

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Гриб Владислав Валерьевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 26.02.2026 23:32:05
Уникальный программный ключ:
637517d24e103c3db032acf37e99498541e21510c29ac01767039854107



**Образовательное учреждение высшего образования
«МОСКОВСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ А.С. ГРИБОЕДОВА»
(ИМПЭ им. А.С. Грибоедова)**

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ИНЖЕНЕРНЫЙ ИНСТИТУТ

УТВЕРЖДАЮ

И.о. директора международного
инженерного института

_____/А.А. Панарин

«17» декабря 2025 г.

**Рабочая программа дисциплины
ФИЗИКА**

**Направление подготовки
15.03.06 Мехатроника и робототехника
(уровень бакалавриат)**

**Направленность (профиль):
«Промышленная робототехника»**

Форма обучения: очная, заочная

Москва

Рабочая программа дисциплины «Физика». Направление подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника, направленность (профиль): «Промышленная робототехника» / О. Ю. Евдокимова – М.: ИМПЭ им. А.С. Грибоедова. – 39с.

Рабочая программа высшего образования составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 августа 2020 г. N 1046 (с изменениями от 27 ноября 2020 г.); Профессионального стандарта "Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам", утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121н (с изменениями от 12 декабря 2016 года) (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 21 марта 2014 года, регистрационный № 31692)

Разработчики:	<u>О. Ю. Евдокимова, старший преподаватель</u>
Ответственный рецензент:	<u>О. А. Левичев, кандидат военных наук, доцент, доцент кафедры Дистанционного зондирования и цифровой картографии, ФГБОУ ВО «Государственный университет по землеустройству»</u>
Ответственный рецензент:	<u>А. М. Соколов, кандидат технических наук, преподаватель Военной академии Ракетных войск стратегического назначения имени Петра Великого</u>

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры мехатроники и робототехники 17.12.2025г. протокол №6

Заведующий кафедрой _____ /А.А. Панарин
(подпись)

Согласовано от библиотеки _____ / О. Е. Степкина
(подпись)

Раздел 1. Цели и задачи освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Физика» является: создание у студентов основ достаточно широкой теоретической подготовки в области физики; формирование системы физических знаний и профессиональных компетенций в соответствии с обязательным минимумом содержания рабочих программ в рамках образовательного стандарта высшей школы; развитие научного мировоззрения на основе освоения методов физической науки и понимания роли физики в современном естествознании. усвоение основных физических явлений и законов классической и современной физики, методов физического исследования; формирование у студентов научного мышления и понимания границ применимости различных физических понятий, законов, теорий и умения - оценить степень достоверности результатов, полученных с помощью экспериментальных или теоретических методов исследований; изучение приемов и навыков решения конкретных задач из разных областей физики, помогающих студентам в дальнейшем решать профессиональные задачи.

К основным **задачам** дисциплины следует отнести: изучение законов окружающего мира в их взаимосвязи; овладение фундаментальными принципами и методами решения научно-технических задач; формирование навыков по применению положений фундаментальной физики к грамотному научному анализу ситуаций, с которыми приходится сталкиваться при создании новой техники и новых технологий; освоение основных физических теорий, позволяющих описать явления в природе, и пределов применимости этих теорий для решения современных и перспективных технологических задач; формирование у студентов основ естественнонаучной картины мира; ознакомление студентов с историей и логикой развития физики и основных её открытий.

Раздел 2. Планирование результатов обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции (для планирования результатов обучения по элементам образовательной программы и соответствующих оценочных средств)
ОПК-1	Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	ИОПК-1.1 Знает основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования ИОПК-1.2 Умеет использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования ИОПК-1.3 Владеет навыками использования знаний естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применения методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования

Раздел 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Физика» изучается в 1, 2, 3 семестре, относится к Блоку Б.1 «Дисциплины (модули)», «Обязательная часть», образовательной программы по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника (уровень бакалавриат), направленность (профиль): «Промышленная робототехника».

Раздел 4. Объем (трудоемкость) дисциплины (общая, по видам учебной работы, видам промежуточной аттестации)

**Трудоемкость дисциплины и виды учебной нагрузки
на очной форме обучения**

з.е.	Итого	Лекции	Практические занятия	Курсовое проектирование	Самостоятельная работа	Текущий контроль	Контроль, промежуточная аттестация
1 семестр							
4	144	32	32		44		36 Экзамен
2 семестр							
4	144	32	32		44		36 Экзамен
3 семестр							
4	144	32	32		44		36 Экзамен
Итого по дисциплине							
12	432	96	96		132		108

**Тематический план дисциплины
Очная форма обучения**

Разделы / Темы	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	Текущий контроль	Контроль, промежуточная аттестация	Всего часов
1 семестр						
Раздел 1. Механика.						
Тема 1.1. Введение. Кинематика. Динамика.	4	4	4			12
Тема 1.2. Законы сохранения	4	4	4			12
Тема 1.3. Механика сплошных сред.	4	4	6			14
Тема 1.4. Колебания	4	4	6			14
Тема 1.5. Релятивистская механика.	4	4	6			14
Раздел 2. Молекулярная физика и термодинамика.						
Тема 2.1. Введение. Основы молекулярно-кинетической теории. Функции распределения.	4	4	6			14
Тема 2.2. Элементы физической кинетики. Явления переноса. Элементы термодинамики.	4	4	6			14
Тема 2.3. Взаимодействие молекул в газах и жидкостях	4	4	6			14
Экзамен					36	36
Итого за 1 семестр	32	32	44		36	144

2 семестр						
Раздел 3. Электричество и магнетизм						
Тема 3.1. Введение. Электростатика.	2	2	2			6
Тема 3.2. Стационарный электрический ток	2	2	2			6
Тема 3.3. Поля движущихся зарядов. Магнитное поле стационарного тока.	2	2	2			6
Тема 3.4. Электромагнитная индукция и основы теории электромагнитного поля.	2	2	2			6
Тема 3.5. Квазистационарные явления в электрических цепях.	2	2	2			6
Тема 3.6. Электромагнитные колебания и переменный электрический ток	2	2	4			8
Тема 3.7. Электромагнитные волны. Статические поля в веществе.	2	2	4			8
Тема 3.8. Электрические токи в вакууме и в различных средах. Элементы физики плазмы.	2	2	4			8
Раздел 4. Оптика						
Тема 4.1. Введение. Электромагнитные бегущие монохроматические волны.	2	2	2			6
Тема 4.2. Измерение энергии электромагнитных волн. Суперпозиция электромагнитных волн.	2	2	2			6
Тема 4.3. Распространение света в изотропной среде.	2	2	2			6
Тема 4.4. Отражение и преломление света на границе раздела двух сред. Интерференция света	2	2	2			6

Тема 4.5. Распространение света в анизотропной среде.	2	2	2			6
Тема 4.6. Дифракция света	2	2	4			8
Тема 4.7. Голография	2	2	4			8
Тема 4.8. Геометрическая оптика.	2	2	4			8
Экзамен					36	36
Итого за 2 семестр	32	32	44		36	144
3 семестр						
Раздел 5. Физика атомов и атомных явлений						
Тема 5.1. Введение. Квантовая оптика.	4	4	4			12
Тема 5.2. Классические модели атома	4	4	6			14
Тема 5.3. Корпускулярно-волновой дуализм микрообъектов.	4	4	6			14
Тема 5.4. Уравнение Шредингера. Электрон в атоме водорода. Многоэлектронные атомы.	4	4	6			14
Раздел 6. Физика атомного ядра и частиц						
Тема 6.1. Атомные системы. Атомное ядро.	4	4	4			12
Тема 6.2. Радиоактивность. Взаимодействие частиц излучения с веществом.	4	4	6			14
Тема 6.3. Ядерные реакции	4	4	6			14
Тема 6.4. Элементарные частицы	4	4	6			14
Экзамен					36	36
Итого за 3 семестр	32	32	44		36	144
Итого по дисциплине	96	96	132		108	432

Заочная форма обучения

Разделы / Темы	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	Текущий контроль	Контроль, промежуточная аттестация	Всего часов
1 семестр						
Раздел 1. Механика.						
Тема 1.1. Введение. Кинематика. Динамика.			12			12
Тема 1.2. Законы сохранения			12			12
Тема 1.3. Механика сплошных сред.	2		12			14

Тема 1.4. Колебания			12			12
Тема 1.5. Релятивистская механика.		2	12			14
Раздел 2. Молекулярная физика и термодинамика.						
Тема 2.1. Введение. Основы молекулярно-кинетической теории. Функции распределения.			12			12
Тема 2.2. Элементы физической кинетики. Явления переноса. Элементы термодинамики.	2		14			16
Тема 2.3. Взаимодействие молекул в газах и жидкостях		2	14			16
Экзамен					36	36
Итого за 1 семестр	4	4			36	144
2 семестр						
Раздел 3. Электричество и магнетизм						
Тема 3.1. Введение. Электростатика.			16			16
Тема 3.2. Стационарный электрический ток			16			16
Тема 3.3. Поля движущихся зарядов. Магнитное поле стационарного тока.			16			16
Тема 3.4. Электромагнитная индукция и основы теории электромагнитного поля.			16			16
Тема 3.5. Квазистационарные явления в электрических цепях.	2		16			18
Тема 3.6. Электромагнитные колебания и переменный электрический ток		2	16			18
Тема 3.7. Электромагнитные волны. Статические поля в веществе.			16			16
Тема 3.8. Электрические токи в вакууме и в различных средах. Элементы физики плазмы.			16			16
Раздел 4. Оптика						

Тема 4.1. Введение. Электромагнитные бегущие монохроматические волны.			16			16
Тема 4.2. Измерение энергии электромагнитных волн. Суперпозиция электромагнитных волн.			16			16
Тема 4.3. Распространение света в изотропной среде.	2		16			18
Тема 4.4. Отражение и преломление света на границе раздела двух сред. Интерференция света		2	16			18
Тема 4.5. Распространение света в анизотропной среде.			16			16
Тема 4.6. Дифракция света			16			16
Тема 4.7. Голография			18			18
Тема 4.8. Геометрическая оптика.			18			18
Экзамен					36	36
Итого за 2 семестр	4	4	100		36	144
3 семестр						
Раздел 5. Физика атомов и атомных явлений						
Тема 5.1. Введение. Квантовая оптика.			12			12
Тема 5.2. Классические модели атома			12			12
Тема 5.3. Корпускулярно-волновой дуализм микрообъектов.	2		12			14
Тема 5.4. Уравнение Шредингера. Электрон в атоме водорода. Многоэлектронные атомы.		2	12			14
Раздел 6. Физика атомного ядра и частиц						
Тема 6.1. Атомные системы. Атомное ядро.			12			12
Тема 6.2. Радиоактивность. Взаимодействие частиц излучения с веществом.			12			12
Тема 6.3. Ядерные реакции		2	14			16

Тема 6.4. Элементарные частицы	2		14			16
Экзамен					36	36
Итого за 3 семестр	4	4			36	144
Итого по дисциплине	12	12			108	432

