

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Факультет атомной энергетики и технологий  
Кафедра «Физика и естественнонаучные дисциплины»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
по дисциплине «Атомная физика»

**Специальность**  
«14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг»

**Основная профессиональная образовательная программа**  
«Системы контроля и управления атомных станций»

**Квалификация выпускника**  
Инженер-физик

**Форма обучения**  
Очная

### **Цель освоения дисциплины**

Курс «Атомная физика» является одним из специальных предметов при подготовке специалистов по специальности 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг» и служит основой для изучения ряда специальных дисциплин.

Дисциплина посвящена изучению атомных и внутриатомных процессов и явлений. Излагаются важные понятия, положения и вопросы, относящихся к атомной физике. Обсуждаются многие решающие эксперименты и гипотезы, приведшие к становлению современной физики.

**Цель изучения дисциплины** - освоение обучающимися необходимого объема фундаментальных знаний раздела физики, лежащего в основе современного научного миропонимания и формировании у студентов навыков физического мышления.

### **Задачи изучения дисциплины:**

- приобретение теоретических знаний и практических навыков для самостоятельной постановки и решения конкретных физических задач по атомной физике;
- овладение системой навыков практического применения соответствующего математического аппарата к решению простых квантово-механических задач;
- получение знаний, необходимых для изучения специальных дисциплин.

### **Место дисциплины в структуре ООП ВО**

Изучение дисциплины «Атомная физика» требует основных компетенций, знаний, умений и навыков обучающегося по дисциплинам: «Математический анализ», «Обыкновенные дифференциальные уравнения», «Дифференциальные и интегральные уравнения», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Уравнения математической физики», «Общая физика (механика)», «Общая физика (молекулярная физика и основы статистической термодинамики)».

В ходе изучения дисциплины обучающийся получает знания, умения и навыки для успешного изучения следующих дисциплин: «Ядерная физика»; «Статистическая физика», «Теория переноса нейтронов».

### **Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

В процессе освоения данной дисциплины у студента формируются следующие компетенции:

универсальные

Код компетенции	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения
УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий.	З-УК-1 Знать: методы системного и критического анализа; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации У-УК-1 Уметь: применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации В-УК-1 Владеть: методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий
УКЕ-1	Способен использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального	З -УКЕ-1 знать: основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования. У- УКЕ-1 уметь: использовать математические методы в технических приложениях, рассчитывать основные числовые характеристики случайных величин, решать основные задачи математической статистики; решать типовые расчетные задачи. В-УКЕ-1 владеть: методами математического анализа и

	исследования в поставленных задачах	моделирования; методами решения задач анализа и расчета характеристик физических систем, основными приемами обработки экспериментальных данных, методами работы с прикладными программными продуктами.
--	-------------------------------------	--

### Общепрофессиональные

Код компетенции	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения
ОПК-1	Способен использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.	3-ОПК-1 Знать: базовые законы естественнонаучных дисциплин; основные математические законы; основные физические явления, процессы, законы и границы их применимости; сущность основных химических законов и явлений; методы математического моделирования, теоретического и экспериментального исследования У-ОПК-1 Уметь: выявлять естественно-научную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат В-ОПК-1 Владеть: математическим аппаратом для разработки моделей процессов и явлений, решения практических задач профессиональной деятельности; навыками использования основных общефизических законов и принципов

### Задачи воспитания, реализуемые в рамках освоения дисциплины

Направление/цели	Создание условий, обеспечивающих	Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин	Вовлечение в разноплановую внеучебную деятельность
<b>Профессиональное и трудовое воспитание</b>	- формирование психологической готовности к профессиональной деятельности по избранной профессии <b>(В15)</b>	Использование воспитательного потенциала дисциплин общепрофессионального модуля для: - формирования устойчивого интереса к профессиональной деятельности, потребности в достижении результата, понимания функциональных обязанностей и задач избранной профессиональной деятельности, чувства профессиональной ответственности через выполнение учебных, в том числе практических заданий, требующих строгого соблюдения правил техники безопасности и инструкций по работе с оборудованием в	1. Организация научно-практических конференций и встреч с ведущими специалистами предприятий города и ветеранами атомной отрасли. 2. Организация и проведение предметных олимпиад и участие в конкурсах профессионального мастерства. 3. Участие в ежегодных акциях студенческих строительных отрядов

		рамках лабораторного практикума.	
<b>Профессиональное и трудовое воспитание</b>	Формирование культуры исследовательской и инженерной деятельности <b>(В16)</b>	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования инженерного мышления и инженерной культуры за счёт практических студенческих исследований современных производственных систем; проектной деятельности студентов по разработке и оптимизации технологических систем, связанной с решением реальных производственных задач; прохождения через разнообразные игровые, творческие, фестивальные формы, требующие анализа сложного объекта, постановки относительно него преобразовательных задач для их оптимального решения.	1. Организация научно-практических конференций и встреч с ведущими специалистами предприятий города и ветеранами атомной отрасли. 2. Организация и проведение предметных олимпиад и участие в конкурсах профессионального мастерства. 3. Участие в ежегодных акциях студенческих строительных отрядов

### Структура и содержание учебной дисциплины

Дисциплина преподается студентам в 5-ом семестре. Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 ак. часов.

### Календарный план

№ раздела	№ темы	Наименование раздела/темы дисциплины	Виды учебной деятельности (час.)					Аттестация раздела (форма)	Максимальный балл за раздел
			Всего	Лекции	Лабораторные	Практические	СРС		
1	1	<b>Квантовая физика</b> Развитие атомистических представлений о веществе	10	2	4	2	2	Устный опрос	30
	2	Развитие атомистических представлений об излучении.	12	4	4	2	2		
	3	Строение атома и теория Бора	10	2	2	2	4		
	4	Волновые свойства частиц.	10	2	2	2	4		
	5	Физические основы квантовой механики.	14	6	2	2	4		
2	6	<b>Физика твердого тела</b> Орбитальный, спиновый и полный	14	4	-	2	8	Устный опрос	30

