

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

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ТЕПЛОФИЗИКИ

ОДОБРЕНО УМС ИЯФИТ

Протокол № 01/08/24-573.1

от 30.08.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

АТОМНЫЕ СТАНЦИИ: ТИПЫ, ОБОРУДОВАНИЕ, ЭКСПЛУАТАЦИЯ

Направление подготовки
(специальность)

[1] 14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика

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
1	4	144	32	0	0		76	0	Э
2	4	144	30	0	0		78	0	Э КП
Итого	8	288	62	0	0	0	154	0	

АННОТАЦИЯ

Целями дисциплины является ознакомление студентов с актуальными вопросами в эксплуатации АЭС с реакторными установками типа ВВЭР, РБМК и БН и обучение студентов методам инженерно-физического анализа проблем увеличения безопасности и повышения экономичности эксплуатации АЭС.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины является ознакомление студентов с основами выбора и оптимизации ЯЭУ, классификация парогенерирующих устройств и других теплообменных аппаратов с целью обучение студентов умению применять полученные знания в производственной и научной деятельности, приобретение навыков работы с научной и электронной литературой в этой области.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Для освоения данной дисциплины требуется знание дисциплин: Линейная алгебра. Аналитическая геометрия. Начала анализа ; Общая физика (Механика. Молекулярная физика и основы термодинамики); Математический анализ, Основы термодинамики и теплопередачи.

Знания, полученные при изучении дисциплины, помогут студентам при изучении других дисциплин учебной программы: Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии, Котельные установки, Турбомашины, Автоматизация технологических процессов, Автоматизация АЭС, Испытания и наладка энергетического оборудования , в выпускной работе, а также в дальнейшей профессиональной деятельности.

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
научно-исследовательский			
проектирование, создание и эксплуатация атомных станций и	ядерные реакторы, термоядерные и энергетические установки,	ПК-1.1 [1] - Способен рассчитывать и измерять физические характеристики	З-ПК-1.1[1] - знать методы нейтронно-физических и тепло-гидравлических

других ядерных энергетических установок, вырабатывающих, преобразующих и использующих тепловую и ядерную энергию	теплогидравлические и нейтронно-физические процессы в активных зонах ядерных реакторов и бланкетов термоядерных реакторов, тепловые измерения и контроль, теплоносители и материалы ядерных реакторов, ядерный топливный цикл, системы обеспечения безопасности ядерных энергетических установок, системы управления ядерно-физическими установками, программные комплексы и математические модели для теоретического и экспериментального исследования явлений и закономерностей в области теплофизики и энергетики, перспективные методы преобразования энергии	ядерных энергетических установок, проводить гидродинамические и тепловые расчеты в сложных системах <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028	измерений и расчетов; У-ПК-1.1[1] - уметь выполнять нейтронно-физические и тепло-гидравлические измерения в реакторной установке; В-ПК-1.1[1] - владеть прикладным программным обеспечением
проектирование, создание и эксплуатация атомных станций и других ядерных энергетических установок, вырабатывающих, преобразующих и использующих тепловую и ядерную энергию	ядерные реакторы, термоядерные и энергетические установки, теплогидравлические и нейтронно-физические процессы в активных зонах ядерных реакторов и бланкетов термоядерных реакторов, тепловые измерения и контроль, теплоносители и материалы ядерных реакторов, ядерный топливный цикл, системы обеспечения	ПК-7 [1] - способен использовать и оценивать современные достижения науки и техники для решения задач в научно-исследовательской деятельности <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028	3-ПК-7[1] - знать новые методы совершенствования действующих технологических процессов; ; У-ПК-7[1] - уметь анализировать информационные документы с результатами научных исследований;; В-ПК-7[1] - владеть современными пакетами прикладных компьютерных программ