Структура и содержание дисциплины

Наименование разделов и тем	Содержание темы
Раздел 1. Механика.	
Тема 1.1. Введение. Кинематика. Динамика.	Предмет физики. Основные этапы развития физики. Классическая и квантовая физика. Физическое понимание и его уровни. Разделы курса физики. Предмет механики. Механическое движение. Пространство и время. Свойства симметрии. Событие. Системы отсчета. Физические модели. Материальная точка. Радиус-вектор. Перемещение. Траектория. Относительность механического движения. Скорость, ускорение. Тангенциальное и нормальное ускорение. Одномерное движение. Степени свободы. Обобщенные координаты. Движение в пространстве. Системы координат. Уравнение траектории. Системы отсчета в динамике. Инерциальные системы отсчета. Законы Ньютона. Сила как мера взаимодействия. Масса как мера инертности. Принцип суперпозиции. Логическая структура динамики. Линейные и нелинейные явления в механике. Движение со связями. Определение сил, действующих на материальную точку. Движение материальной точки в различных физических полях. Механическое состояние. Уравнение движения. Начальные условия. Лапласовский детерминизм. Алгоритм численного решения. Системы, взаимодействующих тел. Вычислительный эксперимент в физике. Математическая модель. Принцип относительности Галилея. Абсолютные и относительные величины. Движение в разных системах отсчета. Преобразования Галилея. Метод анализа размерностей. Системы единиц в физике. Основные и производные единицы. Эталоны времени, длины и массы. Размерность физической величины. Безразмерные параметры. Неинерциальные системы отсчета. Силы инерции. Динамика неинерциальных систем. Вращающиеся системы отсчета. Центробежная сила. Сила Кориолиса.
Тема 1.2. Законы сохранения	Законы сохранения в механике материальной точки. Импульс, импульс силы. Момент импульса. Работа. Кинетическая энергия. Потенциальная энергия. Механическая энергия. Механика системы материальных точек. Импульс системы. Закон сохранения импульса. Центр масс. Закон движения

	<p>центра масс. Движение тел переменной массы. Уравнение Мещерского. Механическая' энергия системы материальных точек. Кинетическая и потенциальная энергии. Система центра масс. Кинетическая энергия в системе центра масс. Закон сохранения механической энергии. Столкновения частиц. Упругие и неупругие столкновения. Передача энергии при столкновениях. Угол рассеяния. Угол разлета. Столкновения молекул, атомов, элементарных частиц. Момент импульса системы материальных точек. Закон сохранения момента импульса. Прецессия заряженных частиц в магнитном поле. Движение в гравитационном поле. Силовые и энергетические характеристики гравитационного поля. Законы Кеплера. Поступательное и вращательное движение твердого тела. Вращение вокруг оси. Вращение вокруг точки. Произвольное движение твердого тела. Мгновенная ось вращения Динамика вращения твердого тела вокруг неподвижной оси. Момент импульса твердого тела. Кинетическая энергия твердого тела. Момент инерции. Динамика произвольного движения твердого тела. Тензор инерции и момент инерции, Главные оси инерции и главные моменты инерции. Уравнение Эйлера движения твердого тела. Движение свободного гироскопа. Приближенная теория гироскопических явлений. Вынужденная прецессия. Нутация. Связь законов сохранения с симметрией пространства и времени. Симметрия при масштабных преобразованиях. Физическое подобие.</p>
Тема 1.3. Механика сплошных сред.	<p>Механика жидкости. Статика жидкостей и газов. Законы Паскаля и Архимеда. Гидростатический парадокс. Гидростатическое взвешивание. Движение идеальной жидкости. Несжимаемая жидкость. Линии тока. Уравнение неразрывности. Уравнение Бернулли. Давление в потоке жидкости. Формула Торичелли. Форма струи. Реакция струи. Гидравлический удар. Движение вязкой жидкости. Пограничный слой. Ламинарное течение. Турбулентное движение. Обтекание тела потоком. Парадокс Даламбера. Эффект Магнуса. Вязкость и циркуляция. Подъемная сила и лобовое сопротивление. Вязкая жидкость в трубе. Формула Пуазейля. Методы подобия и размерности при изучении движения жидкости. Числа Рейнольдса, Фруда, Маха и Струхала. Турбулентность и гидродинамическая неустойчивость. Основы механики сплошных сред. Упругие деформации. Виды деформаций. Закон Гука. Модуль Юнга. Коэффициент Пуассона. Модуль всестороннего сжатия. Энергия упругой деформации</p>
Тема 1.4. Колебания	<p>Фазовая плоскость. Фазовая траектория. Фазовый портрет механической системы. Адиабатические инварианты. Геометрический и физический смысл</p>

	<p>инварианта. Особенности физики колебаний. Гармонический осциллятор. Собственные колебания. Уравнение движения. Начальные условия. Энергетические превращения. Уравнение движения осциллятора с затуханием. Диссипация механической энергии. Время жизни колебаний. Декремент затухания. Осциллятор с сухим трением. Вынужденные колебания. Синусоидальное внешнее воздействие. Уравнение движения. Фазовые соотношения. Резонанс. Энергетические превращения при вынужденных колебаниях. Переходные процессы. Время установления колебаний. Автоколебания. Сложение колебаний. Механические волны. Волны в упругих средах. Поляризация волн. Энергия и импульс волн. Вектор Умова. Плоская волна. Сферическая волна. Интерференция и дифракция волн. Когерентные волны. Интерференционная картина. Стоячие волны. Принципы Гюйгенса и Гюйгенса-Френеля. Законы отражения и преломления волн. Дифракция волн. Волны от движущегося источника Конус Маха. Эффект Доплера. Акустические волны. Волны на воде. Дисперсия. Солитоны. Ударные волны.</p>
Тема 1.5. Релятивистская механика.	<p>Основы специальной теории относительности. Принцип относительности. Постулаты теории относительности Эйнштейна. Пространство и время в специальной теории относительности. Относительность одновременности событий. Длина тел и длительность промежутков времени в разных системах отсчета Преобразования Лоренца. Интервал. Релятивистский закон преобразования скорости. Звездная aberrация. Релятивистский импульс. Релятивистская энергия. Соотношение Эйнштейна. Связь между импульсом и энергией. Релятивистские инварианты. Основы релятивистской теории тяготения. Инертная и гравитационная массы. Принцип эквивалентности. Геометрия и тяготение.</p>
Раздел 2. Молекулярная физика и термодинамика.	
Тема 2.1. Введение. Основы молекулярно-кинетической теории. Функции распределения.	<p>Динамические и вероятностные закономерности в физике. Динамический и статистический методы описания. Микроскопические и макроскопические параметры систем. Модель идеального газа. Тепловое равновесие. Уравнение состояния. Средняя кинетическая энергия молекул и температура. Распределение молекул газа по скоростям. Распределение Максвелла. Газ во внешнем потенциальном поле. Распределение Больцмана.</p>
Тема 2.2. Элементы физической кинетики. Явления переноса. Элементы термодинамики.	<p>Стохастические процессы и их закономерности. Флуктуации. Броуновское движение. Соотношение Эйнштейна. Шумы. Предел чувствительности измерительных приборов. Диффузия, теплопроводность, внутреннее трение в газах. Длина свободного пробега молекул. Простейшая кинетическая теория явлений переноса. Основы</p>

	<p>квазиравновесной термодинамики. Первое начало термодинамики. Внутренняя энергия и теплоемкость газов. Обратимые и необратимые процессы. Второе начало термодинамики. Энтропия. Цикл Карно. Термодинамический К.П.Д. тепловой машины. Теорема Нернста об энтропии. Термодинамические функции и условия равновесия систем. Химический потенциал. Основы статистической термодинамики. Распределение Гиббса для системы в термостате. Функции распределения Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака. Основы термодинамики равновесного электромагнитного излучения. Экспериментальные законы излучения тел. Модель абсолютно черного тела. Теория Рэлея-Джинса и теория Планка равновесного электромагнитного излучения. Спонтанное и вынужденное излучение. Лазеры. Понятие о квантовой электронике и квантовой оптике. Основные положения современной термодинамики неравновесных необратимых процессов. Скорость производства энтропии и интенсивность термодинамических процессов. Основные закономерности линейной термодинамики Онзагера. Понятие о перекрестных эффектах. Критерий эволюции. Стационарные состояния. Термодинамическое и кинетическое описание явлений переноса в рамках линейной термодинамики. Устойчивость стационарных состояний. Кинетические фазовые переходы и процессы самоорганизации в системах, далеких от термодинамического равновесия. Понятие о синергетике.</p>
<p>Тема 2.3. Взаимодействие молекул в газах и жидкостях</p>	<p>Реальные газы. Силы Ван-дер-Ваальса. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Закономерности перехода газ (пар) - жидкость. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Критическое состояние вещества. Влажность воздуха. Структура и свойства жидкостей. Поверхностная энергия и поверхностное натяжение на границе жидкость - пар. Межмолекулярное взаимодействие на границе жидкость - твердое тело. Смачиваемость, капиллярные явления. Физические свойства воды. Закономерности явлений переноса в жидкостях. Степень упорядоченности структуры жидкостей. Жидкие кристаллы и их свойства. Фазовые переходы жидкость - твердое тело и их закономерности. Диаграммы равновесия фаз. Тройная точка.</p>
<p>Раздел 3. Электричество и магнетизм</p>	
<p>Тема 3.1. Введение. Электростатика.</p>	<p>Электромагнитные взаимодействия в природе. Предмет классической электродинамики. Электрический заряд. Закон Кулона. Закон сохранения электрического заряда. Электрическое поле. Дальнодействие и близкодействие. Напряженность электрического поля. Принцип суперпозиции. Электрический диполь. Поведение диполя во внешнем электрическом поле. Диэлектрическая проницаемость.</p>

	<p>Электрическая индукция. Закон Гаусса. Поля, создаваемые симметричным распределением электрических зарядов. Работа сил электрического поля. Потенциал электростатического поля. Принцип суперпозиции для потенциалов. Связь напряженности поля и потенциала. Уравнения Пуассона и Лапласа. Потенциалы электростатических полей простейших заряженных проводников. Проводники в электрическом поле. Поле внутри проводника и у поверхности. Поверхностная плотность заряда. Энергия системы точечных зарядов и проводников. Силы, действующие на проводники в электрическом поле. Емкость. Электроемкость. Емкость уединенного проводника. Конденсаторы. Энергия заряженного конденсатора. Объемная плотность энергии электрического поля.</p>
<p>Тема 3.2. Стационарный электрический ток</p>	<p>Условия существования стационарного электрического тока. Электрический ток и плотность тока. Сторонние силы. Электродвижущая сила. Закон Ома в интегральной и дифференциальной форме. Удельное сопротивление и проводимость. Проводники, полупроводники, диэлектрики. Сверхпроводники. Расчет разветвленных цепей постоянного тока. Правила Кирхгофа. Работа и мощность в цепи постоянного тока. Закон Джоуля-Ленца в интегральной и дифференциальной форме.</p>
<p>Тема 3.3. Поля движущихся зарядов. Магнитное поле стационарного тока.</p>	<p>Магнитные силы. Относительный характер электрического и магнитного полей. Инварианты электромагнитного поля. Изменяющееся электрическое поле как источник магнитного поля. "Магнитное взаимодействие как релятивистский эффект. Индукция магнитного поля. Закон Био-Савара-Лапласа. Напряженность магнитного поля. Магнитное поле прямолинейного и кругового токов. Закон Гаусса для магнитного поля. Теорема о циркуляции напряженности магнитного поля. Магнитное поле в соленоиде и тороидальной катушке. Магнитное поле внутри проводника с током. Магнитный поток. Магнитное поле движущегося заряда. Магнитный момент кругового тока. Сила Ампера. Взаимодействие двух параллельных токов. Полная магнитная сила, действующая на ток. Единица измерения силы тока - Ампер. Механическая работа по перемещению проводника и контура с током в магнитном поле. Сила Лоренца и ее свойства. Движение заряженных частиц в электрическом и магнитном полях. Циклотронная частота. Продольная фокусировка в магнитном поле.</p>
<p>Тема 3.4. Электромагнитная индукция и основы теории электромагнитного поля.</p>	<p>Индукционный ток. Правило Ленца. ЭДС индукции. Закон Фарадея электромагнитной индукции. Универсальность закона индукции. Вихревое электрическое поле. Вихревые токи (токи Фуко). Спин-эффект. Бетатрон. Явления самоиндукции и взаимной индукции. Индуктивность. Индуктивность соленоида.</p>