		механический и магнитный моменты электрона в атоме.							
	7	Квантование атомов	12	4	-	2	6		
	8	Элементы квантовой статистики	12	4	-	2	6		
	9	Элементы зонной теории твердого тела.	14	4	2	-	8		
		Экзамен							40
		<b>ИТОГО</b>	<b>108</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>16/12</b>	<b>44</b>	Экзамен	<b>100</b>

### Содержание лекционного курса

Темы лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3
<p><b>Развитие атомистических представлений о веществе.</b> Доказательства атомного строения вещества. (Закон Гей-Люсака, закона кратных отношений, закон Авогадро, экспериментальные доказательства дискретной структуры электрических зарядов, перенос электрического заряда в газах). Движение нерелятивистской заряженной частицы в постоянных и однородных электрическом и магнитном полях. Определение электрического заряда электрона. (Опыт Томсона. Опыт Милликена). Основы релятивистской динамики частицы. (Зависимость массы от скорости). Сила и импульс. Взаимосвязь между массой и энергией, импульсом и энергией).</p>	2	1-4
<p><b>Развитие атомистических представлений об излучении.</b> Виды излучения. Энергетические величины излучения. Интегральные и спектральные характеристики излучения. Тепловое равновесное излучение. Испускательная и поглощательная способности тела. Абсолютно черное тело. Законы теплового излучения: законы Кирхгофа, Стефана-Больцмана и Вина. Формула Рэлея-Джинса. "Ультрафиолетовая катастрофа". Гипотеза квантов энергии. Формула Планка и следствия, вытекающие из нее. Явление внешнего фотоэффекта и его законы. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта и его экспериментальная проверка. Внутренний фотоэффект. Фотоны, их энергия, масса и импульс. Эффект Комптона.</p>	4	1-4
<p><b>Строение атома и теория Бора.</b> Атомные спектры и их закономерности. Постоянная Ридберга. Обобщенная формула Бальмера. Спектральные термы. Комбинационный принцип Ридберга. Модель атома Томсона и ее неприменимость для описания линейчатых оптических спектров. Опыты Резерфорда по рассеянию альфа-частиц. Планетарная модель атома, ее проверка и ее недостатки. Квантовые постулаты Бора и их экспериментальное подтверждение. (Опыт Франка и Герца). Теория строения водородоподобных атомов по Бору. Учет движения ядра в теории Бора. Магнитные свойства атома в теории Бора. Недостатки теории Бора.</p>	2	1-4
<p><b>Волновые свойства частиц.</b> Корпускулярно-волновой дуализм в световых явлениях. Гипотеза де Бройля о двойственной корпускулярно-волновой природе частиц вещества и ее подтверждение. (Опыт Девиссона и Джермера).</p>	2	1-4

Свойства волн де Бройля. Соотношение неопределенностей Гейзенберга.		
<b>Физические основы квантовой механики.</b> Основные положения квантовой механики. (Волновая функция, ее нормировка, средние значения, операторы импульса и энергии). Волновое уравнение Шредингера. Стационарное уравнение Шредингера. Применение квантовой механики к простейшим задачам о стационарных состояниях частицы. (Частица в прямоугольной потенциальной яме. Прохождение частицы через прямоугольный потенциальный барьер. Коэффициенты отражения и прозрачности).	6	1-4
<b>Орбитальный, спиновый и полный механический и магнитный моменты электрона в атоме</b> Орбитальный момент количества движения, магнитный орбитальный момент. Опыт Штерна и Герлаха. Собственный момент количества движения электрона (спин), магнитный спиновый момент. Спиновое и магнитное спиновое квантовые числа. Полный механический момент электрона, полный и эффективный магнитные моменты. Внутреннее и магнитное внутреннее квантовые числа. Фактор Ланде. Спин - орбитальное взаимодействие. Тонкая структура спектра.	4	1-4
<b>Квантование атомов</b> Квантово-механическая теория атома. Электрон в водородоподобном атоме. Энергетический спектр электрона. Квантовые числа: главное, орбитальное и магнитное орбитальное. Квантование атома водорода и водородоподобных ионов. Периодическая система элементов Д.И. Менделеева.	4	1-4
<b>Элементы квантовой статистики.</b> Фазовое пространство. Функции распределения. Распределения Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака. Вырожденный электронный газ в металлах. Ронятие о квантовой теории теплоемкости. Фотоны. Выводы квантовой теории электропроводности металлов. Сверхпроводимость.	4	1-4
<b>Элементы зонной теории твердого тела.</b> Исходные представления зонной теории твердых тел. Металлы, диэлектрики и полупроводники по зонной теории. Собственная проводимость полупроводников. Контакт двух металлов по зонной теории.	4	1-4

### Перечень практических занятий

Тема практического занятия. Вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3
Тепловое равновесное излучение	2	7-9
Явление внешнего фотоэффекта	2	7-9
Эффект Комптона	2	7-9
Строение атома и теория Бора	2	7-9
Волновые свойства частиц	2	7-9
Основы квантовой механики	2	7-9
Моменты электрона в атоме	2	7-9

Элементы квантовой статистики	2	7-9
-------------------------------	---	-----

### Перечень лабораторных работ

Наименование лабораторных работ.	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
Изучение абсолютно черного тела	2	1-4, 10
Измерение температуры раскаленных тел с помощью оптического пирометра	2	1-4, 11
Изучение законов внешнего фотоэффекта и определение постоянной Планка	2	1-4, 12
Определения резонансного потенциала методом Франка и Герца	2	1-4, 13
Изучение спектра атома водорода и определение постоянной Ридберга	2	1-4, 14
Изучение эффекта Холла в полупроводниках	2	1-4, 15
Определение удельного заряда электрона методом магнетрона	2	1-4, 16
Изучение p-n перехода	2	1-4, 17

