

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

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ (ИНЖЕНЕРНЫЕ РАСЧЕТЫ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЯДЕРНЫХ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК)

Направление подготовки
(специальность)

[1] 14.03.01 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
8	3	108	0	36	0		36	0	Э КП
Итого	3	108	0	36	0	0	36	0	

АННОТАЦИЯ

Целями курсового проекта являются:

- ознакомление студентов с методами расчета теплогидравлических и нейтронно-физических параметров активных зон современных и перспективных ядерных энергетических установок;
- обучение умениям применять полученные знания в производственной проектной деятельности;
- приобретение навыков работы с научной, справочной и электронной литературой и написания научно-технической документации;
- подготовка научно-обоснованного проекта парогенератора.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями курсового проекта являются:

- ознакомление студентов с методами расчета теплогидравлических и нейтронно-физических параметров активных зон современных и перспективных ядерных энергетических установок;
- обучение умениям применять полученные знания в производственной проектной деятельности;
- приобретение навыков работы с научной, справочной и электронной литературой и написания научно-технической документации;
- подготовка научно-обоснованного проекта парогенератора.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина посвящена подготовке студентов к решению инженерных задач расчета ядерных энергетических установок на основе строгих научных методов. Знания, полученные студентами при изучении различных дисциплин, применяются к решению задач, характерных для расчета ядерных энергетических установок.

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

		опыта)	
научно-исследовательский			
Подготовка специалистов с фундаментальной физико-математической и инженерной подготовкой для проектирования и эксплуатации ядерных установок со знанием основ нейтронно-физических и теплофизических процессов, ядерной и радиационной безопасности	Ядерные реакторы, энергетические установки, теплогидравлические и нейтронно-физические процессы в активных зонах ядерных реакторов, теплоносители и материалы ядерных реакторов, ядерный топливный цикл, системы обеспечения безопасности, системы управления ядерно-физическими установками, программные комплексы для исследования явлений и закономерностей в области теплофизики и энергетики, ядерных реакторов, распространения и взаимодействия излучения с объектами живой и неживой природы, экологический мониторинг окружающей среды, обеспечение безопасности ядерных материалов, объектов и установок атомной промышленности и энергетики. безопасность эксплуатации и радиационный контроль атомных объектов и установок;	ПК-10.1 [1] - Способен проводить физические эксперименты на основе апробированных методик и выполнять моделирование процессов переноса излучения и тепла в активной зоне реакторной установки <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028	З-ПК-10.1[1] - Знать методы проведения физических экспериментов и математического моделирования нейтронно-физических и теплофизических процессов и переноса ионизирующего излучения в ЯЭУ; У-ПК-10.1[1] - Уметь проводить физические эксперименты на основе апробированных методик и математическое моделирование нейтронно-физических и теплофизических процессов и ионизирующего излучения в ЯЭУ; В-ПК-10.1[1] - Владеть методиками для определения параметров активной зоны реакторной установки и прикладными пакетами для математического моделирования нейтронно-физических и теплофизических процессов и ионизирующего излучения в ЯЭУ
Подготовка специалистов с фундаментальной физико-математической и инженерной подготовкой для	Ядерные реакторы, энергетические установки, теплогидравлические и нейтронно-физические процессы в активных зонах	ПК-2 [1] - Способен к участию в проведении физического и численного эксперимента, к подготовке соответствующих	З-ПК-2[1] - Знать методы проведения физического и численного эксперимента, и подготовки соответствующих

