

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 «Ремонтное обслуживание реакторного и  
тепломеханического оборудования АЭС»

#### **Специальность**

«14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг»

#### **Основная профессиональная образовательная программа**

«Системы контроля и управления атомных станций»

#### **Квалификация выпускника**

Инженер-физик

#### **Форма обучения**

Очная

## **Цель освоения учебной дисциплины**

Цель преподавания дисциплины: формирование у обучаемых профессиональных компетенций, позволяющих выпускнику осуществлять:

- инженерное обеспечение регламентных работ по типовому техническому обслуживанию и ремонту оборудования и трубопроводов технологических систем (профессиональный стандарт 24.081 "Специалист (инженер) в области технического обслуживания и ремонта на атомной станции");
- метрологический контроль состояния и применения СИ, обеспечение ТОиР СИ, СА и аппаратуры СУЗ, контроль своевременности проведения профилактических осмотров и текущего ремонта (профессиональный стандарт 24.033 "Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики атомной станции");
- проведение подготовительных мероприятий к ремонтам, наладке, испытаниям, включению в работу (пуску) и выводу из работы основного и вспомогательного оборудования реакторного (реакторно-турбинного) цеха, обеспечение режима нормальной эксплуатации оборудования и технологических систем реакторного (реакторно-турбинного) цеха атомной электростанции (профессиональный стандарт «24.088.Специалист (инженер) по эксплуатации и руководству эксплуатацией блока (блоков) атомной электростанции»)

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

Дисциплина «Ремонтное обслуживание реакторного и тепломеханического оборудования АЭС» формирует компетенции во взаимосвязи со следующими дисциплинами и практиками:

- АЭС (типы, оборудование, технологии, эксплуатация), Транспортные устройства АЭС

Парогенераторы, Турбомашины, Режимы работы и эксплуатации оборудования АЭС, Основы эксплуатации реакторного оборудования АЭС, Производственная практика (эксплуатационная, по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности), Производственная практика (эксплуатационная), Производственная практика (преддипломная), Государственная итоговая аттестация (ПК-11 - способен анализировать технологии монтажа, ремонта и демонтажа оборудования ЯЭУ применительно к условиям сооружения, эксплуатации и снятия с эксплуатации энергоблоков АЭС).

- Компьютерная графика, Компьютерное конструирование, Режимы работы и эксплуатации оборудования АЭС, Основы эксплуатации реакторного оборудования АЭС, Автоматизация ядерных энергетических установок, Современные системы управления ЯЭУ, Производственная практика (эксплуатационная, по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности), Производственная практика (эксплуатационная), Производственная практика (научно-исследовательская работа), Производственная практика (преддипломная), Государственная итоговая аттестация (ПК-9.1 Способен осуществлять контроль выполнения подразделением комплекса работ по эксплуатации и ТОиР СИ, СА и аппаратуры СУЗ).

В результате изучения данной дисциплины студент сможет частично продемонстрировать следующие трудовые функции в соответствии с профессиональными стандартами:

- в соответствии с профессиональным стандартом «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; С.7. Контроль выполнения подразделением комплекса работ по эксплуатации и ТОиР СИ, СА и аппаратуры СУЗ (по профилю подразделения);

– в соответствии с профессиональным стандартом «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;

– в соответствии с профессиональным стандартом «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
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
Анализ процессов в ядерных энергетических установках с целью обеспечения их эффективной и безопасной работы; обеспечение ядерной и радиационной безопасности при эксплуатации ядерных энергетических	Современная электронная схемотехника, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно-физическими установками.	ПК-9.1 Способен осуществлять контроль выполнения подразделением комплекса работ по эксплуатации и ТОиР СИ, СА и аппаратуры СУЗ	З-ПК-9.1 Базовые знания в естественнонаучных и технических областях по профилю деятельности. Технологию и технологические системы АС, состав, функции и алгоритмы автоматизированной системы управления технологическими процессами АС, систем контроля и управления, регламента эксплуатации

