

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 «Общая физика (молекулярная физика и основы  
статистической термодинамики)»

#### **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

Балаково

## **Цель освоения дисциплины:**

- формирование навыков и приемов научного метода познания;
- обеспечение необходимого уровня знаний для усвоения смежных общетеоретических и специальных курсов;

- выработка творческого подхода к решению научно-технических задач и проблем, с которыми будущему специалисту придется столкнуться на производстве.

Задачи изучения дисциплины:

- создание у студентов основ достаточно широкой теоретической подготовки в области физики, позволяющей ориентироваться в потоке научной, технической информации и обеспечивающей им возможность использования новых физических принципов в тех областях техники, в которых они специализируются;

- формирование у студентов научного мышления, в частности, правильности понимания границ применимости различных физических понятий, законов, теорий и умений оценивать степени достоверности результатов, полученных с помощью экспериментальных или математических методов исследования;

- усвоение основных физических законов и явлений классической и современной физики, методов физического исследования;

- выработка у студентов приемов и навыков решения конкретных задач из разных областей физики, помогающих в дальнейшем студентам решать практические задачи.

- ознакомление студентов с современной аппаратурой, вычислительной техникой и выработка начальных навыков проведения научных исследований.

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

Изучение дисциплины «Общая физика (молекулярная физика и основы статистической термодинамики)» требует основных компетенций, знаний, умений и навыков обучающегося, сформировавшихся при обучении в школе по дисциплинам: математика; физика; химия.

Дисциплина «Общая физика (молекулярная физика и основы статистической термодинамики)» базируется на дисциплинах: Математический анализ; Аналитическая геометрия; Общая физика (механика); Информатика.

В ходе изучения дисциплины «Общая физика (молекулярная физика и основы статистической термодинамики)» обучающийся получает знания, умения и навыки, которые являются базовыми для изучения основных дисциплин, формирующих компетентностную модель выпускника и профиль подготовки.

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

В процессе освоения данной дисциплины у студента формируются следующие компетенции:

Общепрофессиональные

Код компетенции	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения
ОПК-1	Способен использовать базовые знания естественнонаучных	3-ОПК-1 Знать: базовые законы естественнонаучных дисциплин; основные математические законы; основные физические явления, процессы, законы и

	дисциплин профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.	в и 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
--	--	-------	--

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

### 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 культуры исследовательской и инженерной деятельности (B16)	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 во 2-ом семестре. Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 ак. часа.

### Календарный план

№ Р а з д е л а	№ Т е м ы	Наименование раздела (темы) дисциплины	Виды учебной деятельности (час.)					Аттестация раздела (форма)	Макси- мальный балл за раздел
			Всего	Лекции	Лабораторные	Практические	СРС		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

2 семестр									
1	1.1	Атомно-молекулярное строение вещества. Элементы теории вероятности.	20	4	2	6	8	T1	25
	1.2	Статистическая физика и феноменологическая термодинамика.	18	4	-	6	8		
	1.3	Политропические процессы. Ван-дер-Ваальсовский газ.	22	4	4	6	8		
2	2.1	Распределение Максвелла.	18	4	-	6	8	T2	25
	2.2	Распределение Больцмана.	18	4	-	6	8		
	2.3	Энтропия и второе начало термодинамики.	22	4	4	6	8		
	2.4	Кристаллическое состояние вещества. Жидкое состояние вещества.	22	4	4	4	10		
	2.5	Фазовые равновесия и превращения.	18	2	-	4	12		
	2.6	Явления переноса.	22	2	2	4	14		
		<b>Итого за 2 семестр</b>	<b>180/36</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>48/32</b>	<b>84</b>		
Вид промежуточной аттестации								Экзамен	<b>50</b>

\* - сокращенное наименование формы контроля

\*\* - сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращенное наименование форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
Т	Тестирование
Э	Экзамен

### Содержание лекционного курса

Темы лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3
<p>Элементы теории вероятности. Атомно-молекулярное строение вещества. Массы и размеры молекул. Оценка числа молекул в единице объема и межмолекулярных расстояний. Энергия взаимодействия молекул как функция расстояния между ними. Макроскопическая система. Подсистема. Динамический подход к описанию макроскопической системы. Микросостояние (на примере одноатомного газа). Макроскопические параметры: число частиц, объем, внутренняя энергия.</p> <p>Хаотичность движения молекул и флуктуации макроскопических параметров подсистемы.</p> <p>Статистический ансамбль. Определение вероятности с помощью</p>	4	<p>ОИ [1-4] ДИ [5-14] ИР [15-18]</p>