проектирования и эксплуатации ядерных установок со знанием основ нейтронно-физических и теплофизических процессов, ядерной и радиационной безопасности	ядерных реакторов, теплоносители и материалы ядерных реакторов, ядерный топливный цикл, системы обеспечения безопасности, системы управления ядерно-физическими установками, программные комплексы для исследования явлений и закономерностей в области теплофизики и энергетики, ядерных реакторов, распространения и взаимодействия излучения с объектами живой и неживой природы, экологический мониторинг окружающей среды, обеспечение безопасности ядерных материалов, объектов и установок атомной промышленности и энергетики. безопасность эксплуатации и радиационный контроль атомных объектов и установок;	экспериментальных стендов <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028	экспериментальных стендов.; У-ПК-2[1] - Уметь проводить физический и численный эксперимент, подготовить соответствующие экспериментальные стенды; В-ПК-2[1] - Владеть методами проведения физического и численного эксперимента и подготовки соответствующих экспериментальных стендов.
проектный			
Подготовка специалистов с фундаментальной физико-математической и инженерной подготовкой для проектирования и эксплуатации ядерных установок со знанием основ нейтронно-физических и теплофизических процессов, ядерной	Ядерные реакторы, энергетические установки, теплогидравлические и нейтронно-физические процессы в активных зонах ядерных реакторов, теплоносители и материалы ядерных реакторов, ядерный топливный цикл, системы обеспечения безопасности, системы управления ядерно-	ПК-5 [1] - Способен разрабатывать проекты узлов аппаратов с учетом сформулированных к ним требований, использовать в разработке технических проектов новые информационные технологии <i>Основание:</i> Профессиональный	З-ПК-5[1] - Знать методы разработки проектов узлов аппаратов с учетом сформулированных к ним требований, с использованием новых информационных технологий.; У-ПК-5[1] - Уметь разрабатывать проекты узлов аппаратов с учетом сформулированных к

и радиационной безопасности	физическими установками, программные комплексы для исследования явлений и закономерностей в области теплофизики и энергетики, ядерных реакторов, распространения и взаимодействия излучения с объектами живой и неживой природы, экологический мониторинг окружающей среды, обеспечение безопасности ядерных материалов, объектов и установок атомной промышленности и энергетики. безопасность эксплуатации и радиационный контроль атомных объектов и установок;	стандарт: 24.078	ним требований, использовать в разработке технических проектов новые информационные технологии; В-ПК-5[1] - Владеть методами проведения разработок проектов узлов аппаратов с учетом сформулированных к ним требований, с использованием новых информационных технологий
Подготовка специалистов с фундаментальной физико-математической и инженерной подготовкой для проектирования и эксплуатации ядерных установок со знанием основ нейтронно-физических и теплофизических процессов, ядерной и радиационной безопасности	Ядерные реакторы, энергетические установки, теплогидравлические и нейтронно-физические процессы в активных зонах ядерных реакторов, теплоносители и материалы ядерных реакторов, ядерный топливный цикл, системы обеспечения безопасности, системы управления ядерно-физическими установками, программные комплексы для исследования явлений и закономерностей в области теплофизики и энергетики, ядерных реакторов,	ПК-6 [1] - Способен к участию в проектировании основного оборудования атомных электростанций, термоядерных реакторов, плазменных и других энергетических установок с учетом экологических требований и обеспечения безопасной работы <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.078	З-ПК-6[1] - Знать методы проектирования основного оборудования атомных электростанций, термоядерных реакторов, плазменных и других энергетических установок с учетом экологических требований и обеспечен; У-ПК-6[1] - Уметь проектировать основное оборудование атомных электростанций, термоядерных реакторов, плазменных и других

	<p>распространения и взаимодействия излучения с объектами живой и неживой природы, экологический мониторинг окружающей среды, обеспечение безопасности ядерных материалов, объектов и установок атомной промышленности и энергетики. безопасность эксплуатации и радиационный контроль атомных объектов и установок;</p>		<p>энергетических установок с учетом экологических требований, и обеспечения безопасной работы ; В-ПК-6[1] - Владеть навыками проектирования основного оборудования атомных электростанций, термоядерных реакторов, плазменных и других энергетических установок с учетом экологических требований, и обеспечения безопасной работы.</p>
<p>Подготовка специалистов с фундаментальной физико-математической и инженерной подготовкой для проектирования и эксплуатации ядерных установок со знанием основ нейтронно-физических и теплофизических процессов, ядерной и радиационной безопасности</p>	<p>Ядерные реакторы, энергетические установки, теплогидравлические и нейтронно-физические процессы в активных зонах ядерных реакторов, теплоносители и материалы ядерных реакторов, ядерный топливный цикл, системы обеспечения безопасности, системы управления ядерно-физическими установками, программные комплексы для исследования явлений и закономерностей в области теплофизики и энергетики, ядерных реакторов, распространения и взаимодействия излучения с объектами живой и неживой природы, экологический</p>	<p>ПК-7 [1] - Способен к определению теплотехнических характеристик и конструктивных особенностей теплотехнических систем и оборудования</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028</p>	<p>З-ПК-7[1] - Знать теплотехнические характеристики и конструктивные особенности теплотехнических систем и оборудования; У-ПК-7[1] - Уметь определять теплотехнические характеристики и конструктивные особенности теплотехнических систем и оборудования; В-ПК-7[1] - Владеть методами определения теплотехнических характеристик и конструктивных особенностей теплотехнических систем и оборудования</p>