установок, а также при обращении с ядерным топливом и радиоактивным и отходами на АЭС (и ЯЭУ).	Ядерные, химические и тепловые процессы, протекающие в ядерных энергетических установках и на атомных станциях.		АС. Назначения, принципы действия, параметры, алгоритмы работы измерительного оборудования и аппаратуры СУЗ АС. Технические характеристики оборудования КИПиА и аппаратуры СУЗ, их территориальное расположение на АС, устройство и принципы работы. У-ПК-9.1 Пользоваться конструкторской, технической, производственно-технологической и нормативной документацией. Использовать информационные технологии при реализации профессиональной деятельности. Принимать и осваивать вновь вводимые СИ, СА и аппаратуру СУЗ. В-ПК-9.1 Современными средствами, передовыми технологиями контроля и измерений и перспективами их развития. Принципами и методами контроля и обеспечения качества эксплуатации СИ, СА и аппаратуры СУЗ.
--	---	--	--

#### 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	Использование для формирования культуры ядерной и радиационной безопасности, выработки ответственного отношения к осуществляемой работе в области проектирования,	1. Организация и проведение экскурсий, научно-практических конференций, форумов, круглых столов, вебинаров по вопросам профессиональной деятельности

	<p>(АС) и других ядерных энергетических установок, вырабатывающих, преобразующих и использующих тепловую и ядерную энергию, включая входящие в их состав системы контроля, защиты и управления <b>(В31)</b>.</p>	<p>создания и эксплуатации атомных станций (АС) и других ядерных энергетических установок воспитательного потенциала блока профессиональных дисциплин:  Математическое моделирование процессов в оборудовании АЭС;  Управление ядерными энергетическими установками; Ядерные энергетические реакторы; Автоматизированное проектирование электронных элементов и систем;  Системы управления; Исполнительные устройства систем управления;  Надежность технических систем АЭС (типы, оборудование, технологии, эксплуатация);  Транспортные устройства АЭС;  Парогенераторы; АСУ технологическими процессами АЭС;  Жизненный цикл и проектирование АСУ технологическими процессами;  Турбомашины; Режимы работы и эксплуатации оборудования АЭС;  Основы эксплуатации реакторного оборудования АЭС;  Автоматизация ядерных энергетических установок;</p>	<p>2. Участие в студенческих олимпиадах и конкурсах научных проектов, творческих мероприятиях, конкурсах профессионального мастерства, в том 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>
--	--	---	--

		Современные системы управления ЯЭУ; Радиационная безопасность АЭС; Дозиметрия ионизирующих излучений; Производство ремонта и монтажа оборудования АЭС; Ремонтное обслуживание реакторного и тепломеханического оборудования АЭС	
--	--	---	--

### Структура и содержание учебной дисциплины

Дисциплина преподается студентам в 10-ом семестре (А). Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 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)	Максимальный балл за раздел
			Всего	Лекции	Лабораторные	Практические	СРС/КСР		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	<b>Раздел 1. Ремонт оборудования атомных станций</b> Тема 1. Планирование, подготовка и организация ремонтов	20	4	-	4	12	ПЗ1*	30 б.
	2	Тема 2. Ремонт основного оборудования АЭС	28	8	-	8	12		
	3	Тема 3. Техническое обслуживание и ремонт систем контроля и управления АЭС.	16	4		4	8		
2	4	<b>Раздел 2. Управление качеством ремонта оборудования АЭС</b> Тема 4. Принципы формирования системы обеспечения качества эксплуатации АЭС.	10	2	-	-	8		30 б.