статистического ансамбля. Функция распределения. Свойства вероятности. Условие нормировки. Теоремы сложения и умножения вероятностей. Вычисление средних и их свойства.		
<p>Статистическая физика и феноменологическая термодинамика. Термодинамические величины как средние значения макроскопических параметров.</p> <p>Макроскопическое состояние. Равновесное состояние. Время релаксации. Квазистатистический процесс.</p> <p>Вычисление термодинамических величин с помощью функции распределения. Число ударов молекул газа о стенку сосуда. Давление идеального газа на стенку.</p> <p>Внутренняя энергия газа. Работа. Количество теплоты. Первое начало термодинамики.</p> <p>Экспериментальное уравнение состояния идеального газа. Постоянная Больцмана. Средняя энергия поступательного движения молекул. Температура и ее физический смысл. Число степеней свободы многоатомной молекулы. Энергия многоатомной молекулы в гармоническом приближении. Классический закон равнораспределения энергии по степеням свободы.</p> <p>Теплоемкость идеального газа при постоянном объеме и при постоянном давлении. Уравнение адиабаты идеального газа.</p>	4	ОИ [1-4] ДИ [5-14] ИР [15-18]
Политропические процессы. Ван-дер-Ваальсовский газ. Уравнение политропы идеального газа. Работа, совершаемая идеальным газом при различных процессах. Ван-дер-Ваальсовский газ. Внутренняя энергия. Уравнение состояния.	4	ОИ [1-4] ДИ [5-14] ИР [15-18]
Распределение Максвелла. Функция распределения для составляющих скорости и модуля скорости молекул. Средняя арифметическая, средняя квадратичная и наиболее вероятная скорости молекул. Опыты Ламмерта и Штерна.	4	
Распределение Больцмана. Распределение молекул в поле сил тяжести. Барометрическая формула. Распределение Больцмана в случае дискретного энергетического спектра. Опыты Перрена. Распределение Максвелла-Больцмана.	4	
<p>Энтропия и второе начало термодинамики. Макро- и микросостояния. Статистический вес. Вероятностная интерпретация статистического веса. Энтропия и ее основные свойства. Второе начало термодинамики. Статистическая интерпретация второго начала термодинамики. Природа необратимых процессов. Теорема Нернста.</p> <p>Энтропия идеального газа. Коэффициент полезного действия тепловой машины. Связь между приращением энтропии и получаемой системой теплотой. Неравенство Клаузиуса. Энтропия идеального газа. Коэффициент полезного действия (КПД) тепловой машины. Формулировки Клаузиуса и Кельвина второго начала термодинамики. Цикл Карно. КПД цикла Карно. Теорема Карно.</p>	4	

Кристаллическое состояние вещества. Жидкое состояние вещества. Кристаллическая решетка. Физические типы кристаллических решеток. Теплоемкость кристаллов. Закон Дюлонга и Пти. Квазикристаллическая структура жидкостей. Поверхностное натяжение. Свободная энергия. Капиллярное давление. Явления на границе жидкости и твердого тела. Смачивание. Капиллярные явления.	4	
Фазовые равновесия и превращения. Равновесие фаз. Испарение и конденсация. Плавление и кристаллизация. Приращение энтропии при испарении и плавлении. Равновесие жидкости и насыщенного пара. Критическое состояние. Пересыщенный пар и перегретая жидкость. Аморфные тела. Уравнение Клайперона-Клаузиуса. Тройная точка.	2	
Явления переноса. Эмпирические законы вязкости, теплопроводности и диффузии. Средняя длина свободного пробега молекул. Эффективное сечение взаимодействия молекул. Газокинетический вывод уравнений вязкости, теплопроводности и диффузии для газов. Трение и теплопроводность в ультраразреженных газах. Циклические ускорители. Бетатрон. Циклотрон. Фазотрон.	2	
<b>Итого</b>	32	

### Перечень практических занятий

Тема практического занятия. Вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3
Элементы теории вероятности. Атомно-молекулярное строение вещества. Массы и размеры молекул. Оценка числа молекул в единице объема и межмолекулярных расстояний. Энергия взаимодействия молекул как функция расстояния между ними. Макроскопическая система. Подсистема. Динамический подход к описанию макроскопической системы. Микросостояние (на примере одноатомного газа). Макроскопические параметры: число частиц, объем, внутренняя энергия. Хаотичность движения молекул и флуктуации макроскопических параметров подсистемы. Статистический ансамбль. Определение вероятности с помощью статистического ансамбля. Функция распределения. Свойства вероятности. Условие нормировки. Теоремы сложения и умножения вероятностей. Вычисление средних и их свойства.	6	ОИ [1-4] ДИ [5-14] ИР [15-18]
Статистическая физика и феноменологическая термодинамика. Термодинамические величины как средние значения макроскопических параметров. Макроскопическое состояние. Равновесное состояние. Время релаксации. Квазистатический процесс. Вычисление термодинамических величин с помощью функции распределения. Число ударов молекул газа о стенку	6	

