

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИММ

УТВЕРЖДАЮ /Н.П. Сютлов/  
(Ф.И.О. декана (директора института))

02.02.2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б.1.1.13 Физика

*(код и наименование дисциплины по учебному плану)*

Направление подготовки  
(специальность)

15.03.06 Мехатроника и робототехника

Квалификация выпускника

Бакалавр

*(бакалавр/магистр/специалист)*

Направленность

Технологии автоматизации и роботизации производств

Курс 1, 2  
Семестр 2, 3

**Распределение учебного времени**

Трудоемкость по учебному плану	324 / 9	часов/зачетных единиц
Лекции	72	часов
Лабораторные работы	72	часов
Практические занятия	36	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	180	часов
Контактная работа по экзамену	6	часов
Курсовой проект (работа)	-	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	108	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	30	часов
Экзамен	2	семестр
Зачет	-	семестр
БРК, ДЗ	3	семестр

(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 15.03.06 Мехатроника и робототехника

Программу составили:

старший преподаватель	Физики	СОГЛАСОВАНО	Л.А. Андреева
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании кафедры, за которой закреплена дисциплина  
Кафедра физики

		(наименование кафедры)	
19.01.2022	протокол №	5	
(дата)			
Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	А.С. Масленников	
		(И.О. Фамилия)	

Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с факультетом (институтом), выпускающей(ими) кафедрой(ами).

СООТВЕТСТВУЕТ действующей ОП.

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	А.И. Павлов
		(И.О. Фамилия)

Председатель методической комиссии факультета (института), в который входит выпускающая кафедра

СОГЛАСОВАНО	А.А. Медяков
	(И.О. Фамилия)

Эксперт(ы): Макаров Д.Е., ведущий инженер-конструктор АО «Марийский машиностроительный завод»

Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 07.02.2022 г.

Специалист учебно-методического центра СОГЛАСОВАНО /Т.А. Смирнова/

## Раздел 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является достижение планируемых результатов обучения, соответствующих установленным в ОПОП индикаторам достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
1. ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Знать: математические, естественнонаучные и технические методы для использования в профессиональной деятельности, а также характеристики основных видов исходных заготовок и методов их получения	<b>знания:</b> фундаментальные законы природы и основные физические законы в области механики, термодинамики, электричества, магнетизма, оптики, атомной и ядерной физики. <b>умения:</b> <b>навыки:</b>
	ОПК-1.2 Владеть: методами математического анализа и моделирования	<b>знания:</b> <b>умения:</b> <b>навыки:</b> использования теоретических основ базовых разделов естественнонаучных дисциплин при решении конкретных задач
	ОПК-1.3 Уметь: решать нестандартные профессиональные задачи, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных и профессиональных знаний	<b>знания:</b> <b>умения:</b> применять знания о методах анализа при решении нестандартных профессиональных задач, интерпретировать полученные результаты. <b>навыки:</b>
2. УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.2 Систематизирует обнаруженную информацию, полученную из разных источников, в соответствии с требованиями и условиями задачи	<b>знания:</b> видов ресурсов и ограничений, основных методов оценки разных способов решения профессиональных задач <b>умения:</b> проводить анализ поставленной цели и формулировать задачи, необходимые для ее достижения, анализировать альтернативные варианты <b>навыки:</b> владения методиками разработки целей и задач проекта
	УК-1.1 Выполняет поиск необходимой для решения поставленной задачи информации, её критический анализ, обобщение и представление на основе	<b>знания:</b> методики поиска, сбора и обработки информации, методы системного анализа и оценки современных научных достижений, методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач

	знаний естественно-научных дисциплин и современных информационных технологий	<b>умения:</b> применять методики поиска, сбора и обработки информации, системного подхода для решения поставленных задач и осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из актуальных источников <b>навыки:</b> методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации, методики системного подхода для решения поставленных задач
--	--	--

## Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к обязательной части ОПОП.

Дисциплина является обязательной

Для продолжения формирования заявленных компетенций необходимы знания предшествующих дисциплин: Математика (ОПК-1), Начертательная геометрия и инженерная графика (ОПК-1), Математика (УК-1)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих дисциплинах: Теоретическая механика (ОПК-1), Техническая механика. Сопротивление материалов (ОПК-1), Техническая механика. Детали мехатронных модулей, роботов и их конструирование (УК-1), Основы гидравлических расчетов мехатронных и робототехнических систем (УК-1), Основы проектирования автоматизированных и робототехнических систем (УК-1), Основы научных исследований (УК-1); практиках: Учебная практика. Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы) (ОПК-1); государственной итоговой аттестации в форме: Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ОПК-1), Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена (ОПК-1)

## Раздел 3. ОПИСАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Для формирования заявленных компетенций используются методологические технологии, реализующие деятельностный, личностно-ориентированный, практико-ориентированный подходы.