5	Тема 5. Программа обеспечения качества АЭС при эксплуатации	14	2	-	4	8	ПЗ2	
6	Тема 6. Показатели качества ТОиР.	8	2	-	2	4		
7	Тема 7. Система управления качеством ТОиР.	16	4	-	4	8		
8	Тема 8. Контроль качества отремонтированного оборудования и приемка из ремонта.	14	2	-	4	8		
9	Тема 9. Подготовка персонала для производства ремонтных работ.	6	2	-	-	4		
10	Тема 10. Определение оптимальной периодичности и объема ТОиР.	12	2		2	8		
	<b>Всего</b>	<b>144/24</b>	<b>32</b>		<b>32/24</b>	<b>80</b>		<b>60</b>
<b>Экзамен</b>								<b>40</b>
<b>Итого</b>								<b>100</b>

ПЗ\* - промежуточный зачет

### Содержание лекционного курса

Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
4	2	5
<b>Тема 1. Планирование, подготовка и организация технического обслуживания и ремонта.</b> Техническое обслуживание и ремонт оборудования АЭС, их виды. Анализ неисправностей (включая дефекты) и отказов основного оборудования и систем контроля и управления АЭС с реактором ВВЭР. Система ремонтного обслуживания. Планирование ремонтов.	4	[1, 4, 7, 8]
<b>Тема 2. Ремонт основного оборудования АЭС.</b> Ремонт ядерных реакторов ВВЭР. Ремонт тепломеханического оборудования АЭС с реактором ВВЭР. Ремонт и замена парогенераторов АЭС с реактором ВВЭР. Ремонт турбоустановки АЭС с реактором ВВЭР. Контроль за состоянием металла основного оборудования АЭС.	8	[1, 4, 7, 8]
<b>Тема 3. Техническое обслуживание и ремонт систем контроля и управления АЭС.</b> Содержание работ по техническому обслуживанию и ремонту технических средств измерений, систем автоматики и аппаратуры СУЗ. Диагностика технического состояния и проверка работоспособности оборудования КИПиА и аппаратуры СУЗ АЭС.	4	[1, 2, 4, 5]
<b>Тема 4. Принципы формирования системы обеспечения качества эксплуатации АЭС.</b> Факторы, определяющие качество ТОиР. Принципы контроля выполняемых работ в СОКТОиР.	2	[1, 3]
<b>Тема 5. Программа обеспечения качества АЭС при эксплуатации.</b> Структура и содержание ПОКАС(Э).	2	[1, 3]

<b>Тема 6. Показатели качества ТОиР.</b> Базовый коэффициент сдачи работ с первого предъявления, коэффициент обобщенной оценки качества, обобщенный коэффициент качества.	2	[1, 3, 6]
<b>Тема 7. Система управления качеством ТОиР.</b> Структура системы управления качеством ТОиР, управляющие воздействия системы управления качеством ТОиР, блок-схема контроля выполнения ПОКАС(Э).	4	[1, 3, 6]
<b>Тема 8. Контроль качества отремонтированного оборудования и приемка из ремонта.</b> Структура и содержание приемочного контроля оборудования АЭС, приемо-сдаточные испытания.	2	[1, 3]
<b>Тема 9. Подготовка персонала для производства ремонтных работ.</b> Требования к персоналу, осуществляющему ТО и Р оборудования АЭС. Системы подготовки и развития персонала.	2	[1, 9]
<b>Тема 10. Определение оптимальной периодичности и объема ТОиР.</b> Основные понятия надежности оборудования. Влияние периодичности ТОиР на вероятность безотказной работы оборудования.	2	[1, 3, 6]

### Перечень практических занятий

Тема практического занятия. Задания, вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
Нормативные документы, регламентирующие систему ТОиР на АЭС	2	[1, 4, 7, 8]
Изучение планов и графиков технического обслуживания и ремонта энергоблоков АЭС	2	[1, 4, 7, 8]
Изучение технологических карт технического обслуживания и ремонта ядерных реакторов	2	[1, 4, 7, 8]
Изучение технологических карт технического обслуживания и ремонта тепломеханического оборудования АЭС	2	[1, 4, 7, 8]
Изучение технологических карт технического обслуживания, ремонта и замены парогенераторов	2	[1, 4, 7, 8]
Изучение технологических карт технического обслуживания, ремонта и замены насосов	2	[1, 4, 7, 8]
Изучение технологических карт технического обслуживания и ремонта систем управления и защиты АЭС.	4	[1, 2, 4, 5]
Изучение программ обеспечения качества атомных станций	4	[1, 3, 6, 7]
Определение показателей качества ТОиР	2	[1, 3, 6, 7]
Система управления качеством ТО.	4	[1, 3]
Изучение программ и методик приемо-сдаточных испытаний оборудования АЭС	4	[1, 3]
Определение оптимальной периодичности ремонта оборудования	2	[1, 3, 6]]