сосуда. Давление идеального газа на стенку. Внутренняя энергия газа. Работа. Количество теплоты. Первое начало термодинамики. Экспериментальное уравнение состояния идеального газа. Постоянная Больцмана. Средняя энергия поступательного движения молекул. Температура и ее физический смысл. Число степеней свободы многоатомной молекулы. Энергия многоатомной молекулы в гармоническом приближении. Классический закон равнораспределения энергии по степеням свободы. Теплоемкость идеального газа при постоянном объеме и при постоянном давлении. Уравнение адиабаты идеального газа.		
Политропические процессы. Ван-дер-Ваальсовский газ. Уравнение политропы идеального газа. Работа, совершаемая идеальным газом при различных процессах. Ван-дер-Ваальсовский газ. Внутренняя энергия. Уравнение состояния.	6	
Распределение Максвелла. Функция распределения для составляющих скорости и модуля скорости молекул. Средняя арифметическая, средняя квадратичная и наиболее вероятная скорости молекул. Опыты Ламмерта и Штерна.	6	
Распределение Больцмана. Распределение молекул в поле сил тяжести. Барометрическая формула. Распределение Больцмана в случае дискретного энергетического спектра. Опыты Перрена. Распределение Максвелла-Больцмана.	6	
Энтропия и второе начало термодинамики. Макро- и микросостояния. Статистический вес. Вероятностная интерпретация статистического веса. Энтропия и ее основные свойства. Второе начало термодинамики. Статистическая интерпретация второго начала термодинамики. Природа необратимых процессов. Теорема Нернста. Энтропия идеального газа. Коэффициент полезного действия тепловой машины. Связь между приращением энтропии и получаемой системой теплотой. Неравенство Клаузиуса. Энтропия идеального газа. Коэффициент полезного действия (КПД) тепловой машины. Формулировки Клаузиуса и Кельвина второго начала термодинамики. Цикл Карно. КПД цикла Карно. Теорема Карно.	6	
Кристаллическое состояние вещества. Жидкое состояние вещества. Кристаллическая решетка. Физические типы кристаллических решеток. Теплоемкость кристаллов. Закон Дюлонга и Пти. Квазикристаллическая структура жидкостей. Поверхностное натяжение. Свободная энергия. Капиллярное давление. Явления на границе жидкости и твердого тела. Смачивание. Капиллярные явления.	4	ОИ [1-4] ДИ [5-14] ИР [15-18]
Фазовые равновесия и превращения. Равновесие фаз. Испарение и конденсация. Плавление и кристаллизация. Приращение энтропии при испарении и плавлении. Равновесие жидкости и насыщенного пара. Критическое состояние. Пересыщенный пар и перегретая жидкость. Аморфные тела. Уравнение Клайперона-Клаузиуса. Тройная точка.	4	
Явления переноса. Эмпирические законы вязкости, теплопроводности и диффузии. Средняя длина свободного пробега молекул. Эффективное сечение взаимодействия молекул.	4	



Газокинетический вывод уравнений вязкости, теплопроводности и диффузии для газов. Трение и теплопроводность в ультраразреженных газах. Циклические ускорители. Бетатрон. Циклотрон. Фазотрон.		
Итого	48	

### Перечень лабораторных работ

Наименование лабораторной работы. Задания, вопросы, отрабатываемые на лабораторном занятии	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3
Лабораторная работа 1. Определение отношения $C_p/C_v$ методом акустического резонанса.	2	ОИ [1-4] ДИ [5-14] ИР [15-18]
Лабораторная работа 2. Измерение коэффициента теплопроводности воздуха	2	
Лабораторная работа 3. Определение коэффициента вязкости воздуха.	2	
Лабораторная работа 4. Изучение зависимости давления насыщенных паров жидкости от температуры и определение теплоты парообразования	2	
Лабораторная работа 5. Определение изменения энтропии воздуха статистическим и термодинамическим способами.	2	ОИ [1-4] ДИ [5-14] ИР [15-18]
Лабораторная работа 6. Определение теплоемкости металлов методом электрического нагрева.	2	
Лабораторная работа 7. Определение коэффициента поверхностного натяжения жидкости.	2	
Лабораторная работа 8. Определение отношения $C_p/C_v$ для воздуха методом Клемана-Дезорма.	2	
Итого	16	

### Задания для самостоятельной работы студентов

Вопросы для самостоятельного изучения (задания)	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3
Элементы теории вероятности. Атомно-молекулярное строение вещества. Массы и размеры молекул. Оценка числа молекул в единице объема и межмолекулярных расстояний. Энергия взаимодействия молекул как функция расстояния между ними. Макроскопическая система. Подсистема. Динамический подход к описанию макроскопической системы. Микросостояние (на примере одноатомного газа). Макроскопические параметры: число частиц, объем, внутренняя энергия. Хаотичность движения молекул и флуктуации макроскопических параметров подсистемы. Статистический ансамбль. Определение вероятности с помощью статистического ансамбля. Функция распределения. Свойства вероятности. Условие нормировки. Теоремы сложения и умножения	8	ОИ [1-4] ДИ [5-14] ИР [15-18]

