

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

ИНСТИТУТ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ

КАФЕДРА АВТОМАТИКИ

ОДОБРЕНО

УМС ИФТИС Протокол №1 от 28.08.2024 г.

УМС ИЯФИТ Протокол №01/08/24-573.1 от 30.08.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

УПРАВЛЕНИЕ ЯДЕРНЫМИ РЕАКТОРАМИ И АГРЕГАТАМИ АЭС

Направление подготовки
(специальность)

[1] 14.05.04 Электроника и автоматика физических установок

[2] 14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/ В	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
9	4	144	16	32	16		44	0	Э
Итого	4	144	16	32	16	16	44	0	

АННОТАЦИЯ

Целями освоения учебной дисциплины являются:

- обучение студентов организации технологического процесса выработки электроэнергии на энергоблоках атомных электростанций с реактором типа ВВЭР-1000;
- ознакомление студентов с основными контурами автоматического управления энергоблоков АЭС;
- ознакомление студентов с основами математического моделирования технологических процессов, протекающих на энергоблоке атомной станции.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины являются:

- обучение студентов организации технологического процесса выработки электроэнергии на энергоблоках атомных электростанций с реактором типа ВВЭР-1000;
- ознакомление студентов с основными контурами автоматического управления энергоблоков АЭС;
- ознакомление студентов с основами математического моделирования технологических процессов, протекающих на энергоблоке атомной станции.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Для изучения данной дисциплины студентами должны быть освоены дисциплины математического и естественнонаучного цикла ООП. Дисциплина «Управление ядерными реакторами и агрегатами АЭС» предназначена для формирования базовых теоретических знаний по специальности, в том числе необходимых для изучения входящих в состав ООП специальных дисциплин: АСУТП АЭС, Аппаратура контроля радиационной безопасности, Радиационная безопасность АЭС, Радиационный контроль на АЭС.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
--------------------------------	--

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
проектно-конструкторский			

Проектирование электронных систем, информационно-измерительных систем, систем управления и автоматизации и их структурных элементов, включая аппаратное и программное обеспечение, в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования и современных информационных технологий	информационно-измерительные системы, системы контроля и управления физических и ядерно-физических установок и объектов	ПК-2.4 [1] - способен к анализу и синтезу автоматических и автоматизированных систем контроля и управления динамическими объектами различной физической природы <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.008	З-ПК-2.4[1] - знать основные методы анализа и проектирования автоматических и автоматизированных систем контроля и управления; У-ПК-2.4[1] - уметь составлять математические модели объектов и систем управления; В-ПК-2.4[1] - владеть современными программными пакетами моделирования, анализа и проектирования систем контроля и управления
проектный			
Проектирование элементов оборудования, технологических систем, информационно-измерительных систем, систем контроля, управления и автоматизации и их структурных элементов, включая аппаратное и программное обеспечение, в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования и современных информационных технологий, с учетом экологических требований и требований	технологическое оборудование, информационно-измерительные системы, системы контроля и управления, автоматизированные системы управления технологическими процессами атомных станций и других ядерных энергетических установок	ПК-3.5 [2] - способен разрабатывать аппаратуру систем контроля и управления атомных станций и других ядерных энергетических установок на основе микропроцессорной техники <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.008	З-ПК-3.5[2] - знать теоретические основы и практические подходы к конструированию электронной аппаратуры систем контроля и управления на основе микропроцессорной техники; У-ПК-3.5[2] - уметь составлять конструкторскую и эксплуатационную документацию; В-ПК-3.5[2] - владеть современными пакетами САПР при выполнении структурного, схематического, технического и конструкторского проектирования, практическими навыками проектирования и конструирования