	мониторинг окружающей среды, обеспечение безопасности ядерных материалов, объектов и установок атомной промышленности и энергетики. безопасность эксплуатации и радиационный контроль атомных объектов и установок;		
Подготовка специалистов с фундаментальной физико-математической и инженерной подготовкой для проектирования и эксплуатации ядерных установок со знанием основ нейтронно-физических и теплофизических процессов, ядерной и радиационной безопасности	Ядерные реакторы, энергетические установки, теплогидравлические и нейтронно-физические процессы в активных зонах ядерных реакторов, теплоносители и материалы ядерных реакторов, ядерный топливный цикл, системы обеспечения безопасности, системы управления ядерно-физическими установками, программные комплексы для исследования явлений и закономерностей в области теплофизики и энергетики, ядерных реакторов, распространения и взаимодействия излучения с объектами живой и неживой природы, экологический мониторинг окружающей среды, обеспечение безопасности ядерных материалов, объектов и установок атомной промышленности и энергетики. безопасность	ПК-8 [1] - Способен разрабатывать производственно-техническую документацию <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.078	З-ПК-8[1] - Знать производственно-техническую документацию; У-ПК-8[1] - Уметь разрабатывать производственно-техническую документацию; В-ПК-8[1] - Владеть навыками работы с производственно-технической документацией

	эксплуатации и радиационный контроль атомных объектов и установок;		
--	--	--	--

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 культуры ядерной безопасности (B24)	1.Использование воспитательного потенциала блока профессиональных дисциплин для формирования чувства личной ответственности за соблюдение ядерной и радиационной безопасности, а также соблюдение государственных и коммерческих тайн. 2.Использование воспитательного потенциала содержания учебных дисциплин «Актуальные проблемы эксплуатации АЭС», «Основы экологической безопасности в ядерной энергетике», «Системы радиационного контроля» для формирование личной ответственности

		<p>за соблюдение экологической и радиационной безопасности посредством изучения основополагающих документов по культуре ядерной безопасности, разработанных МАГАТЭ и российскими регулирующими органами, норм и правил обращения с радиоактивными отходами и ядерными материалами.</p> <p>3.Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин «Контроль и диагностика ядерных энергетических установок», «Надежность оборудования атомных реакторов и управление риском», «Безопасность ядерного топливного цикла», «Ядерные технологии и экология топливного цикла» для формирования личной ответственности за соблюдение и обеспечение кибербезопасности и информационной безопасности объектов атомной отрасли через изучение вопросов организации информационной безопасности на объектах атомной отрасли, основных принципов построения системы АСУТП ядерных объектов, методов защиты и хранения информации, принципов построения глубокоэшелонированной и гибкой системы безопасности ядерно-физических объектов.</p> <p>4.Использование воспитательного потенциала содержания блока дисциплин «Экология», «Системы радиационного контроля», «Основы экологической безопасности в ядерной энергетике» для формирования ответственной экологической позиции посредством изучения вопросов обеспечения такого уровня безопасности АЭС, при котором воздействие на окружающую среду, обеспечивает сохранение природных систем, поддержание их целостности и жизнеобеспечивающих функций, через рассмотрение вопросов радиационного контроля при захоронении и переработки ядерных отходов, вопросов замыкания ядерного топливного цикла.</p>
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственной	<p>1.Использование воспитательного потенциала блока профессиональных дисциплин для формирования чувства личной ответственности за соблюдение</p>