вероятностей. Вычисление средних и их свойства.		
<p>Статистическая физика и феноменологическая термодинамика. Термодинамические величины как средние значения макроскопических параметров.</p> <p>Макроскопическое состояние. Равновесное состояние. Время релаксации. Квазистатистический процесс.</p> <p>Вычисление термодинамических величин с помощью функции распределения. Число ударов молекул газа о стенку сосуда. Давление идеального газа на стенку.</p> <p>Внутренняя энергия газа. Работа. Количество теплоты. Первое начало термодинамики.</p> <p>Экспериментальное уравнение состояния идеального газа. Постоянная Больцмана. Средняя энергия поступательного движения молекул. Температура и ее физический смысл. Число степеней свободы многоатомной молекулы. Энергия многоатомной молекулы в гармоническом приближении. Классический закон равнораспределения энергии по степеням свободы. Теплоемкость идеального газа при постоянном объеме и при постоянном давлении. Уравнение адиабаты идеального газа.</p>	8	
<p>Политропические процессы. Ван-дер-Ваальсовский газ. Уравнение политропы идеального газа. Работа, совершаемая идеальным газом при различных процессах. Ван-дер-Ваальсовский газ. Внутренняя энергия. Уравнение состояния.</p>	8	
<p>Распределение Максвелла. Функция распределения для составляющих скорости и модуля скорости молекул. Средняя арифметическая, средняя квадратичная и наиболее вероятная скорости молекул. Опыты Ламмерта и Штерна.</p>	8	
<p>Распределение Больцмана. Распределение молекул в поле сил тяжести. Барометрическая формула. Распределение Больцмана в случае дискретного энергетического спектра. Опыты Перрена. Распределение Максвелла-Больцмана.</p>	8	
<p>Энтропия и второе начало термодинамики. Макро- и микросостояния. Статистический вес. Вероятностная интерпретация статистического веса. Энтропия и ее основные свойства. Второе начало термодинамики. Статистическая интерпретация второго начала термодинамики. Природа необратимых процессов. Теорема Нернста.</p> <p>Энтропия идеального газа. Коэффициент полезного действия тепловой машины. Связь между приращением энтропии и получаемой системой теплотой. Неравенство Клаузиуса. Энтропия идеального газа. Коэффициент полезного действия (КПД) тепловой машины. Формулировки Клаузиуса и Кельвина второго начала термодинамики. Цикл Карно. КПД цикла Карно. Теорема Карно.</p>	8	ОИ [1-4] ДИ [5-14] ИР [15-18]
<p>Кристаллическое состояние вещества. Жидкое состояние вещества. Кристаллическая решетка. Физические типы кристаллических решеток. Теплоемкость кристаллов. Закон Дюлонга и Пти.</p> <p>Квазикристаллическая структура жидкостей.</p> <p>Поверхностное натяжение. Свободная энергия. Капиллярное давление. Явления на границе жидкости и твердого тела. Смачивание. Капиллярные явления.</p>	10	

Фазовые равновесия и превращения. Равновесие фаз. Испарение и конденсация. Плавление и кристаллизация. Приращение энтропии при испарении и плавлении. Равновесие жидкости и насыщенного пара. Критическое состояние. Пересыщенный пар и перегретая жидкость. Аморфные тела. Уравнение Клайперона-Клаузиуса. Тройная точка.	12	
Явления переноса. Эмпирические законы вязкости, теплопроводности и диффузии. Средняя длина свободного пробега молекул. Эффективное сечение взаимодействия молекул. Газокинетический вывод уравнений вязкости, теплопроводности и диффузии для газов. Трение и теплопроводность в ультраразреженных газах. Циклические ускорители. Бетатрон. Циклотрон. Фазотрон.	14	
<b>Итого</b>	<b>84</b>	

**Расчетно-графическая работа не предусмотрена учебным планом**

**Курсовая работа не предусмотрена учебным планом**

### **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.

В соответствии с требованиями образовательного стандарта НИЯУ МИФИ по специальности 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг» реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий:

- 1) разбор конкретных ситуаций при решении задач по контрольным заданиям;
- 2) разбор конкретных ситуаций при проведении лекционных занятий, в том числе в форме коллоквиумов;
- 3) внеаудиторную работу в рамках текущих внеаудиторных консультаций с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, соответствует рабочему учебному плану: 36 часов – практические занятия

Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине «Общая физика (молекулярная физика и основы статистической термодинамики)»:

активная работа с современными пакетами прикладных программ для обработки результатов экспериментальных данных (Mathsoft MathCad, Microsoft Office).