Основными стратегическими технологиями являются: лекционные занятия, практические и лабораторные занятия, процедуры самообучения

На достижение конкретных целей обучения направлены применяемые тактические технологии: задания, классическая лекция

## Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
<b>механика</b>	<b>48</b>	ОПК-1, УК-1
Лекция. Физические основы механики. Основные понятия кинематики. (Модели в механике. Система отсчета. Траектория, путь, перемещение. Скорость. Ускорение). Кинематика вращательного движения: угловой путь, угловая скорость, угловое ускорение. Связь линейных и угловых	2	
Лекция. Динамика поступательного движения. Законы	2	

Ньютона. Закон сохранения импульса.		
Лекция. Динамика вращательного движения. Механика твердого тела. Момент силы. Момент инерции. Момент импульса. Закон сохранения момента импульса. Теорема Гюйгенса - Штейнера	2	
Лекция. Работа и энергия. Консервативные и диссипативные силы. Кинетическая и потенциальная энергия. Закон изменения и сохранения энергии. Кинетическая энергия вращения. Основной закон динамики вращения. Момент импульса. Закон сохранения момента Кинетическая энергия вращающегося тела. Теорема Кенига. Кинетическая энергия вращающегося тела. Качение	2	
Лекция. Плоское движение твердых тел.	2	
Лекция. Элементы механики жидкостей. Уравнение неразрывности, уравнение Бернулли.	2	
Практическое занятие. Кинематика поступательного и вращательного движения	2	
Практическое занятие. Динамика поступательного движения. Механика твердого тела.	2	
Практическое занятие. Защита задач.	2	
Лабораторная работа. Коллоквиум по теме «Механика».	2	
Лабораторная работа. Статистическая обработка результатов измерений.	2	
Лабораторная работа. Измерение ускорения свободного падения на машине Атвуда.	2	
Лабораторная работа. Изучение законов вращательного движения на маятнике Обербека.	2	
Лабораторная работа. Определение скорости полета снаряда с помощью баллистического крутильного маятника.	2	
Лабораторная работа. Защита лабораторных работ.	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Выполнение домашней работы (тесты в ЭК), Подготовка к защите лабораторных работ. Решение индивидуальных задач.	18	
<b>молекулярная физика и термодинамика</b>	<b>48</b>	ОПК-1, УК-1
Лекция. Основные положения МКТ. Статистический и термодинамический методы. Термодинамическая система и параметры состояния. Модель и законы идеального газа. Основное уравнение МКТ.	2	
Лекция. Уравнение кинетической теории идеального газа. Закон Максвелла о распределении молекул идеального газа по скоростям и энергиям теплового движения. Барометрическое распределение. влечения переноса в термодинамически неравновесных системах.	2	
Лекция. Основы термодинамики. Внутренняя энергия. Число степеней свободы молекулы. Первое начало термодинамики. Работа газа при изменении его объема. Теплоемкость. Адиабатный процесс. Политропный процесс.	2	
Лекция. Обратимые и необратимые процессы. Энтропия и ее статистический смысл. Второй закон термодинамики.	2	
Лекция. Реальные газы и жидкости. Уравнение Ван-дер-	2	

Ваальса. Изотермы реальных газов.		
Лекция. Фазовые переходы. Внутренняя энергия реального газа. Свойства жидкостей. Вязкость. Поверхностное натяжение. Смачивание.	2	
Практическое занятие. Молекулярное строение вещества, законы идеальных газов. МКТ газов. Законы термодинамики.	2	
Практическое занятие. Реальные газы. Жидкости.	2	
Практическое занятие. Защита задач.	2	
Лабораторная работа. Коллоквиум по теме «Основы МКТ и термодинамики».	2	
Лабораторная работа. Распределение Максвелла	2	
Лабораторная работа. Определение коэффициента вязкости жидкости по методу Стокса.	2	
Лабораторная работа. Определение коэффициента Пуассона для воздуха методом Клемана-Дезорма.	2	
Лабораторная работа. Вязкость воздуха или Теплопроводность воздуха	2	
Лабораторная работа. Защита лабораторных работ.	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Выполнение домашней работы (тесты в ЭК), Подготовка к защите лабораторных работ. Решение индивидуальных задач. Подготовка к коллоквиуму.	18	
<b>Электричество</b>	<b>48</b>	ОПК-1, УК-1
Лекция. Электростатика. Электрический заряд. Закон сохранения заряда. Закон Кулона. Электростатическое поле. Напряженность электростатического поля. Принцип суперпозиции полей. Силовые линии.	2	
Лекция. Потенциал электростатического поля. Связь между напряженностью и потенциалом. Эквипотенциальные поверхности. Теорема Гаусса для электростатического поля в вакууме. Поток вектора напряженности.	2	
Лекция. Проводники в электрическом поле. Электрическая емкость уединенного проводника. Конденсаторы.	2	
Лекция. Энергия системы зарядов, уединенного проводника и конденсатора. Энергия электростатического поля.	2	
Лекция. Законы постоянного тока. Законы Кирхгофа.	2	
Лекция. Электрический ток в жидкостях, газах и плазме.	2	
Практическое занятие. Закон Кулона. Напряженность электростатического поля. Электрическая емкость. Энергия заряженного проводника. Энергия электрического поля.	2	
Практическое занятие. Основные законы постоянного тока.	2	
Практическое занятие. Защита задач.	2	
Лабораторная работа. Коллоквиум по теме «Электростатика».	2	
Лабораторная работа. «Изучение электростатического поля».	2	
Лабораторная работа. Изучение физических свойств сегнетоэлектриков.	2	
Лабораторная работа. Определение емкости неизвестного конденсатора	2	
Лабораторная работа. «Изучение зависимости сопротивления	2	

металлов от температуры с помощью мостика Уитстона»		
Лабораторная работа. Защита лабораторных работ.	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Выполнение домашней работы (тесты в ЭК), Подготовка к защите лабораторных работ. Решение индивидуальных задач. Подготовка к коллоквиуму.	18	
Иная контактная работа:	0	
Подготовка к экзамену	30	
Проведение экзамена	6	