### Перечень лабораторных работ

Рабочим учебным планом не предусмотрены

### Задания для самостоятельной работы студентов

Задания, вопросы, для самостоятельного изучения (задания)	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
<b>Тема 1. Планирование, подготовка и организация технического</b>	12	[1, 4, 7, 8]



<p><b>обслуживания и ремонта.</b></p> <p>Техническое обслуживание и ремонт (ТО и Р) как система организационно-технических мер по обеспечению безопасности АС. Организация и специфика ремонта на АЭС. Особенности ремонтного обслуживания оборудования ЯЭУ, его ремонтпригодность. Анализ неполадок и дефектов по оборудованию ЯЭУ с реакторами различных типов. Управление техническим состоянием оборудования и систем АЭС. Обеспечение надежности изделия на всех этапах жизненного цикла. Оценка надежности технических систем. Зависимость интенсивности отказов изделия от срока его службы. Управление индивидуальной надежностью изделия. Системы ремонтного обслуживания. Регламентированный (плановый) ТО и Р. ТО и Р по техническому состоянию. Ремонт при отказах и ухудшении состояния оборудования и систем. Планово-предупредительный ремонт.</p>		
<p><b>Тема 2. Ремонт основного оборудования АЭС.</b></p> <p>Особенности конструкции и ремонта корпусных реакторов. Технология монтажа внутрикорпусных устройств реактора. Агрегаты и защитные средства для ремонта корпусов реакторов. Ремонт насосного оборудования АЭС. Характерные повреждения деталей и узлов насосов и их устранение. Технологическая последовательность ремонта ГЦН. Специальная оснастка для ремонта насосного оборудования. Проведение центровки, статической и динамической балансировки насосов. Ремонт арматуры. Конструкционные и ремонтные особенности арматуры АЭС. Технология ремонта специальной арматуры. Испытания и приемка арматуры после ремонта. Механизация ремонта арматуры. Анализ неполадок арматуры. Причины возникновения дефектов, способы их устранения и предупреждения. Ремонт трубопроводов. Конструкционные особенности горизонтальных парогенераторов, обогреваемых водным теплоносителем. Характерные дефекты парогенераторов, причины их появления и способы устранения. Способы ремонта теплообменных труб парогенераторов (глушение, установка защитных втулок и т.д.). Замена парогенераторов.</p>	12	[1, 4, 7, 8]
<p><b>Тема 3. Техническое обслуживание и ремонт систем управления и защиты АЭС.</b></p> <p>Техническое обслуживание и ремонт систем контроля и измерения параметров АЭС. Техническое обслуживание и ремонт системы управления и защиты АЭС.</p>	8	[1, 2, 4, 5]
<p><b>Тема 4. Принципы формирования системы обеспечения качества эксплуатации АЭС</b></p> <p>Качество. Основные положения. Методы обеспечения качества (контроль, управление качеством, система обеспечения качества). Меры по обеспечению качества ТО и Р. Требования безопасности №GS-R-3 «Система управления для установок и деятельности». Дифференцированный подход к обеспечению качества на АС. Категории обеспечения качества систем и элементов АС. Категории работ. Категории обеспечения качества изделий, запасных частей и материалов. Внедрение системы качества на АС.</p>	8	[1, 3]
<p><b>Программа обеспечения качества АЭС при эксплуатации.</b></p> <p>Программа обеспечения качества на АС. Структура и содержание ПОКАС(Э).</p>	8	[1, 3]

