

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 «Режимы работы и эксплуатации 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

**Целью освоения дисциплины** является:

- формирование у будущих инженеров знаний в области теоретических основ исследований преобразования внутренней, тепловой и механической энергии в электрическую в энергетических установках АЭС различного типа, а также основ проектирования и эксплуатации этих установок;

- приобретение навыков расчета параметров и условий безопасной эксплуатации оборудования атомных электростанций при работе в переменных режимах, составление тепловых балансов и расчет основных технико-экономических показателей электростанций.

Дисциплина изучается в соответствии с профессиональными стандартами:

«24.078. Специалист-исследователь в области ядерно-энергетических технологий»

«24.032. Специалист в области теплоэнергетики (реакторное отделение)»

«24.033. Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики атомной станции»

«24.081. Специалист (инженер) в области технического обслуживания и ремонта на атомной станции»

«24.088. Специалист (инженер) по эксплуатации и руководству эксплуатацией блока (блоков) атомной электростанции»

**Задачи освоения дисциплины:**

– изучение основных способов и режимов в переменных условиях эксплуатации оборудования и систем АЭС;

– обоснование взаимосвязи и зависимости параметров режимов работы установки, анализ полученных результатов измерений и разработка способов их регулирования;

– формирование способности у студента анализировать параметры аварийных режимов, выявлять их причины, локализовать и ликвидировать аварийные ситуации;

– формирование способности у студента работать с нормативными документами.

**Место дисциплины в структуре ООП ВО**

Дисциплина «Режимы работы и эксплуатации оборудования АЭС» изучается на основе знаний и умений по следующим дисциплинам и разделам:

- АЭС (типы, оборудование, технологии, эксплуатация);

- ядерные энергетические реакторы;

- теплообменное оборудование АЭС;

- насосы, вентиляторы, компрессоры;

- Транспортные устройства АЭС;

- Парогенераторы;

- Методы и средства цифровой обработки сигналов;

- Проектирование систем управления.

Знания, полученные при изучении дисциплины «Основы эксплуатации реакторного оборудования АЭС» используются при дипломном проектировании - основная часть и специальная часть.

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

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.

В/01.7. Обеспечение взаимодействия в процессе инженерно-технической поддержки при эксплуатации реакторного оборудования, технологических систем, основных фондов реакторного отделения АЭС.

С/01.7. Организация и контроль выполнения производственным подразделением работ по обеспечению эксплуатации СИ, СА и аппаратуры СУЗ на АС.

В.7. Разработка, организация и анализ процедур технического обслуживания и ремонта оборудования и трубопроводов технологических систем.

С/03.7. Организация и контроль выполнения ТОиР СИ, СА и аппаратуры СУЗ, контроль своевременности проведения профилактических осмотров и различных видов ремонта.

В/01.7. Обеспечение эксплуатации, проведения ремонтов, технического обслуживания, наладки и испытаний оборудования реакторного (реакторно- турбинного) цеха

С.7. Контроль выполнения подразделением комплекса работ по эксплуатации и ТОиР СИ, СА и аппаратуры СУЗ (по профилю подразделения)

**Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины 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-3 Способен к проведению исследований физических процессов в ядерных энергетических установках в процессе разработки, создания, монтажа, наладки и эксплуатации	З-ПК-3 знать методы проведения исследований физических процессов У-ПК-3 уметь проводить исследования и испытания оборудования ядерных энергетических установок В-ПК-3 владеть методиками испытаний оборудования при его монтаже и наладке
Анализ процессов в ядерных энергетических установках с целью обеспечения их эффективной и безопасной работы; обеспечение ядерной и радиационной безопасности при эксплуатации ядерных энергетических установок, а также при обращении с ядерным топливом и радиоактивными отходами на АЭС (и ЯЭУ).	Современная электронная схемотехника, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно - физическими установками. Ядерные, химические и тепловые процессы, протекающие в ядерных энергетических уста-	ПК-9 Способен анализировать нейтронно-физические, технологические процессы и алгоритмы контроля, управления и защиты ЯЭУ с целью обеспечения их эффективной и безопасной работы	З-ПК-9 Знать правила и нормы в атомной энергетике, критерии эффективной и безопасной работы ЯЭУ; У-ПК-9 уметь анализировать нейтронно-физические, технологические процессы и алгоритмы контроля, управления и защиты ЯЭУ; В-ПК-9 владеть методами анализа нейтронно-физических и технологических процессов в ЯЭУ.