	Энергия магнитного поля. Объемная плотность энергии магнитного поля. Ток смещения. Опыты Роуланда и Эйхенвальда. Полная система уравнений Максвелла. Физическое содержание и важнейшее следствие теории Максвелла.
Тема 3.5. Квазистационарные явления в электрических цепях.	Условия квазистационарности. Переходные процессы в цепи с активным, емкостным и индуктивным сопротивлением. Процессы зарядки и разрядки конденсатора. Электрический ток в цепи с индуктивностью.
Тема 3.6. Электромагнитные колебания и переменный электрический ток	Колебательный контур. Аналогия между механическими и электромагнитными колебаниями. Формула Томсона для частоты собственных колебаний контура. Энергетические превращения для собственных колебаний. Затухание собственных колебаний и диссипация энергии. Логарифмический декремент затухания. Время жизни колебаний. Колебательный контур с нелинейными элементами. Вынужденные электрические колебания в контуре. Установившиеся колебания. Резонанс. Переменный ток. Сопротивление, емкость и индуктивность в цепи переменного тока. Векторные диаграммы. Закон Ома для цепей переменного тока. Импеданс. Работа и мощность в цепи переменного тока. Энергетические превращения при вынужденных колебаниях. Электромагнитные автоколебания. Устойчивость автоколебаний. Предельный цикл. Параметрический резонанс. Порог параметрического резонанса. Параметрический резонанс и вынужденные колебания. Релаксационные колебания. Контур с индуктивной и емкостной связью
Тема 3.7. Электромагнитные волны. Статические поля в веществе.	Открытый вибратор. Опыты Герца. Механизм излучения электромагнитных волн. Излучение осциллирующего заряда. Энергия электромагнитной волны. Плотность потока энергии. Шкала электромагнитных волн. Генераторы электромагнитных колебаний и волн Распространение радиоволн. Поле сферической волны. Электромагнитные волны и передача информации. Принцип радиосвязи. Стоячие волны в резонаторе. Собственные частоты. Волноводы. Поляризация диэлектриков. Связанные заряды. Поляризованность. Основные уравнения электростатики диэлектриков. Граничные условия на поверхности раздела "диэлектрик-диэлектрик" и "проводник-диэлектрик". Диэлектрическая проницаемость неоднородных диэлектриков. Приближение эффективной среды. Плотность энергии электростатического поля в диэлектрике. Сегнетоэлектрики. Электреты. Намагничивание вещества. Намагниченность. Магнитная проницаемость. Диамагнетики. Парамагнетики. Ферромагнетики. Основные уравнения магнитостатики в веществе. Граничные

	условия на поверхности раздела двух магнетиков. Плотность энергии постоянного магнитного поля в веществе. Магнитные цепи.
Тема 3.8. Электрические токи в вакууме и в различных средах. Элементы физики плазмы.	Электрический ток в вакууме. Формула Ленгмюра. Термоэлектронная эмиссия. Эмиссия Шоттки. Электропроводность газов. Виды самостоятельных разрядов. Электропроводность жидкостей. Законы электролиза Фарадея. Электропроводность металлов. Электронная теория Друде-Лоренца и ее ограниченность. Электропроводность неметаллических твердых тел. Плазменное состояние вещества. Закономерности взаимодействия электромагнитного поля с плазмой. Волны и неустойчивости в плазме. Плазменное состояние вещества во Вселенной.
Раздел 4. Оптика	
Тема 4.1. Введение. Электромагнитные бегущие монохроматические волны.	Предмет оптики. Эволюция представлений о природе света. Электромагнитная природа света. Плоские и сферические электромагнитные волны. Фазовая скорость, ее измерение. Инвариантность фазы. Эффект Доплера в оптике. Поляризация электромагнитных волн. Различные представления состояний поляризации. Описание состояний поляризации. Комплексная амплитуда. Энергия электромагнитной волны. Плотность потока энергии. Гауссов пучок. Импульс электромагнитной волны. Плотность импульса. Давление света. Взаимодействие света и гравитации. Эволюция звезд. Момент импульса электромагнитных волн. Эффект Садовского.
Тема 4.2. Измерение энергии электромагнитных волн. Суперпозиция электромагнитных волн.	Приемники света. Основные фотометрические понятия. Связь между энергетическими и световыми характеристиками излучения. Использование фотометрических измерений в астрофизике. Суперпозиция бегущих плоских волн. Групповая скорость. Импульсы света. Фурье-анализ импульсов света. Спектральная ширина линии излучения. Время когерентности. Волновой цуг.
Тема 4.3. Распространение света в изотропной среде.	Дисперсия света. Классическая электронная теория дисперсии света. Радуга. Поглощение и рассеяние света. Виды рассеяния. Закон Густава-Ми. Голубой цвет неба. Комбинационное рассеяние.
Тема 4.4. Отражение и преломление света на границе раздела двух сред. Интерференция света	Формулы Френеля. Полное внутреннее отражение. Отражение от поверхности металлов. Поляризация света при отражении, преломлении и поглощении. Закон Брюстера. Стопа Столетова. Поляроиды. Закон Малюса. Когерентность света. Классические методы получения интерференционной картины. Распределение интенсивности света в двухлучевой интерференционной картине. Влияние размеров источника и некогерентности излучения на качество интерференционной картины. Функция корреляции (степени когерентности) волн. Интерференция от двух независимых источников.

	Опыт Брауна-Твисса. Интерференция в тонких пленках. Полосы равного наклона, равной толщины. Многолучевая интерференция. Интерферометры. Принцип Фурье-спектроскопии. Интерференционные светофильтры. Высокоотражающие диэлектрические покрытия. Просветленная оптика.
Тема 4.5. Распространение света в анизотропной среде.	Двойное лучепреломление. Фазовые пластинки. Поляризационные призмы. Интерференция поляризованных волн. Искусственное двойное лучепреломление. Метод фотоупругости. Световые затворы. Современные методы измерения скорости света. Оптическая связь. Вращение плоскости поляризации. Эффект Фарадея.
Тема 4.6. Дифракция света	Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля. Зонная пластинка. Дифракция Френеля от простейших преград. Переход от дифракционной картины Френеля к дифракционной картине Фраунгофера. Дифракция Фраунгофера на круглом отверстии. Дифракция Фраунгофера на щели. Дифракционная решетка. Современные дифракционные решетки. Применение Фурье-анализа для исследования дифракции света. Дифракция на двухмерной и трехмерной периодических структурах. Понятие о рентгеноструктурном анализе. Влияние дифракции света на разрешающую способность оптических приборов. Теория Аббе. Пространственная фильтрация.
Тема 4.7. Голография	Схемы голографической записи и воспроизведения. Голограмма плоской волны. Голограмма точки. Плоские и объемные голограммы. Свойства голограмм, их применение.
Тема 4.8. Геометрическая оптика.	Предельный переход от волновой оптики к геометрической оптике. Ограниченность лучевых представлений. Принцип Ферма. Элементы градиентной оптики. Преломление и отражение света на сферической границе раздела двух сред. Линзы, оптические системы. Аберрация оптических систем, их исправление
Раздел 5. Физика атомов и атомных явлений	
Тема 5.1. Введение. Квантовая оптика.	Внешний фотоэффект. Уравнение Эйнштейна. Эффект Комптона. Корпускулярно-волновой дуализм. Фотоны и их свойства.
Тема 5.2. Классические модели атома	Стабильность и размеры атомов. Закономерности в атомных спектрах. Капельные и ядерные модели атома. Атом водорода по Бору. Опыты Франка и Герца. Недостатки классической теории атома.
Тема 5.3. Корпускулярно-волновой дуализм микрообъектов.	Гипотеза де Бройля и ее экспериментальное подтверждение. Волна де Бройля. Волновой пакет. Групповая скорость. Соотношение неопределенностей. Задание состояния микрообъекта. Волновая функция и ее статистический смысл.

<p>Тема 5.4. Уравнение Шредингера. Электрон в атоме водорода. Многоэлектронные атомы.</p>	<p>Временное уравнение Шредингера. Стационарное уравнение Шредингера. Физический смысл решения уравнения Шредингера. Микрочастица в одномерной потенциальной яме. Прохождение микрочастиц над и под потенциальным барьером. Квантовый гармонический осциллятор. Принцип соответствия. Уравнение Шредингера для электрона в сферически симметричном поле ядра. Идея общего решения и квантовые числа. Электрон в свободном состоянии. Электронные оболочки атома водорода. Водородоподобные ионы. Энергетические состояния и спектры атомов щелочных элементов. Опыты Штерна и Герлаха. Мультиплетность спектров и спин электронов. Спин орбитальное взаимодействие. Векторные модели атома. Орто и парагелий. Атом во внешнем магнитном поле. Эффект Зеемана. Заполнение электронных состояний в атоме. Принцип Паули. Правило Хунда. Периодическая система элементов Менделеева. Характеристические рентгеновские спектры. Закон Мозли</p>
<p>Раздел 6. Физика атомного ядра и частиц</p>	
<p>Тема 6.1. Атомные системы. Атомное ядро.</p>	<p>Гетерополярная и гомеополярная связи атомов в молекулы. Молекула водорода по Гайтлеру-Лондону. Основные свойства химических связей. Гибридизация орбиталей. Метод молекулярных орбиталей. Энергетические уровни, обусловленные электронной конфигурацией, вибрацией и ротацией молекул. Спектры молекул. Комбинационное рассеяние. Свойства и строение атомного ядра. Ядерные силы. Виртуальные пионы. Капельная модель ядра. Формула Вайцзеккера. Модель ядерных оболочек. Обобщенная модель ядра.</p>
<p>Тема 6.2. Радиоактивность. Взаимодействие частиц излучения с веществом.</p>	<p>Открытие радиоактивности. Законы радиоактивного распада. Альфа-распад. Закон Гейгера-Нетолла. Бета-распад и его разновидности. Гипотеза о нейтринно. Слабое взаимодействие. Опыт Коуэна и Рейнеса. Антинейтринно. Опыт Девиса. Гамма-излучение ядер. Внутренняя конверсия электронов. Эффект Мессбауэра. Ионизационное торможение заряженных частиц. Упругое рассеяние частиц. Тормозное излучение. Излучение Вавилова-Черенкова. Взаимодействие нейтронов с веществом. Взаимодействие гаммаизлучения с веществом. Методы регистрации ядерных частиц.</p>
<p>Тема 6.3. Ядерные реакции</p>	<p>Классификация ядерных реакций. Законы сохранения в ядерных реакциях. Ядерные реакции, идущие через составное ядро. Прямые ядерные реакции. Деление тяжелых ядер. Энергия и механизм деления. Вторичные нейтроны и цепные ядерные реакции. Ядерные реакторы и атомная энергетика. Реакции образования трансурановых элементов. Синтез легких ядер. Термоядерная реакция на Солнце.</p>

	Водородная бомба. Управляемый, термоядерный синтез.
Тема 6.4. Элементарные частицы	Виды взаимодействия и классификация элементарных частиц. Частицы и античастицы. Кварковая модель адронов. Ненаблюдаемость кварков. Понятие о квантовой хромодинамике. Глюоны. Понятие об универсальной теории слабых взаимодействий и единой теории слабых и электромагнитных взаимодействий. Великое объединение.

Занятия семинарского типа (Практические занятия)

Общие рекомендации по подготовке к семинарским занятиям. При подготовке к работе во время проведения занятий семинарского типа следует обратить внимание на следующие моменты: на процесс предварительной подготовки, на работу во время занятия, обработку полученных результатов, исправление полученных замечаний. Предварительная подготовка к учебному занятию семинарского типа заключается в изучении теоретического материала в отведенное для самостоятельной работы время, ознакомление с инструктивными материалами с целью осознания задач занятия.

Работа во время проведения занятия семинарского типа включает несколько моментов: а) консультирование обучающихся преподавателями с целью предоставления исчерпывающей информации, необходимой для самостоятельного выполнения предложенных преподавателем задач, б) самостоятельное выполнение заданий согласно обозначенной учебной программой тематики.

Раздел 1. Механика

Тема 1.1. Введение. Кинематика. Динамика.