### Задания для самостоятельной работы студентов

Вопросы для самостоятельного изучения (задания)	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3
<p><i>Теоретические вопросы.</i> Доказательства атомного строения вещества. (Закон Гей-Люсака, закона кратных отношений, закон Авогадро, экспериментальные доказательства дискретной структуры электрических зарядов, перенос электрического заряда в газах). Движение нерелятивистской заряженной частицы в постоянных и однородных электрическом и магнитном полях. Определение электрического заряда электрона. (Опыт Томсона. Опыт Милликена). Основы релятивистской динамики частицы. (Зависимость массы от скорости. Сила и импульс. Взаимосвязь между массой и энергией, импульсом и энергией).</p> <p><i>Решение задач.</i> Решение задач на специальную теорию относительности.</p> <p><i>Лабораторные работы</i> Обработка результатов по выполненной лабораторной работе, подготовка к защите работы.</p>	2	1-17
<p><i>Теоретические вопросы</i> Виды излучения. Энергетические величины излучения. Интегральные и спектральные характеристики излучения. Тепловое равновесное излучение. Испускательная и поглощательная способности тела. Абсолютно черное тело. Законы теплового излучения: законы Кирхгофа, Стефана-Больцмана и Вина. Формула Рэлея-Джинса. “Ультрафиолетовая катастрофа”. Гипотеза квантов энергии. Формула Планка и следствия, вытекающие из нее. Явление внешнего фотоэффекта и его законы. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта и его экспериментальная проверка. Внутренний фотоэффект. Фотоны, их энергия, масса и импульс. Эффект</p>	2	1-17

<p>Комптона.  <i>Решение задач.</i>  Решение задач на тепловое равновесное излучение, явление внешнего фотоэффекта, эффект Комптона.  <i>Лабораторные работы</i>  Обработка результатов по выполненной лабораторной работе, подготовка к защите работы.</p>		
<p><i>Теоретические вопросы</i>  Атомные спектры и их закономерности. Постоянная Ридберга. Обобщенная формула Бальмера. Спектральные термы. Комбинационный принцип Ридца. Модель атома Томсона и ее неприменимость для описания линейчатых оптических спектров. Опыты Резерфорда по рассеянию альфа- частиц Планетарная модель атома, ее проверка и ее недостатки. Квантовые постулаты Бора и их экспериментальное подтверждение. (Опыт Франка и Герца). Теория строения водородоподобных атомов по Бору. Учет движения ядра в теории Бора. Магнитные свойства атома в теории Бора. Недостатки теории Бора.  <i>Решение задач.</i>  Решение задач на строение атома и теорию Бора  <i>Лабораторные работы</i>  Обработка результатов по выполненной лабораторной работе, подготовка к защите работы.</p>	4	1-17
<p><i>Теоретические вопросы</i>  Корпускулярно-волновой дуализм в световых явлениях. Гипотеза де Бройля о двойственной корпускулярно-волновой природе частиц вещества и ее подтверждение. (Опыт Девиссона и Джермера). Свойства волн де Бройля. Соотношение неопределенностей Гейзенберга.  <i>Решение задач.</i>  Решение задач на волновые свойства частиц  <i>Лабораторные работы</i>  Обработка результатов по выполненной лабораторной работе, подготовка к защите работы.</p>	4	1-17
<p><i>Теоретические вопросы</i>  Основные положения квантовой механики. (Волновая функция, ее нормировка, средние значения, операторы импульса и энергии). Волновое уравнение Шредингера. Стационарное уравнение Шредингера. Применение квантовой механики к простейшим задачам о стационарных состояниях частицы. (Частица в прямоугольной потенциальной яме. Прохождение частицы через прямоугольный потенциальный барьер. Коэффициенты отражения и прозрачности). Квантово-механическая теория атома. Электрон в водородоподобном атоме. Энергетический спектр электрона. Квантовые числа: главное, орбитальное и магнитное орбитальное.  <i>Решение задач.</i>  Решение задач на основы квантовой механики.  <i>Лабораторные работы</i>  Обработка результатов по выполненной лабораторной работе, подготовка к защите работы.</p>	4	1-17
<p><i>Теоретические вопросы</i>  Орбитальный момент количества движения, магнитный орбитальный момент. Опыт Штерна и Герлаха. Собственный момент количества движения электрона (спин), магнитный спиновый момент. Спиновое и магнитное спиновое квантовые числа. Полный механический момент электрона, полный и эффективный магнитные</p>	8	1-17



<p>моменты. Внутреннее и магнитное внутреннее квантовые числа. Фактор Ланде. Спин - орбитальное взаимодействие. Тонкая структура спектра.</p> <p><i>Решение задач.</i></p> <p>Решение задач на моменты электрона в атоме.</p> <p><i>Лабораторные работы</i></p> <p>Обработка результатов по выполненной лабораторной работе, подготовка к защите работы.</p>		
<p><i>Теоретические вопросы</i></p> <p>Квантово-механическая теория атома. Электрон в водородоподобном атоме. Энергетический спектр электрона. Квантовые числа: главное, орбитальное и магнитное орбитальное. Квантование атома водорода и водородоподобных ионов. Периодическая система элементов Д.И. Менделеева.</p> <p><i>Решение задач.</i></p> <p>Решение задач на определение главных термов элементов</p> <p>Периодическая система элементов Д.И. Менделеева.</p> <p><i>Лабораторные работы</i></p> <p>Обработка результатов по выполненной лабораторной работе, подготовка к защите работы.</p>	6	
<p><i>Теоретические вопросы</i></p> <p>Фазовое пространство. Функции распределения. Распределения Бозе-Эйнштейна и Ферми- Дирака. Вырожденный электронный газ в металлах. Ронятие о квантовой теории теплоемкости. Фотоны. Выводы квантовой теории электропроводности металлов. Сверхпроводимость. <i>Решение задач.</i></p> <p>Решение задач на элементы квантовой статистики.</p> <p><i>Лабораторные работы</i></p> <p>Обработка результатов по выполненной лабораторной работе, подготовка к защите работы.</p>	6	1-17
<p><i>Теоретические вопросы</i></p> <p>Исходные представления зонной теории твердых тел. Металлы, диэлектрики и полупроводники по зонной теории. Собственная проводимость полупроводников. Контакт двух металлов по зонной теории. Термоэлектрические явления. Контакт электронного и дырочного полупроводников.</p> <p><i>Лабораторные работы</i></p> <p>Обработка результатов по выполненной лабораторной работе, подготовка к защите работы.</p>	8	1-17

### **Образовательные технологии**

При реализации учебного материала курса используются различные образовательные технологии, способствующие созданию атмосферы свободной и творческой дискуссии как между преподавателем и студентами, так и в студенческой группе. Целью при этом является выработка у студентов навыков и компетенций, позволяющих самостоятельно вести исследовательскую и научно-педагогическую работу.