### **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	Контролируемые разделы (темы), модули дисциплины	Код контролируемых компетенций (или их частей)	Наименование оценочного средства
Входной контроль			
1	Входной контроль		Вопросы входного контроля (письменно)
Аттестация разделов, текущий контроль успеваемости			
2	Атомно-молекулярное строение вещества. Элементы теории вероятности. Статистическая физика и феноменологическая термодинамика. Политропические процессы. Ван-дер-Ваальсовский газ	УК-1, УКЕ-1, ОПК-1	Тест – 1, письменно
3	Распределение Максвелла. Распределение Больцмана. Энтропия и второе начало термодинамики. Кристаллическое состояние вещества. Жидкое состояние вещества. Фазовые равновесия и превращения. Явления переноса.	УК-1, УКЕ-1, ОПК-1	Тест – 2, письменно
Промежуточная аттестация			
1	Экзамен	УК-1, УКЕ-1, ОПК-1	Вопросы к экзамену (устно)

Для оценки знаний, умений, владений и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций студента используются следующие виды оценочных средств:

1. Входной контроль. Письменный опрос, направленный на выявление пробелов в знаниях студентов и готовности их к получению новых знаний. От обучающегося требуется: определение понятий, обоснование выдвинутых положений, свободное оперирование фактическим материалом.

2. Опрос. Цель подготовки к опросу состоит в формировании у обучающегося навыков анализа теоретических проблем на основе самостоятельного изучения учебной и научной литературы. От обучающегося требуется: владение изученным в ходе учебного процесса материалом, относящимся к рассматриваемой проблеме; знание разных точек зрения, высказанных в научной и учебной литературе по соответствующей проблеме, умение сопоставлять их между собой; наличие собственного мнения по обсуждаемым вопросам и умение его аргументировать.

3. Тест. Работа с тестовыми заданиями осуществляется как во время аудиторных занятий, так и в процессе самостоятельной работы обучающегося. Тестовые задания позволяют проконтролировать степень усвоения основных понятий/категорий, используемых в изучаемой дисциплине. Время, отводимое на тест составляет 90 минут. Из общего перечня вопросов в случайном порядке выбирается 45 для соответствующего раздела и проводится процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

4. Экзамен. Экзамен по дисциплине представляет собой итоговое испытание по профессионально-ориентированным проблемам, устанавливающее соответствие подготовленности студентов требованиям образовательного стандарта. Экзамен проводится с целью проверки уровня и качества сформированности компетенций в рамках соответствующего этапа и позволяет выявить и оценить теоретическую и практическую подготовку студента для решения профессиональных задач. Экзамен проводится в письменной форме. Билет содержит 2 вопроса. На подготовку отводится 60 минут.

#### **Перечень вопросов входного контроля**

1. Механическая работа  $A$  при прямолинейном перемещении тела под действием постоянной силы  $F$  определяется формулой.
2. Сформулировать основные законы идеального газа.
3. Как связано понятие моля вещества с числом Авогадро?
4. Чему равна работа газа при изохорном процессе?
5. Основные положения молекулярно-кинетической теории. Размеры молекул.
6. Масса молекул. Количество вещества.
7. Броуновское движение.
8. Силы взаимодействия молекул.
9. Строение газообразных, жидких и твердых тел.
10. Идеальный газ в молекулярно-кинетической теории.
11. Среднее значение квадрата скорости молекул.
12. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории газов.
13. Температура и тепловое равновесие.
14. Абсолютная температура. Температура – мера средней кинетической энергии молекул.
15. Измерение скоростей молекул газа.
16. Уравнение состояния идеального газа. Газовые законы.
17. Насыщенный пар. Зависимость давления насыщенного пара от температуры.
18. Кристаллические тела. Аморфные тела.
19. Внутренняя энергия.
20. Работа в термодинамике.
21. Количество теплоты.
22. Первый закон термодинамики.
23. Применение первого закона термодинамики к различным процессам.
24. Необратимость процессов в природе.
25. Статистическое истолкование необратимости процессов в природе.
26. Принцип действия тепловых двигателей. Коэффициент полезного действия тепловых двигателей.
27. Вид процесса переноса в газах - внутреннее трение.
28. Вид процесса переноса в газах - диффузия.
29. Общий вид уравнений переноса. Время релаксации, длина свободного пробега.
30. Связь между коэффициентами теплопроводности, внутреннего трения и диффузии.
31. Кристаллическое состояние вещества. Элементы симметрии.

