

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

Факультет атомной энергетики и технологий  
Кафедра «Атомная энергетика»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
по дисциплине «Парогенераторы»

**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

**Целью освоения дисциплины** является подготовка специалистов в области изучения типовых схем и устройств парогенераторов, теоретического и практического овладения типовыми решениями основных устройств современных парогенераторов, навыками эксплуатации современных энергетических установок, является одной из основных специальных дисциплин. (Профессиональный стандарт «24.078. Специалист-исследователь в области ядерно-энергетических технологий»; Профессиональный стандарт «24.081. Специалист (инженер) в области технического обслуживания и ремонта на атомной станции»; Профессиональный стандарт «24.033. Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики атомной станции»; Профессиональный стандарт «24.088. Специалист (инженер) по эксплуатации и руководству эксплуатацией блока (блоков) атомной электростанции»).

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

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Техническая термодинамика», «Гидродинамика и теплообмен», «Материаловедение и первичные профессиональные навыки».

Знания, полученные по освоению дисциплины, необходимы при выполнении дипломной выпускной работы и для изучения дисциплин: «Ядерные энергетические реакторы», а также при прохождении производственных практик и государственной итоговой аттестации.

После изучения данной дисциплины студент сможет частично продемонстрировать следующие трудовые функции:

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

- «24.081. Специалист (инженер) в области технического обслуживания и ремонта на атомной станции» В. 7. Разработка, организация и анализ процедур технического обслуживания и ремонта оборудования и трубопроводов технологических систем;

- «24.033. Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики атомной станции» С/03.7. Организация и контроль выполнения ТОиР СИ, СА и аппаратуры СУЗ, контроль своевременности проведения профилактических осмотров и различных видов ремонта;

- «24.088. Специалист (инженер) по эксплуатации и руководству эксплуатацией блока (блоков) атомной электростанции» В/01.7. Обеспечение эксплуатации, проведения ремонтов, технического обслуживания, наладки и испытаний оборудования реакторного (реакторно-турбинного) цеха.

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

В процессе освоения данной дисциплины у студента формируются следующие компетенции:

#### **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	Ядерные, химические и тепловые процессы, протекающие в	ПК-3 Способен к проведению исследований физических процессов в	З-ПК-3 знать методы проведения исследований физических процессов У-ПК-3 уметь проводить исследования и испытания

автоматизированного проектирования и исследований; подготовка данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций.	ядерных энергетических установках и на атомных станциях.	ядерных энергетических установках в процессе разработки, создания, монтажа, наладки и эксплуатации	оборудования ядерных энергетических установок В-ПК-3 владеть методиками испытаний оборудования при его монтаже и наладке
Разработка проектно-технологической документации по выводу из эксплуатации объектов использования атомной энергии.	Ядерно-энергетическое, тепломеханическое, транспортно-технологическое и иное оборудование атомных станций.	ПК-11 Способен анализировать технологии монтажа, ремонта и демонтажа оборудования ЯЭУ применительно к условиям сооружения, эксплуатации и снятия с эксплуатации энергоблоков АЭС	З-ПК-11 знать правила техники безопасности при проведении монтажа, ремонта и демонтажа оборудования ЯЭУ У-ПК-11 уметь проводить монтаж, ремонт и демонтаж оборудования ЯЭУ применительно к условиям сооружения, эксплуатации и снятия с эксплуатации энергоблоков АЭС В-ПК-11 владеть навыками монтажных и демонтажных работ на технологическом оборудовании