1. Системы отсчёта, траектория, путь и перемещение. Решение задач на определение характеристик движения.
2. Равномерное и равноускоренное движение. Построение графиков скорости и ускорения.
3. Криволинейное движение: бросок под углом к горизонту.
4. Законы Ньютона. Задачи на второй закон Ньютона, силы трения, натяжения.
5. Движение связанных тел

Тема 1.2. Законы сохранения

1. Закон сохранения импульса. Упругие и неупругие столкновения.
2. Работа силы. Кинетическая и потенциальная энергия. Вычисление работы, мощности, энергии.
3. Закон сохранения механической энергии. Задачи с пружинами, маятниками, скатыванием тел.
4. Центр масс и его движение. Определение центра масс системы тел.
5. Ударные процессы в технике. Анализ взаимодействий в мехатронных устройствах.

Тема 1.3. Механика сплошных сред.

1. Гидростатическое давление. Закон Паскаля. Расчёт давления на глубине, работа гидравлических механизмов.
2. Закон Архимеда и условия плавания тел. Примеры из техники (подводные аппараты, летательные аппараты).
3. Уравнение неразрывности и уравнение Бернулли. Применение в трубопроводах, струях воздуха и воды.
4. Течение вязкой жидкости. Ламинарное и турбулентное течение. Число Рейнольдса.
5. Аэродинамические силы. Подъемная сила, лобовое сопротивление. Аэродинамика дронов и летательных аппаратов.

Тема 1.4. Колебания

1. Гармонические колебания. Амплитуда, частота, фаза. Уравнение гармонических колебаний.

2. Математический и физический маятники. Определение периода, момент инерции.
3. Свободные и вынужденные колебания. Собственные частоты систем.
4. Затухающие и вынужденные колебания. Влияние трения и внешних воздействий.
5. Резонанс. Явление резонанса в машинах и механизмах. Предотвращение аварий.

Тема 1.5. Релятивистская механика.

1. Постулаты Эйнштейна. Принцип относительности и постоянство скорости света.
2. Преобразования Лоренца. Перевод координат и времени между системами отсчёта.
3. Релятивистское сложение скоростей. Отличие от классического закона сложения.
4. Замедление времени и сокращение длины. Парадокс близнецов, практические эффекты.
5. Релятивистская динамика. Релятивистская масса, энергия покоя, кинетическая энергия.

Раздел 2. Молекулярная физика и термодинамика.

Тема 2.1. Введение. Основы молекулярно-кинетической теории. Функции распределения.

1. Основные понятия и гипотезы МКТ. Доказательства дискретности вещества.
2. Идеальный газ. Уравнение состояния идеального газа (Клапейрона–Менделеева). Решение задач на связь давления, объема, температуры.
3. Средняя кинетическая энергия молекул и температура. Связь микроскопических и макроскопических величин.
4. Распределение Максвелла по скоростям. Нахождение наиболее вероятной, средней и среднеквадратичной скоростей.
5. Функция распределения и её графическое представление. Анализ влияния массы молекул и температуры на форму распределения.

Тема 2.2. Элементы физической кинетики. Явления переноса. Элементы термодинамики.

1. Средняя длина свободного пробега молекул. Расчёт длины свободного пробега при различных давлениях.
2. Явления переноса: диффузия. Коэффициент диффузии. Закон Фика.
3. Явления переноса: теплопроводность. Коэффициент теплопроводности. Уравнение Фурье.
4. Явления переноса: вязкость. Внутреннее трение в газах и жидкостях. Закон Ньютона для вязкости.
5. Первое начало термодинамики. Работа, тепло, изменение внутренней энергии.
6. Теплоёмкость газов при постоянном объёме и давлении. Связь с числом степеней свободы.
7. Адиабатический процесс. Уравнение Пуассона. Примеры из техники (двигатели, компрессоры).
8. Второе начало термодинамики. Понятие энтропии. Цикл Карно и его КПД.
9. Направленность самопроизвольных процессов. Принцип возрастания энтропии.

Тема 2.3. Взаимодействие молекул в газах и жидкостях

1. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Отличие от идеального газа. Использование поправок.
2. Изотермы Ван-дер-Ваальса и явление конденсации. Графическое представление.
3. Фазовые переходы первого и второго рода. Примеры: плавление, испарение, сверхпроводимость.
4. Поверхностное натяжение. Причины возникновения, методы измерения.
5. Капиллярные явления. Подъем жидкости в трубках, смачивание, несмачивание.
6. Вязкость жидкостей и её зависимость от температуры. Применение в гидравлических системах мехатроники.

Раздел 3. Электричество и магнетизм

Тема 3.1. Введение. Электростатика.

1. Закон Кулона. Расчёт сил взаимодействия между точечными зарядами.
2. Напряжённость электрического поля. Принцип суперпозиции, графическое представление полей.
3. Поток напряжённости. Теорема Гаусса. Вычисление полей для заряженных плоскостей, нитей, шаров.
4. Потенциал электростатического поля. Связь потенциала с работой и напряжённостью.
5. Электростатическое поле проводников и диэлектриков. Экранирование, влияние среды.

Тема 3.2. Стационарный электрический ток

1. Сила и плотность тока. Уравнение непрерывности.
2. Закон Ома и закон Джоуля–Ленца. Расчёт мощности и тепловыделения в цепях.
3. Сопротивление проводников. Зависимость от температуры. Последовательное и параллельное соединение.
4. Правила Кирхгофа. Анализ сложных электрических цепей.
5. Источники тока. ЭДС. Внутреннее сопротивление источника.

Тема 3.3. Поля движущихся зарядов. Магнитное поле стационарного тока.

1. Магнитное поле движущегося заряда. Формула для расчёта индукции.
2. Закон Био–Савара–Лапласа. Расчёт магнитного поля прямого и кругового проводника.
3. Принцип суперпозиции магнитных полей. Примеры: поле на оси кольца, соленоида.
4. Действие магнитного поля на проводник с током (сила Ампера). Расчёт моментов сил, работа двигателей.
5. Действие магнитного поля на движущийся заряд (сила Лоренца). Движение частиц в скрещенных полях.

Тема 3.4. Электромагнитная индукция и основы теории электромагнитного поля.

1. Закон Фарадея. Расчёт ЭДС индукции в контуре.
2. Правило Ленца. Направление индуцированного тока.
3. Самоиндукция и взаимная индукция. Расчёт индуктивности и ЭДС самоиндукции.
4. Энергия магнитного поля. Хранение энергии в катушках.
5. Уравнения Максвелла (в интегральной форме). Смысл каждого уравнения и их применение.

Тема 3.5. Квазистационарные явления в электрических цепях.

1. Переходные процессы в RC- и RL-цепях. Зарядка и разрядка конденсатора, нарастание тока через катушку.
2. Дифференциальные уравнения переходных процессов. Решение с начальными условиями.
3. Квазистационарные токи. Приближение медленно меняющихся полей.

Тема 3.6. Электромагнитные колебания и переменный электрический ток

1. Гармонический переменный ток. Мгновенные и действующие значения.
2. Активное, ёмкостное и индуктивное сопротивление. Векторные диаграммы.
3. Последовательная и параллельная RLC-цепь переменного тока. Комплексный метод расчёта.
4. Резонанс напряжений и токов. Условия возникновения, практическое применение.
5. Трансформаторы и передача энергии. Коэффициент трансформации, потери.

Тема 3.7. Электромагнитные волны. Статические поля в веществе.

1. Уравнения Максвелла и волновое уравнение. Вывод и анализ.
2. Плоские электромагнитные волны. Поляризация, скорость, интенсивность.
3. Отражение и преломление на границе сред. Законы Снеллиуса.
4. Электростатическое поле в диэлектриках. Поляризация, вектор электрического смещения.
5. Магнитное поле в веществе. Намагниченность, магнитная проницаемость.

Тема 3.8. Электрические токи в вакууме и в различных средах. Элементы физики плазмы.

1. Ток в вакууме. Термоэлектронная эмиссия. ВАХ вакуумного диода.
2. Электрический ток в газах. Ионизация, несамостоятельный и самостоятельный разряд.
3. Электрический ток в жидкостях. Электролиз, закон Фарадея.
4. Электрический ток в полупроводниках. р-п переход, диод, транзистор.
5. Основы физики плазмы. Ионизация, параметры плазмы, её применение.

Раздел 4. Оптика

Тема 4.1. Введение. Электромагнитные бегущие монохроматические волны.

1. Уравнение плоской монохроматической волны. Длина волны, частота, волновой вектор.
2. Поляризация света. Линейная, круговая, эллиптическая поляризация.
3. Скорость света в различных средах. Фазовая и групповая скорость.
4. Спектр электромагнитного излучения. Видимый диапазон, инфракрасное и ультрафиолетовое излучение.

Тема 4.2. Измерение энергии электромагнитных волн. Суперпозиция электромагнитных волн.

1. Вектор Пойнтинга и плотность потока энергии. Расчёт энергии, переносимой световой волной.
2. Принцип суперпозиции волн. Сложение гармонических колебаний.
3. Биения и их использование в технике. Примеры: лазерная интерферометрия, оптоволоконные датчики.
4. Когерентность и некогерентность света. Различия между лазерным и тепловым источниками.

Тема 4.3. Распространение света в изотропной среде.

1. Показатель преломления и его зависимость от частоты. Нормальная и аномальная дисперсия.
2. Закон Бугера–Ламберта–Бера. Поглощение света в веществе.
3. Рассеяние света. Рэлеевское рассеяние (синий цвет неба).
4. Эффективность передачи сигнала в оптоволокне. Зависимость потерь от длины волны.

Тема 4.4. Отражение и преломление света на границе раздела двух сред. Интерференция света

1. Законы Снеллиуса. Расчёт углов отражения и преломления.
2. Коэффициенты Френеля. Отражение и пропускание для разных поляризаций.
3. Явление полного внутреннего отражения. Применение в оптоволокне.
4. Интерференция световых волн. Условия когерентности, разность хода.
5. Опыт Юнга, интерферометр Майкельсона. Расчёт интерференционной картины.

Тема 4.5. Распространение света в анизотропной среде.

1. Двойное лучепреломление. Обыкновенный и необыкновенный лучи.
2. Поляризационные приборы: поляриды, фазовые пластинки. Полуволновые и четвертьволновые пластины.
3. Жидкокристаллические дисплеи. Принцип работы на основе поляризации.

Тема 4.6. Дифракция света

1. Принцип Гюйгенса–Френеля. Объяснение огибания волнами препятствий.
2. Дифракция Фраунгофера и Френеля. Примеры: щель, решётка, круговое отверстие.
3. Дифракционная решётка. Использование в спектроскопии.
4. Ограничения разрешающей способности оптических систем. Критерий Рэля, апертура.

Тема 4.7. Голография

1. Основы голографии. Запись интерференционной картины.
2. Типы голограмм. Отражательные, пропускающие, объёмные.
3. Применение голографии в мехатронике и робототехнике. 3D-сенсоры, контроль качества, защита информации.

Тема 4.8. Геометрическая оптика.

1. Законы геометрической оптики. Прямолинейное распространение, отражение, преломление.
2. Тонкие линзы. Формула линзы. Построение изображений, увеличение.
3. Системы линз. Телескоп, микроскоп, объектив камеры.
4. Аберрации линз. Хроматическая и сферическая аберрация.
5. Применение в робототехнике. Оптические сенсоры, камеры, лазерные дальномеры.

Раздел 5. Физика атомов и атомных явлений

Тема 5.1. Введение. Квантовая оптика.

1. Тепловое излучение и закон Планка. Ультрафиолетовая катастрофа и её решение.
2. Фотоэффект и уравнение Эйнштейна. Применение в фотодетекторах и солнечных элементах.
3. Эффект Комптона. Доказательство корпускулярной природы света.
4. Давление света. Расчёт силы, создаваемой потоком фотонов.
5. Лазеры: принцип действия и типы. Использование в робототехнике и автоматизации.

Тема 5.2. Классические модели атома

1. Модель Томсона («пудинг с изюмом»). Объяснение первых экспериментов.
2. Опыт Резерфорда и планетарная модель атома. Значение для развития физики.
3. Постулаты Бора. Вывод энергетических уровней водорода.
4. Серия Бальмера и спектральные линии. Расчёт длин волн излучения.
5. Недостатки модели Бора. Необходимость перехода к квантовой механике.