	новках и на атомных станциях.		
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 установок, а также при обращении с ядерным топливом и радиоактивным и отходами на АЭС (и ЯЭУ).	Современная электронная схемотехника, электронные системы ядерных установок, системы физических установок, системы автоматизированного управления ядерно-физическими установками. Ядерные, химические и тепловые процессы, протекающие в ядерных энергетических установках и на атомных станциях.	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 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 измере-

			ний 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 воспита- тельного потенциала учебных дисциплин	Вовлечение в разно- плановую внеучеб- ную деятельность
<b>Профессио- нальное воспитание</b>	выработка ответ- ственного отноше- ния к осуществляе- мой работе в области проектирования, со- здания и эксплуата- ции атомных стан- ций (АС) и других ядерных энергетиче- ских установок, вы- рабатывающих, пре- образующих и ис- пользующих тепло- вую и ядерную энер- гию, включая вход- ящие в их состав системы контроля, защиты и управле- ния (В31).	Использование для фор- мирования культуры ядерной и радиационной безопасности, выработки ответственного отноше- ния к осуществляемой работе в области проек- тирования, создания и эксплуатации атомных станций (АС) и других ядерных энергетических установок воспитатель- ного потенциала блока профессиональных дис- циплин: Математическое моде- лирование процессов в оборудовании АЭС; Управление ядерными энергетическими уста- новками; Ядерные энер- гетические реакторы; Автоматизированное проектирование элек- тронных элементов и си- стем; Системы управления; Исполнительные устрой- ства систем управления; Надежность технических систем АЭС (типы, оборудова- ние, технологии, эксплу- атация); Транспортные устрой- ства АЭС; Парогенераторы; АСУ технологическими процессами АЭС; Жизненный цикл и про- ектирование АСУ техно-	Организация и прове- дение экскурсий, научно-практических конференций, фору- мов, круглых столов, вебинаров по вопро- сам профессиональ- ной деятельности 2. Участие в сту- денческих олимпиа- дах и конкурсах науч- ных проектов, творче- ских мероприятиях, конкурсах професси- онального мастерства, в том числе по стан- дартам WorldSkills. 3. Участие в под- готовке публикаций в периодических науч- ных изданиях; 4. Участие в дея- тельности студенче- ского научного обще- ства

		логическими процессами; Турбомашины; Режимы работы и эксплуатации оборудования АЭС; Основы эксплуатации реакторного оборудования АЭС; Автоматизация ядерных энергетических установок; 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 9-ом семестре. Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 ак. часа.

#### алендарный план

№ Р а з д е л а	№ Т е м ы	Наименование раздела (темы) дисциплины	Виды учебной деятельности (в часах)					Аттеста ция раздела (форма)	Макси маль ный балл за раздел
			Всего	Лекции	Лабораторные	Практические	СРС		
1	1	Введение. Термины и определения	4	2			2	КЛ1	25
	2	Тема 1 Графики электрических и тепловых нагрузок. Классификация по режимам работы генерирующего оборудования ТЭС.	10	6		2	2		
	3	Тема 2. Маневренность тепло-	16	8		2	6		