безопасной работы			электронной аппаратуры систем контроля и управления атомных станций и других ядерных энергетических установок
производственно-технологический			
Диагностика работоспособности аппаратных и программно-технических средств систем измерения и автоматизации, проверка технического состояния и остаточного ресурса оборудования, организация профилактических осмотров и текущего ремонта	технологическое оборудование, информационно-измерительные системы, системы контроля и управления, автоматизированные системы управления технологическими процессами атомных станций и других ядерных энергетических установок	ПК-3.6 [2] - способен выполнять диагностику, техническое обслуживание и ремонт электронного и электротехнического оборудования, программно-технических средств и комплексов информационно-измерительных и управляющих систем ядерных энергетических установок <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.033	З-ПК-3.6[2] - знать методы, средства и порядок выполнения регламентных работ по ТОиР программно-аппаратных средств и электронного оборудования атомных станций и других ядерных энергетических установок; У-ПК-3.6[2] - уметь выполнять, техническое обслуживание и ремонт электронного, электротехнического оборудования и программно-аппаратных средств информационно-управляющих систем атомных станций и других ядерных энергетических установок; В-ПК-3.6[2] - владеть навыками диагностики, наладки и испытания электрооборудования и программно-аппаратных средств физических установок с использованием измерительных приборов
Эксплуатация, поддержание в рабочем состоянии физических установок, предупреждение,	технологическое оборудование, информационно-измерительные системы, системы контроля и	ПК-3.7 [2] - способен к обеспечению контроля соблюдения экологической безопасности, техники безопасности на	З-ПК-3.7[2] - знать теоретические основы обеспечения безопасной эксплуатации атомных станций и других

предотвращение и ликвидация аварий на атомных станциях и других ядерных энергетических установках; контроль соблюдения производственной и экологической безопасности	управления, автоматизированные системы управления технологическими процессами атомных станций и других ядерных энергетических установок	основе утвержденных норм и правил, анализу условий безопасной эксплуатации атомных станций и других ядерных энергетических установок <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.033	ядерных энергетических установок, нормы и правила организации безопасного выполнения работ; У-ПК-3.7[2] - уметь организовывать деятельность персонала в условиях нарушений нормальной эксплуатации и аварий в соответствии с нормативными требованиями и инструкциями; В-ПК-3.7[2] - владеть методиками оценки развития физических и технологических процессов в аварийных ситуациях
проектирование, создание и эксплуатация атомных станций и других ядерных энергетических установок, вырабатывающих, преобразующих и использующих тепловую и ядерную энергию, включая входящие в их состав системы контроля, защиты, управления и обеспечения ядерной и радиационной безопасности	процессы контроля параметров, защиты и диагностики состояния ядерных энергетических установок; информационно-измерительная аппаратура и органы управления, системы контроля, управления, защиты и обеспечения безопасности, программно-технические комплексы информационных и управляющих систем ядерных энергетических установок	ПК-10 [2] - Способен провести оценку ядерной и радиационной безопасности при эксплуатации и выводе из эксплуатации ядерных энергетических установок, а также при обращении с ядерным топливом и радиоактивными отходами <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028, 24.033	3-ПК-10[2] - знать критерии ядерной и радиационной безопасности ЯЭУ; ; У-ПК-10[2] - уметь проводить оценки ядерной и радиационной безопасности ЯЭУ;; В-ПК-10[2] - владеть методами оценки ядерной и радиационной безопасности при эксплуатации ЯЭУ, а также при обращении с ядерным топливом и радиоактивными отходами
организационно-управленческий			
Организация и контроль работы малых трудовых коллективов по выполнению научно-технических	технологическое оборудование, информационно-измерительные системы, системы контроля и	ПК-3.8 [2] - Способен организовывать работы малых коллективов исполнителей, планировать работы	3-ПК-3.8[2] - Знать основные принципы и законодательные акты, регулирующие организацию работы малых коллективов

проектов, планирование работы персонала и фондов оплаты труда, составление технической документации (графиков работ, инструкций, планов, смет, заявок на материалы, оборудование и т. п.), а также установленной отчетности по утвержденным формам	управления, автоматизированные системы управления технологическими процессами атомных станций и других ядерных энергетических установок	персонала, составлять инструкции, подготавливать заявки на материалы и оборудование <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.033	исполнителей, планирование работы персонала, нормативы по составлению технической документации; У-ПК-3.8[2] - Уметь проводить организацию работы малых коллективов исполнителей, планирование работы персонала, составлять техническую документацию по утвержденным формам; В-ПК-3.8[2] - Владеть навыками организации работы малых коллективов исполнителей, планирования работы персонала, навыками подготовки и оформления технической документации по утвержденным формам
Организация и контроль деятельности по обеспечению технической, ядерной, радиационной и пожарной безопасности, соблюдению требований нормативно-технической и организационной документации	информационно-измерительные системы, системы контроля и управления физических и ядерно-физических установок и объектов	ПК-10 [1] - способен к организации и контролю деятельности структурного подразделения или трудового коллектива по обеспечению технической, ядерной, радиационной и пожарной безопасности, соблюдению требований нормативно-технической и организационной документации при выполнении профессиональной деятельности	З-ПК-10[1] - знать основы отраслевых норм и правил работы с персоналом ; У-ПК-10[1] - уметь организовывать и контролировать работу малых трудовых коллективов ; В-ПК-10[1] - владеть практическим опытом командной работы по выполнению научно-технических проектов