Тема 5.3. Корпускулярно-волновой дуализм микрообъектов.

1. Гипотеза де Бройля. Расчёт длины волны электрона.
2. Дифракция электронов. Опыт Дэвиссона–Гермера.
3. Принцип неопределённости Гейзенберга. Примеры практического проявления.
4. Волновая функция и вероятность. Статистическая интерпретация.
5. Интерференция частиц. Мысленный эксперимент Юнга с электронами.

Тема 5.4. Уравнение Шредингера. Электрон в атоме водорода. Многоэлектронные атомы.

1. Стационарное уравнение Шредингера. Применение к простым системам.
2. Электрон в атоме водорода. Главное, орбитальное и магнитное квантовые числа.
3. Спин электрона. Опыт Штерна–Герлаха.
4. Принцип Паули и заполнение оболочек. Периодический закон Менделеева.
5. Спектры излучения многоэлектронных атомов. Особенности формирования линий.

Раздел 6. Физика атомного ядра и частиц

Тема 6.1. Атомные системы. Атомное ядро.

1. Состав атомного ядра. Протоны, нейтроны, нуклоны.
2. Изотопы и их применение. Примеры: углерод-14, уран-235.
3. Энергия связи ядра. Дефект масс и вычисление энергии связи.
4. Ядерные силы. Обменный механизм, короткодействующие силы.
5. Модели атомного ядра. Капельная и оболочечная модели.

Тема 6.2. Радиоактивность. Взаимодействие частиц излучения с веществом.

1. Альфа-, бета-, гамма-распады. Природа излучения, примеры реакций.
2. Закон радиоактивного распада. Постоянная распада, период полураспада.
3. Взаимодействие излучения с веществом. Ионизация, поглощение, пробег частиц.
4. Детекторы излучения. Счетчик Гейгера, сцинтилляционные детекторы.
5. Биологическое действие излучения. Дозиметрия, защита от облучения.

Тема 6.3. Ядерные реакции

1. Типы ядерных реакций. Защита, деление, синтез.
2. Цепная реакция деления урана. Критическая масса, реакторы.
3. Термоядерный синтез. Реакции в звездах и перспективы энергетики.
4. Выход ядерных реакций. Расчёт энергетического выхода.
5. Применение ядерных реакций в технике. Радиационные датчики, медицина, энергетика.

Тема 6.4. Элементарные частицы

1. Классификация элементарных частиц. Лептоны, кварки, барионы, мезоны.
2. Фундаментальные взаимодействия. Гравитационное, электромагнитное, слабое, сильное.
3. Стандартная модель. Частицы и поля, бозон Хиггса.
4. Антивещество. Аннигиляция, современные исследования.
5. Частицы космических лучей. Наблюдение высокоэнергетических частиц.

Раздел 5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Наряду с чтением лекций и проведением семинарских занятий неотъемлемым элементом учебного процесса является *самостоятельная работа*. При самостоятельной работе достигается конкретное усвоение учебного материала, развиваются теоретические способности, столь важные для успешной подготовки и защиты выпускной работы бакалавра. Формы самостоятельной работы, обучаемых могут быть разнообразными. Самостоятельная работа включает: изучение литературы, веб-ресурсов, оценку, обсуждение и рецензирование публикуемых статей; ответы на контрольные вопросы; решение задач; самотестирование. Выполнение всех видов самостоятельной работы увязывается с изучением конкретных тем.

Самостоятельная работа

Наименование разделов/тем	Виды занятий для самостоятельной работы
Раздел 1. Тема 1.1. Введение. Кинематика. Динамика. Тема 1.2. Законы сохранения Тема 1.3. Механика сплошных сред. Тема 1.4. Колебания Тема 1.5. Релятивистская механика.	- усвоение изучаемого материала по рекомендуемой учебной, учебно- методической и научной литературе и/или по конспекту лекции; - выполнение устных упражнений; - выполнение письменных упражнений и практических работ; - выполнение творческих работ; - участие в проведении научных экспериментов, исследований
Раздел 2. Молекулярная физика и термодинамика. Тема 2.1. Введение. Основы молекулярно-кинетической теории. Функции распределения. Тема 2.2. Элементы физической кинетики. Явления переноса. Элементы термодинамики. Тема 2.3. Взаимодействие молекул в газах и жидкостях	- усвоение изучаемого материала по рекомендуемой учебной, учебно- методической и научной литературе и/или по конспекту лекции; - выполнение устных упражнений; - выполнение письменных упражнений и практических работ; - выполнение творческих работ; - участие в проведении научных экспериментов, исследований
Раздел 3. Электричество и магнетизм Тема 3.1. Введение. Электростатика. Тема 3.2. Стационарный электрический ток Тема 3.3. Поля движущихся зарядов. Магнитное поле стационарного тока.	- усвоение изучаемого материала по рекомендуемой учебной, учебно- методической и научной литературе и/или по конспекту лекции; - выполнение устных упражнений;

Наименование разделов/тем	Виды занятий для самостоятельной работы
<p>Тема 3.4. Электромагнитная индукция и основы теории электромагнитного поля.</p> <p>Тема 3.5. Квазистационарные явления в электрических цепях.</p> <p>Тема 3.6. Электромагнитные колебания и переменный электрический ток</p> <p>Тема 3.7. Электромагнитные волны. Статические поля в веществе.</p> <p>Тема 3.8. Электрические токи в вакууме и в различных средах. Элементы физики плазмы.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - выполнение письменных упражнений и практических работ; - выполнение творческих работ; - участие в проведении научных экспериментов, исследований
<p>Раздел 4. Оптика</p> <p>Тема 4.1. Введение. Электромагнитные бегущие монохроматические волны.</p> <p>Тема 4.2. Измерение энергии электромагнитных волн. Суперпозиция электромагнитных волн.</p> <p>Тема 4.3. Распространение света в изотропной среде.</p> <p>Тема 4.4. Отражение и преломление света на границе раздела двух сред. Интерференция света</p> <p>Тема 4.5. Распространение света в анизотропной среде.</p> <p>Тема 4.6. Дифракция света</p> <p>Тема 4.7. Голография</p> <p>Тема 4.8. Геометрическая оптика.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - усвоение изучаемого материала по рекомендуемой учебной, учебно- методической и научной литературе и/или по конспекту лекции; - выполнение устных упражнений; - выполнение письменных упражнений и практических работ; - выполнение творческих работ; - участие в проведении научных экспериментов, исследований
<p>Раздел 5. Физика атомов и атомных явлений</p> <p>Тема 5.1. Введение. Квантовая оптика.</p> <p>Тема 5.2. Классические модели атома</p> <p>Тема 5.3. Корпускулярно-волновой дуализм микрообъектов.</p> <p>Тема 5.4. Уравнение Шредингера. Электрон в атоме водорода. Многоэлектронные атомы.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - усвоение изучаемого материала по рекомендуемой учебной, учебно- методической и научной литературе и/или по конспекту лекции; - выполнение устных упражнений; - выполнение письменных упражнений и практических работ; - выполнение творческих работ; - участие в проведении научных экспериментов, исследований
<p>Раздел 6. Физика атомного ядра и частиц</p> <p>Тема 6.1. Атомные системы. Атомное ядро.</p> <p>Тема 6.2. Радиоактивность. Взаимодействие частиц излучения с веществом.</p> <p>Тема 6.3. Ядерные реакции</p> <p>Тема 6.4. Элементарные частицы</p>	<ul style="list-style-type: none"> - усвоение изучаемого материала по рекомендуемой учебной, учебно- методической и научной литературе и/или по конспекту лекции; - выполнение устных упражнений; - выполнение письменных упражнений и практических работ; - выполнение творческих работ; - участие в проведении научных экспериментов, исследований

5.1. Примерная тематика эссе¹

1. Принципы сохранения энергии в робототехнических системах
2. Влияние законов механики на проектирование роботов
3. Физика электромагнитных цепей и управление электроприводами
4. Тепловые процессы в электронике роботов
5. Закон Омена и его применение в вибрациях и управлении системами
6. Магнитные и электрические свойства материалов для робототехники
7. Основы фотоники и оптические датчики в автоматике
8. Закон Архимеда и плавучесть в мобильных роботах
9. Механизм взаимодействия света и материалов в сенсорах
10. Принципы работы ультразвуковых датчиков и их физическая основа
11. Закон Гука и упругость материалов в конструкциях роботов
12. Физические основы приводных систем: электромагнитные и электростатические силы
13. Взаимодействие магнитных полей и электромагнитных волн в системах связи роботов
14. Основы квантовой физики и их применение в сенсорных технологиях
15. Механика жидкости и гидравлические системы в автоматике и робототехнике
16. Термодинамика и эффективность энергопередачи в робототехнических системах
17. Влияние физических свойств материалов на износ и надежность компонентов робототехники
18. Основы динамики тел и контроль движения в робототехнике
19. Закон сохранения импульса и его применение в механике движущихся систем

5.2. Примерные задания для самостоятельной работы

Наименование разделов и тем	Тип задания
<p>Раздел 1.</p> <p>Тема 1.1. Введение. Кинематика. Динамика.</p> <p>Тема 1.2. Законы сохранения</p> <p>Тема 1.3. Механика сплошных сред.</p> <p>Тема 1.4. Колебания</p> <p>Тема 1.5. Релятивистская механика.</p>	<p>Задача 1. Тело брошено вертикально вверх со скоростью 20 м/с. Через сколько времени оно достигнет высшей точки?</p> <p>Задача 2. Два тела массой 1 кг и 3 кг движутся навстречу друг другу со скоростями 4 м/с и 2 м/с соответственно. После неупругого удара найти их общую скорость.</p> <p>Задача 3. Колесо радиусом 0.5 м делает 60 об/мин. Найти угловую скорость, центростремительное ускорение точек на ободе колеса.</p> <p>Задача 4. Автомобиль начинает движение из состояния покоя с ускорением 0.5 м/с². Какой путь он пройдёт за 10 с?</p> <p>Задача 5. На тело массой 4 кг действуют две силы: 3 Н и 4 Н под прямым углом друг к другу. Найти ускорение тела.</p> <p>Задача 6. Вентилятор вращается с частотой 600 об/мин. За какое время он сделает 10 оборотов?</p>
<p>Раздел 2. Молекулярная физика и термодинамика.</p> <p>Тема 2.1. Введение. Основы молекулярно-кинетической теории. Функции распределения.</p> <p>Тема 2.2. Элементы физической кинетики. Явления переноса. Элементы термодинамики.</p>	<p>Задача 1. Идеальный газ переведён из состояния 1 в состояние 2. Начальные параметры: $p_1 = 100$ кПа, $V_1 = 2$ л, $T_1 = 300$ К. Конечные: $p_2 = 200$ кПа, $T_2 = 600$ К. Найти конечный объем.</p> <p>Задача 2. Найти внутреннюю энергию 3 моль одноатомного газа при температуре 300 К.</p> <p>Задача 3. Найти работу, совершённую газом при изобарном расширении от 1 л до 3 л при давлении 100 кПа.</p>

¹ Перечень тем не является исчерпывающим. Обучающийся может выбрать иную тему по согласованию с преподавателем.