При изучении дисциплины применяются следующие образовательные технологии:

- классическое лекционное обучение с использованием наглядных пособий;
- проведение лекций при поддержке мультимедиа;
- проведение практических занятий с решением примеров у доски, а также при поддержке мультимедиа, самостоятельное решение задач обучающимися в присутствии преподавателя;
- проблемный подход;
- разноуровневое обучение;
- самостоятельное изучение дисциплины обучающимися при помощи учебных печатных и электронных изданий;

- информационно-коммуникационные технологии – в институте имеются специализированные помещения для самостоятельной работы, оборудованные персональными компьютерами с выходом в Интернет и с доступом к электронно-библиотечной системе;
- интерактивный глоссарий по теоретической механике;
- методические указания (в том числе в электронной форме) по различным разделам дисциплины.

Самостоятельная работа студентов проводится под руководством преподавателей, с оказанием консультаций и помощи при подготовке к контрольным работам, выполнении домашних заданий

### Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

№ п/п	Наименование контролируемых разделов (темы)	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Наименование оценочного средства
<b>Входной контроль</b>			
1	Входной контроль		Вопросы входного контроля (устно)
<b>Аттестация разделов, текущий контроль успеваемости</b>			
1	Квантовая физика	З-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, У-УКЕ-1, В-УКЕ-1, З-УКЕ-1, З-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1	Практические занятия Выполнение лабораторных работ Устный опрос в форме собеседования.
2	Физика твердого тела	З-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, У-УКЕ-1, В-УКЕ-1, З-УКЕ-1, З-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1	Практические занятия Выполнение лабораторных работ Устный опрос в форме собеседования.
<b>Промежуточная аттестация</b>			
1	Экзамен	З-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, У-УКЕ-1, В-УКЕ-1, З-УКЕ-1, З-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1	Вопросы к экзамену (устно)

**Входной контроль** предназначен для выявления пробелов в знаниях студентов и готовности их к получению новых знаний. Оценочные средства для входного контроля представляют собой вопросы, которые задаются студентам в устной форме.

### Вопросы к собеседованию

#### Математика

1. Вектор. Сложение векторов. Умножение вектора на число.
2. Проекция вектора на ось. Основные теоремы о проекциях.
3. Скалярное произведение двух векторов.
4. Векторное произведение двух векторов.
5. Прямоугольная декартова система координат. Полярная система координат. Цилиндрическая система координат. Формулы перехода от одной системы координат к другой.
6. Действия над векторами, заданными своими координатами.
7. Производная функции. Таблица производных.
8. Правила вычисления производной (постоянной величины, суммы, произведения, дроби, сложной функции, параметрически заданной функции).
9. Неопределенный интеграл. Таблица интегралов.

10. Основные свойства неопределенного интеграла (интеграл дифференциала, дифференциал интеграла, производная интеграла, интеграл суммы).
11. Определенный интеграл. Формула Ньютона-Лейбница.
12. Кратные интегралы.
13. Криволинейный интеграл 1-го и 2-го рода.
14. Дифференциальные уравнения. Порядок уравнения.
15. Общее решение (интеграл) обыкновенного дифференциального уравнения.
16. Частное решение обыкновенного дифференциального уравнения. Задача Коши. Теорема о существовании и единственности решения задачи Коши.
17. Основные виды дифференциальных уравнений и методы их решения.

### **Физика**

18. Система отсчета. Понятие скорости и ускорения точки.
19. Угловая скорость и угловое ускорение твердого тела.
20. Первый закон Ньютона. Инерциальные системы отсчета.
21. Второй закон Ньютона. Инертность материальных тел.
22. Третий закон Ньютона.
23. Неинерциальные системы отсчета. Силы инерции.
24. Закон всемирного тяготения. Сила тяжести и вес тела.
25. Трение. Сила трения. Закон Амонтона-Кулона.
26. Механическая система. Внешние и внутренние силы. Изолированная система.
27. Закон сохранения импульса.
28. Энергия, работа, мощность.
29. Закон сохранения энергии.
30. Удар абсолютно упругих и неупругих тел.
31. Момент инерции твердого тела относительно оси.
32. Закон сохранения момента импульса.
33. Деформации твердого тела. Закон Гука.
34. Давление в жидкости и газе. Закон Паскаля. Закон Архимеда.
35. Движение тел в жидкостях и газах. Лобовое сопротивление. Подъемная сила.

### **Шкала оценивания обучающегося на входном контроле**

<b>Требования к знаниям, умениям и навыкам обучающегося</b>	<b>Баллы рейтинговой оценки</b>
Обучающийся отлично владеет основными понятиями математики, физики, начертательной геометрии и инженерной графики, знает и умеет применять основные формулы и законы, может решать нестандартные задачи.	5
Обучающийся хорошо владеет большей частью основных понятий математики, физики, начертательной геометрии и инженерной графики, знает и умеет применять основные формулы и законы, владеет методикой решения типовых задач.	2-4
Обучающийся имеет удовлетворительный уровень знания математики, физики, начертательной геометрии и инженерной графики, знает основные формулы и законы, способен решать простейшие задачи.	1
Обучающийся практически не овладел значительной частью программного материала и не владеет важнейшими инструментами математики, физики и начертательной геометрии и инженерной графики, не умеет решать даже типовых задач.	0

### **Оценочные средства для текущего контроля**

#### **Вопросы к собеседованию по разделу 1**

1. Тепловое и люминесцентное излучения.
2. Характеристики теплового излучения.
3. Закон Кирхгофа. Выводы из закона.