		вых электростанций.							
	4	Тема 3. Мобильность энергоблоков.	18	8		6	4		
	5	Тема 4. Работа электростанций при частичных нагрузках.	18	8		4	6		
2	6	Тема 5. Режимы работы ТЭЦ	18	8		4	6	КЛ2	25
	7	Тема 6. Энергетические характеристики оборудования энергоблоков.	18	8		4	6		
	8	Тема 7. Учет показателей работы электростанций.	14	4		4	6		
	9	Тема 8. Пусковые режимы энергоблоков.	14	4		4	6		
	10	Тема 9. Пусковые схемы энергоблоков. Расходы и потери теплоты и топлива.	14	8		2	4		
<b>Вид промежуточной аттестации</b>			<b>144/32</b>	<b>64</b>		<b>32/32</b>	<b>48</b>	<b>Экзамен</b>	<b>50</b>

### Содержание лекционного курса

Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
<b>4</b>	<b>2</b>	<b>5</b>
Лекция 1. Эксплуатирующая организация. Государственное регулирование безопасности при эксплуатации АЭС. Федеральные надзорные органы. Госатомнадзор. Организация эксплуатации на АЭС. Задачи эксплуатации. Структура оперативного управления АЭС. Подготовка персонала. Периодический контроль знаний.	2	1-6
Лекция 2. Суточные графики электрических нагрузок электростанций и энергосистемы. Неравномерность суточного графика электрической нагрузки. Лекция 3. Годовые графики продолжительности электрических нагрузок. Базовые, полупиковые и пиковые электростанции. Лекция 4. Особенности производства тепловой энергии на ТЭЦ. Графики теплопотребления. Способы получения дополнительной электрической и	6	1-6

тепловой мощностей.		
<p>Лекция 5. Понятие о маневренности ТЭС. Маневренность неблочных электростанций, их пусковые режимы. Лекция 6. Диапазон нагрузок энергоблоков. Регулировочный диапазон нагрузок. Технический минимум нагрузки энергоблоков с прямоточными и барабанными котлами. Лекция 7. Основные требования к маневренности энергоблоков. Скорость нагружения энергоблока после длительной работы на частичной нагрузке.</p> <p>Лекция 8. Скорость нагружения турбины, барабанного и прямоточного котлов. Влияние работы блока на скользящем давлении пара в котле на скорость нагружения котла и турбины.</p>	8	1-6
<p>Лекция 9. Понятие о мобильности ТЭС. Действительная и статическая мобильности.</p> <p>Лекция 10. Подхват нагрузки вращающимся резервом. Аккумулирующая способность котлов. Показатели мобильности блоков 200 и 300 МВт.</p> <p>Лекция 11. Особенности эксплуатации ТЭС блочной структуры. Показатели экономичности при работе на частичных нагрузках.</p> <p>Лекция 12. Регулирование мощности блока скользящим начальным давлением пара. Вспомогательное оборудование при эксплуатации на частичных нагрузках.</p>	8	1-6
<p>Лекция 13. Способы прохождения минимальных нагрузок на КЭС.</p> <p>Лекция 14. Основные принципы регулирования мощности атомной электростанции (АЭС).</p> <p>Лекция 15. Особенности режимов работы оборудования ТЭЦ. Режимы работы турбоустановки с промышленным и теплофикационным регулируемым отборами пара и конденсацией.</p> <p>Лекция 16. Режимы работы отопительных ТЭЦ. Влияние параметров и режимов работы теплосети на тепловую экономичность ТЭЦ.</p>	8	1-6
<p>Лекция 17. Взаимосвязь режимов работы тепловой сети и теплофикационных турбин.</p> <p>Лекция 18. Зависимости КПД оборудования от нагрузки.</p> <p>Лекция 19. Многофакторность энергетических характеристик.</p> <p>Лекция 20. Диаграммы режимов турбины. Тепловые характеристики котлоагрегатов.</p>	8	1-6
<p>Лекция 21. Формы отчета электростанций о тепловой экономичности оборудования. Расследование и учет технологических нарушений в работе электростанций</p> <p>Лекция 22. Инцидент и авария. Виды и способы остановов энергоблоков и их оборудования.</p> <p>Лекция 23. Основные понятия о готовности к ра-</p>	8	1-6