	безопасности ядерных энергетических установок, системы управления ядерно-физическими установками, программные комплексы и математические модели для теоретического и экспериментального исследования явлений и закономерностей в области теплофизики и энергетики, перспективные методы преобразования энергии		
проектирование, создание и эксплуатация атомных станций и других ядерных энергетических установок, вырабатывающих, преобразующих и использующих тепловую и ядерную энергию	ядерные реакторы, термоядерные и энергетические установки, теплогидравлические и нейтронно-физические процессы в активных зонах ядерных реакторов и бланкетов термоядерных реакторов, тепловые измерения и контроль, теплоносители и материалы ядерных реакторов, ядерный топливный цикл, системы обеспечения безопасности ядерных энергетических установок, системы управления ядерно-физическими установками, программные комплексы и математические модели для теоретического и экспериментального исследования явлений и закономерностей в	ПК-8 [1] - способен владеть расчетно-теоретическими и экспериментальными методами исследования физических процессов, выполнять экспериментальные исследования и проводить обработку, анализ и обобщение полученных результатов <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028	З-ПК-8[1] - знать типовые методики и номенклатуру выполнения измерений и расчетов процессов; ; У-ПК-8[1] - уметь обрабатывать результаты измерений и анализировать результаты расчетов;; В-ПК-8[1] - владеть методами исследования физических процессов

	области теплофизики и энергетики, перспективные методы преобразования энергии		
производственно-технологический			
проектирование, создание и эксплуатация атомных станций и других ядерных энергетических установок, вырабатывающих, преобразующих и использующих тепловую и ядерную энергию	ядерные реакторы, термоядерные и энергетические установки, теплогидравлические и нейтронно-физические процессы в активных зонах ядерных реакторов и бланкетов термоядерных реакторов, тепловые измерения и контроль, теплоносители и материалы ядерных реакторов, ядерный топливный цикл, системы обеспечения безопасности ядерных энергетических установок, системы управления ядерно-физическими установками, программные комплексы и математические модели для теоретического и экспериментального исследования явлений и закономерностей в области теплофизики и энергетики, перспективные методы преобразования энергии	ПК-1.2 [1] - Способен выбирать обоснованные критерии безопасной работы и оценивать риски при эксплуатации ядерно-энергетических установок <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028	З-ПК-1.2[1] - знать правила охраны труда и культуру безопасности; У-ПК-1.2[1] - уметь обеспечивать безопасную эксплуатацию систем и оборудования; В-ПК-1.2[1] - владеть методами и приемами безопасного выполнения работ с соблюдением требований охраны труда и инструкций по безопасности
проектирование, создание и эксплуатация атомных станций и других ядерных энергетических установок,	ядерные реакторы, термоядерные и энергетические установки, теплогидравлические и нейтронно-физические процессы	ПК-9 [1] - способен владеть методами испытания основного оборудования энергетических установок, выполнения технико-	З-ПК-9[1] - знать технические характеристики оборудования, порядок ввода и вывода систем в работу; ;

вырабатывающих, преобразующих и использующих тепловую и ядерную энергию	в активных зонах ядерных реакторов и бланкетов термоядерных реакторов, тепловые измерения и контроль, теплоносители и материалы ядерных реакторов, ядерный топливный цикл, системы обеспечения безопасности ядерных энергетических установок, системы управления ядерно-физическими установками, программные комплексы и математические модели для теоретического и экспериментального исследования явлений и закономерностей в области теплофизики и энергетики, перспективные методы преобразования энергии	экономических расчетов <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028	У-ПК-9[1] - уметь экономически эффективно эксплуатировать и контролировать техническое состояние оборудования; В-ПК-9[1] - владеть методами контроля, проверок и испытаний систем и навыками выявления неисправностей в работе оборудования
проектирование, создание и эксплуатация атомных станций и других ядерных энергетических установок, вырабатывающих, преобразующих и использующих тепловую и ядерную энергию	ядерные реакторы, термоядерные и энергетические установки, теплогидравлические и нейтронно-физические процессы в активных зонах ядерных реакторов и бланкетов термоядерных реакторов, тепловые измерения и контроль, теплоносители и материалы ядерных реакторов, ядерный топливный цикл, системы обеспечения безопасности ядерных энергетических установок, системы	ПК-10 [1] - способен разрабатывать практические рекомендации по использованию результатов научных исследований <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028	З-ПК-10[1] - знать передовой отечественный и зарубежный опыт в области использования атомной энергии; ; У-ПК-10[1] - уметь анализировать информационные документы с результатами научных исследований;; В-ПК-10[1] - владеть опытом разработки предложений по совершенствованию действующих процессов на основе передовых научных