<p>Тема 2.3. Взаимодействие молекул в газах и жидкостях</p>	<p>Задача 4. В баллоне объёмом 10 л находится водород при давлении 10^5 Па и температуре 27°C. Найти массу газа.</p> <p>Задача 5. При изохорном нагревании давление газа возросло от 100 кПа до 150 кПа. Начальная температура — 300 К. Найти конечную температуру.</p> <p>Задача 6. Газ получил 100 Дж тепла, совершил работу 30 Дж. На сколько изменилась его внутренняя энергия?</p>
<p>Раздел 3. Электричество и магнетизм</p> <p>Тема 3.1. Введение. Электростатика.</p> <p>Тема 3.2. Стационарный электрический ток</p> <p>Тема 3.3. Поля движущихся зарядов. Магнитное поле стационарного тока.</p> <p>Тема 3.4. Электромагнитная индукция и основы теории электромагнитного поля.</p> <p>Тема 3.5. Квазистационарные явления в электрических цепях.</p> <p>Тема 3.6. Электромагнитные колебания и переменный электрический ток</p> <p>Тема 3.7. Электромагнитные волны. Статические поля в веществе.</p> <p>Тема 3.8. Электрические токи в вакууме и в различных средах. Элементы физики плазмы.</p>	<p>Задача 1. Три резистора 2 Ом, 3 Ом, 6 Ом соединены параллельно. Найти эквивалентное сопротивление.</p> <p>Задача 2. По проводнику длиной 1 м протекает ток 2 А. Индукция магнитного поля 0.1 Тл направлена перпендикулярно проводнику. Найти силу Ампера.</p> <p>Задача 3. В катушке индуктивностью 0.2 Гн ток изменяется на 2 А за 0.1 с. Найти ЭДС самоиндукции.</p> <p>Задача 4. Напишите формулу для ёмкости плоского конденсатора и найдите её, если площадь пластин 0.1 м^2, расстояние между ними 0.001 м, $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м.</p> <p>Задача 5. Найти силу Лоренца, действующую на электрон, движущийся со скоростью 10^6 м/с в магнитном поле 0.01 Тл перпендикулярно полю.</p> <p>Задача 6. В цепи переменного тока $R = 100$ Ом, $L = 0.1$ Гн, $C = 1$ мкФ. Найти полное сопротивление при частоте 50 Гц.</p>
<p>Раздел 4. Оптика</p> <p>Тема 4.1. Введение. Электромагнитные бегущие монохроматические волны.</p> <p>Тема 4.2. Измерение энергии электромагнитных волн. Суперпозиция электромагнитных волн.</p> <p>Тема 4.3. Распространение света в изотропной среде.</p> <p>Тема 4.4. Отражение и преломление света на границе раздела двух сред. Интерференция света</p> <p>Тема 4.5. Распространение света в анизотропной среде.</p> <p>Тема 4.6. Дифракция света</p> <p>Тема 4.7. Голография</p> <p>Тема 4.8. Геометрическая оптика.</p>	<p>Задача 1. Найти длину волны де Бройля для электрона с кинетической энергией 100 эВ.</p> <p>Задача 2. В опыте Юнга расстояние между щелями 0.1 мм, расстояние до экрана 1 м. Длина волны света — 500 нм. Найти ширину интерференционной полосы.</p> <p>Задача 3. Луч света переходит из воды ($n = 1.33$) в воздух. Под каким углом произойдет полное внутреннее отражение?</p> <p>Задача 4. Чему равна энергия фотона с длиной волны 500 нм? ($h = 6.6 \cdot 10^{-34}$ Дж·с)</p> <p>Задача 5. Свет падает на дифракционную решётку с периодом 1 мкм. Найти угол максимума первого порядка при $\lambda = 500$ нм.</p> <p>Задача 6. Найти фокусное расстояние линзы, если предмет находится на расстоянии 30 см, а изображение — на 60 см.</p>
<p>Раздел 5. Физика атомов и атомных явлений</p> <p>Тема 5.1. Введение. Квантовая оптика.</p> <p>Тема 5.2. Классические модели атома</p>	<p>Задача 1. Найти энергию связи электрона в атоме водорода на первой орбите.</p> <p>Задача 2. Электрон прошёл разность потенциалов 100 В. Найти его длину волны де Бройля.</p>

<p>Тема 5.3. Корпускулярно-волновой дуализм микрообъектов. Тема 5.4. Уравнение Шредингера. Электрон в атоме водорода. Многоэлектронные атомы.</p>	<p>Задача 3. Найти длину волны фотона с энергией 2 эВ. Задача 4. Что такое спектр излучения атома водорода? Задача 5. Как связаны длина волны и частота света? Приведите формулу. Задача 6. Какова энергия фотона, соответствующего зелёному цвету ($\lambda = 500$ нм)?</p>
<p>Раздел 6. Физика атомного ядра и частиц Тема 6.1. Атомные системы. Атомное ядро. Тема 6.2. Радиоактивность. Взаимодействие частиц излучения с веществом. Тема 6.3. Ядерные реакции Тема 6.4. Элементарные частицы</p>	<p>Задача 1. Написать уравнение альфа-распада радия Ra-226. Задача 2. Что происходит при бета-минус распаде? Привести пример реакции. Задача 3. Найти энергию связи ядра лития Li-7 ($M = 7.01600$ а.е.м.). Задача 4. Что такое период полураспада? Как он связан с постоянной распада? Задача 5. Написать уравнение распада урана U-238. Задача 6. Найти число нейтронов в ядре свинца Pb-208.</p>

Раздел 6. Оценочные и методические материалы по образовательной программе (фонд оценочных средств) для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

6.1. Форма промежуточной аттестации обучающегося по учебной дисциплине

В процессе освоения учебной дисциплины для оценивания сформированности требуемых компетенций используются оценочные материалы (фонды оценочных средств), представленные в таблице

Планируемые результаты, характеризующие этапы формирования компетенции	Содержание учебного материала	Примеры контрольных вопросов и заданий для оценки знаний, умений, владений
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности		
ИОПК-1.1.	П. 6.2 настоящей рабочей программы дисциплины	П. 6.3 настоящей рабочей программы дисциплины
ИОПК-1.2.	П. 6.2 настоящей рабочей программы дисциплины	П. 6.3 настоящей рабочей программы дисциплины
ИОПК-1.3	П. 6.2 настоящей рабочей программы дисциплины	П. 6.3 настоящей рабочей программы дисциплины

6.2. Типовые вопросы и задания

Перечень вопросов для подготовки к промежуточной аттестации (к зачету с оценкой 1 семестр)

1. Основные понятия кинематики: траектория, путь, перемещение.
2. Скорость и ускорение материальной точки. Нормальное и тангенциальное ускорение.
3. Законы Ньютона. Инерциальные системы отсчёта.
4. Закон всемирного тяготения. Сила тяжести и вес тела.

5. Работа силы. Кинетическая и потенциальная энергия.
6. Закон сохранения импульса. Реактивное движение.
7. Момент силы и момент импульса. Закон сохранения момента импульса.
8. Уравнение движения твёрдого тела. Вращательное движение.
9. Гармонические колебания. Дифференциальное уравнение гармонических колебаний.
10. Вынужденные колебания. Резонанс.
11. Постулаты специальной теории относительности. Преобразования Лоренца.
12. Релятивистская масса, энергия и импульс.
13. Основные положения молекулярно-кинетической теории. Броуновское движение.
14. Уравнение состояния идеального газа (Клапейрона–Менделеева).
15. Распределение Максвелла по скоростям. Средняя, наиболее вероятная и среднеквадратичная скорости.
16. Первое начало термодинамики. Работа и количество теплоты.
17. Теплоёмкость газов при постоянном объёме и давлении.
18. Адиабатический процесс. Уравнение Пуассона.
19. Второе начало термодинамики. Цикл Карно и его КПД.
20. Энтропия и её статистическое толкование.
21. Явления переноса: диффузия, теплопроводность, вязкость.
22. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса.
23. Фазовые переходы первого и второго рода.
24. Поверхностное натяжение и капиллярные явления.

**Перечень вопросов для подготовки к промежуточной аттестации
(к экзамену 2 семестр)**

1. Закон Кулона. Напряжённость электрического поля.
2. Принцип суперпозиции полей. Теорема Гаусса.
3. Потенциал электростатического поля. Связь между напряжённостью и потенциалом.
4. Электрическая ёмкость. Конденсаторы. Соединение конденсаторов.
5. Сила и плотность тока. Закон Ома в интегральной и дифференциальной форме.
6. Закон Джоуля–Ленца. Мощность тока.
7. Магнитное поле движущегося заряда. Закон Био–Савара–Лапласа.
8. Сила Ампера. Взаимодействие параллельных токов.
9. Сила Лоренца. Движение заряженных частиц в магнитном поле.
10. Явление электромагнитной индукции. Закон Фарадея. Правило Ленца.
11. Самоиндукция и взаимоиנדукция. Индуктивность.
12. Энергия магнитного поля.
13. Переменный электрический ток. RLC-цепи. Векторные диаграммы.
14. Резонанс напряжений и токов.
15. Уравнения Максвелла. Ток смещения.
16. Электромагнитные волны. Свойства и применение.
17. Электромагнитная природа света. Волновое уравнение.
18. Поляризация света. Закон Малюса.
19. Интерференция света. Условия когерентности.
20. Опыт Юнга. Интерферометр Майкельсона.
21. Дифракция света. Принцип Гюйгенса–Френеля.
22. Дифракционная решётка. Её разрешающая способность.
23. Законы отражения и преломления света. Полное внутреннее отражение.
24. Распространение света в анизотропных средах. Двойное лучепреломление.
25. Геометрическая оптика. Формула тонкой линзы. Построение изображений.
26. Голография: принцип записи и восстановления голограммы.

Перечень вопросов для подготовки к промежуточной аттестации

1. Корпускулярно-волновой дуализм. Гипотеза де Бройля.
2. Принцип неопределённости Гейзенберга.
3. Уравнение Шрёдингера. Его физический смысл.
4. Квантовые числа атома водорода и их физический смысл.
5. Принцип Паули. Периодическая система элементов.
6. Спектры атомов. Серии спектра водорода.
7. Лазеры. Принцип действия. Применение в технике.
8. Строение атомного ядра. Нуклоны. Изотопы.
9. Энергия связи ядра. Дефект масс.
10. Радиоактивный распад. Закон радиоактивного распада.
11. Альфа-, бета-, гамма-излучение. Их природа и свойства.
12. Ядерные реакции. Цепная реакция деления ядер.
13. Ядерные реакторы. Принцип действия.
14. Термоядерные реакции. Их роль в энергетике.
15. Элементарные частицы. Классификация.
16. Стандартная модель элементарных частиц.
17. Антивещество. Современные исследования.

6.3. Примерные тестовые задания

Полный банк тестовых заданий для проведения компьютерного тестирования находятся в электронной информационной образовательной среде и включает более 60 заданий, из которых в случайном порядке формируется тест, состоящий из 20 заданий.