### 3 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
<b>магнетизм</b>	<b>48</b>	ОПК-1, УК-1
Лекция. Магнитное поле и его характеристики. Закон Био-Савара-Лапласа. Закон Ампера. Взаимодействие токов. Магнитное поле движущегося заряда.	2	
Лекция. Сила Лоренца. Движение заряженных частиц в магнитном поле. Эффект Холла. Магнитные поля соленоида и тороида. Магнитный поток. Теорема Гаусса для поля В. Работа по перемещению проводника и контура с током в магнитном поле.	2	
Лекция. Явление электромагнитной индукции. Закон Фарадея. Правило Ленца. Природа электромагнитной индукции.	2	
Лекция. Самоиндукция. Индуктивность. Взаимная индукция. Энергия магнитного поля.	2	
Лекция. Магнитные свойства вещества. Магнитные моменты электронов и атомов. Диа- и парамагнетизм. Намагниченность.	2	
Лекция. Магнитное поле в веществе. Закон полного тока в веществе. Теория Максвелла для электромагнитного поля	2	
Практическое занятие. Закон Био-Савара-Лапласа и его применение к расчету некоторых полей.	2	
Практическое занятие. Сила Лоренца. Движение заряженных частиц в магнитном поле. Сила Ампера. Электромагнитная индукция	2	
Практическое занятие. Защита задач.	2	
Лабораторная работа. Коллоквиум по теме «Магнетизм».	2	
Лабораторная работа. Определение горизонтальной составляющей магнитной индукции магнитного поля Земли.	2	
Лабораторная работа. Определение удельного заряда электрона методом магнетрона.	2	
Лабораторная работа. Физические свойства ферромагнетиков	2	
Лабораторная работа. Экспериментальное определение индуктивности катушки.	2	
Лабораторная работа. Защита лабораторных работ.	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Выполнение домашней работы (тесты в ЭК), Подготовка к защите лабораторных работ. Решение индивидуальных задач. Подготовка к коллоквиуму.	18	

<b>колебания и волны</b>	<b>48</b>	ОПК-1, УК-1
Лекция. Гармонические колебания и их характеристики. Механические гармонические колебания. Затухающие и вынужденные колебания.	2	
Лекция. Электромагнитные колебания. Резонанс напряжений. Индуктивность и емкость в цепи переменного тока. Полное сопротивление. Реактивное сопротивление. Векторные диаграммы.	2	
Лекция. Волны, виды волн. Волновое уравнение. Электромагнитные волны. Свойства электромагнитных волн.	2	
Лекция. Когерентность и монохроматичность световых волн. Интерференция света.	2	
Лекция. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля.	2	
Лекция. Поляризация света. Естественный и поляризованный свет. Закон Малюса. Закон Брюстера. Двойное лучепреломление. Дисперсия света.	2	
Практическое занятие. Гармонические колебания и их характеристики. Упругие волны.	2	
Практическое занятие. Дифракция и поляризация света	2	
Практическое занятие. Защита задач	2	
Лабораторная работа. Коллоквиум по теме «Колебания и волны. Волновая оптика».	2	
Лабораторная работа. Определение скорости звука в воздухе.	2	
Лабораторная работа. Вынужденные колебания в LCR-контуре	2	
Лабораторная работа. Изучение явления дифракции света.	2	
Лабораторная работа. Поляризация света. Проверка закона Малюса.	2	
Лабораторная работа. Защита лабораторных работ.	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Выполнение домашней работы (тест в ЭК), Подготовка к защите лабораторных работ. Решение индивидуальных задач. Подготовка к коллоквиуму.	18	
<b>атомная и ядерная физика</b>	<b>48</b>	ОПК-1, УК-1
Лекция. Квантовые свойства излучения. Тепловое излучение. Законы теплового излучения. Понятие об оптической пирометрии.	2	
Лекция. Основы квантовой оптики. Фотоэффект. Импульс фотона. Эффект Комптона.	2	
Лекция. Строение атома. Модели атома Томсона и Резерфорда. Опыты Резерфорда по рассеянию альфа- частиц.	2	
Лекция. Теория Бора для водородоподобных систем. Постулаты Бора. Принцип Паули.	2	
Лекция. Строение и важнейшие свойства ядер. Энергия связи ядра. Ядерные силы. Радиоактивность. Ядерные реакции.	2	
Лекция. Элементарные частицы. Взаимопревращения элементарных частиц.	2	
Практическое занятие. Законы теплового излучения. Фотоэффект. Фотоны Эффект Комптона.	2	
Практическое занятие. Строение Атомных ядер.	2	



Радиоактивность. Ядерные реакции.		
Практическое занятие. Защита задач.	2	
Лабораторная работа. Коллоквиум по теме « Атомная и ядерная физика».	2	
Лабораторная работа. Определение температуры нити лампы накаливания оптическим пирометром».	2	
Лабораторная работа. Изучение внешнего фотоэффекта.	2	
Лабораторная работа. Эффект Комптона	2	
Лабораторная работа. Определение содержания калия в солях по его -активности.	2	
Лабораторная работа. Защита лабораторных работ.	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Выполнение домашней работы (тест в ЭК), Подготовка к защите лабораторных работ. Решение индивидуальных задач.		
Подготовка к коллоквиуму.	18	
Иная контактная работа:	0	

## Раздел 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой, ее структурой и содержанием разделов. Учебный материал структурирован, изучение дисциплины осуществляется в тематической последовательности.

**Занятия лекционного типа** дают систематизированные знания по дисциплине, концентрируют внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Во время лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала; обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть проблемы, явления или процесса; зафиксировать выводы и практические рекомендации.

