

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 «Обыкновенные дифференциальные уравнения»

### **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

**Цель преподавания дисциплины:** приобретение студентами необходимой математической культуры и знаний для использования их по своей специальности.

**Задачи изучения дисциплины:** в результате изучения курса студент должен уметь решать набор стандартных задач, ориентироваться в математической литературе, относящейся к его специальности, оценивать информацию, планировать и осуществлять свою деятельность с учетом результатов этого анализа.

Дисциплина изучается в соответствии с профессиональным стандартом: «24.078. Специалист-исследователь в области ядерно-энергетических технологий».

## Место дисциплины в структуре ООП ВО

Рабочая программа освоения учебной дисциплины «Обыкновенные дифференциальные уравнения» составлена в соответствии с требованиями Образовательного стандарта высшего образования, самостоятельно устанавливаемого НИЯУ МИФИ.

Дисциплине предшествует общематематическая подготовка в объеме средней общеобразовательной школы или колледжа.

Усвоение данной дисциплины как предшествующей необходимо при изучении следующих дисциплин: дифференциальные и интегральные уравнения, уравнения математической физики и др.

Обобщенные трудовые функции, которые сможет полностью или частично продемонстрировать студент при освоении данной дисциплины:

– в соответствии с профессиональным стандартом «24.078. Специалист-исследователь в области ядерно-энергетических технологий»: В/02.7. Обобщение результатов, проводимых научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ с целью выработки предложений по разработке новых и усовершенствованию действующих ядерно-энергетических технологий.

## Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В процессе освоения данной дисциплины у студента формируются следующие компетенции:

общепрофессиональные

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-1	Способен использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	З-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 естественнонаучную 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

УКЕ-1	Способен использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в поставленных задачах	<p>З-УКЕ-1 знать: основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования</p> <p>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</p> <p>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</p>
-------	--	--

Профессиональные

Задачи профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
Математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований; подготовка данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций.	Ядерные, химические и тепловые процессы, протекающие в ядерных энергетических установках и на атомных станциях.	ПК-2 Способен проводить математическое моделирование для анализа всей совокупности процессов в ядерно-энергетическом и тепломеханическом оборудовании АЭС	<p>З-ПК-2 знать методы математического анализа для моделирования процессов в ядерно-энергетическом и тепломеханическом оборудовании АЭС</p> <p>У-ПК-2 уметь проводить математическое моделирование процессов в ядерно-энергетическом и тепломеханическом оборудовании АЭС</p> <p>В-ПК-2 владеть стандартными пакетами автоматизированного проектирования и исследований</p>

### 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 (В16)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования инженерного мышления и инженерной культуры за счёт практических студенческих исследований современными	1. Организация научно-практических конференций и встреч с ведущими специалистами предприятий города и ветеранами атомной отрасли.

		менных 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.	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 3 семестре. Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетные единицы, 180 ак. часа.

### Календарный план

№ Р а з д е л а	№ Т е м ы	Наименование раздела (темы) дисциплины	Виды учебной деятельности (в часах)					Атте- стация раздела (форма)	Мак- си- маль- ный балл за раз- дел
			Всего	Лекции	Лабораторные	Практические	СРС		
1	1	Дифференциальные уравнения 1-го порядка	90	16		24/16	50	КР1 Кл	40
2	2-3	Дифференциальные уравнения высших порядков. Системы дифференциальных уравнений	90	16		24/16	50	КР2 ДЗ	30
<b>Вид промежуточной аттестации</b>			<b>180/32</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>48/32</b>	<b>100</b>	<b>Экзамен</b>	<b>30</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
ДЗ	Домашнее задание
КР	Контрольная работа
Кл	Коллоквиум
Э	Экзамен