4. Закон Стефана-Больцмана.
5. Законы Вина.
6. Формула Рэлея-Джинса. «Ультрафиолетовая катастрофа».
7. Закон излучения Планка.
8. Оптическая пирометрия.
9. Внешний фотоэффект. Законы Столетова для внешнего фотоэффекта.
10. Уравнения Эйнштейна для одно- и многофотонного фотоэффекта.
11. Внутренний фотоэффект.
12. Тормозное рентгеновское излучение. Обратный фотоэффект.
13. Корпускулярно-волновая двойственность света. Масса и импульс фотона.
14. Давление света.
15. Эффект Комптона (эксперимент, формула)
16. Вывод формулы эффекта Комптона.
17. Модель атома Резерфорда.
18. Спектральные закономерности для атома водорода.
19. Постулаты Бора. Формулы расчета радиуса орбиты и энергии электрона; первый боровский радиус; основное и возбужденное состояние электрона.
20. Энергия ионизации, определение частоты испускаемого или поглощаемого кванта. Схема энергетических уровней атома водорода.
21. Длина волны Де-Бройля.
22. Экспериментальные подтверждения гипотезы де-Бройля: опыты Дэвиссона и Джермера.
23. Экспериментальные подтверждения гипотезы де-Бройля: опыты Томсона и Тарковского; опыты Бибермана и др.
24. Понятие квантовой суперпозиции и смеси.
25. Опыт с двумя щелями для света и макрообъекта.
26. Опыт с двумя щелями для электрона.
27. Опыты с двумя щелями для фуллеренов.
28. Уравнение Шредингера.
29. Физический смысл и свойства пси-функции.
30. Частица в одномерной бесконечно глубокой потенциальной яме.

#### **Шкала оценивания обучающегося на собеседовании по разделу 1**

<b>Уровень освоения материала</b>	<b>Баллы рейтинговой оценки</b>
Теоретическое содержание дисциплины освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с материалом полностью сформированы. Обучающийся исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал, умеет тесно увязывать теорию с практикой, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий.	13-15
Теоретическое содержание дисциплины освоено практически полностью, обучающийся грамотно и по существу излагает материал, не допуская существенных неточностей, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.	10-13
Теоретическое содержание дисциплины освоено частично, обучающийся имеет знания только основного материала, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении материала, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, однако обучающийся испытывает затруднения при решении практических задач.	9-10
Теоретическое содержание дисциплины освоено частично, обучающийся допускает существенные ошибки, не видит взаимосвязи теории с практикой,	0-8

необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство предусмотренных рабочей программой дисциплины учебных заданий не выполнено. Необходима дополнительная самостоятельная работа над материалом курса.	
--	--

Усвоение знаний на практических занятиях по темам раздела 1 проверяется на контрольной работе по разделу.

### Типовая контрольная работа по разделу №1

1. Определить длину волны коротковолновой границы сплошного рентгеновского спектра, если скорость электронов, подлетающих к аноду трубки,  $v=0,90c$ , где  $c$ -скорость света. ( $\hbar=1,054 \cdot 10^{-34}$  Дж с)
2. Найти для водородоподобного иона  $He^+$  радиус первой боровской орбиты. ( $m_e=0,911 \cdot 10^{-30}$  кг)
3. Частица с массой  $m$  находится в двумерной прямоугольной потенциальной яме с абсолютно непроницаемыми стенками ( $0 < x < a$ ,  $0 < y < b$ ). Найти вероятность нахождения частицы с наименьшей энергией в области  $0 < x < a/3$ ,  $2b/3 < y < b$ . ( $e=1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл).

По разделу в рамках лабораторного практикума студент выполняет 4 лабораторные работы из перечня лабораторных работ.

### Требования к выполнению лабораторных работ

Лабораторный практикум выполняется в соответствии с графиком выполнения лабораторных работ. Объем лабораторного практикума по дисциплине составляет 16 часов, студенты выполняют 6 лабораторных работ. Каждая лабораторная работа выполняется бригадами в составе не более двух студентов. На первом, вводном занятии до студентов доводится содержание и календарный план проведения практикума, указывается число баллов, которое может набрать студент при выполнении лабораторного практикума в соответствии с действующей в вузе рейтинговой системой со 100-балльной шкалой оценок, проводится инструктаж по технике безопасности при выполнении работ с оформлением в соответствующем журнале. На этом же занятии преподаватель выдает задание к первой лабораторной работе. Студенты знакомятся с теорией, получают допуск к лабораторной работе и приступают к ее выполнению. На втором занятии студенты выполняют первую лабораторную работу. На третьем занятии студенты выполняют вторую лабораторную работу и осуществляют защиту первой лабораторной работы и т.д. Итоговое занятие завершает лабораторный практикум в целом.

Перед каждой лабораторной работой студент сдает краткий коллоквиум, отражающий уровень предварительной подготовки к выполнению работы. Коллоквиум проводится в виде устного собеседования с преподавателем.

В процессе выполнения работы студент:

изучает по литературным данным параметры и характеристики исследуемого прибора, обращая особое внимание на предельно эксплуатационные параметры;

- составляет план проведения эксперимента, оценивает интервал изменения измеряемых величин, выбирает количество характеристик, подлежащих измерению и число точек на кривых, обращая особое внимание на возможные не монотонности в их ходе, согласует план работы с преподавателем;

- изучает экспериментальную установку, собирает (если нужно) измерительную схему, знакомится с правилами эксплуатации всех её элементов;

- готовит установку к работе и проверяет правильность подготовки у преподавателя;

- включает нужные приборы и выполняет запланированный объем измерений, обращая внимание на воспроизводимость результатов. Все экспериментальные данные и показания приборов заносятся в рабочий журнал;

- проводит предварительную обработку результатов эксперимента и сравнивает их с ожидаемыми значениями. Предъявляет полученные данные преподавателю;

- выключает установку и сдает ее преподавателю.

Все данные, полученные в ходе работы, записываются в рабочий лабораторный журнал. Рабочий журнал по лабораторному практикуму ведется в отдельной тетради.

По каждой лабораторной работе в журнал заносятся:

- название работы;
- задание на выполнение работы;
- план работы;
- схема установки;
- первичные экспериментальные данные в виде таблиц без каких-либо пересчетов или преобразований;
- результаты предварительной обработки данных в объеме, необходимом для определения их полноты и надежности.

По окончании работы лабораторный журнал подписывается преподавателем.

По итогам каждой лабораторной работы оформляется отчет, который сдается преподавателю на следующем после выполнения данной работы занятии.