<p>боте и надежности оборудования. Планирование и организация ремонта.</p> <p>Лекция 24. Классификация режимов работы АЭС. Основная документация по ведению режимов электростанций.</p>		
<p>Лекция 25. Основные критерии надежности пусковых режимов энергоблоков. Организация пусков энергоблоков, их классификация в зависимости от температурного состояния оборудования. Скользящие параметры при пуске блока.</p> <p>Лекция 26. Пусковые схемы энергоблоков и общие требования к ним. Остановы блоков и их классификация в зависимости от причин и применяемой технологии. Графики-задания пусков блоков из различных тепловых состояний. Основные принципы пуска и останова АЭС.</p>	4	1-6
<p>Лекция 27. Одно- и двухбайпасная пусковые схемы. Пусковая схема энергоблока с прямоточными котлами. Основные узлы, элементы и их назначение.</p> <p>Лекция 28. Пускосбросное оборудование. Общие принципы технологии пуска блока. Графики-задания пуска блоков из холодного и неостывшего состояний.</p>	4	1-6
<p>Лекция 29. Пусковые схемы энергоблоков с барабанным котлом, основные элементы, их назначение. Лекция 30. Особенности пуска блоков из неостывшего и горячего состояний. Остановы блоков.</p> <p>Лекция 31. Источники расходов и потерь топлива при пуске блоков. Этапы нестационарных режимов блока, связанные с потерями топлива.</p> <p>Лекция 32. Методика расчетов потерь топлива при пусковых режимах блоков мощностью 160, 210 и 300 МВт. Анализ и пути сокращения потерь топлива при пусковых режимах.</p>	8	1-6

### Перечень практических занятий

Все го часов	Тема практического занятия. Задачи, решаемые на практическом занятии	Учебно-методическое обеспечение
<b>2</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
32	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Анализ пусковой схемы и последовательность пусковых операций для энергоблоков с прямоточным котлом</li> <li>2. Анализ пусковой схемы и последовательность пусковых операций для энергоблоков с барабанным котлом</li> <li>3. Оценочные расчеты показателей электростанций с использованием многофакторных энергетических характеристик</li> <li>4. Построение и проведение расчетов по диаграмме режимов тур-</li> </ol>	1-6

	боустановки	
--	-------------	--

### Задания для самостоятельной работы студентов

Все го ча- сов	Задания, вопросы для самостоятельного изучения	Учебно- методическое обеспечение
2	3	4
16	1.Стояночные режимы. Режимы реакторных установок, в том числе специальные ремонтные режимы. 2.Переходные режимы энергоблоков. Пуск энергоблока ВВЭР-1000 после перегрузки. Особенности пуска из "холодного", "полугорячего" и "горячего" состояний.	1-6
16	1.Маневренность АЭС. 2.Аварийные блокировки и защиты. Роль и задачи оперативного персонала при отказах и аварийных событиях. 3.Алгоритмы работы защит, блокировок и систем безопасности.	1-6
16	1.Пути улучшения технико-экономических характеристик в процессе эксплуатации. 2.Предпусковые наладочные работы. 3.Продление эксплуатации.	1-6

#### **Образовательные технологии**

Методы ведения занятий ориентированы на активное участие студента в развитии собственных знаний и профессиональных навыков. Наряду с традиционными элементами (фронтальный опрос, решение учебных) при освоении дисциплины предполагается использование индивидуальных и групповых методов активизации инженерной творческой деятельности (морфологический анализ и мозговой штурм) студента при планировании процедур по исходным данным и при поиске индивидуальных решений конкретных вопросов.

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.

В ходе реализации этих методов предполагается использование интервью и дискуссий в под-группах, группах и при личных внеаудиторных собеседованиях каждого студента с лицами профессионального сообщества различного уровня. В ходе реализации этих методов предполагается использование интервью и дискуссий в подгруппах, группах и при личных внеаудиторных собеседованиях каждого студента с лицами профессионального сообщества различного уровня.

В процессе обучения преподаватель выступает в роли активного координатора самостоятельной и групповой работы студентов.