	<p>экологической позиции (B26)</p>	<p>ядерной и радиационной безопасности, а также соблюдение государственных и коммерческих тайн. 2.Использование воспитательного потенциала содержания учебных дисциплин «Актуальные проблемы эксплуатации АЭС», «Основы экологической безопасности в ядерной энергетике», «Системы радиационного контроля» для формирование личной ответственности за соблюдение экологической и радиационной безопасности посредством изучения основополагающих документов по культуре ядерной безопасности, разработанных МАГАТЭ и российскими регулирующими органами, норм и правил обращения с радиоактивными отходами и ядерными материалами. 3.Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин «Контроль и диагностика ядерных энергетических установок», «Надежность оборудования атомных реакторов и управление риском», «Безопасность ядерного топливного цикла», «Ядерные технологии и экология топливного цикла» для формирования личной ответственности за соблюдение и обеспечение кибербезопасности и информационной безопасности объектов атомной отрасли через изучение вопросов организации информационной безопасности на объектах атомной отрасли, основных принципов построения системы АСУТП ядерных объектов, методов защиты и хранения информации, принципов построения глубокоэшелонированной и гибкой системы безопасности ядерно-физических объектов. 4.Использование воспитательного потенциала содержания блока дисциплин «Экология», «Системы радиационного контроля», «Основы экологической безопасности в ядерной энергетике» для формирования ответственной экологической позиции посредством изучения вопросов обеспечения такого уровня безопасности АЭС, при котором воздействие на окружающую среду, обеспечивает сохранение природных</p>
--	------------------------------------	---

		систем, поддержание их целостности и жизнеобеспечивающих функций, через рассмотрение вопросов радиационного контроля при захоронении и переработки ядерных отходов, вопросов замыкания ядерного топливного цикла.
--	--	---

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>8 Семестр</i>						
1	Выбор тепловой схемы АЭС. Выбор турбины. Определение термического К.П.Д. и К.П.Д. “брутто” АЭС.	1-8	0/18/0		25	КИ-8	3-ПК-10.1, У-ПК-10.1, В-ПК-10.1, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6, 3-ПК-7, У-ПК-7, В-ПК-7, 3-ПК-8, У-ПК-8, В-ПК-8
2	Эскизное проектирование и прочностной расчет парогенератора.	9-15	0/18/0		25	КИ-15	3-ПК-10.1, У-ПК-10.1, В-ПК-10.1, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-6, У-ПК-6,

							В-ПК-6, 3-ПК-7, У-ПК-7, В-ПК-7, 3-ПК-8, У-ПК-8, В-ПК-8
	<i>Итого за 8 Семестр</i>		0/36/0		50		
	Контрольные мероприятия за 8 Семестр				50	Э, КП	3-ПК-10.1, У-ПК-10.1, В-ПК-10.1, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6, 3-ПК-7, У-ПК-7, В-ПК-7, 3-ПК-8, У-ПК-8, В-ПК-8, 3-ПК-10.1, У-ПК-10.1, В-ПК-10.1, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6, 3-ПК-7, У-ПК-7, В-ПК-7, 3-ПК-8, У-ПК-8, В-ПК-8

* – 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>8 Семестр</i>	0	36	0
1-8	Выбор тепловой схемы АЭС. Выбор турбины. Определение термического К.П.Д. и К.П.Д. “брутто” АЭС.	0	18	0
1	Индивидуальные данные задания на КП включают такие параметры как: Электрическая мощность АЭС и прототип ядерного реактора	Всего аудиторных часов		
		0	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
2	Индивидуальные данные задания на КП включают такие параметры как: Давление и температура на выходе из реактора.	Всего аудиторных часов		
		0	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
3	Индивидуальные данные задания на КП включают такие параметры как: Число петель в схеме АЭС.	Всего аудиторных часов		
		0	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
4	Индивидуальные данные задания на КП включают такие параметры как: Давление свежего пара.	Всего аудиторных часов		
		0	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
5	Индивидуальные данные задания на КП включают такие параметры как: Конструктивный прототип парогенератора с указанием литературы. Приветствуется самостоятельный, аргументированный выбор конструкции парогенератора после ознакомления с прототипом.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
6	В результате выполнения задания на КП в виде отчетного материала и чертежей представляются: Т-Q - диаграмма, выбор паровой турбины, оценка коэффициента полезного действия нетто.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
7	В результате выполнения задания на КП в виде отчетного материала и чертежей представляются: Выбор и расчет тепловой схемы АЭС и представление ее с параметрами в формате A1.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-15	Эскизное проектирование и прочностной расчет парогенератора.	0	18	0
8	В результате выполнения задания на КП в виде отчетного материала и чертежей представляются: Расчет термического КПД, и КПД - брутто.	Всего аудиторных часов		
		0	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
9	В результате выполнения задания на КП в виде отчетного материала и чертежей представляются:	Всего аудиторных часов		
		0	3	0