		Основание: Профессиональный стандарт: 24.033	
научно-исследовательский			
Изучение и анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта в области физики явлений и процессов в объектах управления, проектирования и разработки систем электроники и автоматики физических и ядерно-физических установок и их элементов, анализ и подготовка данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций, участие во внедрении результатов исследований и разработок	информационно-измерительные системы, системы контроля и управления физических и ядерно-физических установок и объектов	ПК-3 [1] - способен к обобщению и формулированию результатов исследований, к представлению их на конференциях, к подготовке публикаций, к оформлению объектов интеллектуальной собственности Основание: Профессиональный стандарт: 40.008, 40.011	З-ПК-3[1] - знать основные требования к составлению научных отчетов и оформлению других РИД ; У-ПК-3[1] - уметь использовать информационные технологии для представления результатов НИР; В-ПК-3[1] - владеть навыками представления и защиты результатов НИР в профессиональной среде
проектирование, создание и эксплуатация атомных станций и других ядерных энергетических установок, вырабатывающих, преобразующих и использующих тепловую и ядерную энергию, включая входящие в их состав системы контроля, защиты, управления и обеспечения ядерной и радиационной безопасности	ядерно-физические процессы, протекающие в оборудовании и устройствах для выработки, преобразования и использования ядерной и тепловой энергии; безопасность эксплуатации и радиационный контроль атомных объектов и установок;	ПК-3 [2] - Способен к проведению исследований физических процессов в ядерных энергетических установках в процессе разработки, создания, монтажа, наладки и эксплуатации Основание: Профессиональный стандарт: 24.078, 40.008, 40.011	З-ПК-3[2] - знать методы проведения исследований физических процессов ; У-ПК-3[2] - уметь проводить исследования и испытания оборудования ядерных энергетических установок ; В-ПК-3[2] - владеть методиками испытаний оборудования при его монтаже и наладке

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия (B17)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования чувства личной ответственности за достижение лидерства России в ведущих научно-технических секторах и фундаментальных исследованиях, обеспечивающих ее экономическое развитие и внешнюю безопасность, посредством контекстного обучения, обсуждения социальной и практической значимости результатов научных исследований и технологических разработок. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования социальной ответственности ученого за результаты исследований и их последствия, развития исследовательских качеств посредством выполнения учебно-исследовательских заданий, ориентированных на изучение и проверку научных фактов, критический анализ публикаций в профессиональной области, вовлечения в реальные междисциплинарные научно-исследовательские проекты.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (B19)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика», «Научный семинар» для: - формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной

		коммуникации", "Введение в специальность", "Научно-исследовательская работа", "Научный семинар" для: - формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед; - формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий.
--	--	---

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практи. (семинары) / Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>9 Семестр</i>						
1	Раздел 1	1-11	10/20/0		15	КИ-8	3-ПК-2.4, У-ПК-2.4, В-ПК-2.4, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-3.5, У-ПК-3.5, В-ПК-3.5
2	Раздел 2	12-16	6/12/0		15	КИ-16	3-ПК-2.4, У-ПК-2.4, В-ПК-2.4, 3-ПК-3,

							У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-3.5, У-ПК-3.5, В-ПК-3.5
3	Раздел 3	1-16	0/0/16		20	КИ-16	З-ПК-2.4, У-ПК-2.4, В-ПК-2.4, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-3.5, У-ПК-3.5, В-ПК-3.5, З-ПК-3.6, У-ПК-3.6, В-ПК-3.6, З-ПК-3.7, У-ПК-3.7, В-ПК-3.7, З-ПК-3.8, У-ПК-3.8, В-ПК-3.8, З-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10, З-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10
	<i>Итого за 9 Семестр</i>		16/32/16		50		
	Контрольные мероприятия за 9 Семестр				50	Э	З-ПК-2.4, У-ПК-2.4, В-ПК-2.4, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-3.5, У-ПК-3.5, В-ПК-3.5, З-ПК-3.6, У-ПК-3.6, В-ПК-3.6, З-ПК-3.7,

