

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 «Основы эксплуатации реакторного 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

Балаково

Цели и задачи освоение дисциплины

Целью освоения учебной дисциплины «Основы эксплуатации реакторного оборудования АЭС» 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 «Основы эксплуатации реакторного 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	Современная электронная схемотехника, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизиро-	ПК-9 Способен анализировать нейтронно-физические, технологические процессы и алгоритмы контроля, управления и защиты ЯЭУ с	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 ана-

<p>безопасности при эксплуатации ядерных энергетических установок, а также при обращении с ядерным топливом и радиоактивными отходами на АЭС (и ЯЭУ).</p>	<p>ванного управления ядерно - физическими установками. Ядерные, химические и тепловые процессы, протекающие в ядерных энергетических установках и на атомных станциях.</p>	<p>целью обеспечения их эффективной и безопасной работы</p>	<p>лиза нейтронно-физических и технологических процессов в ЯЭУ.</p>
<p>Разработка проектно-технологической документации по выводу из эксплуатации объектов использования атомной энергии.</p>	<p>Ядерно-энергетическое, тепломеханическое, транспортно-технологическое и иное оборудование атомных станций.</p>	<p>ПК - 11 Способен анализировать технологии монтажа, ремонта и демонтажа оборудования ЯЭУ применительно к условиям сооружения, эксплуатации и снятия с эксплуатации энергоблоков АЭС</p>	<p>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</p>
<p>Анализ процессов в ядерных энергетических установках с целью обеспечения их эффективной и безопасной работы; обеспечение ядерной и радиационной безопасности при эксплуатации ядерных</p>	<p>Современная электронная схемотехника, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно-физическими установками. Ядерные,</p>	<p>ПК-9.1 Способен осуществлять контроль выполнения подразделением комплекса работ по эксплуатации и ТОиР СИ, СА и аппаратуры СУЗ</p>	<p>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</p>

энергетических установок, а также при обращении с ядерным топливом и радиоактивным и отходами на АЭС (и ЯЭУ).	химические и тепловые процессы, протекающие в ядерных энергетических установках и на атомных станциях.		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
Профессиональное воспитание	– 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 управления (В31).	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; Управление ядерными энергетическими установками; Ядерные энергетические реакторы; Автоматизированное проектирование электронных элементов и си-	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 числе по стандартам WorldSkills. 3. Участие в подготовке публикаций в периодических научных изданиях; 4. Участие в деятельности студенческого научного общества

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

Структура и содержание учебной дисциплины

Дисциплина преподается студентам в 9-ом семестре. Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 ак. часа.

Календарный план

№ Р а з д е л а	№ Т е м ы	Наименование разде- ла (темы) дисципли- ны	Виды учебной деятельно- сти (в часах)					Аттеста- ция раз- дела (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. Организация эксплуатации АЭС.	10	6		2	2		
	3	Тема 2. Стационарные режимы работы АЭС.	16	8		2	6		
	4	Тема 3. Нормальная эксплуатация: переходные режимы.	18	8		6	4		
	5	Тема 4. Работа АЭС в энергосистемах	18	8		4	6		
2	6	Тема 5. Отдельные вопросы нормальной эксплуатации	18	8		4	6	КЛ2	25
	7	Тема 6. Обеспечение надежности и безопасности эксплуатации при отказах оборудования	18	8		4	6		
	8	Тема 7. Техничко-экономические показатели эксплуатации.	14	4		4	6		
	9	Тема 8. Ввод в эксплуатацию новых АЭС.	14	4		4	6		
	10	Тема 9. Снятие энергоблоков с эксплуатации. Продление эксплуатации.	14	8		2	4		
Вид промежуточной аттестации			144/32	64		32/32	48	Экзамен	50