	Выбор конструктивного типа парогенератора (ПГ).	Онлайн	0	0	0
10	В результате выполнения задания на КП в виде отчетного материала и чертежей представляются: Определение коэффициентов теплопередачи по зонам ПГ и необходимых площадей поверхностей теплообмена.	Всего аудиторных часов	0	2	0
		Онлайн	0	0	0
11	В результате выполнения задания на КП в виде отчетного материала и чертежей представляются: Компоновка поверхностей теплообмена в ПГ и эскизная схема конструкции ПГ.	Всего аудиторных часов	0	2	0
		Онлайн	0	0	0
12	В результате выполнения задания на КП в виде отчетного материала и чертежей представляются: Основные прочностные расчеты.	Всего аудиторных часов	0	2	0
		Онлайн	0	0	0
13	В результате выполнения задания на КП в виде отчетного материала и чертежей представляются: Гидравлический расчет ПГ и определение КПД - нетто.	Всего аудиторных часов	0	2	0
		Онлайн	0	0	0
14	В результате выполнения задания на КП в виде отчетного материала и чертежей представляются: Чертеж общего вида ПГ и чертежи трех, оговоренных с консультантом, узлов ПГ.	Всего аудиторных часов	0	2	0
		Онлайн	0	0	0
15	В результате выполнения задания на КП в виде отчетного материала и чертежей представляются: Пояснительная записка, включающая T-Q диаграмму, все расчеты, схему АЭС, оптимизационный поиск и мотивированные выборы скоростей рабочего тела и теплоносителя, элементов конструкции.	Всего аудиторных часов	0	2	0
		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>8 Семестр</i>
1 - 3	Выбор и расчет параметров схемы ЯЭУ. Первичный тепловой расчет, подготовка данных для физического расчета. Выбор и расчет параметров схемы ЯЭУ. Первичный тепловой расчет, подготовка данных для физического расчета.
4 - 5	Расчет нейтронно-физических параметров АЗ.

	Расчет нейтронно-физических параметров АЗ.
6 - 8	Расчет поля нейтронов. Оценка неравномерности тепловыделения. Конструирование элементов АЗ. Расчет поля нейтронов. Оценка неравномерности тепловыделения. Конструирование элементов АЗ.
9	Поверочный тепловой расчет. Конструирование реактора. Прочностные и гидравлические расчеты Поверочный тепловой расчет. Конструирование реактора. Прочностные и гидравлические расчеты
10	Систематизация расчетов. Систематизация расчетов.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Предусматривается широкое использование в учебном процессе активных форм проведения занятий (компьютерные практикумы, разбор домашних заданий, система контрольно-измерительных материалов, включая тесты) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков 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-10.1	З-ПК-10.1	КП, Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-10.1	КП, Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-10.1	КП, Э, КИ-8, КИ-15
ПК-2	З-ПК-2	КП, Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-2	КП, Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-2	КП, Э, КИ-8, КИ-15
ПК-5	З-ПК-5	КП, Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-5	КП, Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-5	КП, Э, КИ-8, КИ-15
ПК-6	З-ПК-6	КП, Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-6	КП, Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-6	КП, Э, КИ-8, КИ-15
ПК-7	З-ПК-7	КП, Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-7	КП, Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-7	КП, Э, КИ-8, КИ-15
ПК-8	З-ПК-8	КП, Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-8	КП, Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-8	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 – «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. ЭИ N91 Nuclear Thermal Hydraulics : , Akimoto, Hajime. [и др.], Tokyo: Springer Japan, 2016
2. ЭИ Д26 Основы расчета судовых ЯЭУ : учебное пособие для вузов, Щукин Н.В., Черезов А.Л., Деев В.И., Москва: НИЯУ МИФИ, 2012

3. ЭИ Щ95 Проектирование ядерно-энергетических установок космического назначения. Нейтронно-физический расчет : учебно-методическое пособие, Киселев Н.П., Романин С.Д., Щукин Н.В., Москва: МИФИ, 2009
4. 621.039 С74 Справочник по теплогидравлическим расчетам в ядерной энергетике Т.1 Теплогидравлические процессы в ЯЭУ, , Москва: ИздАТ, 2010
5. ЭИ С92 Схемные решения и принципы работы пассивных систем аварийного охлаждения различных типов ЯЭУ : учебное пособие, Ремизов О.В. [и др.], Москва: НИЯУ МИФИ, 2015
6. 621.039 С92 Схемные решения и принципы работы пассивных систем аварийного охлаждения различных типов ЯЭУ : учебное пособие, Ремизов О.В. [и др.], Москва: НИЯУ МИФИ, 2015
7. ЭИ Я34 Ядерные реакторы с водой сверхкритического давления (основы теплового расчета) : учебное пособие, Круглов А.Б. [и др.], Москва: НИЯУ МИФИ, 2015
8. 621.039 Я34 Ядерные реакторы с водой сверхкритического давления (основы теплового расчета) : учебное пособие, Круглов А.Б. [и др.], Москва: НИЯУ МИФИ, 2015