#### **Вопросы текущего контроля**

**Тест- 1, тест- 2, Молекулярная физика и основы термодинамики**

### 1. Задание

**Отметьте правильный ответ:**

Жидкость и газ имеют одинаковые физические свойства при:

- а). температуре кипения
- б). критической температуре
- в). температуре конденсации
- г). температуре инверсии

### 2. Задание

**Отметьте правильный ответ:**

Графиком зависимости давления от объема при постоянной температуре является:

- а). парабола
- б). прямая линия
- в). гипербола
- г). определенного названия не имеет

### 3. Задание

**Отметьте правильный ответ:**

Уравнение состояния идеального газа имеет вид:

- а).  $\frac{PV}{T} = \text{const}$
- б).  $\frac{PT}{V} = \text{const}$
- в).  $\frac{VT}{P} = \text{const}$
- г).  $\frac{P}{VT} = \text{const}$

### 4. Задание

**Отметьте правильный ответ:**

Объем одного моля вещества при нормальных условиях равен:

- а).  $V_m = 22,4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{К}$
- б).  $V_m = 22,4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{моль} \cdot \text{К}$
- в).  $V_m = 22,4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{моль}$
- г).  $V_m = 22,4 \cdot 10^3 \text{ м}^3/\text{моль}$

### 5. Задание

**Отметьте правильный ответ:**

Средняя кинетическая энергия, приходящаяся на одну степень свободы молекулы идеального газа:

- а).  $\frac{3}{2}kT$
- б).  $\frac{5}{2}kT$
- в).  $kT$
- г).  $\frac{1}{2}kT$

### 6. Задание

**Отметьте правильный ответ:**

В уравнении Ван-дер-Ваальса поправка «а» учитывает:

- а). столкновение молекул между собой
- б). изменение плотности газа в зависимости от температуры
- в). взаимное притяжение молекул
- г). размеры молекул газа

### 7. Задание

**Отметьте правильный ответ:**

Чему равна масса одного киломоля углекислого газа?

- а). 44 кг
- б). 42 кг
- в). 46 кг
- г). 43 кг

### 8. Задание

**Отметьте правильный ответ:**

Закон Шарля в абсолютной шкале температур записывается так:

- а).  $P_T = \frac{P_0 T}{\alpha}$
- б).  $P_T = P_0 \alpha T$
- в).  $P_T = \frac{P_0 \alpha}{T}$
- г).  $P_T = \frac{\alpha T}{P_0}$

### 9. Задание

**Отметьте правильный ответ:**

Температура, при которой средняя арифметическая скорость молекул водорода станет равной второй космической скорости (в К):

- а).  $12 \cdot 10^3$
- б).  $10^4$
- в).  $10^3$
- г).  $7,5 \cdot 10^3$
- д).  $11,85 \cdot 10^3$

### 10. Задание

**Отметьте правильный ответ:**

Средняя кинетическая энергия поступательного движения молекулы идеального газа:

- а).  $\frac{PV}{N}$
- б).  $\frac{2}{3} kT$
- в).  $\frac{3}{2} kT$
- г).  $nkT$

### 11. Задание

**Отметьте правильный ответ:**

В уравнении Ван-дер-Ваальса поправка «*b*» учитывает:

- а). число столкновений молекул между собой
- б). изменение плотности газа в зависимости от температуры
- в). энергию взаимодействия молекул
- г). размеры молекул газа

### 12. Задание

**Отметьте правильный ответ:**

С помощью барометра измеряют:

- а). массу
- б). давление
- в). объем
- г). температуру

### 13. Задание

**Отметьте правильный ответ:**

Удельный объем *v* это объем единицы:

- а). массы
- б). плотности
- в). величины, обратной объему
- г). из приведенных выше величин нет правильного ответа

### 14. Задание

**Отметьте правильный ответ:**

Давление смеси газов в сосуде объемом 0,01 м<sup>3</sup>, если в нем находится азот массой 14 г и водород массой 4 г при  $T = 300$  К:

- а). 500 кПа
- б). 500 атм.
- в). 623 кПа
- г). 623 мм рт. ст.

### 15. Задание

**Отметьте правильный ответ:**

Средняя квадратичная скорость:

- а).  $\langle v_{KB} \rangle = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N v_i^2}$
- б).  $\langle v_{KB} \rangle = \sqrt{N \sum_{i=1}^N v_i^2}$
- в).  $\langle v_{KB} \rangle = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N v_i}$
- г).  $\langle v_{KB} \rangle = \sqrt{N \sum_{i=1}^N v_i}$



### 16. Задание

**Отметьте правильный ответ:**

В уравнении Ван-дер-Ваальса поправка « $b$ » имеет физический смысл:

- а). объем, который бы занял один моль газа при бесконечно малом давлении
- б). объем, который бы занял один моль газа при нормальных условиях
- в). предельный объем, который бы занял один моль газа при давлении, стремящемся к бесконечности
- г). объем, предоставленный для свободного движения молекул одного моля газа

### 17. Задание

**Отметьте правильный ответ:**

Число Авогадро выражает:

- а). число молекул в единице объема
- б). число молекул в одном моле вещества
- в). число молекул в единице массы вещества
- г). число атомов в одном моле многоатомного вещества

### 18. Задание

**Отметьте правильный ответ:**

Каков порядок величины называемой постоянной Авогадро ( $N_A = 6.022 \cdot 10^X$ ):