#### **Фонд оценочных средств**

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

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

№ п/п	Наименование контролируемых разделов (темы)	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Наименование оценочного средства
<b>Входной контроль</b>			
1	Входной контроль	3 - ПК-3, 3 - ПК- 9, 3 - ПК - 9.1, 3 - ПК - 11	Вопросы входного контроля (письменно)
<b>Аттестация разделов, текущий контроль успеваемости</b>			
2	Раздел 1	3 - ПК-3, 3 - ПК- 9, 3 - ПК - 9.1, 3 - ПК - 11 У- ПК-3, У - ПК- 9, У - ПК - 9.1, У - ПК – 11 В- ПК-3, В - ПК- 9, В - ПК - 9.1, В - ПК – 11	Коллоквиум (письменно)
3	Раздел 2	3 - ПК-3, 3 - ПК- 9, 3 - ПК - 9.1, 3 - ПК - 11 У- ПК-3, У - ПК- 9, У - ПК - 9.1, У - ПК – 11 В- ПК-3, В - ПК- 9, В - ПК - 9.1, В - ПК – 11	Коллоквиум (письменно)
<b>Промежуточная аттестация</b>			
4	Экзамен	3 - ПК-3, 3 - ПК- 9, 3 - ПК - 9.1, 3 - ПК - 11 У- ПК-3, У - ПК- 9, У - ПК - 9.1, У - ПК – 11 В- ПК-3, В - ПК- 9, В - ПК - 9.1, В - ПК – 11	Вопросы к экзамену (письменно)

Используются следующие виды оценочных средств:

*при текущем контроле успеваемости*

**Зд** - задание (задача), сформулированное обучающим и предписанное для выполнения обучаемому в процессе обучения.

*при рубежном контроле (аттестация разделов)*

**Кл** – коллоквиум: средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися.

Коллоквиумы проводятся по билетам, содержащим по 3-ри контрольных вопроса, из изученного раздела дисциплины. Коллоквиумы проводятся в письменной форме.

Суммарный результат текущего контроля и промежуточной аттестации студента по дисциплине оценивается рейтинговой 50-ти бальной оценкой по всем видам оценочных средств, перечисленным в календарном плане и данном подразделе программы. Эти результаты учитываются при промежуточной аттестации по дисциплине. При этом каждый из видов отчёта оценивается рейтинговой 2-ух бальной оценкой. Максимально возможная оценка текущей успеваемости по изучаемым разделам и дисциплине в целом указана в календарном плане (подраздел 4.1 программы).

Аттестация при экзамене проводится по экзаменационным билетам.

Итоговый экзамен проводится по билетам, содержащим вопросы по всем темам и разделам дисциплины, изученным на аудиторных занятиях и в ходе СРС. Каждый билет содержит по 3-ри вопроса. Первый вопрос оценивает уровень усвоения материала из первого

раздела, второй вопрос из второго раздела и третий соответственно из третьего. Максимальная оценка, полученная на экзамене, может составить 50 баллов.

Результаты окончательной промежуточной аттестации студента по дисциплине осуществляются по 5-ти бальной системе оценки и вносятся в его зачётную книжку. Перевод рейтинговой 100-бальной оценки в 5-ти бальную и в кредитно-модульную оценку ECTS, проводится по следующей шкале соответствия:

#### **Входной контроль**

Дисциплина «Основы реакторного оборудования»

1. Уравнение 4-х сомножителей. Влияние каждого из множителей на  $K_{\infty}$ .
2. Критерии подобия в тепломассообмене.
3. Основные теплофизические величины.
4. Основные теплофизические свойства воды и водяного пара.
5. Характеристики переменного электрического тока в бытовых и промышленных электросетях.

Коллоквиумы проводятся по билетам, содержащим по 3-ри контрольных вопроса, из изученного раздела дисциплины. Коллоквиумы проводятся в письменной форме.