	управления ядерно-физическими установками, программные комплексы и математические модели для теоретического и экспериментального исследования явлений и закономерностей в области теплофизики и энергетики, перспективные методы преобразования энергии		достижений
проектный			
проектирование, создание и эксплуатация атомных станций и других ядерных энергетических установок, вырабатывающих, преобразующих и использующих тепловую и ядерную энергию	ядерные реакторы, термоядерные и энергетические установки, теплогидравлические и нейтронно-физические процессы в активных зонах ядерных реакторов и бланкетов термоядерных реакторов, тепловые измерения и контроль, теплоносители и материалы ядерных реакторов, ядерный топливный цикл, системы обеспечения безопасности ядерных энергетических установок, системы управления ядерно-физическими установками, программные комплексы и математические модели для теоретического и экспериментального исследования явлений и закономерностей в области теплофизики и энергетики,	ПК-3 [1] - способен владеть основами проектирования и конструирования оборудования <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028	З-ПК-3[1] - знать основы компьютерных и информационных технологий ; У-ПК-3[1] - уметь работать с документацией по эксплуатации систем, оборудования, средств измерения, контроля, управления, автоматики, средств вычислительной техники; В-ПК-3[1] - владеть навыками оформления результатов проведенных измерений, расчетов и других работ при проектировании и конструировании оборудования

	перспективные методы преобразования энергии		
проектирование, создание и эксплуатация атомных станций и других ядерных энергетических установок, вырабатывающих, преобразующих и использующих тепловую и ядерную энергию	ядерные реакторы, термоядерные и энергетические установки, теплогидравлические и нейтронно-физические процессы в активных зонах ядерных реакторов и бланкетов термоядерных реакторов, тепловые измерения и контроль, теплоносители и материалы ядерных реакторов, ядерный топливный цикл, системы обеспечения безопасности ядерных энергетических установок, системы управления ядерно-физическими установками, программные комплексы и математические модели для теоретического и экспериментального исследования явлений и закономерностей в области теплофизики и энергетики, перспективные методы преобразования энергии	ПК-4 [1] - способен использовать в разработке технических проектов новые информационные технологии и алгоритмы <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028	З-ПК-4[1] - знать основы компьютерных и информационных технологий; ; У-ПК-4[1] - уметь обобщать и анализировать информацию; В-ПК-4[1] - владеть информацией по перспективам развития атомной энергетики
педагогический			
проектирование, создание и эксплуатация атомных станций и других ядерных энергетических установок, вырабатывающих, преобразующих и	ядерные реакторы, термоядерные и энергетические установки, теплогидравлические и нейтронно-физические процессы в активных зонах ядерных реакторов и	ПК-6 [1] - способен использовать учебно-методическую литературу, лабораторное оборудование и программное обеспечение для проведения лекций,	З-ПК-6[1] - знать порядок разработки технических решений и заданий; ; У-ПК-6[1] - уметь разрабатывать рабочие программы;; В-ПК-6[1] - владеть навыками проведения

использующих тепловую и ядерную энергию	бланкетов термоядерных реакторов, тепловые измерения и контроль, теплоносители и материалы ядерных реакторов, ядерный топливный цикл, системы обеспечения безопасности ядерных энергетических установок, системы управления ядерно-физическими установками, программные комплексы и математические модели для теоретического и экспериментального исследования явлений и закономерностей в области теплофизики и энергетики, перспективные методы преобразования энергии	практических и лабораторных занятий <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028	обучение персонала
---	---	---	--------------------

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практ. (семинары) / Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>1 Семестр</i>						
1	Развитие атомной энергетики. Основные показатели работы АЭС.	1-8	16/0/0		25	КИ-8	З-ПК-1.1, У-ПК-1.1, В-ПК-1.1, З-ПК-1.2, У-ПК-1.2, В-ПК-1.2, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-4,

							У-ПК-4, В-ПК-4, З-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6, З-ПК-7, У-ПК-7, В-ПК-7, З-ПК-8, У-ПК-8, В-ПК-8, З-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9, З-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10
2	Основные проблемы эксплуатации АЭС. Продление срока эксплуатации АЭС.	9-16	16/0/0		25	КИ-16	З-ПК-1.1, У-ПК-1.1, В-ПК-1.1, З-ПК-1.2, У-ПК-1.2, В-ПК-1.2, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, З-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6, З-ПК-7, У-ПК-7, В-ПК-7, З-ПК-8, У-ПК-8, В-ПК-8, З-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9, З-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10
	<i>Итого за 1 Семестр</i>		32/0/0		50		
	Контрольные мероприятия за 1 Семестр				50	Э	З-ПК-1.1, У-ПК-1.1, В-ПК-1.1, З-ПК-1.2, У-ПК-1.2, В-ПК-1.2, З-ПК-3,