Компетенции	Типовые вопросы и задания
ОПК-1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Какая физическая величина характеризует инертность тела? А) Ускорение В) Сила С) Масса D) Импульс 2. Единица измерения работы в системе СИ — это: А) Ньютон В) Джоуль С) Ватт D) Килограмм 3. Какой закон описывает явление инерции? А) Первый закон Ньютона В) Второй закон Ньютона С) Третий закон Ньютона D) Закон всемирного тяготения 4. Чему равен момент импульса тела, если его момент инерции равен $2 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$, а угловая скорость 3 рад/с? А) $5 \text{ кг}\cdot\text{м}^2/\text{с}$ В) $6 \text{ кг}\cdot\text{м}^2/\text{с}$ С) $1.5 \text{ кг}\cdot\text{м}^2/\text{с}$ D) $0.67 \text{ кг}\cdot\text{м}^2/\text{с}$ 5. Как изменится сила гравитационного притяжения между двумя телами при увеличении расстояния между ними в 2 раза? А) Увеличится в 2 раза В) Уменьшится в 2 раза С) Уменьшится в 4 раза D) Останется неизменной 6. Какое уравнение описывает состояние идеального газа? А) $F = ma$

- B) $pV = nRT$
 C) $Q = cm\Delta T$
 D) $E = mc^2$
7. Какой параметр остаётся постоянным при изохорном процессе?
- A) Давление
 B) Температура
 C) Объём
 D) Внутренняя энергия
8. Как называется процесс, происходящий при постоянной температуре?
- A) Изобарный
 B) Изохорный
 C) Изотермический
 D) Адиабатный
9. Что определяет второй закон термодинамики?
- A) Сохранение энергии
 B) Направление самопроизвольных процессов
 C) Работу силы тяжести
 D) Теплоёмкость вещества
10. Какова среднеквадратичная скорость молекул газа при абсолютном нуле?
- A) Бесконечна
 B) Равна скорости света
 C) Равна нулю
 D) Не определена
11. Как направлена сила Лоренца относительно скорости заряженной частицы?
- A) Параллельно
 B) Перпендикулярно
 C) Под углом 45°
 D) Не зависит от скорости
12. Какой закон описывает взаимодействие двух точечных электрических зарядов?
- A) Закон Ома
 B) Закон Кулона
 C) Закон Фарадея
 D) Закон Джоуля–Ленца
13. В каких единицах измеряется электрическая ёмкость?
- A) Фарад
 B) Генри
 C) Вольт
 D) Ом
14. Что такое ток смещения в уравнениях Максвелла?
- A) Плотность заряда
 B) Производная напряжённости электрического поля во времени
 C) Плотность тока проводимости
 D) Энергия магнитного поля
15. Что происходит с полным сопротивлением цепи при последовательном соединении резисторов?
- A) Уменьшается
 B) Остаётся неизменным
 C) Увеличивается
 D) Может быть любым

16. Какое явление объясняет радугу?
- Интерференция
 - Дифракция
 - Преломление и дисперсия
 - Поляризация
17. Какой принцип лежит в основе голографии?
- Дифракция
 - Интерференция
 - Преломление
 - Отражение
18. Как называется явление огибания светом препятствий?
- Рефракция
 - Дифракция
 - Интерференция
 - Поляризация
19. Какой тип поляризации имеет свет после прохождения через поляроид?
- Естественный
 - Частично поляризованный
 - Линейно поляризованный
 - Круговая поляризация
20. Какой спектр даёт белый свет при пропускании через призму?
- Линейчатый
 - Полосатый
 - Сплошной
 - Селективный
21. Какую гипотезу выдвинул де Бройль?
- Корпускулярно-волновой дуализм
 - Квантование энергии
 - Существование фотона
 - Дискретность заряда
22. Какое уравнение описывает поведение микрочастиц в квантовой механике?
- Уравнение Шрёдингера
 - Уравнение Максвелла
 - Уравнение состояния
 - Уравнение теплопроводности
23. Какое квантовое число определяет ориентацию орбитали?
- Главное
 - Орбитальное
 - Магнитное
 - Спиновое
24. Какой эффект подтверждает корпускулярные свойства света?
- Дифракция
 - Интерференция
 - Фотоэффект
 - Поляризация
25. Какой вид излучения используется в лазере?
- Самопроизвольное
 - Вынужденное
 - Тепловое
 - Люминесценция
26. Какие частицы входят в состав атомного ядра?

	А) Протоны и электроны В) Нейтроны и электроны С) Протоны и нейтроны D) Только протоны 27. Что такое радиоактивный распад? А) Испускание света В) Испускание звука С) Самопроизвольное превращение ядер D) Испарение 28. Какой распад сопровождается испусканием электрона? А) Альфа-распад В) Бета-распад С) Гамма-распад D) Спонтанный распад 29. Что такое энергия связи ядра? А) Энергия покоя В) Энергия, выделяющаяся при делении С) Энергия, необходимая для расщепления ядра D) Энергия движения частиц 30. Какие частицы являются переносчиками сильного взаимодействия? А) Фотоны В) Глюоны С) W- и Z-бозоны D) Гравитоны
--	--

6.4. Оценочные шкалы

6.4.1. Оценивание текущего контроля

Целью проведения текущего контроля является достижение уровня результатов обучения в соответствии с индикаторами компетенций.

Текущий контроль может представлять собой письменные индивидуальные задания состоящие из 3-5 вопросов или в форме тестовых заданий по изученным темам до проведения промежуточной аттестации. Рекомендованный планируемый период проведения текущего контроля за 3 недели до промежуточной аттестации.

Шкала оценивания при тестировании

Оценка	Критерии выставления оценки
Зачтено	Количество верных ответов в интервале: 71-100%
Не зачтено	Количество верных ответов в интервале: 0-70%

Шкала оценивания при письменной работе

Оценка	Критерии выставления оценки
Зачтено	обучающийся должен: - продемонстрировать общее знание изучаемого материала; - показать общее владение понятийным аппаратом дисциплины; - уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - знать основную рекомендуемую программой учебную литературу.
Не зачтено	обучающийся демонстрирует: - незнание значительной части программного материала; - не владение понятийным аппаратом дисциплины; - существенные ошибки при изложении учебного материала;

	<ul style="list-style-type: none"> - неумение строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - неумение делать выводы по излагаемому материалу
--	---

6.4.2. Оценивание самостоятельной письменной работы (контрольной работы, эссе)

При оценке учитывается:

1. Правильность оформления
2. Уровень сформированности компетенций.
3. Уровень усвоения теоретических положений дисциплины, правильность формулировки основных понятий и закономерностей.
4. Уровень знания фактического материала в объеме программы.
5. Логика, структура и грамотность изложения письменной работы.
6. Полнота изложения материала (раскрытие всех вопросов)
7. Использование необходимых источников.
8. Умение связать теорию с практикой.
9. Умение делать обобщения, выводы.

Шкала оценивания контрольной работы и эссе

Оценка	Критерии выставления оценки
Зачтено	Обучающийся должен: <ul style="list-style-type: none"> - продемонстрировать общее знание изучаемого материала; - показать общее владение понятийным аппаратом дисциплины; - уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - знать основную рекомендуемую программой учебную литературу.
Не зачтено	Обучающийся демонстрирует: <ul style="list-style-type: none"> - незнание значительной части программного материала; - не владение понятийным аппаратом дисциплины; - существенные ошибки при изложении учебного материала; - неумение строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - неумение делать выводы по излагаемому материалу

6.4.3. Оценивание ответов на вопросы и выполнения заданий промежуточной аттестации

При оценке знаний учитывается уровень сформированности компетенций:

1. Уровень усвоения теоретических положений дисциплины, правильность формулировки основных понятий и закономерностей.
2. Уровень знания фактического материала в объеме программы.
3. Логика, структура и грамотность изложения вопроса.
4. Умение связать теорию с практикой.
5. Умение делать обобщения, выводы.

Шкала оценивания на экзамене, зачете с оценкой

Оценка	Критерии выставления оценки
Отлично	Обучающийся должен: <ul style="list-style-type: none"> - продемонстрировать глубокое и прочное усвоение знаний программного материала; - исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно изложить теоретический материал; - правильно формулировать определения;

	<ul style="list-style-type: none"> - продемонстрировать умения самостоятельной работы с литературой; - уметь сделать выводы по излагаемому материалу.
Хорошо	<p>Обучающийся должен:</p> <ul style="list-style-type: none"> - продемонстрировать достаточно полное знание программного материала; - продемонстрировать знание основных теоретических понятий; - достаточно последовательно, грамотно и логически стройно излагать материал; - продемонстрировать умение ориентироваться в литературе; - уметь сделать достаточно обоснованные выводы по излагаемому материалу.
Удовлетворительно	<p>Обучающийся должен:</p> <ul style="list-style-type: none"> - продемонстрировать общее знание изучаемого материала; - показать общее владение понятийным аппаратом дисциплины; - уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - знать основную рекомендуемую программой учебную литературу.
Неудовлетворительно	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> - незнание значительной части программного материала; - не владение понятийным аппаратом дисциплины; - существенные ошибки при изложении учебного материала; - неумение строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - неумение делать выводы по излагаемому материалу.

Шкала оценивания на зачете

Оценка	Критерии выставления оценки
Зачтено	Обучающийся должен: уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; продемонстрировать прочное, достаточно полное усвоение знаний программного материала; продемонстрировать знание основных теоретических понятий; правильно формулировать определения; последовательно, грамотно и логически стройно изложить теоретический материал; продемонстрировать умения самостоятельной работы с литературой; уметь сделать достаточно обоснованные выводы по излагаемому материалу.
Не зачтено	Обучающийся демонстрирует: незнание значительной части программного материала; не владение понятийным аппаратом дисциплины; существенные ошибки при изложении учебного материала; неумение строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; неумение делать выводы по излагаемому материалу.

6.4.4. Тестирование

Шкала оценивания

Оценка	Критерии выставления оценки
Отлично	Количество верных ответов в интервале: 71-100%
Хорошо	Количество верных ответов в интервале: 56-70%
Удовлетворительно	Количество верных ответов в интервале: 41-55%

Неудовлетворительно	Количество верных ответов в интервале: 0-40%
Зачтено	Количество верных ответов в интервале: 41-100%
Не зачтено	Количество верных ответов в интервале: 0-40%

6.5. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания сформированных компетенций в соответствии с ООП

Качество знаний характеризуется способностью обучающегося точно, структурированно и уместно воспроизводить информацию, полученную в процессе освоения дисциплины, в том виде, в котором она была изложена в учебном издании или преподавателем.

Умения, как правило, формируются на занятиях семинарского типа. Задания, направленные на оценку умений, в значительной степени требуют от обучающегося проявления стереотипности мышления, т.е. способности выполнить работу по образцам, с которыми он работал в процессе обучения. Преподаватель же оценивает своевременность и правильность выполнения задания.

Навыки можно трактовать как автоматизированные умения, развитые и закрепленные осознанным самостоятельным трудом. Навыки формируются при самостоятельном выполнении обучающимися практико-ориентированных заданий, моделирующих решение им производственных и социокультурных задач в соответствующей области профессиональной деятельности, как правило, при выполнении домашних заданий, курсовых проектов (работ), научно-исследовательских работ, прохождении практик, при работе индивидуально или в составе группы и т.д.

Устный опрос – это процедура, организованная как специальная беседа преподавателя с группой обучающихся (фронтальный опрос) или с отдельными обучающимися (индивидуальный опрос) с целью оценки сформированности у них основных понятий и усвоения учебного материала. Устный опрос может использоваться как вид контроля и метод оценивания формируемых компетенций (как и качества их формирования) в рамках самых разных форм контроля, таких как: собеседование, коллоквиум, зачет, экзамен по дисциплине. Устный опрос (УО) позволяет оценить знания и кругозор обучающегося, умение логически построить ответ, владение монологической речью и иные коммуникативные навыки. УО обладает большими возможностями воспитательного воздействия преподавателя. Воспитательная функция УО имеет ряд важных аспектов: профессионально-этический и нравственный аспекты, дидактический (систематизация материала при ответе, лучшее запоминание материала при интеллектуальной концентрации), эмоциональный (радость от успешного прохождения собеседования) и др. Обучающая функция УО состоит в выявлении деталей, которые по каким-то причинам оказались недостаточно осмысленными в ходе учебных занятий и при подготовке к зачёту или экзамену. УО обладает также мотивирующей функцией: правильно организованное собеседование, коллоквиум, зачёт и экзамен могут стимулировать учебную деятельность студента, его участие в научной работе.

Тесты являются простейшей формой контроля, направленной на проверку владения терминологическим аппаратом, современными информационными технологиями и конкретными знаниями в области фундаментальных и прикладных дисциплин. Тест может предоставлять возможность выбора из перечня ответов (один или несколько правильных ответов).

Семинарские занятия. Основное назначение семинарских занятий по дисциплине – обеспечить глубокое усвоение обучающимися материалов лекций, прививать навыки самостоятельной работы с литературой, воспитывать умение находить оптимальные решения в условиях изменяющихся отношений, формировать современное профессиональное мышление обучающихся. На семинарских занятиях преподаватель проверяет выполнение самостоятельных заданий и качество усвоения знаний, умений, определяет уровень сформированности компетенций.

Коллоквиум может служить формой не только проверки, но и повышения производительности труда студентов. На коллоквиумах обсуждаются отдельные части, разделы, темы, вопросы изучаемого курса, обычно не включаемые в тематику семинарских и других практических учебных занятий, а также рефераты, проекты и иные работы обучающихся.

Доклад, сообщение – продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы.

Контрольная работа – средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.