Подготовка к **занятиям семинарского типа** включает ознакомление с планом занятия; работу с конспектом лекций, выполнение домашнего задания, работу с учебной и учебно-методической литературой, научными изданиями и электронными образовательными ресурсами, рекомендованными рабочей программой дисциплины.

Содержание **самостоятельной работы** определяется рабочей программой дисциплины, оценочными и методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя.

Самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах. Эффективным средством осуществления самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к образовательной программе, рабочей программе дисциплины, к электронным библиотечным системам, профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

Изучение дисциплины включает выполнение лабораторной работы, решение задач. Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания хода освоения дисциплин представлены в рабочей программе. Условия аттестации приведены в технологической карте, входящей в состав рабочей программы дисциплины.

Формой промежуточной аттестации по дисциплине является балльно-рейтинговый контроль освоения.

## Раздел 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Учебно-методическое обеспечение

№№ п/п	Список используемой литературы	Количество экземпляров печатных изданий, имеющих в библиотеке, или электронный адрес издания (ресурса) в сети Интернет
УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ		
1.	Трофимова, Таисия Ивановна. Курс физики [Текст] : [учебное пособие для инженерно-технических специальностей вузов] / Т. И. Трофимова. 22-е изд., стер. Москва: Академия, 2016. - 557, [1] с. ISBN 978-5-4468-2840-1. Экземпляры: всего 97.	89
2.	Молекулярная физика. Термодинамика [Текст] : лабораторный практикум : [для инженерно-технических специальностей и направлений подготовки бакалавров] / [Д. Р. Бакиева [и др.] ; под ред. А. С. Масленникова, М. Е. Гордеева; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образ. учреждение высш. образования "Поволж. гос. технол. ун-т". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2017. - 87 с. ISBN 978-5-8158-1914-6. Экземпляры: всего 144.	140 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/Bakieva_molekuliarnai_a_fizika_termodinamika_2017.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Bakieva_molekuliarnai_a_fizika_termodinamika_2017.pdf</a>
3.	Электричество [Текст] : лабораторный практикум / [Л. А. Григорьев и др.]; М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВПО "Поволж. гос. технол. ун-т". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2012. - 118 с. ISBN 978-5-8158-1105-8. Экземпляры: всего 286.	279 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/Grigorev_jelektrichestvo.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Grigorev_jelektrichestvo.pdf</a>
4.	Магнетизм [Текст] : лабораторный практикум / [Л. А. Григорьев и др.]; М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВПО "Поволж. гос. технол. ун-т". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2012. - 102 с. ISBN 978-5-8158-1104-1. Экземпляры: всего 289.	285 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/Grigorev_magnetizm_2.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Grigorev_magnetizm_2.pdf</a>
5.	Квантовая и ядерная физика [Текст] : лабораторный практикум : [для студентов 1-2 курсов всех технических направлений подготовки и специальностей] / Г. Ш. Гогелашвили, М. Е. Гордеев, С. В. Красильникова [и др.]; редактор Г. Ш. Гогелашвили; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, ФГБОУ ВО "Поволж. гос. технол. ун-т". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2018. - 118 с. ISBN 978-5-8158-2020-3. Экземпляры: всего 19.	19 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/Gogelashvili_Kvantovai_a_i_iadernaia_fizika_2018.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Gogelashvili_Kvantovai_a_i_iadernaia_fizika_2018.pdf</a>
6.	Грабовский, Ростислав Иванович. Курс физики [Электронный ресурс] : учебное пособие / Р.И. Грабовский. 13-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 608 с. ISBN 978-5-8114-9073-8.	<a href="https://e.lanbook.com/book/184052">https://e.lanbook.com/book/184052</a>
7.	Савельев, Игорь Владимирович. Курс общей физики [Текст] : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по техническим и технологическим направлениям : в 3 т. Т. 1 : Механика. Молекулярная физика, 2019. - 432 с. ISBN 978-5-8114-3988-1. Экземпляры: всего 30.	30
8.	Савельев, Игорь Владимирович. Курс общей физики [Текст] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по техническим и технологическим	20

	направлениям : в 3 т. Т. 3 : Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц, 2019. - 317 с. ISBN 978-5-8114-4598-1. Экземпляры: всего 20.	
9.	Савельев, Игорь Владимирович. Курс общей физики [Текст] : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по техническим и технологическим направлениям : в 3 т. Т. 2 : Электричество и магнетизм. Волны. Оптика, 2019. - 496 с. ISBN 978-5-8114-3989-8. Экземпляры: всего 30.	30
10.	Механика [Текст] : лабораторный практикум / [Г. Н. Косова и др. ; ред. Г. Н. Косова]; М-во образования и науки Рос. Федерации, ФГБОУ ВПО "Поволж. гос. технол. ун-т". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2013. - 86 с. ISBN 978-5-8158-1108-9. Экземпляры: всего 251.	239