### Задачи воспитания, реализуемые в рамках освоения дисциплины

Направление/ цели	Создание условий, обеспечивающих	Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин	Вовлечение в разноплановую внеучебную деятельность
<b>Профессиональное воспитание</b>	– выработка ответственного отношения к осуществляемой работе в области проектирования, создания и эксплуатации атомных станций (АС) и других ядерных энергетических установок, вырабатывающих, преобразующих и использующих тепловую и ядерную энергию, включая входящие в их состав системы контроля, защиты и	Использование для формирования культуры ядерной и радиационной безопасности, выработки ответственного отношения к осуществляемой работе в области проектирования, создания и эксплуатации атомных станций (АС) и других ядерных энергетических установок воспитательного потенциала блока профессиональных дисциплин: Математическое моделирование процессов в оборудовании АЭС;	1. Организация и проведение экскурсий, научно-практических конференций, форумов, круглых столов, вебинаров по вопросам профессиональной деятельности 2. Участие в студенческих олимпиадах и конкурсах научных проектов, творческих мероприятиях, конкурсах профессионального мастерства, в том

	управления (В31).	<p>Управление ядерными энергетическими установками; Ядерные энергетические реакторы;</p> <p>Автоматизированное проектирование электронных элементов и систем;</p> <p>Системы управления;</p> <p>Исполнительные устройства систем управления;</p> <p>Надежность технических систем</p> <p>АЭС (типы, оборудование, технологии, эксплуатация);</p> <p>Транспортные устройства АЭС;</p> <p>Парогенераторы;</p> <p>АСУ технологическими процессами АЭС;</p> <p>Жизненный цикл и проектирование АСУ технологическими процессами;</p> <p>Турбомашины;</p> <p>Режимы работы и эксплуатации оборудования АЭС;</p> <p>Основы эксплуатации реакторного оборудования АЭС;</p> <p>Автоматизация ядерных энергетических установок;</p> <p>Современные системы управления ЯЭУ;</p> <p>Радиационная безопасность АЭС;</p> <p>Дозиметрия ионизирующих излучений;</p> <p>Производство ремонта и монтажа оборудования АЭС;</p> <p>Ремонтное обслуживание реакторного и тепломеханического</p>	<p>числе по стандартам WorldSkills.</p> <p>3. Участие в подготовке публикаций в периодических научных изданиях;</p> <p>4. Участие в деятельности студенческого научного общества</p>
--	-------------------	---	--

		оборудования АЭС	
--	--	------------------	--

## Структура и содержание учебной дисциплины

Дисциплина преподается студентам в А семестре. Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 ак. часа.

### Календарный план

№ Р а з д е л а	№ Т е м ы	Наименование раздела (темы) дисциплины	Виды учебной деятельности (в часах)					Аттестация раздела (форма*)	Макси- маль- ный балл за раздел**
			Всего	Лекции	Лабораторные	Практические	СРС		
1	1	Атомные энергетические станции с водо-водяными энергетическими реакторами.	12	4	-	2/2	6	ВК	
	2	Конденсаторы регенеративные подогреватели для АЭС.	12	4	-	2/2	6		
	3	Расчет основных параметров теплообменных аппаратов.	12	4	-	2/2	6		
	4	Общая характеристика конструкций парогенераторов.	11	4	-	1/1	6		
	5	Парогенераторы с трубками Фильда.	10	2		2/2	6	ПЗ	25
2	6	Парогенераторы со змеевиковыми (спиральными) трубами	12	4		2/2	6		
	7	Высокотемпературные теплообменники.	11	2		1/1	8		
	8	Этапы расчета тепловой схемы энергоблока.	14	4		2/2	8		
	9	Производство энергетического оборудования для АЭС.	14	4		2/2	8	ПЗ	25
<b>Вид промежуточной аттестации</b>			<b>108/ 16</b>	<b>32</b>		<b>16/16</b>	<b>60</b>	<b>3</b>	<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
ВК	Входной контроль
ПЗ	Промежуточный зачет
З	Зачет