#### **Вопросы коллоквиума**

1. Функции надзорного органа
2. Назначение норм и правил в атомной энергетике
3. Назначение и содержание ПОРП
4. Состояния энергоблока АС
5. Пусковые операции на этапе «Физический пуск»
6. Пусковые операции на этапе «Энергетический пуск»
7. Качество электроэнергетики
8. Превращения ядерной энергии в тепловую

Аттестация при экзамене проводится по экзаменационным билетам.

Итоговый экзамен проводится по билетам, содержащим вопросы по всем темам и разделам дисциплины, изученным на аудиторных занятиях и в ходе СРС.

#### **Вопросы к экзамену по дисциплине**

1. Эксплуатирующая организация. Федеральный надзорный орган
2. Нормативно-правовая база в области использования атомной энергии
3. Организация работы с персоналом
4. Режимы эксплуатации энергоблока, критерии переходов из одного режима в другой.
5. Состояния реакторной установки
6. Единая энергосистема. Критерии качества электроэнергии. маневренность электростанций
7. Уравнение четырех сомножителей. Физический смысл каждого сомножителя
8. Энерговыведение в активной зоне реактора и способы его регулирования
9. Расчет мощности реакторной установки: по энерговыведению в активной зоне, по первому контуру, по второму контуру
10. Эффекты реактивности
11. Требования к теплоносителю первого контура
12. Организация изменения показателей теплоносителя первого контура
13. Концепция глубокоэшелонированной защиты

14. Барьеры на пути распространения радиоактивных веществ
15. Понятие - атомная станция
16. Понятие - ядерная авария
17. Понятие - культура безопасности
18. Понятия – проектная и максимальная проектная авария
19. Понятие – запроектная авария
20. Максимальный проектный предел повреждения ТВЭЛ
21. Классификация технологических систем по характеру выполняемых функций и влиянию на безопасность
22. Системы нормальной эксплуатации, примеры
23. Системы безопасности, примеры
24. Противоаварийные процедуры
25. Жизненный цикл ядерного топлива
26. Годовые пределы доз облучения персонала АЭС и населения
27. Способы защиты персонала от радиационного воздействия
28. Основные показатели: КПД, КИУМ, глубина выгорания топлива, эффективные сутки работы
29. Этапы ввода нового блока АЭС в эксплуатацию
30. Жизненный цикл блока АЭС
31. Продление срока эксплуатации энергоблока
32. Организация безопасного проведения ремонтных работ на АЭС
33. Производственная система Росатома

#### Форма оценивания ответа студента на экзамене

Баллы (рейтинго- вой оценки)	Оценка экзамена (стандартная)	Требования к знаниям
45-50	<i>«отлично»</i>	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал по дисциплине, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний по вопросам работы и эксплуатации реакторного оборудования АЭС.
36-44	<i>«хорошо»</i>	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал по дисциплине, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопросы экзаменационного билета.
30-35	<i>«удовлетворительно»</i>	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала по дисциплине, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
0-29	<i>«неудовлетворительно»</i>	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала по дисциплине, допускает существенные ошибки, оставляет не раскрытыми вопросы экзаменационного билета.

Результаты окончательной промежуточной аттестации студента по дисциплине осуществляются по 5-ти бальной системе оценки и вносятся в его зачётную книжку. Перевод рейтинговой 100-бальной оценки в 5-ти бальную и в кредитно-модульную оценку ECTS, проводится по следующей шкале соответствия:

**Шкалы оценки образовательных достижений**

Сумма баллов	Оценка (ECTS)	Пятибальная система	Характеристика знаний студентов
90 – 100	A	отлично	“Отлично” - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.
85 – 89	B	хорошо	“Очень хорошо” - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения большинства из них оценено числом баллов, близким к максимальному.
75 – 84	C		“Хорошо” - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.
65 – 74	D		“Удовлетворительно” - теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.
60 - 64	E	удовлетворительно	“Посредственно” - теоретическое содержание курса освоено частично, некоторые практические навыки работы не сформированы, многие предусмотренные программой обучения учебные задания не выполнены, либо качество выполнения некоторых из них оценено числом

			баллов, близким к минимальному.
Ниже 60	F	не удовлетворительно	“Неудовлетворительно” - очень слабые знания, недостаточные для понимания курса, имеется большое количество основных ошибок и недочетов.