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 621.039 З-15 Задачник по теплообмену в ЯЭУ : Учеб. пособие, Архипов В.В. [и др.], М.: МИФИ, 1992
2. 536 Д26 Решение задач теплообмена на ЭВМ : Пособие к лаб. практикуму по курсу "Теория теплопереноса", Меринов И.Г., Деев В.И., М.: МИФИ, 2000
3. 536 Т33 Теория теплообмена : Учебник для вузов, , М.: Высш. школа, 1979
4. 621.039 К43 Теплообмен в ядерных энергетических установках : , Кириллов П.Л., Богословская Г.П., Москва: Энергоатомиздат, 2000
5. 621.039 К43 Теплообмен в ядерных энергетических установках : учебное пособие для вузов, Кириллов П.Л., Богословская Г.П., Москва: ИздАТ, 2008
6. 536 И85 Теплопередача : Учебник для вузов, Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С., М.: Энергоиздат, 1981
7. 621.039 Д26 Теплопередача в ЯЭУ : учеб. пособие для вузов, Деев В.И., Москва: МИФИ, 2004

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

1. World-nuclear (<http://world-nuclear.org/>)
2. Росатом (www.rosatom.ru)

3. Росэнергоатом (<http://www.rosenergoatom.ru>)
4. Урановый холдинг АРМЗ (<http://www.armz.ru>)
5. ТВЭЛ (<http://www.tvel.ru>)
6. ВЭБ элемент (<http://www.webelements.com>)

<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

Дисциплина имеет серьезный объем задач и потребует столь же больших временных затрат.

График отдельных этапов работы сообщается студентам в самом начале занятий, оценивается трудоемкость этапов, сложные моменты, которые могут затруднить выполнение задания из-за неудачных выборов при конструировании. За своевременное выполнение этапов работ преподавателем начисляются рейтинговые оценки, они учитываются в общей оценке хода выполнения задания, а потом и при промежуточной аттестации. Работы, выполняемые с опережением графика, поощряются бонусными оценками за досрочную сдачу. С другой стороны, проекты, предоставленные без рейтинговых оценок за своевременную сдачу этапов работы, свидетельствуют о низком качестве выполнения проекта.

Защита задания сопровождается проверкой знаний по одноименному учебному курсу, поэтому необходимо заново просмотреть материалы занятий.

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Дисциплина посвящена подготовке студентов к решению инженерных задач расчета ядерных энергетических установок на основе строгих научных методов. При построении дисциплины учтено, что студенты имеют входные компетенции. При разработке курса использована современная отечественная и иностранная литература.

Первая часть порядка расчета канала реактора с кипящим, некипящим теплоносителем или теплоносителем сверхкритических параметров. Знания, полученные студентами при изучении различных дисциплин, применяются к решению задач, характерных для ядерных энергетических установок. Чтение лекций и проведение семинарских занятий рекомендуется проводить в интерактивных классах. Сложные и многочисленные расчеты не должны затенять сути излагаемых методов, поэтому рекомендуется широко использовать системы символьной математики.

То же относится ко второй части курса, где излагаются методы обоснования безопасности.

В третьей части курса описываются системы безопасности различных типов реакторов. В процессе преподавания здесь рекомендуется широко использовать презентации, а сами занятия проводить в интерактивных классах. Особое внимание студентов следует обратить на интернет-ресурсы, где впоследствии они самостоятельно смогут получать актуальную информацию по читаемым темам. В конце изучения этой части рекомендуется выдать студентам использованные презентации в электронном виде.

Для закрепления теоретического материала дисциплина содержит большое количество задач для самостоятельного решения и контрольные вопросы (банк тестовых заданий) для проверки знаний. Для проверки и закрепления практических навыков студентам предлагается выполнить индивидуальное домашнее задание, а также два теста.

Автор(ы):

Куценко Кирилл Владленович, к.т.н., доцент

Рецензент(ы):

доцент Харитонов В.С.