Отчет должен включать:

- краткое теоретическое введение, отражающее устройство, принцип действия и назначение исследуемого прибора;
- задание на выполнение работы;
- план проведения эксперимента;
- схему установки и ее краткое описание;
- результаты и их обсуждение, в том числе анализ погрешности эксперимента, методику обработки результатов;
- теоретические расчеты, анализ полученных данных и сравнение их с литературными;
- выводы;
- список использованной литературы.

## Раздел 2

### Вопросы к собеседованию по разделу 2

31. Квантование модуля момента импульса.
32. Правило сложения модулей моментов.
33. Результаты квантовой механики для одномерного гармонического осциллятора.
34. Виды связей.
35. Символы термов с случае  $LS$ -связи.
36. Собственный механический и магнитный моменты электрона.
37. Магнетон Бора.
38. Магнитный момент атома.
39. Множитель Ланде.
40. Эффект Зеемана.
41. Принцип Паули.
42. Заполнение электронных оболочек атома.
43. Электронные конфигурации.
44. Схема энергетических уровней двухатомной молекулы в гармоническом приближении.
45. Теплоемкость кристаллической решетки.
46. Модель Эйнштейна.
47. Модель Дебая.
48. Фононы.
49. Распределение Бозе-Эйнштейна.
50. Модель свободных электронов.
51. Число состояний с энергией в интервале  $dE$ .
52. Распределение Ферми-Дирака.
53. Химический потенциал.
54. Энергия Ферми свободных электронов в кристалле.
55. Энергетические зоны в кристаллах.
56. Диэлектрики, металлы, полупроводники.
57. Собственные и примесные полупроводники.
58. Электронная и дырочная проводимость.

## Шкала оценивания обучающегося на собеседовании по разделу 2

Уровень освоения материала	Баллы рейтинговой оценки
Теоретическое содержание дисциплины освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с материалом полностью сформированы. Обучающийся исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал, умеет тесно увязывать теорию с практикой, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий.	13-15
Теоретическое содержание дисциплины освоено практически полностью, обучающийся грамотно и по существу излагает материал, не допуская существенных неточностей, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.	10-13
Теоретическое содержание дисциплины освоено частично, обучающийся имеет знания только основного материала, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении материала, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, однако обучающийся испытывает затруднения при решении практических задач.	9-10
Теоретическое содержание дисциплины освоено частично, обучающийся допускает существенные ошибки, не видит взаимосвязи теории с практикой, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство предусмотренных рабочей программой дисциплины учебных заданий не выполнено. Необходима дополнительная самостоятельная работа над материалом курса.	0-8

Усвоение знаний на практических занятиях по темам раздела 1 проверяется на контрольной работе по разделу.

### Типовая контрольная работа по разделу №2

1. Возбужденный атом имеет электронную конфигурацию  $1s^2 2s^2 2p^3 d$ . Определить полное число возможных состояний.
2. Газ из атомов в состоянии  $^2D_{3/2}$  поместили в постоянное магнитное поле  $B$  и пропускают через него электромагнитные волны с частотой  $\nu = 2,8 \cdot 10^9$  Гц. При каком значении магнитной индукции  $B$  возникнет резонансное поглощение энергии.
3. Для тяжелых элементов поправка в законе Мозли, связанная с экранированием ядра, значительно отличается от единицы даже для K-линий. Вычислите эту поправку для олова ( $Z=50$ ), если длина волны  $K_\alpha$  линии  $\lambda = 0,492 \text{ \AA}$ .

По разделу в рамках лабораторного практикума студент выполняет 3 лабораторные работы из перечня лабораторных работ.

### Оценочные средства для промежуточной аттестации Вопросы к экзамену

1. Тепловое и люминесцентное излучения.
2. Характеристики теплового излучения.
3. Закон Кирхгофа. Выводы из закона.
4. Закон Стефана-Больцмана.
5. Законы Вина.
6. Формула Рэлея-Джинса. «Ультрафиолетовая катастрофа».
7. Закон излучения Планка.
8. Оптическая пирометрия.
9. Внешний фотоэффект. Законы Столетова для внешнего фотоэффекта.

10. Уравнения Эйнштейна для одно- и многофотонного фотоэффекта.
11. Внутренний фотоэффект.
12. Тормозное рентгеновское излучение. Обратный фотоэффект.
13. Корпускулярно-волновая двойственность света. Масса и импульс фотона.
14. Давление света.
15. Эффект Комптона (эксперимент, формула)
16. Вывод формулы эффекта Комптона.
17. Модель атома Резерфорда.
18. Спектральные закономерности для атома водорода.
19. Постулаты Бора. Формулы расчета радиуса орбиты и энергии электрона; первый боровский радиус; основное и возбужденное состояние электрона.
20. Энергия ионизации, определение частоты испускаемого или поглощаемого кванта. Схема энергетических уровней атома водорода.
21. Длина волны Де-Бройля.
22. Экспериментальные подтверждения гипотезы де-Бройля: опыты Дэвиссона и Джермера.
23. Экспериментальные подтверждения гипотезы де-Бройля: опыты Томсона и Тарковского; опыты Бибермана и др.
24. Понятие квантовой суперпозиции и смеси.
25. Опыт с двумя щелями для света и макрообъекта.
26. Опыт с двумя щелями для электрона.
27. Опыты с двумя щелями для фуллеренов.
28. Уравнение Шредингера.
29. Физический смысл и свойства пси-функции.
30. Частица в одномерной бесконечно глубокой потенциальной яме.
31. Квантование модуля момента импульса.
32. Правило сложения модулей моментов.
33. Результаты квантовой механики для одномерного гармонического осциллятора.
34. Виды связей.
35. Символы термов с случае  $LS$ -связи.
36. Собственный механический и магнитный моменты электрона.
37. Магнетон Бора.
38. Магнитный момент атома.
39. Множитель Ланде.
40. Эффект Зеемана.
41. Принцип Паули.
42. Заполнение электронных оболочек атома.
43. Электронные конфигурации.
44. Схема энергетических уровней двухатомной молекулы в гармоническом приближении.
45. Теплоемкость кристаллической решетки.
46. Модель Эйнштейна.
47. Модель Дебая.
48. Фононы.
49. Распределение Бозе-Эйнштейна.
50. Модель свободных электронов.
51. Число состояний с энергией в интервале  $dE$ .
52. Распределение Ферми-Дирака.
53. Химический потенциал.
54. Энергия Ферми свободных электронов в кристалле.
55. Энергетические зоны в кристаллах.
56. Диэлектрики, металлы, полупроводники.
57. Собственные и примесные полупроводники.
58. Электронная и дырочная проводимость.