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

#### **Основная литература**

1. Баклушин, Р. П. Эксплуатация АЭС : учебное пособие / Р. П. Баклушин. — Москва : НИЯУ МИФИ, [б. г.]. — Часть 1,2 — 2011. — 304 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/75744/#82>
2. Режимы работы электрооборудования электрических станций : учебное пособие. — 2-е изд., испр. — Благовещенск : АмГУ, 2017. — 122 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/156461/#120>
3. Бобров, А. В. Основы эксплуатации электрооборудования : учебное пособие / А. В. Бобров, В. П. Возовик. — Красноярск : СФУ, 2018. — 168 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/157554/#3>

#### **Дополнительная литература**

4. Зверков, В. В. Автоматизированная система управления технологическими процессами АЭС : монография / В. В. Зверков. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2014. — 560 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/103223/#136>
5. Козлов, А. Н. Собственные нужды тепловых, атомных и гидравлических станций и подстанций : учебное пособие / А. Н. Козлов, В. А. Козлов, А. Г. Ротачева. — 3-е изд., испр. — Благовещенск : АмГУ, 2017. — 315 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/156477/#313>
6. Комплексные исследования энергоблоков электростанций и энергоустановок : монография / под общей редакцией П. А. Щинникова. — Новосибирск : НГТУ, 2020. — 500 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/152147/#77>

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

Используется локальная сеть – компьютерный класс, подключенный к сети Интернет, с индивидуальными рабочими местами для каждого студента. Программное обеспечение установлено централизованно в соответствии с данной рабочей программой. Версии программных продуктов и конфигурация рабочей станции сети обновляются централизованно в соответствии с планом. Используется общеуниверситетское информационное образовательное пространство.

Для лекций используются оснащенные мультимедийным оборудованием аудитории. Лекционные занятия проводятся в специализированных аудиториях. На лекциях используется комплекс презентаций по темам. Проводятся занятия с обсуждением и оценкой подготовленных студентами разработок по заданной теме в форме дискуссий.

Лабораторные работы проводятся в УТЦ АЭС согласно Договора № ОРП-02-01/92 о присвоении кафедре «Атомная энергетика» БИТИ НИЯУ МИФИ статуса базовой.

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

1) Следует тщательно планировать и организовывать время, необходимое для изучения дисциплины. Недопустимо откладывать ознакомление с теоретической частью, выполнение индивидуальных заданий по темам практических работ на конец семестра, поскольку это неминуемо приведет к снижению качества освоения материала, индивидуальных заданий. Все виды работ по дисциплине рекомендуется выполнять по календарному плану, при-

веденному в Рабочей программе.

2) «Сценарий изучения дисциплины» предусматривает следующие схемы: по теоретическому курсу: ознакомление с тематикой лекции; изучение литературы по теме; прослушивание лекции; обсуждение вопросов.

По выполнению индивидуальных работ по темам практических занятий: подготовка к выполнению работы по методическим указаниям; работа на практическом занятии выполнение работы и оформление отчета; защита работы.

3) Изучение дисциплины требует непрерывной работы с литературой. Перед прослушиванием каждой лекции студент должен ознакомиться с материалом по списку, приведенному по теме лекции в рабочей программе. Перед выполнением индивидуальных занятий по темам практических работ необходимо изучить теоретические сведения, приведенные в методических указаниях к выполнению практических работ. Отчет, составляемый после выполнения работы, должен соответствовать варианту, выданному преподавателем в начале выполнения практической работы.

### **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, рас-

смотренных в курсе.

2. Указания для проведения практических занятий

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.

Ефремова Т.А.

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



Магеррамов Р. А.