							У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, З-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6, З-ПК-7, У-ПК-7, В-ПК-7, З-ПК-8, У-ПК-8, В-ПК-8, З-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9, З-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10
	<i>2 Семестр</i>						
1	Развитие атомной энергетики. Основные показатели работы АЭС.	1-8	15/0/0		25	КИ-8	З-ПК-1.1, У-ПК-1.1, В-ПК-1.1, З-ПК-1.2, У-ПК-1.2, В-ПК-1.2, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, З-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6, З-ПК-7, У-ПК-7, В-ПК-7, З-ПК-8, У-ПК-8, В-ПК-8, З-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9, З-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10
2	Основные проблемы эксплуатации АЭС. Продление срока эксплуатации АЭС.	9-15	15/0/0		25	КИ-15	З-ПК-1.1, У-ПК-1.1, В-ПК-1.1, З-ПК-1.2,

							У-ПК-1.2, В-ПК-1.2, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, З-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6, З-ПК-7, У-ПК-7, В-ПК-7, З-ПК-8, У-ПК-8, В-ПК-8, З-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9, З-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10
	<i>Итого за 2 Семестр</i>		30/0/0		50		
	Контрольные мероприятия за 2 Семестр				50	КП, Э	З-ПК-1.1, У-ПК-1.1, В-ПК-1.1, З-ПК-1.2, У-ПК-1.2, В-ПК-1.2, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, З-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6, З-ПК-7, У-ПК-7, В-ПК-7, З-ПК-8, У-ПК-8, В-ПК-8, З-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9, З-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10, З-ПК-1.1,

							У-ПК-1.1, В-ПК-1.1, З-ПК-1.2, У-ПК-1.2, В-ПК-1.2, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, З-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6, З-ПК-7, У-ПК-7, В-ПК-7, З-ПК-8, У-ПК-8, В-ПК-8, З-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9, 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
КП	Курсовой проект

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>1 Семестр</i>	32	0	0
1-8	Развитие атомной энергетики. Основные показатели работы АЭС.	16	0	0
1 - 3	Введение. Программа и стратегия развития атомной энергетики. Роль и место атомной энергетики в современном мире. Прогнозы развития мирового и отечественного ТЭК. Требования, предъявляемые к строящимся и проектируемым АЭС. Ядерная, радиационная	Всего аудиторных часов		
		6	0	0
		Онлайн		
		0	0	0

	безопасность. Водородовзрывобезопасность. Пожаробезопасность. Экономические показатели работы АЭС. Особенности схемы кооперации предприятий и организаций при разработке и создании АЭС. Регламентация деятельности в атомной энергетике. Федеральный закон "Об использовании атомной энергии". Правовые основы эксплуатации АЭС.			
4 - 6	Основные показатели работы АЭС. Динамика выработки электроэнергии на АЭС. Коэффициент использования установленной мощности (КИУМ). Влияние на КИУМ автоматических срабатываний АЗ, ремонтов, диспетчерских ограничений и других факторов. Оценка экономических показателей работы АЭС. Себестоимость электроэнергии. Принципы формирования и структура тарифов на электроэнергию.	Всего аудиторных часов		
		5	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
7 - 8	НИОКР в области атомной энергетики. Стадии разработки нового оборудования для АЭС. Виды и содержание технической документации, сопровождающей НИОКР Технические требования. Техническое задание. Технические условия. Инструкция по эксплуатации. Подтверждение показателей разрабатываемой продукции. Межведомственные испытания. Опытно-промышленная эксплуатация. Лицензирование. Сертификация. Верификация программного обеспечения. Требования Госатомнадзора и Госстандарта России при разработке, изготовлении, испытаниях и эксплуатации нового оборудования на АЭС.	Всего аудиторных часов		
		5	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-16	Основные проблемы эксплуатации АЭС. Продление срока эксплуатации АЭС.	16	0	0
9 - 12	Основные проблемы эксплуатации АЭС. Оптимизация технологических режимов работы АЭС. Пуск и останов энергоблока. Перегрузка топлива. Виды и последствия нарушений в работе АЭС. Классификация отказов оборудования. Распределение отказов по видам оборудования. Оптимизация топливных циклов. Влияние "человеческого фактора" на эксплуатационные показатели. Концепция энергоблоков третьего поколения.	Всего аудиторных часов		
		8	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
13 - 16	Продление срока эксплуатации АЭС. Методы исследования износных отказов и оценки остаточного ресурса оборудования. Детерминистический и вероятностный анализ безопасности. Управление ремонтами энергоблоков. Примеры разработки и применения новых технологий при модернизации энергоблоков (Определение сопротивления хрупкого разрушения корпуса. Ремонт коллекторов ПГ, патрубков КД и ГЦТ на АЭС с ВВЭР и трубопроводов Ду300 на АЭС с РБМК. Замена ПК КД и ПГ, БЗОК на АЭС с ВВЭР-440. Обоснование остаточного ресурса верхнего блока, ВКУ АЭС с ВВЭР-440).	Всего аудиторных часов		
		8	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
	<i>2 Семестр</i>	30	0	0
1-8	Развитие атомной энергетики. Основные показатели работы АЭС.	15	0	0