							У-ПК-3.7, В-ПК-3.7, З-ПК-3.8, У-ПК-3.8, В-ПК-3.8, З-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10, З-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10
--	--	--	--	--	--	--	--

* – сокращенное наименование формы контроля

** – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
КИ	Контроль по итогам
Э	Экзамен

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>9 Семестр</i>	16	32	16
1-11	Раздел 1	10	20	0
1 - 2	Общие положения и определения. Введение. История атомной энергетики. Типы ядерных реакторов. Перспективы развития атомной энергетики.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
3 - 4	Технологическая схема АЭС с ВВЭР. Основное оборудование первого и второго контуров АЭС. Химическая водоочистка и спецводоочистка на АЭС. Фундаментальные функции безопасности АЭС. Назначение и структура АСУ ТП АЭС. Характеристика энергоблока как объекта автоматизации. Контроль нейтронно-физических и технологических параметров энергоблоков: принципы действия датчиков температуры, давления, расхода; аппаратура контроля мощности нейтронного потока; система внутриреакторного контроля.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
4 - 5	Основные контуры автоматического управления энергоблоком. Автоматический регулятор мощности реактора. Автоматический регулятор мощности энергоблока. Автоматический регулятор давления пара в главном паровом коллекторе. Автоматический регулятор давления в первом контуре. Автоматический регулятор уровня теплоносителя в компенсаторе давления. Автоматический	Всего аудиторных часов		
		2	4	0
		Онлайн		
		0	0	0

	регулятор уровня питательной воды в парогенераторе. Автоматический регулятор скорости разогрева-расхолаживания первого контура и компенсатора давления.			
6 - 7	Математическое моделирование контуров управления ядерным реактором. Понятие модели объекта. Основные физические законы, лежащие в основе модели. Принципы управления. Классификация моделей. Преобразование Лапласа. Понятие передаточной функции САУ. Понятие вычислительного эксперимента. Понятие численных методов.	Всего аудиторных часов		
		2	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
8 - 9	Исследование качества и устойчивости САУ. Понятие устойчивости САУ. Асимптотическая устойчивость САУ. Характеристическое уравнение передаточной функции САУ. Теоремы Ляпунова об устойчивости САУ. Алгебраический критерий Гурвица. Частотный критерий Михайлова. Частотный критерий Найквиста. Показатели качества управления. Метод корневого годографа для исследования качества управления.	Всего аудиторных часов		
		2	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
10 - 11	Основы физики реакторов. Уравнение баланса нейтронов. Мгновенные и запаздывающие нейтроны. Понятие точечной модели реактора. Эффективный коэффициент размножения нейтронов. Реактивность. Модель кинетики реактора. Обратные связи в реакторе. Эффекты реактивности. Модель динамики реактора.	Всего аудиторных часов		
		2	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
12-16	Раздел 2	6	12	0
12 - 13	Управление ядерным реактором. Критическое состояние реактора. Стационарное состояние реактора. Средства управления реактивностью: поглощающие стержни, борное регулирование. Йодная яма. Уравнение обратных часов. Зависимость мощности реактора от величины и знака введенной реактивности. Передаточная функция ядерного реактора по мощности. Передаточная функция ядерного реактора по периоду. САР мощности ядерного реактора. Система управления и защиты ядерного реактора: назначение, основное оборудование, органы регулирования.	Всего аудиторных часов		
		2	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
14 - 16	Эксплуатационные режимы. Режим нормальной эксплуатации. Режимы с нарушением нормальной эксплуатации, аварийные режимы: режимы с нарушением расхода теплоносителя, режимы с нарушением работы систем, влияющих на реактивность, режимы с разуплотнением первого контура, режимы с разуплотнением второго контура.	Всего аудиторных часов		
		4	8	0
		Онлайн		
		0	0	0
1-16	Раздел 3	0	0	16
1 - 16	Лабораторный практикум Лабораторный практикум	Всего аудиторных часов		
		0	0	16
		Онлайн		
		0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>9 Семестр</i>
1 - 4	Лабораторная работа №1. Определение веса групп стержней РГ, КГ и АЗ методом сброса из критического стационарного состояния Введение. Изучение тренажёра базовых принципов управления ядерным реактором. Изучение градуировочной характеристики поглощающих стержней. Определение периода реактора. Определение эффективности групп поглощающих стержней. Защита отчётов по лабораторному занятию.
5 - 8	Лабораторная работа №2. Определение критического положения извлекаемых стержней, при котором достигается критичность реактора Изучение стационарного состояния реактора: 2 возможных случая. Ознакомление с алгоритмами формирования аварийной защиты по периоду реактора и его мощности. Определение критического положения стержней и величины вносимой положительной реактивности. Практическая проверка рассчитанного значения положения стержней, при котором достигается критичность реактора. Защита отчётов по лабораторному занятию.
9 - 12	Лабораторная работа №3. Определение мощностного коэффициента реактивности реактора Изучение модели динамики реактора. Ознакомление с обратными связями в реакторах, понятиями коэффициентов и эффектов реактивности. Ознакомление с переходными процессами по мощности в реакторе в зависимости от величины и знака введенной реактивности. Определение мощностного коэффициента реактивности реактора. Защита отчётов по лабораторному занятию.
13 - 16	Лабораторная работа №4. Подъём реактора до номинального стационарного уровня мощности Ознакомление с основным оборудованием первого контура энергоблока АЭС с ВВЭР. Изучение способов управления реактивностью. Ознакомление с эффектами «йодной» ямы и «прометиевой» ямы. Вывод реактора на номинальный стационарный уровень мощности. Защита отчётов по лабораторному занятию.

ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>9 Семестр</i>
1 - 2	Семинар №1.

	Технологическая схема АЭС с ВВЭР.
3 - 4	Семинар №2. АСУ ТП АЭС.
5 - 6	Семинар №3. Контроль нейтронно-физических и технологических параметров энергоблока АЭС.
7 - 8	Семинар №4. Основные контуры автоматического управления энергоблоком АЭС.
9 - 10	Семинар №5. Математическое моделирование САУ. Анализ качества и устойчивости САУ.
11 - 12	Семинар №6. Кинетика и динамика ядерного реактора. Эффекты реактивности. Передаточные функции ядерного реактора. САУ мощности ядерного реактора.
13 - 14	Семинар №7. Управление оборудованием первого контура энергоблока АЭС.
15 - 16	Семинар №8. Управление оборудованием второго контура энергоблока АЭС.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Лекционные занятия проводятся с помощью современных компьютерных технологий.

Практические интерактивные занятия.

Лабораторный практикум с использованием современных программно-инструментальных средств.

Самостоятельная работа студентов.

7. 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:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)
ПК-10	З-ПК-10	Э, КИ-16
	У-ПК-10	Э, КИ-16
	В-ПК-10	Э, КИ-16
ПК-2.4	З-ПК-2.4	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-2.4	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-2.4	Э, КИ-8, КИ-16
ПК-3	З-ПК-3	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-3	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-3	Э, КИ-8, КИ-16
ПК-10	З-ПК-10	Э, КИ-16
	У-ПК-10	Э, КИ-16
	В-ПК-10	Э, КИ-16
ПК-3	З-ПК-3	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-3	Э, КИ-8, КИ-16

	В-ПК-3	Э, КИ-8, КИ-16
ПК-3.5	З-ПК-3.5	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-3.5	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-3.5	Э, КИ-8, КИ-16
ПК-3.6	З-ПК-3.6	Э, КИ-16
	У-ПК-3.6	Э, КИ-16
	В-ПК-3.6	Э, КИ-16
ПК-3.7	З-ПК-3.7	Э, КИ-16
	У-ПК-3.7	Э, КИ-16
	В-ПК-3.7	Э, КИ-16
ПК-3.8	З-ПК-3.8	Э, КИ-16
	У-ПК-3.8	Э, КИ-16
	В-ПК-3.8	Э, КИ-16

Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-х балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – «хорошо»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 – «удовлетворительно»	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64			
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить

			обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.
--	--	--	--

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 621.039 3-43 Автоматизированная система управления технологическими процессами АЭС : монография, Зверков В.В., Москва: НИЯУ МИФИ, 2014
2. 621.039 Ф50 Физические и конструкционные особенности ядерных энергетических установок с ВВЭР : учебное пособие для вузов, Выговский С.Б. [и др.], Москва: НИЯУ МИФИ, 2011