Профессионально-ориентированное эссе – это средство, позволяющее оценить умение обучающегося письменно излагать суть поставленной проблемы, самостоятельно проводить анализ этой проблемы с использованием аналитического инструментария соответствующей дисциплины, делать выводы, обобщающие авторскую позицию по поставленной профессионально-ориентированной проблеме.

Реферат – продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.

Ситуационный анализ (кейс) – это комплексный анализ ситуации, имевший место в реальной практике профессиональной деятельности специалистов. Комплексный анализ включает в себя следующие составляющие: причинно-следственный анализ (установление причин, которые привели к возникновению данной ситуации, и следствий ее развертывания), системный анализ (определение сущностных предметно-содержательных характеристик, структуры ситуации, ее функций и др.), ценностно-мотивационный анализ (построение системы оценок ситуации, ее составляющих, выявление мотивов, установок, позиций действующих лиц); прогностический анализ (разработка перспектив развития событий по позитивному и негативному сценарию), рекомендательный анализ (выработка рекомендаций относительно поведения действующих лиц ситуации), программно-целевой анализ (разработка программ деятельности для разрешения данной ситуации).

Творческое задание – это частично регламентированное задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее диагностировать умения интегрировать знания различных научных областей, аргументировать собственную точку зрения, доказывать правильность своей позиции. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся.

Деловая и/или ролевая игра – совместная деятельность группы обучающихся и преподавателя под управлением преподавателя с целью решения учебных и профессионально-ориентированных задач путем игрового моделирования реальной проблемной ситуации. Позволяет оценивать умение анализировать и решать типичные профессиональные задачи.

«Круглый стол», дискуссия – интерактивные оценочные средства, позволяющие включить обучающихся в процесс обсуждения спорного вопроса, проблемы и оценить их умение аргументировать собственную точку зрения. Занятие может проводить по традиционной (контактной) технологии, либо с использованием телекоммуникационных технологий.

Проект – конечный профессионально-ориентированный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся.

Раздел 7. Методические указания для обучающихся по основанию дисциплины

Освоение обучающимся учебной дисциплины предполагает изучение материалов дисциплины на аудиторных занятиях и в ходе самостоятельной работы. Аудиторные занятия проходят в форме лекций, семинаров и практических занятий. Самостоятельная работа включает разнообразный комплекс видов и форм работы обучающихся.

Для успешного освоения учебной дисциплины и достижения поставленных целей необходимо внимательно ознакомиться с настоящей рабочей программы учебной дисциплины. Следует обратить внимание на список основной и дополнительной литературы, которая имеется

в электронной библиотечной системе Университета. Эта информация необходима для самостоятельной работы обучающегося.

При подготовке к аудиторным занятиям необходимо помнить особенности каждой формы его проведения.

Подготовка к учебному занятию лекционного типа. С целью обеспечения успешного обучения обучающийся должен готовиться к лекции, поскольку она является важнейшей формой организации учебного процесса, поскольку: знакомит с новым учебным материалом; разъясняет учебные элементы, трудные для понимания; систематизирует учебный материал; ориентирует в учебном процессе.

С этой целью: внимательно прочитайте материал предыдущей лекции; ознакомьтесь с учебным материалом по учебнику и учебным пособиям с темой прочитанной лекции; внесите дополнения к полученным ранее знаниям по теме лекции на полях лекционной тетради; запишите возможные вопросы, которые вы зададите лектору на лекции по материалу изученной лекции; постарайтесь уяснить место изучаемой темы в своей подготовке; узнайте тему предстоящей лекции (по тематическому плану, по информации лектора) и запишите информацию, которой вы владеете по данному вопросу

Предварительная подготовка к учебному занятию семинарского типа заключается в изучении теоретического материала в отведенное для самостоятельной работы время, ознакомление с инструктивными материалами с целью осознания задач занятия.

Самостоятельная работа. Для более углубленного изучения темы задания для самостоятельной работы рекомендуется выполнять параллельно с изучением данной темы. При выполнении заданий по возможности используйте наглядное представление материала.

Подготовка к зачету, экзамену. К зачету, экзамену необходимо готовится целенаправленно, регулярно, систематически и с первых дней обучения по данной дисциплине. Попытки освоить учебную дисциплину в период зачетно-экзаменационной сессии, как правило, приносят не слишком удовлетворительные результаты. При подготовке к зачету обратите внимание на защиту практических заданий на основе теоретического материала. При подготовке к экзамену по теоретической части выделите в вопросе главное, существенное (понятия, признаки, классификации и пр.), приведите примеры, иллюстрирующие теоретические положения.

7.1. Методические рекомендации по написанию эссе

Эссе (от французского *essai* – опыт, набросок) – жанр научно-публицистической литературы, сочетающей подчеркнуто-индивидуальную позицию автора по конкретной проблеме.

Главными особенностями, которые характеризуют эссе, являются следующие положения:

- собственная позиция обязательно должна быть аргументирована и подкреплена ссылками на источники, авторитетные точки зрения и базироваться на фундаментальной науке. Небольшой объем (4–6 страниц), с оформленным списком литературы и сносками на ее использование;
- стиль изложения – научно-исследовательский, требующий четкой, последовательной и логичной системы доказательств; может отличаться образностью, оригинальностью, афористичностью, свободным лексическим составом языка;
- исследование ограничивается четкой, лаконичной проблемой с выявлением противоречий и разрешением этих противоречий в данной работе.

7.2. Методические рекомендации по использованию кейсов

Кейс-метод (*Case study*) – метод анализа реальной ситуации, описание которой одновременно отражает не только какую-либо практическую проблему, но и актуализирует определенный комплекс знаний, который необходимо усвоить при разрешении данной проблемы. При этом сама проблема не имеет однозначных решений.

Кейс как метод оценки компетенций должен удовлетворять следующим требованиям:

- соответствовать четко поставленной цели создания;
- иметь междисциплинарный характер;

- иметь достаточный объем первичных и статистических данных;
- иметь соответствующий уровень сложности, иллюстрировать типичные ситуации, иметь актуальную проблему, позволяющую применить разнообразные методы анализа при поиске решения, иметь несколько решений.

Кейс-метод оказывает содействие развитию умения решать проблемы с учетом конкретных условий и при наличии фактической информации. Он развивает такие квалификационные характеристики, как способность к проведению анализа и диагностики проблем, умение четко формулировать и высказывать свою позицию, умение общаться, дискутировать, воспринимать и оценивать информацию, которая поступает в вербальной и невербальной форме.

7.3. Требования к компетентностно-ориентированным заданиям для демонстрации выполнения профессиональных задач

Компетентностно-ориентированное задание – это всегда практическое задание, выполнение которого нацелено на демонстрацию доказательств наличия у обучающихся общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций, знаний, умений, необходимых для будущей профессиональной деятельности.

Компетентностно-ориентированные задания бывают разных видов:

- направленные на подготовку конкретного практико-ориентированного продукта (анализ документов, текстов, критика, разработка схем и др.);
- аналитического и диагностического характера, направленные на анализ различных аспектов и проблем;
- связанные с выполнением основных профессиональных функций (выполнение конкретных действий в рамках вида профессиональной деятельности, например, формулирование целей миссии, и т. п.).

Раздел 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература²

1. Нажипкызы, М. Физико-химические основы нанотехнологий и наноматериалов: учебное пособие / М. Нажипкызы, Р. Е. Бейсенов, З. А. Мансуров. — Алматы, Москва: EDP Hub (Идипи Хаб), Ай Пи Ар Медиа, 2023. — 194 с. — ISBN 978-5-4497-2156-3. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/129435.html>
2. Сорокин, А. Н. Физика твердого тела: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению «Педагогическое образование», профили «Физика», «Математика и физика», «Информатика и физика» / А. Н. Сорокин. — Саратов: Издательство Саратовского университета, 2022. — 60 с. — ISBN 978-5-292-04752-0. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/122850.html>

Дополнительная литература³

1. Бисенгалиева, А. М. Физика : практикум / А. М. Бисенгалиева. — Алматы, Москва : EDP Hub (Идипи Хаб), Ай Пи Ар Медиа, 2025. — 131 с. — ISBN 978-5-4497-4147-9. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/148694.html> (дата обращения: 11.03.2025). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
2. Ерина М.В. Физика : учебное пособие (лабораторный практикум) / Ерина М.В., Беджанян М.А.. — Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2022. — 252 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL:

² Из ЭБС

³ Из ЭБС

8.1. Требования к материально-техническому и учебно-методическому обеспечению программы бакалавриата

8.1.1. Университет располагает материально-технической базой, соответствующей действующим противопожарным правилам и нормам и обеспечивающей проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, практической и научно-исследовательской работ обучающихся, предусмотренных учебным планом.

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой бакалавриата, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения, состав которых определяется в рабочих программах дисциплин (модулей). В Университете имеются специализированные аудитории для проведения занятий по информационным технологиям.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде Университета.

Электронная информационно-образовательная среда Университета включает:

1. Официальный сайт Университета (<https://www.iile.ru/>)
2. Электронная информационно-образовательная среда «1С: Университет» договор от 10.09.2018 г. №ПРКТ-18281 (бессрочно)
3. Программы для ЭВМ. Система дистанционного обучения «Mirapolis» - Лицензионный договор №107/06/24-к от 27.06.2024 (Спецификация к Лицензионному договору №107/06/24-к от 27.06.2024, срок действия с 02.07.2025 по 01.07.2026 г.) <https://impe.lms.mirapolis.ru/mira/>
4. Программа для ЭВМ. Виртуальная комната «Mirapolis» - Лицензионный договор №107/06/24-к от 27.06.2024 (Спецификация к Лицензионному договору №107/06/24-к от 27.06.2024, срок действия с 02.07.2025 по 01.07.2026 г.) <https://impe.lms.mirapolis.ru/mira/>
5. Система тестирования INDIGO лицензионное соглашение (Договор от 07.11.2018 г. №Д-54792, дополнительное соглашение № Д-5479/6 о пролонгации договора до 01.06.2026г.) <http://212.48.35.211:85/>

8.1.2. Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав определяется в рабочих программах дисциплин (модулей) и подлежит обновлению при необходимости).

Перечень лицензионного программного обеспечения, в том числе отечественного производства:

1. Операционная система «Атлант» - Atlant Academ от 24.01.2024 г. (бессрочно)
2. Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Расширенный Russian Edition договор-оферта № Tr000941765 от 16.10.2025 г.

8.1.3. Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам, состав которых определяется в рабочих программах дисциплин (модулей) и обновляется при необходимости, но не реже одного раз в год.

Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. Информационно-поисковая система «Консультант Плюс» - Договор №МИ-ВИП-79717-56/2022 (бессрочно)
2. Электронно-библиотечная система IPRsmart лицензионный договор от 01.09.2024 г. №11652/24С (срок действия до 31.08.2027 г.) <https://www.iprbookshop.ru/>

3. Научная электронная библиотека eLIBRARY лицензионный договор SCIENC INDEX № SIO -3079/2026 от 30.01.2026 г. (срок действия до 29.01.2027г.) <https://elibrary.ru>

8.1.4. Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечены электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

Раздел 9. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса

<p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации</p>	<p><u>Оборудование:</u> специализированная мебель (мебель аудиторная (11 столов, 22 стула, доска аудиторная навесная), стол преподавателя, стул преподавателя; комплекты механической обработки заготовок из различных материалов , комплект для демонстрации и изучения кинематики, статики и динамики , комплект для демонстрации и изучения механических колебаний и вращения , маятник максвелла, модель гидравлического прессы , многофункциональные штативы для фронтальных работ, универсальные лабораторные наборы , наборы лабораторные по молекулярной физике и термодинамике, наборы лабораторные по исследованию атмосферного давления, клинометр-высотометр, микроскоп демонстрационный, телескоп, интерференция или эквивалент.</p> <p><u>Технические средства обучения:</u> персональный компьютер; мультимедийное оборудование (проектор, экран).</p>
<p>Помещение для самостоятельной работы</p>	<p>Специализированная мебель (9 столов, 9 стульев), персональные компьютеры с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета</p>