## Содержание лекционного курса

Темы лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3
<p><b>Раздел 1. Дифференциальные уравнения 1 порядка</b>                      Основные понятия. Уравнения с разделяющимися переменными. Однородные уравнения. Линейные дифференциальные уравнения 1-го порядка. Уравнение Бернулли. Уравнение в полных дифференциалах. Интегрирующий множитель. Уравнения Лагранжа и Клеро. Задачи, приводящие к дифференциальным уравнениям</p>	16	1-4
<p><b>Раздел 2. Дифференциальные уравнения высших порядков. Системы дифференциальных уравнений</b>                      Основные понятия. Дифференциальные уравнения, допускающие понижение порядка.                      Линейные однородные дифференциальные уравнения (ЛОДУ) второго порядка, n-го порядка. Свойства решений. Определитель Вронского. Интегрирование ЛОДУ второго порядка, n-го порядка с постоянными коэффициентами. Линейные неоднородные дифференциальные уравнения (ЛНДУ). Структура общего решения ЛНДУ второго порядка. Метод вариации произвольных постоянных. Интегрирование ЛНДУ второго порядка, n-го порядка с постоянными коэффициентами и правой частью специального вида.                      Системы дифференциальных уравнений. Основные понятия. Нормальные системы. Системы линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. Решение системы дифференциальных уравнений сведением к дифференциальному уравнению высшего порядка.</p>	16	1-4

## Перечень практических занятий

Тема практического занятия. Вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3
<p><b>Раздел 1. Дифференциальные уравнения 1-го порядка</b>                      Уравнения с разделяющимися переменными. Однородные уравнения первого порядка. Линейные уравнения. Уравнения Бернулли. Уравнения в полных дифференциалах. Интегрирующие множители. Уравнения Лагранжа и Клеро. Задачи, приводящие к дифференциальным уравнениям и их решение.</p>	24	1-4
<p><b>Раздел 2. Дифференциальные уравнения высших порядков. Системы дифференциальных уравнений</b>                      Уравнения высших порядков, допускающие понижение порядков. Решение трех типов уравнений.                      Решение линейных однородных дифференциальных уравнений</p>	24	1-4

<p>второго порядка, n-го порядка с постоянными коэффициентами. Решение линейных неоднородных дифференциальных уравнений второго порядка, n-го порядка с постоянными коэффициентами и специальной правой частью. Метод вариации произвольных постоянных</p> <p>Решение системы дифференциальных уравнений сведением к дифференциальному уравнению высшего порядка.</p>		
---	--	--

### Перечень лабораторных работ

Не предусмотрены учебным планом

### Задания для самостоятельной работы студентов

Вопросы для самостоятельного изучения (задания)	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3
Приближенные методы решения дифференциальных уравнений. Задачи, приводящие к дифференциальным уравнениям 1-го порядка и их решение.	50	1-4
Приближенные методы решения дифференциальных уравнений. Задачи, приводящие к дифференциальным уравнениям высших порядков	50	1-4

### Расчетно-графическая работа

Не предусмотрена учебным планом

### Курсовая работа

Не предусмотрена учебным планом

### Образовательные технологии

При изучении дисциплины «Обыкновенные дифференциальные уравнения» используются следующие образовательные технологии:

- лекции в формате мультимедиа;
- глоссарий в электронном варианте;
- методические указания в электронном варианте по различным разделам математики.

### 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
Входной контроль			

1	Входной контроль		Вопросы входного контроля
Аттестация разделов, текущий контроль успеваемости			
1	Раздел 1 Темы: 1. Дифференциальные уравнения 1-го порядка	3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1 3-УКЕ-1, У-УКЕ-1, В-УКЕ-1 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2	Контрольная работа 1 Коллоквиум
2	Раздел 2 Темы: 2. Дифференциальные уравнения высших порядков. 3. Системы дифференциальных уравнений	3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1 3-УКЕ-1, У-УКЕ-1, В-УКЕ-1 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2	Контрольная работа 2 Домашнее задание
Промежуточная аттестация			
1	Экзамен	3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1 3-УКЕ-1, У-УКЕ-1, В-УКЕ-1 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2	Вопросы к экзамену

Оценочное средство для входного контроля представляют собой вопросы, которые задаются студентам в устной форме.

#### Вопросы входного контроля

1. Определение производной, ее геометрический и физический смысл.
2. Определение неопределенного интеграла.
3. Определение определенного интеграла.
4. Формулы интегрирования по частям неопределенного и определенного интегралов.
5. Интегрирование методом замены (подстановки).
6. Формула Ньютона-Лейбница.
7. Таблица интегралов основных элементарных функций.
8. Степенные ряды. Ряды Тейлора и Маклорена.
9. Понятие дифференциала функции одной переменной.
10. Определение функции 2-х переменных.
11. Полный дифференциал функции 2-х переменных.