- а). 23
- б). 25
- в). нет порядка, т. к. число Авогадро – это число молекул, содержащихся в одном моле вещества

### 19. Задание

**Отметьте правильный ответ:**

Температура смеси, если в баллоне емкостью 5 л содержится смесь гелия и водорода массой 10 г при давлении 500 кПа, причем массовая доля гелия равна 0,6:

- а). 86 °C
- б). 75 °C
- в). 75 K
- г). 258 K
- д). 86 K

## Вопросы промежуточного контроля

### Вопросы к экзамену

1. Статистическая физика и термодинамика.
2. Состояние термодинамической системы. Процесс.
3. Молекулярно-кинетические представления.
4. Уравнение состояния идеального газа.
5. Давление газа на стенку сосуда.
6. Средняя энергия молекул.
7. Внутренняя энергия термодинамической системы.
8. Работа, совершаемая телом при изменениях его объема.
9. Первое начало термодинамики.

10. Внутренняя энергия и теплоемкость идеального газа.
11. Уравнение адиабаты идеального газа.
12. Политропические процессы.
13. Работа, совершаемая идеальным газом при различных процессах.
14. Классическая теория теплоемкости идеального газа.
15. Функция распределения вероятности.
16. Функция распределения молекул газа по скоростям (распределение Максвелла).
17. Барометрическая формула.
18. Распределение Больцмана.
19. Длина свободного пробега молекул.
20. Эмпирические уравнения явлений переноса. Диффузия.
21. Эмпирические уравнения явлений переноса. Теплопроводность.
22. Эмпирические уравнения явлений переноса. Внутреннее трение.
23. Молекулярно-кинетическая теория явлений переноса в газах. Диффузия.
24. Молекулярно-кинетическая теория явлений переноса в газах. Теплопроводность.
25. Молекулярно-кинетическая теория явлений переноса в газах. Внутреннее трение.
26. Микро- и макросостояния системы. Статистический вес.
27. Энтропия системы.
28. Энтропия идеального газа.
29. Второе начало термодинамики.
30. Коэффициент полезного действия тепловой машины.
31. Цикл Карно.
32. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса.
33. Экспериментальные изотермы.
34. Фазовые превращения.
35. Отличительные черты кристаллического состояния.
36. Физические типы кристаллов.
37. Строение жидкостей.
38. Поверхностное натяжение.
39. Капиллярные явления.
40. Растворы. Общие сведения.
41. Растворимость тел.
42. Осмос и осмотическое давление.
43. Закон Рауля.
44. Повышение точки кипения и понижение точки замерзания раствора.

#### **Шкала оценивания на экзамене**

Экзамен проводится в виде письменного ответа по вопросам, сформированным в билеты. Оценка знаний на экзамене и начисление баллов производится в соответствии со следующей таблицей:

<b>Оценка по 5-балльной шкале</b>	<b>Сумма баллов</b>	<b>Требования к знаниям на экзамене</b>
«отлично»	43 - 50	выставляется студенту, если он полно, грамотно и без ошибок ответил на все вопросы, в том числе и дополнительные.
«хорошо»	36 - 42	выставляется студенту, если он без существенных ошибок ответил на все вопросы, однако допускал отдельные неточности или не демонстрировал достаточно глубокого

		знания материала
«удовлетворительно»	31 - 35	выставляется студенту, если он в ответах на вопросы продемонстрировал только знание основного материала, допускал существенные неточности в ответах, недостаточно технически грамотно формулировал ответы
«неудовлетворительно»	менее 30	выставляется студенту, если допускал неправильные ответы на поставленные вопросы или не смог ответить на часть вопросов, не смог подтвердить знание значительной части материала.

Итоговая оценка представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля и выставляется в соответствии с Положением о кредитно-модульной системе.

Оценка по 5-балльной шкале – оценка по ECTS	Сумма баллов за разделы	Требования к знаниям
«отлично» – A	90 ÷ 100	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой.
«хорошо» – C, B	70 ÷ 89	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
«удовлетворительно» – E, D	60 ÷ 69	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
«неудовлетворительно» – F	менее 60	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

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. Савельев И.В. Курс общей физики. В 3-х тт. Т.1. Механика. Молекулярная физика. Учебное пособие.-11-е изд.М.: "Лань".-2019.-432с..

Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/113944/#1>

2. Калашников Н. П., Муравьев-Смирнов С. С. Общая физика. Сборник заданий и руководство к решению задач: Учебное пособие. — 2-е изд., стер. — СПб.: Издательство «Лань», 2019. — 524 с

Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/111197/#1>

3. Савельев И.В. Сборник вопросов и задач по общей физике. 6-е изд. стер. М.: "Лань".- 2019.-292с.

Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/125441/#1>

4. Кузнецов С.И. Курс физики с примерами решения задач. Часть I. Механика и молекулярная физика. Термодинамика: Учебное пособие / под ред. В.В. Ларионова.- 3-е изд. перераб. и доп.- СПб.: Издательство «Лань», 2014.-464с.

Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/42189/#2>

#### Дополнительная литература:

5. Иродов И.Е. Задачи по общей физике: учебное пособие для вузов/ Е.И.Иродов.-9-е изд.- Москва: Бином. Лаборатория знаний, 2014.-432с.

Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/94101/#1>

6. Аксенова Е.Н. Общая физика. Термодинамика и молекулярная физика (главы курса): учебное пособие / Е.Н. Аксенова. – 2-е изд., испр. – Санкт- Петербург: Лань, 2018. – 72 с.

Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/103058/#1>

7. Сивухин, Д. В. Общий курс физики: Учеб. пособие для студ. физических спец.вузов. В 5 -ти т. Т.2. Термодинамика и молекулярная физика / Д. В. Сивухин. - 6 е изд., стереотип. - М.: Физматлит, 2014. -544 с.

Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/2316/#1>

8. Методы оценки погрешностей результатов прямых и косвенных измерений в лабораториях физического практикума: Учебно-методическое пособие / Е.Н. Аксенова, Н.К. Гасников, Н.П. Калашников. - Москва: МИФИ, 2009. - 125 с.

Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/75969/#1>

#### Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

9. Бушулкин Н.И., Никифоров В.В. Изучение термодинамических свойств воздуха на основе определения  $C_p/C_v$ . Методические указания к выполнению лабораторной работы по физике для студентов всех специальностей всех форм обучения.- МИФИ: Копипринтер БИТИ, 2015.-16с.

10. Леонов П.В., Никифоров В.В. Вычисление средней длины свободного пробега молекул газа по величине коэффициента динамической вязкости. Методические указания к выполнению лабораторной работы по физике для студентов технических специальностей и направлений всех форм обучения.- МИФИ: Копипринтер БИТИ, 2014.-20с.

11. Чернова Н.М. Определение изменения энтропии при нагревании и плавлении олова. Методические указания к выполнению лабораторной работы по дисциплине «Общая физика (молекулярная физика и основы статистической термодинамики)» для студентов специальности 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг».- МИФИ: Копипринтер БИТИ, 2020.-19с.

12. Мищенко Т.Н. Определение теплоемкости жидкости. Методические указания к выполнению лабораторной работы по физике для студентов технических специальностей и направлений всех форм обучения.- МИФИ: Копипринтер БИТИ, 2014.-28с.

13. Чернова Н.М. Определение малярной массы и плотности воздуха. Методические указания к выполнению лабораторной работы по дисциплине «Общая физика (молекулярная физика и основы статистической термодинамики)» для студентов специальности 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг».- МИФИ: Копипринтер БИТИ, 2021.-20с.

14. Чернова Н.М. Определение отношения теплоемкостей воздуха при постоянном давлении и объеме методом Клемана-Дезорма. Методические указания к выполнению лабораторной работы по дисциплине «Общая физика (молекулярная физика и основы статистической термодинамики)» для студентов специальности 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг».- МИФИ: Копипринтер БИТИ, 2021.-23с.

#### Интернет-ресурсы

15. Теоретическая и математическая физика

[http://www.mathnet.ru/php/journal.phtml?jrnid=tmf&option\\_lang=rus](http://www.mathnet.ru/php/journal.phtml?jrnid=tmf&option_lang=rus)

16. Журнал Технической Физики <http://journals.ioffe.ru/jtf/>

17. Физика элементарных частиц и атомного ядра [http://www1.jinr.ru/Pepan/Pepan\\_rus.html](http://www1.jinr.ru/Pepan/Pepan_rus.html)

18. Физика и Техника Полупроводников <http://journals.ioffe.ru/ftp/>

### Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

В процессе освоения основной образовательной программы по дисциплине «Общая физика (молекулярная физика и основы статистической термодинамики)» специальности 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг» используются наглядные пособия, вычислительная техника (в том числе программное обеспечение) для показа презентаций, лабораторное оборудование.

Занятия проводятся в учебной аудитории, предназначенной для проведения лекционных, лабораторных занятий, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Для проведения лабораторных работ используются следующие лабораторные установки: установка для определения отношения теплоемкостей воздуха при постоянном давлении и постоянном объеме ФПТ 1-6н; установка для определения универсальной газовой постоянной ФПТ1 -12; установка для определения измерения энтропии ФПТ 1 -11; лабораторная установка «Изучение термодинамических свойств воздуха на основе  $C_p/C_v$ »; лабораторная установка «Вычисление средней длины свободного пробега молекул газа по величине коэффициента динамической вязкости».

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 практического 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


Рецензент:      доцент

 Чернова Н.М.

 .Подгорнов А.А.

Программа одобрена на заседании УМКС 14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг от 15.11.2021 года, протокол №2.

Председатель учебно-методической комиссии

 Ляпин А.С.