#### Шкала оценивания обучающегося на экзамене

Уровень освоения материала	Оценка (стандартн	Баллы рейтинговой
----------------------------	----------------------	----------------------



	ая)	<b>оценки</b>
Теоретическое содержание дисциплины освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с материалом полностью сформированы. Обучающийся исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал, умеет тесно увязывать теорию с практикой, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий.	Отлично	36-40
Теоретическое содержание дисциплины освоено практически полностью, обучающийся грамотно и по существу излагает материал, не допуская существенных неточностей, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.	Хорошо	31-35
Теоретическое содержание дисциплины освоено частично, обучающийся имеет знания только основного материала, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении материала, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, однако обучающийся испытывает затруднения при решении практических задач.	Удовлетворительно	24-30
Теоретическое содержание дисциплины освоено частично, обучающийся допускает существенные ошибки, не видит взаимосвязи теории с практикой, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство предусмотренных рабочей программой дисциплины учебных заданий не выполнено. Необходима дополнительная самостоятельная работа над материалом курса.	Не Удовлетворительно	0-23

**Баллы (итоговой рейтинговой оценки) по дисциплине «Атомная физика»:**

Баллы (итоговой рейтинговой оценки)	Требования к знаниям
100-85	Ответы на поставленные вопросы полные, четкие и развернутые. Решения задач логичны, доказательны и демонстрируют аналитические и творческие способности студента.
84-70	Даются полные ответы на поставленные вопросы. Показано умение выделять причинно-следственные связи. При решении задач допущены незначительные ошибки, исправленные с помощью «наводящих» вопросов преподавателя.
69-60	Ответы на вопросы и решения поставленных задач недостаточно полные. Логика и последовательность в решении задач имеют нарушения. В ответах отсутствуют выводы.

Студент, получивший менее 60% от максимального балла за раздел дисциплины или промежуточную аттестацию, считается неаттестованным по данной дисциплине.

**Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины**

Основная литература:

1. Бодунов, Е. Н. Базовый курс физики: механика, молекулярная физика, электростатика, постоянный электрический ток, магнетизм, волновая оптика, элементы квантовой механики,

атомной и ядерной физики: учебник / Е. Н. Бодунов. — Санкт-Петербург : ПГУПС, 2020. — 319 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/156026/#1>

2. Дырдин, В. В. Физика. Квантовая физика. Квантовая механика и атомная физика : учебное пособие / В. В. Дырдин, Т. Л. Ким, С. А. Шепелева. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2018. — 182 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/115114/#1>

3. Зисман, Г. А. Курс общей физики : учебное пособие : в 3 томах / Г. А. Зисман, О. М. Тодес. — 7-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, [б. г.]. — Том 3 : Оптика. Физика атомов и молекул. Физика атомного ядра и микрочастиц — 2019. — 504 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/115202/#2>

4. Савельев, И. В. Курс общей физики : учебное пособие : в 3 томах / И. В. Савельев. — 13-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, [б. г.]. — Том 3 : Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц — 2019. — 320 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/123463/#4> .

#### Дополнительная литература:

7. Александров, Б. Л. Роль фотонов в физических и химических явлениях : учебное пособие / Б. Л. Александров, М. Б. Родченко, А. Б. Александров ; под редакцией Б. Л. Александрова. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 404 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/130152/#1>

8. Калашников, Н. П. Общая физика. Сборник заданий и руководство к решению задач : учебное пособие / Н. П. Калашников, С. С. Муравьев-Смирнов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 524 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/130574/#519>

9. Практикум по решению задач по общему курсу физики. Основы квантовой физики. Строение вещества. Атомная и ядерная физика : учебное пособие / Н. П. Калашников, Н. М. Кожевников, Т. В. Котырло, Г. Г. Спирын ; под редакцией Н. П. Калашникова. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 240 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/49468/#2>

#### Учебно-методические пособия

10. Исследование теплового излучения абсолютно черного тела [Текст] : метод. указ. к вып. лаб. раб. по дисц. "Атомная физика" для студ. спец. 14.05.02 "Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг" очной формы обуч. / сост. Чернова Н. М. - Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ, 2019. - 16 с.

11. Измерение температуры раскаленных тел с помощью оптического пирометра [Текст] : метод. указ. к вып. лаб. раб. по дисц. "Атомная физика" для студ. спец. 14.05.02 "Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг" очной формы обуч. / сост. Чернова Н. М. - Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ, 2019. - 20 с.

12. Изучение законов внешнего фотоэффекта и определение постоянной Планка [Текст] : метод. указ. к вып. лаб. раб. по дисц. "Атомная физика" для студ. спец. 14.05.02 "Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг" очной формы обуч. / сост. Чернова Н. М. - Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ, 2019. - 20 с.

13. Изучение спектра атома водорода и определение постоянной Ридберга [Текст]: метод. указ. к вып. лаб. раб. по дисц. "Физика" для студ. техн., строит. спец. и напр. подгот. всех форм обуч. / сост. Подгорнов А. А. - Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ, 2019. - 20 с.

14. Определение резонансного потенциала методом Франка и Герца [Текст] : метод. указ. к вып. лаб. раб. по дисц. "Атомная физика" для студ. спец. 14.05.02 "Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг" очной формы обуч. / сост. Чернова Н. М. - Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ, 2019. - 20 с.

15. Изучение эффекта Холла в полупроводниках [Текст]: метод. указ. к вып. лаб. раб. по дисц. "Физика" для студ. техн., строит. спец. и напр. подгот. всех форм обуч. / сост. Подгорнов А. А. - Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ, 2019. - 20 с.

16. Определение удельного заряда электрона методом магнетрона [Текст] : метод. указ. к вып. лаб. раб. по дисц. "Ядерная физика" для студ. спец. 14.05.02 "Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг" очной формы обуч. / сост. Чернова Н. М. - Балаково : БИТИ НИЯУ МИФИ, 2019. - 16 с.