В качестве оценочных средств аттестации разделов, текущего контроля успеваемости используются контрольные работы, коллоквиумы, домашние задания.

Контрольная работа - средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу. Проводится в ходе учебных (аудиторных) занятий, проводимых по расписанию.

#### Примерный вариант контрольной работы 1 (КР1)

1. Найти общее решение диф. уравнения

$$e^{x+3y} dy = x dx,$$

2. Найти общее решение диф. уравнения

$$xy' - 2y = 2x^4,$$

3. Найти частное решение диф. уравнения

$$xy' - 2y = 2x^4,$$

удовлетворяющее начальному условию  $y(1) = 0$ ,

4. Найти общее решение диф. уравнения

$$y' - y \operatorname{tg} x = y^4 \cos x.$$

### Примерный вариант контрольной работы 2 (КР2)

Найти общие решения дифференциальных уравнений:

$$y'' + \frac{2x}{x^2 + 1} y' = 2x$$

$$y'' = \sin 4x + 2x - 3$$

### Вопросы коллоквиума (Кл)

1. Определения дифференциального уравнения 1-го порядка.
2. Начальные условия.
3. Общее и частное решения дифференциального уравнения 1-го порядка.
4. Задача Коши.
5. Определение и решение дифференциального уравнения 1-го порядка с разделяющимися переменными.
6. Определение однородной функций  $k$ -го измерения.
7. Определение и решение однородного дифференциального уравнения 1-го порядка.
8. Определение линейного дифференциального уравнения 1-го порядка. Решение его методом Бернулли.
9. Решение линейного дифференциального уравнения 1-го порядка методом Лагранжа.
10. Определение и решение уравнения Бернулли.
11. Определение и решение уравнения в полных дифференциалах.
12. Интегрирующие множители.
13. Определение и решение уравнения Лагранжа.
14. Определение и решение уравнения Клеро.

Домашнее задание - средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу, предназначенное для выполнения дома.

### Примерный вариант домашнего задания (ДЗ)

1. Найти общее решение диф. уравнения:

$$y'' + 3y' - 4y = 0.$$

2. Найти решение задачи Коши:

$$y'' + 3y' - 4y = 0, \quad y(0) = 3, \quad y'(0) = 5.$$

3. Найти общие решения дифференциальных уравнений:

3.1.  $xy'' = (1 + 2x^2)y'$ ,

3.2.  $y'' - 5y' + 6y = 2 \cos x$ .

По итогам обучения проводится экзамен.

### Вопросы выходного контроля (экзамена)

1. Определения дифференциального уравнения 2-го порядка, общего и частного решений их.
2. Задача Коши для дифференциального уравнения 2-го порядка.

3. Определения дифференциального уравнения n-го порядка, общего и частного решений их.
4. Задача Коши для дифференциального уравнения n-го порядка.
5. Уравнения, допускающие понижение порядка и решение их.
6. Определение линейного однородного дифференциального уравнения (ЛОДУ) 2-го порядка.
7. Теорема (О линейной комбинации частных решений ЛОДУ) (Док-во).
8. Определение линейно-зависимых, линейно-независимых функций (2 определения).
9. Определение определителя Вронского.
10. Теорема (Определитель Вронского для линейно зависимых (линейно независимых) функций) (Док-во).
11. Теорема (Структура общего решения ЛОДУ 2-го порядка) (Док-во).
12. Определение ЛОДУ 2-го порядка с постоянными коэффициентами.
13. Характеристическое уравнение ЛОДУ 2-го порядка с постоянными коэффициентами (Вывод).
14. Решение ЛОДУ 2-го порядка с постоянными коэффициентами (3 случая).
15. Определение линейного неоднородного дифференциального уравнения 2-го порядка (ЛНДУ).
16. Теорема (Структура общего решения ЛНДУ) (Док-во).
17. Теорема (О наложении решение) (Док-во).
18. Определение ЛНДУ 2-го порядка с постоянными коэффициентами.
19. Решение ЛНДУ 2-го порядка с постоянными коэффициентами и правой частью специального вида (два случая).
20. Определение и решение линейных однородных дифференциальных уравнений 3-го порядка и выше.
21. Метод Лагранжа решения ЛНДУ 2-го порядка (Вывод).
22. Системы дифференциальных уравнений. Основные понятия.
23. Нормальные системы.
24. Системы линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами.
25. Решение системы дифференциальных уравнений сведением к дифференциальному уравнению высшего порядка.