Содержание лекционного курса

Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
4	2	5
<p>Лекция 1. Эксплуатирующая организация. Государственное регулирование безопасности при эксплуатации АЭС. Федеральные надзорные органы. Госатомнадзор.</p> <p>Организация эксплуатации на АЭС. Задачи эксплуатации. Структура оперативного управления АЭС. Подготовка персонала. Периодический контроль знаний.</p>	<p>2</p>	<p>1-6</p>
<p>Лекция 2. Противоаварийные тренировки. Тренажеры. Техническая эксплуатационная документация. Организационные меры по обеспечению эксплуатации. Ответственность персонала.</p> <p>Лекция 3. Понятие о режимах эксплуатации. Понятие о нормальной эксплуатации. Номинальный и ненормальные режимы. Пределы и условия нормальной эксплуатации. Перечень режимов нормальной эксплуатации.</p> <p>Лекция 4. Стационарный режим. Режим работы на мощности как основной. Отличия реальных режимов от проектных.</p>	<p>6</p>	<p>1-6</p>
<p>Лекция 5. Факторы, влияющие на переходные режимы. Термомеханические напряжения, возникающие при изменении режимов. Процессы, связанные с накоплением в активной зоне ксенона. Работоспособность оболочек ТВЭЛ. Понятие о пусковой схеме.</p> <p>Лекция 6. Общая характеристика переходных режимов. Сложность переходных режимов. Требования к переходным режимам нормальной эксплуатации. Пуск энергоблока из различных тепловых состояний. Перечень пусковых этапов и их основное содержание.</p> <p>Лекция 7. Нормальный останов блока. Переход с одного уровня мощности на другой, отключение и включение оборудования (ГЦН, ТПН, Циркуляционных насосов турбины).</p> <p>Лекция 8. Пуск отдельных видов оборудования. Пуск реактора (требования, особенности, регламентирующие нормы, безопасность). Пуск турбины, ГЦН и другого оборудования (требования, особенности, регламентирующие нормы, безопасность).</p>	<p>8</p>	<p>1-6</p>
<p>Лекция 9. Переходные режимы энергоблоков. Пуск энергоблока ВВЭР-1000 после пере-</p>	<p>8</p>	<p>1-6</p>

<p>грузки. Особенности пуска из "холодного", "полугорячего" и "горячего" состояний.</p> <p>Лекция 10. Особенности пуска блоков РБМК и БН. Нормальный останов блока на примере ВВЭР-1000. Другие переходные процессы (переход с одного уровня мощности на другой, отключение и включение петель или основного оборудования при работе блока).</p> <p>Лекция 11. Энергосистемы. Условия работы энергосистем. Требования к АЭС со стороны энергосистем. Необходимость привлечения АЭС к регулированию нагрузки.</p> <p>Лекция 12. Маневренность АЭС. Показатели маневренности. Маневренные характеристики оборудования и блоков разных типов в целом. Пути повышения маневренности АЭС.</p>		
<p>Лекция 13. Энергораспределение по активной зоне и его регулирование.</p> <p>Лекция 14. Требования к водно-химическому режиму и к качеству натриевого теплоносителя. Способы их обеспечения. Управление ресурсом.</p> <p>Лекция 15. Контроль герметичности ТВЭЛ, технологический и специальный контроль, специальные методы контроля состояния оборудования.</p> <p>Лекция 16. Обращение с жидкими, твердыми, газообразными радиоактивными отходами.</p>	8	1-6
<p>Лекция 17. Общие положения по теории надежности. Матрица возможных состояний оборудования. Требования к режимам при нарушении нормальной эксплуатации, приоритетность целей при нарушении нормальной эксплуатации оборудования и систем энергоблока блока.</p> <p>Лекция 18. Понятие об ожидаемом эксплуатационном нарушении (аномалии, отказы, аварии). Шкала МАГАТЭ по аварийным событиям. Стратегия глубокоэшелонированной защиты. Обеспечение соблюдения проектных пределов и условий. Перечень аварийных ситуаций и отказов. Понятия о максимальных проектных авариях для разных типов блоков АЭС.</p> <p>Лекция 19. Аварийные блокировки и защиты. Роль и задачи оперативного персонала при отказах и аварийных событиях.</p> <p>Лекция 20. Режимы энергоблока. Режимы энергоблока при отказах основного оборудования: ГЦН, парогенераторов и турбогенераторов, при резких сбросах нагрузки.</p>	8	1-6