## 6.2. Материально-техническая база и программное обеспечение

№№ п/п	Аудитории для проведения учебных занятий, самостоятельной работы и проведения государственной итоговой аттестации	Перечень основного оборудования	Программное обеспечение
1.	209 (I)	Источник питания АТН- 3232 (1), Комплект оборудования для системы управления электроприводом (1), КОМПЛЕКТ ПРИБОРОВ (1), Установка для опред.отношения теплоёмк. воздуха при постоянн.давлении и постоянном объёме (1), Установка лабораторная "Машина Атвуда" ФМ 11 (1), Установка лабораторная "Маятник Обербека" ФМ 14 (1), Комплект учебной мебели (1)	Microsoft Windows Enterprise, Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач, Виртуальный практикум по физике для ВУЗов (в 2 частях)
2.	216 (I)	Автомат.установка д/исследования сегнето (1), Монитор 19" ViewSonic TFT 19" VA916 (3), Мультимедийный проектор Hitachi CP-S235W (1), МФУ i-SENSYS MF4018 Canon (1), ПК S404,2 400W/Intel Core i3 540/клав.,мышь,монит. 21,5" VA2248-LED (17), Принтер HP LaserJet Professional P1102 (1), Принтер лазерный HP Laser (1), Системный блок Cel 336/256*2 Mb/80Gb/ SVGA/DVD-RW/ (2),	Microsoft Windows Enterprise, Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач,

		Спектрометр ЭПР 10- МИНИ (1), Экран на штативе 180 x 180 (1), Комплект учебной мебели (1)	Виртуальный практикум по физике для ВУЗов (в 2 частях)
3.	219 (I)	Доска аудиторная 1000 * 1700 (1), КОМПЛЕКТ ПРИБ.АРИОН (1), ПРИБОР КОМБИНИР.Щ4310 (1), Установка ФПВ-05-3-4 "Определение постоянной дифракционной решетки" (2), Установка ФПВ-05-4-1 для получения и исследования поляризованного света" (1), Установка ФПК 08 (1), Установка ФПК 11 (1), Комплект учебной мебели (1)	Microsoft Windows Enterprise, Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач, Виртуальный практикум по физике для ВУЗов (в 2 частях)
4.	212 (I)	ВОЛЬТМЕТР УНИВЕРСАЛ (2), Лабораторная установка "Мост Уитстона" UE302030-230 (1), Осциллограф аналоговый 1*10МГц (10210040/190516/0002626/20) (1), Комплект учебной мебели (1)	Microsoft Windows Enterprise, Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач, Виртуальный практикум по физике для ВУЗов (в 2 частях)

## Раздел 7. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ/ ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Критерии оценивания индикаторов достижения компетенций направлены на:

- усвоение теоретического материала (объем знаний, глубина усвоения), предусмотренного рабочей программой;
- умение излагать материал (четкость, грамотность изложения материала, точность и полнота воспроизведения учебного материала);
- умение применять теоретические знания при решении практических заданий.

Шкала оценивания представлена ниже.

Уровень сформированности элементов компетенции	Критерии оценивания	Шкала оценивания
Пороговый уровень	Обучающийся имеет знания основного материала, проявляет умение логично его излагать, но может допускать неточности в изложении материала,	удовлетворительно

	недостаточно правильные формулировки, испытывает затруднения в выполнении практических заданий.	
Продвинутый уровень	Обучающийся твердо знает программный материал, излагает его грамотно и по существу, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения	хорошо
Высокий уровень	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, грамотно и логически стройно его излагает, дает исчерпывающие ответы на поставленные вопросы. В ответе тесно увязывается теория с практикой, при этом обучающийся не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, показывает знакомство с монографической литературой, периодическими изданиями, правильно обосновывает принятые решения, свободно владеет разносторонними навыками, приемами выполнения практических работ	отлично

#### 7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины (модуля) и производится с применением технологии рейтингового контроля в соответствии с технологической картой дисциплины. Порядок составления технологической карты и алгоритм проведения процедуры оценивания видов деятельности обучающихся, направленных на освоение знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности, по накопительной системе в баллах устанавливается положением о системе РИТМ в ФГБОУ ВО «ПГТУ»

#### 7.2. Промежуточная аттестация обучающихся

Промежуточная аттестация обучающихся направлена на оценивание результатов обучения по дисциплине (модулю) и проводится с использованием фондов оценочных средств.

Примеры типовых контрольных заданий из базы фонда оценочных средств по образовательной программе.

2 семестр.

"ИТ (ч 2,3). Электромагнетизм. Колебания. Волновая, квантовая оптика. Атомная физика"

20 вопросов

Вариант №0

1. Электрическое СОПРОТИВЛЕНИЕ металлического проводника зависит от

- 1) размеров и формы проводника
- 2) разности потенциалов на концах проводника

### 3) силы тока

2. Магнитное поле создано двумя параллельными длинными проводниками с токами  $I_1$  и  $I_2$ , расположенными перпендикулярно плоскости чертежа. Векторы  $\vec{B}$  в точке А направлены следующим образом:

1)  $\vec{B}$  вниз,  $\vec{B}$  — вверх  
3)  $\vec{B}$  — вверх,  $\vec{B}$  — вниз

2)  $\vec{B}$  — вверх,  $\vec{B}$  — вверх  
4)  $\vec{B}$  вниз,  $\vec{B}$  — вниз

3. ПРОТОН движется вдоль длинного прямого провода, по которому течёт электрический ток, так, что вектор скорости и проводник лежат в плоскости листа. Куда в этом случае направлена СИЛА, действующая на протон?

- 1) От провода
- 2) Перпендикулярно плоскости листа вниз
- 3) Вдоль проводника
- 4) К проводу
- 5) Перпендикулярно плоскости листа вверх

/p>

4. Небольшая рамка с током  $I$  помещена в неоднородное магнитное поле с индукцией  $B$ . Плоскость рамки перпендикулярна плоскости чертежа, но НЕ перпендикулярна линиям индукции. Вектор магнитного момента  $\vec{M}$  направлен

- 1) вниз
- 2) влево — вверх
- 3) вправо - вниз
- 4) влево — вниз

- 5) вправо
- 6) влево
- 7) вверх
- 8) вправо - вверх

/p>

5. На рисунке представлена зависимость магнитного потока, пронизывающего некоторый замкнутый контур, от времени. В каком интервале ЭДС индукции в контуре положительна и по величине максимальна?