### Шкалы оценки образовательных достижений

Код	Вид оценочного средства	Критерии	Баллы	Максимальный балл - минимальный балл
КР1	Контрольная работа 1	Выполнено правильно 60% и более заданий	5 баллов за 1 задание	12 - 20
		Выполнено правильно менее 60%	0	
КР2	Контрольная работа 2	Выполнено правильно 60% и более заданий	10 баллов за 1 задание	12 - 20
		Выполнено правильно менее 60%	0	
ДЗ	Домашнее задание	Выполнено правильно 60% и более	2,5 балла за 1 задание	6 - 10

		Выполнено правильно менее 60%	0	
Кл	Коллоквиум	- глубокое и прочное усвоение программного материала, - полные, последовательные, грамотные и логически излагаемые ответы, - свободно справляющиеся с поставленными задачами, знания материала.	18 – 20 баллов	12-20
		- знание программного материала, - грамотное изложение, без существенных неточностей в ответе на вопрос, - правильное применение теоретических знаний.	15 -18 баллов	
		- усвоение основного материала, - при ответе допускаются неточности, - при ответе недостаточно правильные формулировки, - нарушение последовательности в изложении программного материала.	12 – 14 баллов	
		- незнание программного материала, - при ответе возникают ошибки.	0 баллов	
Э	Экзамен	- глубокое и прочное усвоение программного материала, - полные, последовательные, грамотные и логически излагаемые ответы, - свободно справляющиеся с поставленными задачами, знания материала.	26 – 30 баллов	18-30
		- знание программного материала, - грамотное изложение, без существенных неточностей в ответе на вопрос, - правильное применение теоретических знаний.	22 -25 баллов	
		- усвоение основного материала, - при ответе допускаются неточности, - при ответе недостаточно правильные формулировки, - нарушение последовательности в изложении программного материала.	18 – 21 баллов	
		- незнание программного материала, - при ответе возникают ошибки.	0 баллов	

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 по следующей шкале:

Сумма баллов	Оценка по 4-х бальной шкале	Оценка (ECTS)
90 - 100	5 (отлично)	A
85 – 89	4 (хорошо)	B
75 - 84		C
70 – 74		D
65 – 69	3 (удовлетворительно)	E
60 – 64		F
0 - 59	2 (неудовлетворительно)	

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

### **Основная литература**

1. Демидович, Б. П. Дифференциальные уравнения: учебное пособие / Б. П. Демидович, В. П. Моденов. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2019. — 280 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/115196/#275>

2. Суханова, Н. В. Типовые расчеты: дифференциальные уравнения: учебно-методическое пособие / Н. В. Суханова, Г. Р. Прозорова. — Сургут: СурГПУ, 2019. — 173 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/151877/#4>

### **Дополнительная**

3. Хеннер, В. К. Обыкновенные дифференциальные уравнения, вариационное исчисление, основы специальных функций и интегральных уравнений: учебное пособие / В. К. Хеннер, Т. С. Белозерова, М. В. Хеннер. — Санкт-Петербург: Лань, 2017. — 320 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/96873/#1>

4. Сборник задач по дифференциальным уравнениям и вариационному исчислению: учебное пособие / В. К. Романко, Н. Х. Агаханов, В. В. Власов, Л. И. Коваленко. — 6-е изд. — Москва: Лаборатория знаний, 2020. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/135528/#4>

### **Программное обеспечение и Интернет-ресурсы**

Процесс реализации образовательной программы в соответствии с требованиями ОС ВО обеспечен необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения «Word», «Power Paint» версии Office 2010.

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

Лекционные занятия проводятся в специализированных аудиториях, оснащенных мультимедийным оборудованием.

Практические занятия проводятся в учебной аудитории, предназначенной для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Аудитория оснащена необходимым оборудованием (проектором, доской, компьютером) для проведения занятий с помощью презентаций.

## **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 препода-

вателем 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 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 риториче-

ские 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 практического 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 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 доцент

Барановская Л.В.

Рецензент профессор

Чернова Н.М.

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.