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ 3-43 Автоматизированная система управления технологическими процессами АЭС : монография, Зверков В.В., Москва: НИЯУ МИФИ, 2014
2. 621.3 А99 АЭС с реактором типа ВВЭР-1000 : От физических основ эксплуатации до эволюции проекта, Васильев Б.Ю. [и др.], Москва: ЛОГОС, 2010
3. 621.039 В92 Безопасность и задачи инженерной поддержки эксплуатации ядерных энергетических установок с ВВЭР : учебное пособие, Выговский С.Б., Рябов Н.О., Чернов Е.В., Москва: НИЯУ МИФИ, 2013
4. ЭИ В92 Безопасность и задачи инженерной поддержки эксплуатации ядерных энергетических установок с ВВЭР : учебное пособие, Выговский С.Б., Рябов Н.О., Чернов Е.В., Москва: НИЯУ МИФИ, 2013
5. ЭИ Ф50 Физические и конструкционные особенности ядерных энергетических установок с ВВЭР : учебное пособие для вузов, Выговский С.Б. [и др.], Москва: НИЯУ МИФИ, 2011

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

10. 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 семинарских занятиях

Перед посещением семинара уяснить тему семинара и самостоятельно изучить связанные с ней понятия и методы решения задач.

Перед решением задач активно участвовать в обсуждении с преподавателем основных понятий, связанных с темой семинара.

В процессе решения задач вести дискуссию с преподавателем о правильности применения методов их решения.

По возможности самостоятельно доводить решение предлагаемых задач до окончательного итога.

В конце семинара при необходимости выяснить у преподавателя неясные вопросы.

3. Указания для выполнения лабораторных работ

Соблюдать требования техники безопасности, для чего прослушать необходимые разъяснения о правильности поведения в лаборатории.

Перед выполнением лабораторной работы провести самостоятельно подготовку к работе изучив основные теоретические положения, знание которых необходимо для осмысленного выполнения работы.

В процессе выполнения работы следует постоянно общаться с преподавателем, не допуская по возможности неправильных действий.

Основные результаты экспериментов необходимо зафиксировать в письменном виде.

При сдаче зачета по работе подготовить отчет о проделанной работе, где должны быть отражены основные результаты и выводы.

4. Указания для выполнения самостоятельной работы

Получить у преподавателя задание и список рекомендованной литературы. Изучение теоретических вопросов следует проводить по возможности самостоятельно, но при затруднениях обращаться к преподавателю.

Подготовить письменный отчет о проделанной работе.

При выполнении фронтальных заданий по усмотрению преподавателя работа может быть оценена без письменного отчета на основе ответов на контрольные вопросы, при условии активной самостоятельной работы.

5. Указания по учету результатов практических занятий и лабораторных работ.

К экзамену допускаются студенты, посещавшие лекционные и практические занятия и успешно сдавшие все контрольные задания в рамках практических занятий.

К экзамену допускаются студенты, выполнившие и успешно защитившие результаты выполнения лабораторных работ.

11. 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. Дать перечень рекомендованной литературы и вновь появившихся литературных источников.

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.

Внимательно относиться к вопросам студентов и при необходимости давать дополнительные более подробные пояснения.

При чтении лекций преимущественное внимание следует уделять качественным вопросам, не следует увлекаться простыми математическими выкладками, оставляя их либо на студентов, либо отсылая студентов к литературным источникам и методическим пособиям.

В процессе лекционного курса необходимо по возможности часто возвращаться к основным понятиям (здесь возможен выборочный контроль знаний студентов).

Желательно использовать конспекты лекций, в которых используется принятая преподавателем система обозначений.

Давать рекомендации студентам для подготовки к очередным семинарам и лабораторным занятиям.

На последней лекции уделить время для обзора наиболее важных положений, рассмотренных в курсе.

2. Указания для проведения лабораторных занятий.

Соблюдать требования техники безопасности и проводить необходимые разъяснения о правильности поведения в лаборатории.

Перед выполнением лабораторной работы проверить степень готовности студентов, напомнить и обсудить основные теоретические положения, знание которых необходимо для осмысленного выполнения работ.

В процессе выполнения работы следует постоянно общаться со студентами, не допуская по возможности их неправильных действий.

Требовать, чтобы основные результаты экспериментов были зафиксированы студентами в письменном виде.

При приеме зачета по работе требовать отчет о проделанной работе, где должны быть отражены основные результаты и выводы.

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).

Автор(ы):

Федоров Владимир Алексеевич