### Содержание лекционного курса

Темы лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3
Атомные энергетические станции с водо-водяными энергетическими реакторами 1.Общее устройство атомной станции. 2.Назначение, устройство и работа первого контура АЭС, 3.Назначение, устройство и работа второго контура АЭС.	4	[1-6]
Конденсаторы регенеративные подогреватели для АЭС: 1. Назначение подогревателя. 2.Устройство подогревателя. 3.Работа подогревателя. 4.Оптимизация работы подогревателей. Расчет подогревателей.	4	[1-6]
Расчет основных параметров теплообменных аппаратов: 1.Какие параметры ТА являются основными. 2.Алгоритм технологического расчета ТА. 2.Алгоритм гидравлического расчета ТА. 3.Алгоритм конструктивного расчета ТА. 4.Расчет КПД ТА	4	[1-6]
Общая характеристика конструкций и параметров парогенераторов: 1.Типовые конструкции парогенераторов. 2.Характеристики парогенераторов. 3.Общее устройство и принцип работы парогенератора. 4.Основные элементы парогенератора и условия их работы.	4	[1-6]
Парогенераторы с трубками Фильде: 1.Преимущества и недостатки парогенераторов с трубками Фильде. 2.Конструктивные особенности парогенераторов с трубками Фильде. 3.Основн парогенераторов с трубками Фильде ые элементы парогенераторов с трубками Фильде. 4.Особенности расчетов парогенераторов с трубками Фильде.	2	[1-6]
Парогенераторы со змеевиковыми (спиральными) трубами: 1.Преимущества и недостатки парогенераторов со змеевиковыми (спиральными) трубами. 2.Конструктивные особенности парогенераторов .со змеевиковыми (спиральными) трубами. 3.Основные элементы парогенераторов со змеевиковыми (спиральными) трубами. 4.Особенности расчетов парогенераторов со змеевиковыми	4	[1-6]

(спиральными) трубами.		
Высокотемпературные теплообменники: 1. Условия применения высокотемпературных теплообменников. 2. Применяемые материалы. 3. Особенности расчетов.	2	[1-6]
Этапы расчета тепловой схемы энергоблока: 1. Техническое задание. 2. Техническое предложение. 3. Эскизный проект. 4. Рабочая документация.	4	[1-6]
Производство энергетического оборудования для АЭС: 1. Типовое энергетическое оборудование. 2. Особенности оборудования АЭС. 3. Требования к производству оборудования. 4. Основные условия производства оборудования АЭС	4	[1-6]

### Перечень практических занятий

<b>Тема практического занятия. Вопросы, обрабатываемые на практическом занятии</b>	<b>Всего часов</b>	<b>Учебно-методическое обеспечение</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Эксплуатация парогенератора. Часть 1. 1. Особенности эксплуатации парогенераторов для различных тепловых схем АЭС.	2	[1-6]
Эксплуатация парогенератора. Часть 2. 1. Правила эксплуатации парогенераторов на АЭС различных тепловых схем.	2	[1-6]
Парогенератор УВР-1500. 1. Основные характеристики парогенератора. 2. Устройство и работа парогенератора. 3. Эксплуатация парогенератора. 4. Ремонт парогенератора.	2	[1-6]
Парогенераторы ВВЭР. 1. Основные характеристики парогенератора. 2. Устройство и работа парогенератора. 3. Эксплуатация парогенератора. 4. Ремонт парогенератора.	2	[1-6]
Расчет парогенератора. Часть 1 (гидравлический). 1. Рекомендации по выбору скорости движения теплоносителей. 2. Расчет потерь напора по длине. 3. Расчет потерь напора на местных сопротивлениях. 4. Выбор насосного оборудования.	2	[1-6]
Расчет парогенератора. Часть 2 (тепловой). 1. Расчет тепловой нагрузки парогенератора. 2. Расчет среднего температурного напора. 3. Расчет коэффициента теплоотдачи.	2	[1-6]

4.Расчет коэффициента теплопередачи. 4.Расчет поверхности теплообмена.		
Расчет элементов парогенератора: 1.Расчет корпуса. 2.Расчет теплообменных труб. 3.Расчет трубных досок. 4.Расчет штуцеров.	2	[1-6]
Конструкционный расчет парогенератора: 1.Расчет объемов зон парогенератора. 2.Расчет длины, ширины и высоты зон парогенератора.	2	[1-6]