1 - 3	Вывод из эксплуатации АЭС. Технические и технологические решения по выводу блоков из эксплуатации. Опыт работ по выводу из эксплуатации энергоблоков №1,2 НВАЭС и №1,2 БАЭС.	Всего аудиторных часов		
		5	0	0
		Онлайн		
4 - 6	Обращение с РАО и ОЯТ на АЭС. Классификация радиоактивных отходов (РАО). Принципиальная схема обращения с РАО на АЭС. Методы снижения объемов РАО. Технологии селективной сорбции нуклидов из ЖРО. Методы переработки ТРО. Схема обращения с ОЯТ на АЭС. Выдержка, хранение и транспортирование ОЯТ. Металлобетонные контейнеры. Дезактивация оборудования.	Всего аудиторных часов		
		5	0	0
		Онлайн		
7 - 8	Повышение надежности тепломеханического оборудования АЭС. Повышение эффективности работы конденсационных систем турбин. Мероприятия по совершенствованию водно-химического режима второго контура. Программа модернизация парогенераторов. Контроль состояния турбинных лопаток. Вибромониторинг роторного оборудования.	Всего аудиторных часов		
		5	0	0
		Онлайн		
9-15	Основные проблемы эксплуатации АЭС. Продление срока эксплуатации АЭС.	15	0	0
9 - 11	Совершенствование средств автоматизации и систем управления АЭС. Создание нового поколения систем управления и контроля. Аналоговые и цифровые технологии в АСУ ТП. СВРК-М и СЦК "Скала". Технические решения по усовершенствованию приводов СУЗ. Создание современного человеко-машинного интерфейса. Разработка полномасштабных тренажеров. Концепция кризисного центра. Сетевые технологии.	Всего аудиторных часов		
		8	0	0
		Онлайн		
12 - 15	Диагностика оборудования АЭС. Неразрушающий контроль. Системы оперативной диагностики. Виброшумовая диагностика и акустический контроль. Режимная диагностика. Экспертные системы. Контроль герметичности твэл. Диагностика технического состояния арматуры. Особенности контроля и оценки состояния основного металла и сварных соединений на АЭС. Вихретоковый контроль теплообменных труб ПГ.	Всего аудиторных часов		
		7	0	0
		Онлайн		

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

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Курс реализует компетентностный подход и предусматривает широкое использование в учебном процессе активных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков студентов.

6. 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)	Аттестационное мероприятие (КП 2)
ПК-1.1	З-ПК-1.1	Э, КИ-8, КИ-16	КП, Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-1.1	Э, КИ-8, КИ-16	КП, Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-1.1	Э, КИ-8, КИ-16	КП, Э, КИ-8, КИ-15
ПК-1.2	З-ПК-1.2	Э, КИ-8, КИ-16	КП, Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-1.2	Э, КИ-8, КИ-16	КП, Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-1.2	Э, КИ-8, КИ-16	КП, Э, КИ-8, КИ-15
ПК-10	З-ПК-10	Э, КИ-8, КИ-16	КП, Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-10	Э, КИ-8, КИ-16	КП, Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-10	Э, КИ-8, КИ-16	КП, Э, КИ-8, КИ-15
ПК-3	З-ПК-3	Э, КИ-8, КИ-16	КП, Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-3	Э, КИ-8, КИ-16	КП, Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-3	Э, КИ-8, КИ-16	КП, Э, КИ-8, КИ-15
ПК-4	З-ПК-4	Э, КИ-8, КИ-16	КП, Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-4	Э, КИ-8, КИ-16	КП, Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-4	Э, КИ-8, КИ-16	КП, Э, КИ-8, КИ-15
ПК-6	З-ПК-6	Э, КИ-8, КИ-16	КП, Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-6	Э, КИ-8, КИ-16	КП, Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-6	Э, КИ-8, КИ-16	КП, Э, КИ-8, КИ-15
ПК-7	З-ПК-7	Э, КИ-8, КИ-16	КП, Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-7	Э, КИ-8, КИ-16	КП, Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-7	Э, КИ-8, КИ-16	КП, Э, КИ-8, КИ-15
ПК-8	З-ПК-8	Э, КИ-8, КИ-16	КП, Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-8	Э, КИ-8, КИ-16	КП, Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-8	Э, КИ-8, КИ-16	КП, Э, КИ-8, КИ-15
ПК-9	З-ПК-9	Э, КИ-8, КИ-16	КП, Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-9	Э, КИ-8, КИ-16	КП, Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-9	Э, КИ-8, КИ-16	КП, Э, КИ-8, КИ-15