<b>Показатели качества ТОиР.</b> Оценка качества выполнения работ по ТО и Р. Показатели качества выполнения работ.	4	[1, 3, 6]
<b>Система управления качеством ТОиР.</b> Схема системы управления качеством ТОиР, виды управляющих воздействий на качество выполнения ТОиР, блок-схема проверок согласно ПОКАС(Э).	8	[1, 3, 6]
<b>Контроль качества отремонтированного оборудования и приемка из ремонта.</b> Операционный и приемочный контроль. Проверка и испытание систем и установок в работе. Ввод энергоблока (основной установки) в работу после ремонта. Оценка технического состояния оборудования после ремонта.	8	[1, 3]
<b>Подготовка персонала для производства ремонтных работ.</b> Системы подготовки и развития персонала, повышение квалификации персонала	4	[1, 9]
<b>Определение оптимальной периодичности и объема ТОиР.</b> Основные понятия надежности оборудования. Вероятность безотказной работы, риск отказа, виды распределения отказов, интенсивность отказов. Методы анализа риска отказа оборудования. Влияние периодичности ТОиР на вероятность безотказной работы оборудования.	8	[1, 3, 6]

Контроль СРС осуществляется на этапах текущего контроля успеваемости и аттестации разделов в соответствии с 4.1 Календарный план.

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

**Курсовая работа**  
Рабочим учебным планом не предусмотрена

**Курсовой проект**  
Рабочим учебным планом не предусмотрен

### **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 с использованием ПК и компьютерного проектора, практических занятий, с использованием ПК при проведении расчетов. 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 (письменно/устно)
Аттестация разделов, текущий контроль успеваемости			
2	Ремонт оборудования атомных станций	З-ПК-11 знать правила техники безопасности при проведении монтажа, ремонта и демонтажа оборудования ЯЭУ	Вопросы к ПЗ-1 (письменно)
		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	
3	Управление качеством ремонта оборудования АЭС	З-ПК-11 знать правила техники безопасности при проведении монтажа, ремонта и демонтажа оборудования ЯЭУ	Вопросы к ПЗ-2 (письменно)
		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	
Промежуточная аттестация			
1	Экзамен	ПК-11, ПК-9.1	Билеты к экзамену (устно)

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

#### Перечень вопросов входного контроля.

1. Конструкционные схемы узлов оборудования АЭС с реакторами на быстрых нейтронах.
2. Конструкционные схемы узлов оборудования АЭС с реакторами на тепловых нейтронах.

3. Компоновка оборудования АЭС.
4. Компоновка главного корпуса АЭС с реактором ВВЭР-1000.
5. Тепловая схема АЭС с реактором ВВЭР-1000.
6. Конструкция оборудования первого контура реактора ВВЭР-1000.
7. Конструкция оборудования второго контура реактора ВВЭР-1000.
8. Вспомогательные системы реактора ВВЭР-1000.
9. Особенности конструкции реактора ВВЭР-1200.
10. Особенности конструкции реактора ВВЭР-ТОИ.
11. Конструкция реактора РБМК.
12. Конструкции реакторов БН-600, БН-800.
13. Конструктивная схема реактора СВБР.
14. Конструктивная схема реактора Брест.
15. Особенности конструкции зарубежных реакторов.

Текущий контроль – это непрерывно осуществляемый мониторинг уровня усвоения знаний и формирования умений и навыков в течение семестра. Текущий контроль знаний, умений и навыков студентов осуществляется в ходе учебных (аудиторных) занятий, проводимых по расписанию. Формами текущего контроля выступают опросы на практических занятиях, доклады и рефераты.

### **Перечень тем для подготовки доклада или реферата:**

#### **Раздел 1**

1. Надежность оборудования АС. Введение избыточности.
2. Определение объема ремонтных работ.
3. Влияние планового ремонта на функцию интенсивности его отказов  $\lambda(t)$
4. Система планово-предупредительного (регламентированного) технического обслуживания и ремонта.
5. График проверок исправности систем АС. Ведомость объема ремонта.
6. Специфика организации и проведения ремонта на АЭС.
7. Ремонтный цикл оборудования АС.
8. Ремонтопригодность оборудования АЭС.
9. Стратегия ремонта по техническому состоянию.
10. Механизация ремонтов на АЭС

#### **Раздел 2**

1. Виды технического контроля при монтаже оборудования.
2. Структура службы технического контроля.
3. Оформление технической документации при ремонте.
4. Система планово-предупредительного технического обслуживания и ремонта.
5. Ремонтный цикл оборудования АЭС.
6. Планирование ТО и Р систем и оборудования АЭС. Четырехлетний и годовой планы ремонта.
7. Объем регламентных работ по ТО и Р.
8. Организационная структура ТО и Р.
9. Порядок вывода систем и оборудования на ТО и Р.
10. Организация работ по ТО и Р.