### **Задания для самостоятельной работы студентов**

<b>Вопросы для самостоятельного изучения (задания)</b>	<b>Всего часов</b>	<b>Учебно- методическое обеспечение</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Тепловая схема атомные энергетические станции с реактором типа ВВЭР	6	[1-6]
Назначение конструкции конденсаторов и регенеративных подогревателей в тепловых схемах АЭС.	6	[1-6]
Основы теплового расчета основных параметров теплообменных аппаратов для АЭС.	6	[1-6]
Назначение и общие характеристики конструкций парогенераторов.	6	[1-6]
Назначение и общие характеристики парогенераторов с трубками Фильда.	6	[1-6]
Назначение и общие характеристики парогенераторов со змеевиковыми (спиральными) трубами	6	[1-6]
Высокотемпературные теплообменники в тепловых схемах АЭС. Назначение. Требования.	8	[1-6]
Основные этапы расчета тепловой схемы энергоблока. Основные параметры.	8	[1-6]
Производство и виды энергетического оборудования для АЭС.	8	[1-6]

### **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.

Практическая подготовка при реализации учебной дисциплины организуется путем проведения практических занятий, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка также включает в себя занятия лекционного типа, которые предусматривают передачу учебной информации обучающимся, необходимой для последующего выполнения работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.



Аудиторные занятия проводятся в виде лекций в аудитории с использованием ПК и компьютерного проектора, практических занятий, с использованием ПК при проведении расчетов. Лабораторные работы проводятся на лабораторных установках. 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
Входной контроль			
1	Входной контроль		Вопросы входного контроля (устно)
Аттестация разделов, текущий контроль успеваемости			
1	Общее устройство теплообменного оборудования	З-ПК-3, З-ПК-11,	Промежуточный зачет
		У-ПК-3, З-ПК-11,	
		В-ПК-3, З-ПК-11,	
2	Особенности расчета типов основного оборудования	З-ПК-3, З-ПК-11,	Промежуточный зачет
		У-ПК-3, З-ПК-11,	
		В-ПК-3, З-ПК-11	
Промежуточная аттестация			
1	Зачет	ПК-3, ПК-11,	Вопросы к зачету (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.

### **Перечень вопросов входного контроля**

Вопросы входного контроля:

1. Что называют процессом кипения.
2. Виды кипения.
3. Что характеризует влажность пара.
4. Что такое теплота парообразования.
5. Чем отличается кипение от испарения.
6. Как влияет давление над кипящей жидкостью на температуру кипения.
7. Какая разница между температурой кипения и насыщения.
8. Что такое критический радиус парового пузырька.
9. Что такое коэффициент теплоотдачи.
10. Методы интенсификации теплоотдачи при кипении.

### **Промежуточный зачет №1**

1. Атомные энергетические станции с водо-водяными энергетическими реакторами. Тепловая схема.
2. Конденсатно-питательная система. Назначение.
3. Атомные электростанции с реакторами, охлаждаемыми жидким металлом. Тепловая схема.
4. Атомные станции теплоснабжения. Тепловая схема.

5. Классификация и конструкционные особенности теплообменных аппаратов.
6. Промежуточный теплообменник установки БН-600
7. Конденсаторы в ЯЭУ. Типовые схемы.
8. Регенеративные подогреватели.
9. Основные элементы теплообменных аппаратов.
10. Основные положения теплового расчета
11. Противоточный однофазный ТА. Основы расчета.
12. Конденсатор с водяным охлаждением. Основы расчета.
13. Расчет вибропрочности трубных пучков теплообменных аппаратов. Основы расчета.
14. Вибрации поперечно-обтекаемых пучков труб.
15. Общая характеристика конструкций парогенераторов.
16. Конструктивные схемы парогенераторов АЭС.
17. Парогенераторы с прямотрубными элементами
18. Парогенераторы с трубками Фильда.