<p>Лекция 21. Ситуации, связанные с вводом положительной реактивности (различные возможные случаи). Полное обесточивание АЭС, Разрывы трубопроводов первого и второго контуров.</p> <p>Лекция 22. Алгоритмы работы защит, блокировок и систем безопасности. Примеры реальных ситуаций на разных типах АЭС.</p> <p>Лекция 23. Основные показатели: коэффициент использования установленной мощности, коэффициент использования рабочего времени, коэффициент готовности, себестоимость энергии, коэффициент полезного действия и расходы на собственные нужды, штатный коэффициент. Смысл этих показателей, границы применимости, значения на реальных АЭС.</p> <p>Лекция 24. Пути улучшения технико-экономических характеристик в процессе эксплуатации.</p>	8	1-6
<p>Лекция 25. Основные этапы ввода АЭС в эксплуатацию. Порядок приемки в эксплуатацию вновь построенных энергоблоков АЭС. Организационные основы. Сроки выполнения работ.</p> <p>Лекция 26. Предпусковые наладочные работы. Функциональная наладка оборудования, арматуры и систем в целом. Пусконаладочные работы на основных и вспомогательных системах. Особенности пусконаладочных работ на реакторах РБМК и ВВЭР.</p>	4	1-6
<p>Лекция 27. Физический пуск. Организационные и технические меры по обеспечению безопасности, порядок набора критической массы, измерение эффективности и калибровка органов СУЗ, определение эффектов реактивности, распределения энерговыделения. Особенности проведения физического пуска на серийных блоках.</p> <p>Лекция 28. Энергетический пуск. Организация руководства работами при энергетическом пуске, принципы построения программы и проведения работ, основные этапы, эксперименты и измерения. Снятие энергоблоков АЭС с эксплуатации.</p>	4	1-6
<p>Лекция 29. Постановка вопроса и разработка комплексной программы работ. Основные этапы работ. Обеспечение безопасности при снятии энергоблоков АЭС с эксплуатации.</p> <p>Лекция 30. Продление эксплуатации. Допустимость постановки вопроса, подходы и критерии. Примеры из отечественной практики.</p> <p>Лекция 31. Изменение параметров при изменении мощности, влияние их на режимы и тех-</p>	8	1-6

<p>нико-экономические показатели. Способы реализации статических характеристик.</p> <p>Лекция 32. Регулирование работы электростанции как целостного источника энергогенерации. Работа оперативного персонала. Расчет тепловой мощности реактора.</p> <p>Стояночные режимы. Режимы реакторных установок, в том числе специальные ремонтные режимы.</p> <p>Характерные тепловые состояния турбоустановок.</p>		
ВСЕГО		64

Перечень практических занятий

Тема практического занятия. Задачи, решаемые на практическом занятии	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3
Расчет стационарного режима работы энергоблока ВВЭР-1000:	8	(1-4)
Расчет переходных режимов работы энергоблока ВВЭР-1000	8	(1-4)
Расчет маневренного режима работы энергоблока ВВЭР-1000	8	(1-4)
Расчет режим работы при отказах основного оборудования энергоблока ВВЭР-1000	8	(1-4)
Итого	32	

Перечень тем лабораторных работ

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены

Задания для самостоятельной работы студентов

Задания, вопросы для самостоятельного изучения	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
3	2	4
<p>1.Стояночные режимы. Режимы реакторных установок, в том числе специальные ремонтные режимы.</p> <p>2.Переходные режимы энергоблоков. Пуск энергоблока ВВЭР-1000 после перегрузки. Особенности пуска из "холодного", "полугорячего" и "горячего" состояний.</p>	16	1-6
<p>1.Маневренность АЭС.</p> <p>2.Аварийные блокировки и защиты. Роль и задачи оперативного персонала при отказах и аварийных событиях.</p> <p>3.Алгоритмы работы защит, блокировок и систем безопасности.</p>	16	1-6

1.Пути улучшения технико-экономических характеристик в процессе эксплуатации. 2.Предпусковые наладочные работы. 3.Продление эксплуатации.		16	1-6
48	ИТОГО		

Расчётно – графическая работа

Не предусмотрена учебным планом

Курсовая работа

Не предусмотрена учебным планом

Курсовой проект

Не предусмотрен учебным планом

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 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
Входной контроль			
1	Входной контроль	3 - ПК-3, 3 - ПК- 9, 3 - ПК - 9.1, 3 - ПК - 11	Вопросы входного контроля (письменно)
Аттестация разделов, текущий контроль успеваемости			
2	Раздел 1	3 - ПК-3, 3 - ПК- 9,	Коллоквиум (письменно)

		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	
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)
Промежуточная аттестация			
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)

Оценочные средства для текущего, рубежного контроля и промежуточной аттестации

Входной контроль

Дисциплина «Основы реакторного оборудования»

1. Уравнение 4-х сомножителей. Влияние каждого из множителей на K_{∞} .
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 электроэнергии
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	«отлично»	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 эксплуатации реакторного оборудования АЭС.
36-44	«хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он

		твёрдо знает материал по дисциплине, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопросы экзаменационного билета.
30-35	«удовлетворительно»	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	«неудовлетворительно»	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. 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, приведенному 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 раз-

личных 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.

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.

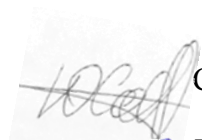
При использовании индивидуальных заданий требовать от студента письменный отчет о проделанной работе.

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



Сарычев Ю.В.

Рецензент: доцент



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.