- 1) A
- 2) E
- 3) D
- 4) C
- 5) B

6. Материальная точка совершает гармонические колебания (см. рис.).

/span>

Какие из приведенных характеристик колебания верны?

- A) Частота колебаний равна 100 Гц.
- B) Сила, действующая на точку, равна нулю в момент времени 5 мс.

- 1) B
- 2) A
- 3) Все характеристики не верны
- 4) A и B

7. Маятник настенных механических часов представляет собой невесомый стержень с грузиком. Для регулировки точности хода часов грузик можно перемещать по стержню. Как и во сколько раз изменится период колебаний маятника, если грузик переместить с конца стержня на середину?

- 1) Увеличится в 2 раза
- 2) Уменьшится в 2 раза

- 3) Увеличится в 2 раза
- 4) Уменьшится в 2 раза
- 5) Увеличится в 4 раза

8. В колебательном контуре совершаются вынужденные колебания. Какое утверждение справедливо относительно резонансных кривых?

- 1) Высота резонансных кривых прямо пропорциональна активному сопротивлению контура.
- 2) С увеличением коэффициента затухания острота резонансных кривых сглаживается.

3) Максимум резонансных кривых наблюдается при частоте генератора, большей, чем частота свободных колебаний в контуре.

9. На рисунке показана ориентация векторов напряженности электрического и магнитного полей в электромагнитной волне в данный момент времени. Вектор Пойнтинга ориентирован в направлении...

10. При какой разности фаз возникает интерференционный максимум при наложении двух когерентных волн?

- 1)  $5\pi$
- 2)  $5\lambda$
- 3)  $\lambda/2$
- 4) 0

11. Если на дифракционную решетку падает белый свет, то максимум каждого порядка имеет вид цветной полосы. Линии какого цвета наиболее удалены от центрального максимума?

- 1) белого
- 2) зеленого
- 3) фиолетового
- 4) красного



12. Свет называется частично поляризованным, если...

- 1) вектор  $\vec{E}$  имеет всевозможные равновероятные ориентации.
- 2) вектор  $\vec{E}$  колеблется только вдоль одного направления, перпендикулярного лучу.
- 3) вектор  $\vec{E}$  имеет преимущественное (но не исключительное) направление колебаний.

13. Какую размерность имеет спектральная плотность энергетической светимости?

- 1)  $\text{Вт/м}^2$
- 2)  $\text{Вт/м}^2 \cdot \text{Гц}$
- 3)  $\text{Вт/м}^2 \cdot \text{Гц}^{-1}$
- 4)  $\text{Вт/м}^2 \cdot \text{Гц}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$
- 5) безразмерная величина

14. Задано уравнение плоской синусоидальной волны  $y = A \sin(\omega t - kx)$ , которая распространяется вдоль оси  $Ox$  со скоростью  $500 \text{ м/с}$ . Определите частоту  $\omega$  в  $\text{с}^{-1}$ .

15. Амплитуда волны возросла в 2 раза, а частота – в 4 раза. Как изменилась энергия волны?

- 1) Не изменилась
- 2) Возросла в 8 раз
- 3) Возросла в 64 раза
- 4) Уменьшилась в 2 раза

/p>

16. Плоскопараллельная стеклянная пластинка толщиной  $d$  и показателем преломления  $n$  помещена между двумя средами с показателями преломления  $n_1$  и  $n_2$ . Свет с длиной волны  $\lambda$  падает нормально на пластинку. Определить

оптическую разность хода волн  $1$  и  $2$ , отраженных от верхней и нижней поверхностей пластинки при условии, что  $n_1 > n < n_2$ .

- 1)  $\lambda/2$       2)  $\lambda/4$       3)  $0$       4)  $\lambda$

17. На щель нормально падает пучок монохроматического света. Ширина щели составляет 6 длин волн. Минимум какого порядка будет наблюдаться под углом  $30^\circ$ ?

18. Угол падения луча составляет  $60^\circ$ . Определите угол преломления, если отраженный луч полностью поляризован. Ответ выразите в градусах.

19. Во сколько раз уменьшилась длина волны, на которую приходится максимум испускательной способности абсолютно черного тела, если его энергетическая светимость возросла в 16 раз?

20. Величина работы выхода электронов из металла при фотоэффекте зависит от...

- 1) величины задерживающего напряжения
- 2) величины потока фотонов
- 3) материала фотокатода
- 4) частоты падающего света
- 5) состояния поверхности фотокатода

<b>Задание №</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>
<b>Вариант №0</b>	1	4	4	4	2	3	2	2	1	4	4	3	4,3	1000	3

18	19	20
30	2	3,5

Колесо радиусом 10 см вращается вокруг неподвижной оси. Зависимость линейной скорости точек на ободе колеса от времени задается уравнением  $V=3t+t^2$  (см/с). Какая функция описывает зависимость угловой скорости от времени?

- 1)  $0,003t+0,001t^2$
- 2)  $3+2t$
- 3)  $30t+10t^2$
- 4)  $0,3t+0,1t^2$

2. При пуске электродвигателя якорь приобрел момент импульса 35 Дж·с. В течение какого времени на якорь действовал момент силы величиной 7 Н·м?