### **Критерии оценки доклада/реферата:**

1. Актуальность темы исследования.
2. Соответствие содержания теме.
3. Глубина проработки материала.
4. Правильность и полнота использования источников.
5. Соответствие оформления реферата стандартам.

Аттестация раздела по дисциплине проводится в форме промежуточного зачета (ПЗ). Промежуточный зачет проводится письменно по вопросам, объединенным в билеты. Билет содержит от 2 вопросов. На выполнение задания отводится 30 минут. Промежуточный зачет – это форма контроля, направленная на проверку уровня освоения контролируемого теоретического и практического материала по дидактическим единицам дисциплины (терминологический аппарат, основные методы).

#### **Вопросы к ПЗ1.**

1. Сварочные работы при ремонте оборудования АЭС.
2. Явления усталости, ползучести и релаксации металлов.
3. Химическая термообработка металлов.
4. Защитные средства для ремонта корпусов реакторов.
5. Перегрузка водо-водяных реакторов.
6. Сборка защитного колпака.
7. Обращение с радиоактивным графитом.
8. Газосварочные работы (виды пламени, способы сварки и т.д.).
9. Электросварочные работы.
10. Технология проведения работ с помощью автомата для сварки труб диаметром 20-30 мм.
11. Технологии проведения работ с помощью автоматического устройства для сварки труб диаметром 30-120 мм.
12. Технология проведения работ по автоматизированной газовой резке труб.
13. Технология проведения работ с помощью зачистного устройства на базе самоходной тележки.
14. Теплоизоляционные материалы и изделия.
15. Ремонт тепловой изоляции.
16. Методы дезактивации радиоактивного оборудования.
17. Конструктивные особенности основных типов энергетической арматуры.
18. Причины кавитации в арматуре.
19. Виды материалов уплотнительных колец, применяемые при ремонте арматуры.
20. Основные операции ремонта различных типов энергетической арматуры.
21. Основные виды абразивных материалов для притирки уплотнительных поверхностей арматуры.
22. Как производится притирка уплотнительных поверхностей арматуры?
23. Наиболее вероятные места расположения дефектов по шахте реактора.
24. Дистанционный ремонт каналов и трактов.
25. Ремонт графитовой кладки.
26. Специальные ремонтные приспособления и механизмы.
27. Применение сварки при ремонтных работах.
28. Технология ремонта реакторных установок на быстрых нейтронах с натриевым оборудованием.
29. Организация работ на натриевом оборудовании.
30. Замена и ремонт главной запорной задвижки.
31. Замена и ремонт внутрикорпусных устройств.
32. Характерные повреждения деталей и узлов насосов и их устранение.
33. Специальная оснастка для ремонта насосного оборудования.
34. Вибрация и способы её устранения.
35. Проведение центровки, статической и динамической балансировки насосов.
36. Технологическая последовательность ремонта ГЦН.

37. Какие части арматуры подвергают визуальному контролю, и какие дефекты им выявляют?
38. Что проверяют при измерительном контроле деталей арматуры?
39. Характерные дефекты парогенераторов, причины их появления и способы устранения
40. Замена парогенераторов.