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-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – <i>«отлично»</i>	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 – <i>«хорошо»</i>	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 – <i>«удовлетворительно»</i>	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 – <i>«неудовлетворительно»</i>	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.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ Z81 Application of Compact Heat Exchangers For Combined Cycle Driven Efficiency In Next Generation Nuclear Power Plants : A Novel Approach, Zohuri, Bahman. , Cham: Springer International Publishing, 2016
2. ЭИ N91 Nuclear Power and Energy Security : , , Dordrecht: Springer Netherlands,, 2010
3. ЭИ S93 Super Light Water Reactors and Super Fast Reactors : Supercritical-Pressure Light Water Cooled Reactors, Oka, Yoshiaki. [и др.], Boston, MA: Springer US, 2010

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 П63 Оптимизация распределения энерговыделения в активной зоне ядерного реактора : учебное пособие для вузов, Якунин И.С., Постников В.В., Москва: НИЯУ МИФИ, 2012
6. ЭИ Я49 Технологические процессы производства тепловой и электрической энергии на АЭС : учебное пособие для вузов, Пинчук М.Э., Якубенко И.А., Москва: НИЯУ МИФИ, 2013

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 621.039 К89 Вывод из эксплуатации объектов использования атомной энергии : учеб. пособие для вузов, Кузнецов В.М., Чеченов Х.Д., Никитин В.С., Москва: , 2009
2. 621.3 Б19 Эксплуатация АЭС Ч.1 Работа АЭС в энергосистемах. Ч.2: Обращение с радиоактивными отходами, Баклушин Р.П., Москва: НИЯУ МИФИ, 2011

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

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

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

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

НА ЧТО НЕОБХОДИМО ОБРАТИТЬ ВНИМАНИЕ:

ЛЕКЦИИ

Главное внимание должно быть уделено базовым принципам, заложенным в каждую технологию и метод расчета, описанию используемого оборудования и условиям протекания процессов тепломассопереноса и проблемам эксплуатации сложного оборудования.

СЕМИНАРСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Каждому студенту предлагается подготовить реферат (творческое задание).

Ориентировочные темы:

- Программа и стратегия развития атомной энергетики.
- Энерготехнологии нового поколения
- Основные показатели работы АЭС.

- НИОКР в области атомной энергетики.
- Основные проблемы эксплуатации АЭС.
- Продление срока эксплуатации АЭС.
- Вывод из эксплуатации АЭС.
- Обращение с РАО и ОЯТ на АЭС
- Повышение надежности тепломеханического оборудования АЭС.
- Совершенствование средств автоматизации и систем управления АЭС.
- Диагностика оборудования АЭС.

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Для успешного освоения материала студентами на лекциях и семинарах желательно выдавать раздаточный материал, некоторые лекции проводятся в виде презентации в Ситуационном кризисном центре на базе ВНИИАЭС г. Москва.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ

Дополнительную информацию по программам развития ядерной энергетики и ядерного топливного цикла также можно получить из следующих интернет-ресурсов:

<http://world-nuclear.org>
<http://www.rosatom.ru>
<http://www.rosenergoatom.ru>
<http://www.armz.ru>
<http://www.tvel.ru>
<http://www.periodictable.ru>
<http://www.webelements.com>
<http://www.webelements.com>

Автор(ы):

Делов Максим Игоревич

Стручалин Павел Геннадьевич

Рецензент(ы):

В.С. Харитонов, К.В. Куценко