### **Промежуточный зачет №2**

Перечень вопросов для промежуточного зачета №2:

1. U-, L-, S-образные парогенераторы.
2. Основные характеристики парогенератора АЭС
3. Парогенераторы со змеевиковыми (спиральными) трубами.
4. Двухстенные парогенераторы.
5. Высокотемпературные теплообменники.
6. Высокотемпературные теплообменники. Материалы.
7. Задачи расчета тепловой схемы энергоблока.
8. Составление уравнений материальных балансов потоков пара, конденсата и воды энергоблока (электростанции).
9. Паровой баланс турбины.
10. Решение уравнений теплового и материального баланса теплообменников и тепломеханического оборудования
11. Деаэратор питательной воды, назначение, расчет.
12. Определение энергетических показателей турбоустановки и энергоблока.
13. Ведущие российские предприятия энергетического машиностроения.
14. Парогенераторы для АЭС с реакторами ВВЭР. Технические показатели
15. Сепараторы-пароперегреватели для турбоустановок энергоблоков АЭС. Технические показатели.
16. Центробежные сепараторы для турбоустановок АЭС.
17. Подогреватели высокого давления камерного типа.
18. Блочная съемная тепловая изоляция.

### **Критерии оценки теоретического материала:**

1. Полнота знаний теоретического контролируемого материала.
2. Количество правильных ответов.

Промежуточная аттестация осуществляется в форме зачета.

Перечень вопросов для подготовки к зачету:

1. Атомные энергетические станции с водо-водяными энергетическими реакторами. Тепловая схема.
2. Конденсатно-питательная система. Назначение.
3. Атомные электростанции с реакторами, охлаждаемыми жидким металлом. Тепловая схема.
4. Атомная станция теплоснабжения. Тепловая схема.
5. Классификация и конструкционные особенности теплообменных аппаратов.

6. Промежуточный теплообменник установки БН-600
7. Конденсаторы в ЯЭУ. Типовые схемы.
8. Регенеративные подогреватели.
9. Основные элементы теплообменных аппаратов.
10. Основные положения теплового расчета
11. Противоточный однофазный ТА. Основы расчета.
12. Конденсатор с водяным охлаждением. Основы расчета.
13. Расчет вибропрочности трубных пучков теплообменных аппаратов. Основы расчета.
14. Вибрации поперечно-обтекаемых пучков труб.
15. Общая характеристика конструкций парогенераторов.
16. Конструктивные схемы парогенераторов АЭС.
17. Парогенераторы с прямотрубными элементами
18. Парогенераторы с трубками Фильда.
19. U-, L-, S-образные парогенераторы.
20. Основные характеристики парогенератора АЭС
21. Парогенераторы со змеевиковыми (спиральными) трубами.
22. Двухстенные парогенераторы.
23. Высокотемпературные теплообменники.
24. Высокотемпературные теплообменники. Материалы.
25. Задачи расчета тепловой схемы энергоблока.
26. Составление уравнений материальных балансов потоков пара, конденсата и воды энергоблока (электростанции).
27. Паровой баланс турбины.
28. Решение уравнений теплового и материального баланса теплообменников и тепломеханического оборудования
29. Деаэратор питательной воды, назначение, расчет.
30. Определение энергетических показателей турбоустановки и энергоблока.
31. Ведущие российские предприятия энергетического машиностроения.
32. Парогенераторы для АЭС с реакторами ВВЭР. Технические показатели
33. Сепараторы-пароперегреватели для турбоустановок энергоблоков АЭС. Технические показатели.
34. Центробежные сепараторы для турбоустановок АЭС.
35. Подогреватели высокого давления камерного типа.
36. Блочная съемная тепловая изоляция.