#### **Вопросы к ПЗ2.**

1. Организация службы контроля ремонта оборудования АЭС.
2. Контроль в процессе ремонтных работ.
3. Дефекты сварных швов.
4. Контроль качества сварки.
5. Методы и объёмы контроля качества готовых сварных соединений
6. Внешний осмотр и измерение.
7. Спектральный анализ.
8. Радиографический анализ.
9. Ультразвуковая дефектоскопия.
10. Магнитопорошковая, цветная и люминесцентная дефектоскопия.
11. Лабораторные методы контроля.
12. Контроль герметичности.
13. Оформление технической документации при ремонте.
14. Общие требования безопасности при проведении ремонтных работ.
15. Измерительный контроль деталей арматуры.
16. Методы контроля при дефектации составных частей арматуры.
17. Кем осуществляется контроль и поддержание работоспособности оборудования, находящегося в работе
18. Что включает контроль технического состояния систем и оборудования.
19. Обнаружение признаков ухудшения технического состояния оборудования
20. Неплановый ремонт в целях восстановления работоспособности оборудования.
21. Фиксация данные об отказах или выявленным ухудшениям технического состояния оборудования?
22. Корректирование годового графика ремонта.
23. Годовая ведомость объема работ по ремонту оборудования АС подразделения-владельца.
24. Перспективный десятилетний и годовой графики ремонта энергоблоков АС России.
25. Ведомости объёма ремонта энергоблока АС для оборудования (установок)
26. Календарно-сетевой график ремонта энергоблока АС.
27. Локальные графики ремонта отдельных единиц оборудования.
28. Предремонтные испытания.
29. Дефектация оборудования.
30. Порядок приемки оборудования из ремонта.

#### **Критерии оценивания на промежуточном зачете:**

1. Точность ответов на поставленные вопросы.
2. Глубина рассмотрения вопросов.
3. Соответствие ответов последним достижениям науки и техники.
4. Четкость, последовательность и логическая стройность изложения ответа.

Промежуточная аттестация осуществляется в форме экзамена. Экзамен проводится письменно по вопросам, объединенным в билеты. Билет содержит от 3 вопросов. На выполнение задания отводится 60 минут.

#### **Перечень вопросов для подготовки к экзамену:**

1. Надежность оборудования АЭС.

2. Специфика организации и проведения ремонта на АЭС.
3. Ремонтопригодность оборудования АЭС.
4. Система планово-предупредительного технического обслуживания и ремонта.
5. Ремонтный цикл оборудования АЭС.
6. Планирование ТО и Р систем и оборудования АЭС. Четырехлетний и годовой планы ремонта.
7. Объем регламентных работ по ТО и Р.
8. Документация на ТО и Р. ТУ на ремонт.
9. Организационная структура ТО и Р.
10. Порядок вывода систем и оборудования на ТО и Р.
11. Организация работ по ТО и Р.
12. Обеспечение качества по ТО и Р.
13. Порядок ввода систем в работу после ТО и Р.
14. Деактивация оборудования.
15. Сварочные работы.
16. Особенности контроля качества металла и сварных соединений на АЭС.
17. Ремонт главного циркуляционного насоса.
18. Особенности конструкции и ремонта корпусов реакторов ВВЭР-1000.
19. Замена технологических каналов РБМК-1000.
20. Конструкционные и ремонтные особенности арматуры ЯЭУ.
21. Технология ремонта специальной арматуры.
22. Притирка уплотнительных поверхностей арматуры.
23. Ремонт и сборка сальниковых уплотнений арматуры.
24. Испытания, проверка и приемка арматуры после ремонта.
25. Механизация ремонта арматуры.
26. Конструкционные особенности горизонтальных и вертикальных парогенераторов, обогреваемых водным теплоносителем.
27. Способы ремонта теплообменных труб парогенераторов (глушение, установка защитных втулок и т.д.).
28. Конструкционные и ремонтные особенности парогенераторов, обогреваемых жидкометаллическим теплоносителем.
29. Способы ремонта натриевых парогенераторов. Замена модулей парогенератора.
30. Особенности обеспечения безопасности при ТО и Р систем и оборудования АЭС.