17. Изучение p-n перехода [Текст] : метод. указ. к вып. лаб. раб. по дисц. "Атомная физика" для студ. спец. 14.05.02 "Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг" очной формы обуч. / сост. Чернова Н. М. (В апробации).

## **Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины**

Лекционные и практические занятия проводятся в учебной аудитории, оборудованной видеопроектором, экраном, персональным компьютером и динамиками.

Лабораторные занятия проводятся в лаборатории «Атомная физика», оснащенной лабораторным оборудованием для выполнения всех лабораторных работ согласно перечня лабораторных работ.

Для самостоятельной работы обучающихся имеются специализированные помещения, оборудованные персональными компьютерами с выходом в Интернет и с доступом к электронно-библиотечной системе, электронной библиотеке и электронной информационно-образовательной среде вуза, а также к другим библиотечным фондам.

## **Учебно-методические рекомендации для студентов**

### **1. Указания для прослушивания лекций**

Перед началом занятий внимательно ознакомиться с учебным планом проведения лекций и списком рекомендованной литературы.

Перед посещением очередной лекции освежить в памяти основные концепции пройденного ранее материала. Подготовить при необходимости вопросы преподавателю. Не надо опасаться, что вопросы могут быть простыми.

На лекции основное внимание следует уделять не формулам и математическим выкладкам, а содержанию изучаемых вопросов, определениям и постановкам задач.

В процессе изучения лекционного курса необходимо по возможности часто возвращаться к основным понятиям и методам решения задач (здесь возможен выборочный контроль знаний студентов).

Желательно использовать конспекты лекций, в которых используется принятая преподавателем система обозначений.

Для более подробного изучения курса следует работать с рекомендованными литературными источниками и вновь появляющимися источниками.

### **2. Указания для участия в практических занятиях**

Перед посещением практического занятия уяснить тему занятия и самостоятельно изучить связанные с ней понятия и методы решения задач.

Перед решением задач активно участвовать в обсуждении с преподавателем основных понятий, связанных с темой практического занятия.

В процессе решения задач вести дискуссию с преподавателем о правильности применения методов их решения.

По возможности самостоятельно доводить решение предлагаемых задач до окончательного итога.

В конце практического занятия при необходимости выяснить у преподавателя неясные вопросы.

Основные результаты выполнения работы необходимо распечатать.

### **3. Указания для выполнения лабораторных работ**

Соблюдать требования техники безопасности, для чего прослушать необходимые разъяснения о правильности поведения в лаборатории.

Перед выполнением лабораторной работы провести самостоятельно подготовку к работе изучив основные теоретические положения, знание которых необходимо для осмысленного выполнения работы.

В процессе выполнения работы следует постоянно общаться с преподавателем, не допуская по возможности неправильных действий.

Основные результаты экспериментов необходимо зафиксировать в письменном виде.

При сдаче зачета по работе подготовить отчет о проделанной работе, где должны быть отражены основные результаты и выводы.

### **4. Указания для выполнения самостоятельной работы**

Получить у преподавателя задание и список рекомендованной литературы. Изучение теоретических вопросов следует проводить по возможности самостоятельно, но при затруднениях обращаться к преподавателю.

Подготовить письменный отчет о проделанной работе.

При выполнении фронтальных заданий по усмотрению преподавателя работа может быть оценена без письменного отчета на основе ответов на контрольные вопросы, при условии активной самостоятельной работы.

Подготовить ответы на контрольные вопросы.

### **Методические рекомендации для преподавателей**

#### **1. Указания для проведения лекций**

На первой вводной лекции сделать общий обзор содержания курса и отметить новые методы и подходы к решению задач, рассматриваемых в курсе, довести до студентов требования кафедры, ответить на вопросы.

При подготовке к лекционным занятиям необходимо продумать план его проведения, содержание вступительной, основной и заключительной части лекции, ознакомиться с новинками учебной и методической литературы, публикациями периодической печати по теме лекционного занятия. Уточнить план проведения практического занятия по теме лекции. Перед изложением текущего лекционного материала напомнить об основных итогах, достигнутых на предыдущих лекциях. С этой целью задать несколько вопросов аудитории и осуществить выборочный контроль знания студентов.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия. Раскрывая содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов.

Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя, категориальный аппарат. В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного практического занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к практическому занятию. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить с докладами и рефератами.

На последней лекции уделить время для обзора наиболее важных положений, рассмотренных в курсе.

#### **2. Указания для проведения практических занятий**

Четко обозначить тему практического занятия.

Обсудить основные понятия, связанные с темой занятия.

В процессе решения задач вести дискуссию со студентами о правильности применения теоретических знаний.

Отмечать студентов, наиболее активно участвующих в решении задач и дискуссиях.

В конце практического занятия задать аудитории несколько контрольных вопросов.

#### **3. Указания для проведения лабораторных занятий**

Соблюдать требования техники безопасности и проводить необходимые разъяснения о правильности поведения в лаборатории.

Перед выполнением лабораторной работы проверить степень готовности студентов, напомнить и обсудить основные теоретические положения, знание которых необходимо для осмысленного выполнения работ.

В процессе выполнения работы следует постоянно общаться со студентами, не допуская по возможности их неправильных действий.

Требовать, чтобы основные результаты экспериментов были зафиксированы студентами в письменном виде.

При приеме зачета по работе требовать отчет о проделанной работе, где должны быть отражены основные результаты и выводы.

#### 4. Указания по контролю самостоятельной работы студентов

По усмотрению преподавателя задание на самостоятельную работу может быть индивидуальным или фронтальным.

При использовании индивидуальных заданий требовать от студента письменный отчет о проделанной работе.

При применении фронтальных заданий вести коллективные обсуждения со студентами основных теоретических положений.

С целью контроля качества выполнения самостоятельной работы требовать индивидуальные отчеты (допустимо вместо письменного отчета применять индивидуальные контрольные вопросы).

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС НИЯУ МИФИ и учебным планом основной образовательной программы по специальности 14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг

Рабочую программу составил профессор Чернова Н.М.

Рецензент: доцент Барановская Л.В.

Программа одобрена на заседании УМКС 14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг.

Председатель учебно-методической комиссии Ефремова Т. А.