3. Потенциальная энергия частицы задается функцией.  $U=xyz$ . Чему равна работа по перемещению этой частицы из т. А (1,1,1) в т. В (2,2,2) (Данные приведены в системе СИ)?

#### Молекулярная физика и термодинамика

1. Гелий и водород имеют температуру 300 К. Укажите отношение числа степеней свободы молекул этих газов.

2. Явление диффузии имеет место при наличии градиента ...1) температуры
- 2) концентрации
- 3) скорости слоев жидкости или газа
- 4) электрического заряда

3. Если  $C$  – теплоемкость идеального газа,  $C=0$  соответствует ...

- 1) изобарному процессу
- 2) изохорному процессу
- 3) изотермическому сжатию
- 4) изотермическому расширению
- 5) адиабатическому процессу

#### Электричество и магнетизм

1. Точечный заряд  $+q$  находится в центре сферической поверхности. Что произойдет с потоком вектора  $E$ , если сферу заменить кубом того же объема?

- 1) Не изменится
- 2) Увеличится
- 3) Уменьшится

2. Плоский воздушный конденсатор зарядили от источника постоянного напряжения и отключили. Как изменится энергия конденсатора, если площадь перекрытия обкладок конденсатора увеличить в 2 раза, а расстояние между ними уменьшить в 2 раза?

- 1) Не изменится
- 2) Увеличится в 2 раза
- 3) Уменьшится в 2 раза

- 4) Увеличится в 4 раза
- 5) Уменьшится в 4 раза

3. Протон влетает в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям магнитной индукции и начинает двигаться по окружности. При увеличении кинетической энергии протона ( $v \ll c$ ) в 4 раза радиус окружности

- 1) уменьшится в 2 раза
- 2) уменьшится в 4 раза
- 3) увеличится в 2 раза
- 4) увеличится в 4 раза
- 5) не изменится

3 семестр.

#### Колебания и волны

1. Момент инерции физического маятника увеличили в 8 раз, а расстояние от оси вращения до центра масс – в 2 раза при неизменной массе маятника. При этом частота колебаний маятника

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

2. Плотность потока энергии возросла в 2 раза, а скорость распространения волны – в 4 раза. При этом объемная плотность энергии

- 1) уменьшилась
- 2) увеличилась
- 3) не изменилась

3. Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью  $C$  и катушки индуктивностью  $L$ . Активное сопротивление контура  $R$ . Если индуктивность  $L$  контура увеличить, оставляя остальные параметры неизменными, то время релаксации

- 1) уменьшится
- 2) увеличится
- 3) не изменится

#### Волновая и квантовая оптика

1. При вращении анализатора вокруг направления распространения ЕСТЕСТВЕННОГО света ...

- 1) интенсивность света за анализатором изменяется от нуля до максимального значения в зависимости от угла поворота анализатора.
- 2) интенсивность света за анализатором не зависит от угла поворота анализатора.
- 3) интенсивность света уменьшается в 2 раза от его максимального значения в зависимости от угла поворота анализатора.

2. Наблюдается явление внешнего фотоэффекта. При этом с уменьшением ДЛИНЫ ВОЛНЫ падающего света увеличатся...

- 1) красная граница фотоэффекта
- 2) величина задерживающей разности потенциалов
- 3) энергия фотонов
- 4) кинетическая энергия электронов
- 5) работа выхода электронов из металла

3. Пленка ( $n=1,5$ ) освещена падающими перпендикулярно желтыми лучами (600 нм). При какой наименьшей толщине пленка в ОТРАЖЕННОМ свете будет казаться черной? Ответ введите в нм.

Физика атомов и молекул. Физика твердого тела

1. Для электрона на первой и второй орбитах в водородоподобном ионе гелия отношение скоростей  $v_1/v_2$  равно...

- 1) 4
- 2)  $1/2$
- 3)  $1/4$
- 4) 2

2. Определите отношение минимальных частот фотонов в сериях Бальмера и Пашена. Ответ введите в виде  $a/b$ , например: 235/9.

3. Укажите зависимость от главного квантового числа радиуса  $n$ -ой стационарной орбиты.

- 1)  $n^2$
- 2)  $n$
- 3)  $1/n^2$
- 4)  $1/n$

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

## Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

Вопросы к экзамену (2 семестр)

- 1. Материальная точка, абсолютно твердое тело. Система отсчета. Траектория, путь, перемещение.
- 2. Поступательное движение. Вектор средней скорости. Мгновенная скорость. Средняя путевая скорость.
- 3. Среднее ускорение. Мгновенное ускорение. Вектор полного ускорения и его составляющие.
- 4. Движение материальной точки по окружности. Угол поворота, угловая скорость, угловое ускорение.
- 5. Связь угловых и линейных величин.
- 6. Первый закон Ньютона. Инерциальные системы отсчета. Понятие инертной и гравитационной масс.
- 7. Понятие силы. Второй закон Ньютона. Импульс тела и импульс силы. Закон изменения импульса тела. Уравнение движения в динамике.
- 8. Взаимодействие тел. Третий закон Ньютона. Импульс системы тел. Законы изменения и сохранения импульса механической системы.
- 9. Центр масс. Уравнение движения центра масс.
- 10. Понятие работы в механике. Работа постоянной и переменной силы. Мощность.
- 11. Понятие энергии в механике. Кинетическая энергия.
- 12. Потенциальная энергия. Связь между потенциальной энергией и силой.
- 13. Полная механическая энергия. Законы изменения и сохранения полной механической энергии.
- 14. Динамика вращательного движения. Момент инерции материальной точки, системы

материальных точек, тела. Теорема Штейнера.