#### Шкалы оценки образовательных достижений

Оценка по 5-балльной шкале	Сумма баллов	Требования к знаниям на экзамене
«отлично»	36 ÷ 40	выставляется студенту, если он полно, грамотно и без ошибок ответил на все вопросы, в том числе и дополнительные
«хорошо»	29 ÷ 35	выставляется студенту, если он без существенных ошибок ответил на все вопросы, однако допускал отдельные неточности или не демонстрировал достаточно глубокого знания материала

«удовлетворительно»	24 ÷ 28	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 24	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, рубежного (по разделам) и промежуточного контроля и выставляется в соответствии с Положением о кредитно-модульной системе в соответствии со следующей шкалой:

Оценка по 5-балльной шкале	Сумма баллов за разделы и экзамен	Оценка ECTS
5 – «отлично»	90-100	A
4 – «хорошо»	85-89	B
	75-84	C
	70-74	D
3 – «удовлетворительно»	65-69	
	60-64	E
2 – «неудовлетворительно»	Менее 60	F

## Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

### Основная литература:

1. Семакина, О. К. Монтаж, эксплуатация и ремонт оборудования отрасли : учебное пособие / О. К. Семакина. — Томск : ТПУ, 2018. — 184 с. — ISBN 978-5-4387-0812-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/113209>

2. Зверков, В. В. Программно-технические комплексы АСУТП АЭС. Функциональные и структурные решения : учебное пособие / В. В. Зверков. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2018. — 132 с. — ISBN 978-5-7262-2455-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/126661>

3. Леонов, О. А. Управление качеством : учебник / О. А. Леонов, Г. Н. Темасова, Ю. Г. Вергазова. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 180 с. — ISBN 978-5-8114-2921-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/130492>

### Дополнительная литература:

4. Выговский, С.Б. Безопасность и задачи инженерной поддержки эксплуатации ядерных энергетических установок с ВВЭР [Электронный ресурс]: учебное пособие / С. Б. Выговский, Н. О. Рябов, Е. В. Чернов. - Москва: НИЯУ МИФИ, 2013..

5. Зверков, В. В. Автоматизированная система управления технологическими процессами АЭС : монография / В. В. Зверков. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2014. — 560 с. —



ISBN 978-5-7262-1918-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/103223>

6. Кайнова, В. Н. Статистические методы в управлении качеством : учебное пособие / В. Н. Кайнова, Е. В. Зимина ; под общей редакцией В. Н. Кайновой. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 152 с. — ISBN 978-5-8114-3664-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/121465>

7. Юнусов, Г. С. Монтаж, эксплуатация и ремонт технологического оборудования. Курсовое проектирование : учебное пособие / Г. С. Юнусов, А. В. Михеев, М. М. Ахмадеева. — 2-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2011. — 160 с. — ISBN 978-5-8114-1216-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/2043>

8. Ташлыков О.Л. Ремонт оборудования атомных станций [Электронный ресурс]: учебник для СПО/ Ташлыков О.Л.— Электрон. текстовые данные.— Саратов, Екатеринбург: Профобразование, Уральский федеральный университет, 2020.— 351 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/92371>. — ЭБС «IPRbooks»

9. Лихацкий, В. И. Управление персоналом: Электронное учебное пособие : учебное пособие / В. И. Лихацкий. — Санкт-Петербург : ИЭО СПбУТУиЭ, 2006. — 245 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/63741>

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. <https://elar.urfu.ru/handle/10995/60935>
2. <https://www.coursera.org/learn/pumps-for-nuclear-power-plants>
3. <https://www.coursera.org/learn/fundamentals-of-modern-russian-designed-npps-with-vver-1200>

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

Лекции и практические занятия проводятся в учебной аудитории, оснащенной мультимедийным оборудованием для интерактивных 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.

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

3. Самостоятельная работа студентов обычно складывается из нескольких составляющих:

- работа с текстами: учебниками, историческими первоисточниками, дополнительной литературой, в том числе материалами интернета, а также проработка конспектов лекций;
- написание докладов, рефератов;
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к экзамену непосредственно перед ним.

Таким образом, самостоятельная работа студентов является необходимым компонентом получения полноценного высшего образования.

## **Учебно-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 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 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 профессор

Рецензент: доцент



Кобзев Р.А.

Ефремова Т.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.