### Шкалы оценки образовательных достижений

Баллы (итоговой рейтинговой оценки)	Оценка (балл за ответ на зачете)	Требования к знаниям
100-65	«зачтено» 30 - 50 баллов	– Оценка «зачтено» если он имеет знания основного материала, если он прочно усвоил программный материал, последовательно, четко и логически стройно его излагает его на зачете, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения, умеет тесно увязывать теорию с практикой – Учебные достижения в семестровый период и результатами рубежного контроля демонстрируют достаточную степень овладения программным материалом.
64-0	«не зачтено» 0 - 29 баллов	– Оценка «не зачтено» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «не зачтено» ставится студентам, которые не могут продолжить

		<p>обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.</p> <p>– Учебные достижения в семестровый период и результатами рубежного контроля демонстрировали не высокую степень овладения программным материалом по минимальной планке.</p>
--	--	---

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

#### **Основная литература**

1. Боруш, О. В. Общая энергетика. Энергетические установки : учебное пособие / О. В. Боруш, О. К. Григорьева. — Новосибирск : НГТУ, 2017. — 96 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/118133/#2>
2. Григорьева, О. К. Теплоэнергетика. Тепловая экономичность паротурбинных энергоблоков : учебное пособие / О. К. Григорьева, О. В. Боруш. — Новосибирск : НГТУ, 2016. — 51 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/118178/#3>
3. Широбокова, О. Е. Общая энергетика : учебно-методическое пособие / О. Е. Широбокова, Д. В. Кирдищев. — Брянск : Брянский ГАУ, 2018. — 179 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/133094/#7>

#### **Дополнительная литература**

4. Ведрученко, В. Р. Ремонт тепломеханического оборудования : учебное пособие / В. Р. Ведрученко, А. С. Анисимов. — Омск : ОмГУПС, 2013. — 147 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/129136/#4>
5. Елистратов, С. Л. Котельные установки и парогенераторы : учебное пособие / С. Л. Елистратов, Ю. И. Шаров. — Новосибирск : НГТУ, 2017. — 102 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/118136/#3>
6. Золотоносов, Я. Д. Трубчатые теплообменники. Моделирование, расчет : монография / Я. Д. Золотоносов, А. Г. Багоутдинова, А. Я. Золотоносов. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 272 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/112678/#6>
7. Шапошников, В. В. Турбины тепловых и атомных электрических станций : учебное пособие / В. В. Шапошников. — Краснодар : КубГТУ, 2019. — 191 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/151182/#3>

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

Реализация освоения данной дисциплины обеспечивается доступом каждого обучающегося к базам данных и библиотечным фондам, формируемым по полному перечню дисциплин (модулей) основной образовательной программы. В БИТИ действует компьютерные классы, обеспеченные доступом к сети Интернет для самостоятельной подготовки студентов.

Лекционные занятия проводятся в учебной аудитории, оснащенной мультимедийным комплексом для проведения занятий с помощью презентаций. Практические занятия проводятся в лаборатории «Теплотехника и термодинамика», оснащенной комплектом учебно-наглядных пособий и плакатов, комплектом документации и методическим обеспечением для проведения практических занятий.

#### **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 уяснить тему практического занятия и самостоятельно изучить теоретические вопросы.

Получить у преподавателя задание на выполнение практического задания, как правило это решение задачи по пройденному лекционному материалу. Решение задачи оформить письменно или выполнить с использованием компьютера и при необходимости распечатать и сдать преподавателю на проверку.

Перед посещением уяснить тему практического занятия и самостоятельно изучить теоретические вопросы.

В конце 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 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

Подготовить теоретические вопросы или задачи, которые должны выполнить студенты вовремя практического занятия. Подготовить список литературных источников, необходимых для выполнения задания и которые студенты могут получить в библиотеке института. Подготовить перечень интернет-ресурсов, которые помогут в выполнении практического задания. После получения отчетов выполнить проверку и на следующем практическом занятии разобрать допущенные ошибки и подсказать, как их необходимо устранить.

Четко обозначить тему занятия.

Обсудить основные понятия, связанные с темой.

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 практики 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

Рецензент: доцент

 Сарычев Ю.В.  
 Краснолудский Н.В.

Программа одобрена на заседании УМКС 14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг от 04.07.2023 года, протокол № 6.

Председатель учебно-методической комиссии

A handwritten signature in blue ink, consisting of stylized Cyrillic letters, likely representing the name Magerramov R. A.

Магерамов Р. А.