15. Кинетическая энергия вращающегося тела. Кинетическая энергия тела, участвующего во вращательно-поступательном движении.

16. Моменты силы относительно точки и относительно оси. Работа при вращательном движении. Основное уравнение динамики вращательного движения.

17. Моменты импульса материальной точки относительно точки и относительно оси. Момент импульса тела относительно оси. Закон сохранения момента импульса и его применение.

18. Молекулярная физика и термодинамика. Статистический и термодинамический методы исследования вещества. Термодинамические параметры.

19. Идеальный газ. Законы идеального газа. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа.

20. Закон Максвелла о распределении молекул идеального газа по скоростям

21. Барометрическая формула. Распределение Больцмана.

22. Число степеней свободы молекулы. Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы молекул. Внутренняя энергия идеального газа.

23. Теплота и работа. Первое начало термодинамики. Применение первого начала термодинамики к различным процессам.

24. Теплоемкость. Уравнение Майера. Физический смысл универсальной газовой постоянной.

25. Адиабатический процесс. Уравнение Пуассона.

26. Термодинамический цикл. КПД цикла. Обратимые и необратимые процессы. Цикл Карно.

27. Энтропия. Статистическое толкование энтропии. Второе начало термодинамики.

28. Электростатическое поле. Напряженность электростатического поля. Поле точечного заряда. Принцип суперпозиции электростатического поля. Силовые линии электростатического поля.

29. Поток вектора напряженности электростатического поля. Теорема Гаусса для электрического поля в вакууме. Применение теоремы Гаусса к расчету электростатических полей заряженной бесконечной плоскости, сферы, шара и цилиндра в вакууме.

30. Потенциал электростатического поля. Разность потенциалов. Связь между напряженностью и потенциалом. Эквипотенциальные поверхности. Работа по перемещению заряда в поле.

31. Проводник в электростатическом поле. Емкость уединенного проводника. Конденсаторы. Емкость конденсаторов. Соединение конденсаторов.

32. Энергия системы электрических зарядов. Энергия заряженного проводника и конденсатора. Энергия электрического поля. Объемная плотность энергии.

33. Диэлектрик в электрическом поле. Поляризация диэлектриков.

34. Электрическое поле в диэлектрике. Диэлектрическая проницаемость. Вектор электрической индукции.

35. Законы постоянного тока. Классическая теория электропроводности.

36. Магнитное поле. Вектор магнитной индукции. Силовые линии магнитного поля.

37. Магнитное поле проводника с током. Закон Био-Савара-Лапласа. Принцип суперпозиции магнитных полей.

38. Действие магнитного поля на проводники с током. Сила Ампера.

39. Действие магнитного поля на движущиеся заряды. Движение заряженных частиц в электрическом и магнитном полях. Обобщенная сила Лоренца.

40. Работа по перемещению проводника и контура с током в магнитном поле.

41. Магнитное поле в веществе. Диа-, пара- и ферромагнитные вещества.

42. Электромагнитная индукция. Явление самоиндукции. Закон Фарадея. Правило Ленца. Токи Фуко.

43. Энергия магнитного поля. Объемная плотность энергии магнитного поля.

### **Вопросы к зачету (3 семестр)**

1. Основы теории Максвелла. Распространение переменного электромагнитного поля в виде волны.

2. Колебательные процессы. Гармонические колебания и их характеристики.

3. Механические гармонические колебания. Гармонический осциллятор. Пружинный, физический и математический маятники.
4. Свободные электрические гармонические колебания в колебательном контуре.
5. Сложение гармонических колебаний одного направления и одинаковой частоты.
6. Сложение двух взаимно перпендикулярных колебаний одинаковой частоты.
7. Затухающие колебания. Автоколебания. Вынужденные колебания. Резонанс.
8. Волны. Природа и классификация волн. Уравнение бегущей волны. Характеристика волн. Фазовая скорость волны.
9. Принцип суперпозиции волн. Интерференция волн. Стоячие волны.
10. Электромагнитные волны и их свойства. Вектор Умова-Пойнтинга.
11. Отражение и преломление электромагнитных волн на границе раздела двух диэлектрических сред.
12. Интерференция световых волн. Условия максимума и минимума при интерференции. Опыт Юнга.
13. Дифракция световых волн. Условия наблюдения дифракции.
14. Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля.
15. Дифракция Фраунгофера на плоской щели при нормальном падении света.
16. Дифракция Фраунгофера на дифракционной решетке.
17. Дисперсия световых волн. Нормальная и аномальная дисперсия.
18. Поляризация световых волн.
19. Тепловое излучение и его характеристики. Абсолютно черное тело.
20. Закон Кирхгофа. Равновесность теплового излучения.
21. Законы Стефана-Больцмана, смещения Вина.
22. Формулы Релея-Джинса и Планка. Гипотеза о квантовой природе теплового излучения.
23. Виды фотоэффекта. Законы внешнего фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна для внешнего фотоэффекта.
24. Энергия. Масса и импульс световых квантов. Давление света.
25. Волновые свойства микрочастиц. Теория де Бройля.
26. Уравнение Шредингера и принцип неопределенности Гейзенберга.
27. Строение атома водорода по Бору.
28. Теория строения многоэлектронных атомов и образование оптических спектров.
29. Строение атомного ядра. Энергия связи ядер. Дефект массы.
30. Радиоактивность. Виды ядерного распада.
31. Зонная теория твердого тела.
32. Элементарные частицы. Типы взаимодействия объектов материи.