

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

ТЕПЛОГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ПЕРСПЕКТИВНЫХ ЯЭУ

Направление подготовки
(специальность)

[1] 14.04.02 Ядерные физика и технологии

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	3	108	16	32	0		60	0	30
Итого	3	108	16	32	0	0	60	0	

АННОТАЦИЯ

Целью освоения дисциплины является подготовка студентов к решению инженерных задач на основе строгих научных методов. Приводятся примеры и углубленно изучается ряд вопросов, составляющих научную базу для анализа и расчета ядерных энергетических установок.

Знания, полученные на лекциях, получают развитие и закрепляются в процессе обсуждения и решения задач на семинарских занятиях.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является подготовка студентов к решению инженерных задач на основе строгих научных методов. Приводятся примеры и углубленно изучается ряд вопросов, составляющих научную базу для анализа и расчета ядерных энергетических установок.

Знания, полученные на лекциях, получают развитие и закрепляются в процессе обсуждения и решения задач на семинарских занятиях.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Для изучения дисциплины необходимо владение базовыми знаниями, умениями, навыками и компетенциями сформированными дисциплинами рабочего учебного плана.

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			
совокупность средств, способов и методов человеческой деятельности, связанных с разработкой,	ядерные реакторы и энергетические установки, теплогидравлические и нейтронно-физические процессы в активных зонах	ПК-9.2 [1] - способен использовать современные достижения и передовые технологии в научно-исследовательских	З-ПК-9.2[1] - Знать новые методы совершенствования действующих технологических процессов; У-ПК-9.2[1] - Уметь

созданием и эксплуатацией установок, вырабатывающих, преобразующих и использующих ядерную энергию	ядерных реакторов, тепловые измерения и контроль, теплоносители, 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.	работах для проведения расчетно-теоретических разработок ЯЭУ, учета и контроля объектов с ядерными материалами <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028	анализировать информационные документы с результатами научных исследований; В-ПК-9.2[1] - Владеть современными пакетами прикладных компьютерных программ
совокупность средств, способов и методов человеческой деятельности, связанных с разработкой, созданием и эксплуатацией установок, вырабатывающих, преобразующих и использующих ядерную энергию	ядерные реакторы и энергетические установки, теплогидравлические и нейтронно-физические процессы в активных зонах ядерных реакторов, тепловые измерения и контроль, теплоносители, материалы ядерных реакторов, ядерный топливный цикл, системы обеспечения безопасности ядерных энергетических установок, системы управления ядерно-физическими установками, программные комплексы и математические модели для	ПК-3 [1] - Способен оценивать перспективы развития атомной отрасли, использовать ее современные достижения и передовые технологии в научно-исследовательской деятельности <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028	З-ПК-3[1] - Знать достижения научно-технического прогресса ; У-ПК-3[1] - Уметь применять полученные знания к решению практических задач.; В-ПК-3[1] - владеть методами моделирования физических процессов.

	теоретического и экспериментального исследования явлений и закономерностей в области теплофизики и энергетики, перспективные методы преобразования энергии.		
совокупность средств, способов и методов человеческой деятельности, связанных с разработкой, созданием и эксплуатацией установок, вырабатывающих, преобразующих и использующих ядерную энергию	ядерные реакторы и энергетические установки, теплогидравлические и нейтронно-физические процессы в активных зонах ядерных реакторов, тепловые измерения и контроль, теплоносители, 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 самостоятельно выполнять экспериментальные и теоретические исследования для решения научных и производственных задач <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028	З-ПК-4[1] - Знать: цели и задачи проводимых исследований; основные методы и средства проведения экспериментальных и теоретических исследований; методы и средства математической обработки результатов экспериментальных данных ; У-ПК-4[1] - Уметь: применять методы проведения экспериментов; использовать математические методы обработки результатов исследований и их обобщения; оформлять результаты научно-исследовательских работ; В-ПК-4[1] - Владеть: навыками самостоятельного выполнения экспериментальных и теоретических исследования для решения научных и производственных задач
проектный			
совокупность средств, способов и методов	ядерные реакторы и энергетические установки,	ПК-5 [1] - Способен проводить расчет и проектирование	З-ПК-5[1] - Знать основные физические законы и

человеческой деятельности, связанных с разработкой, созданием и эксплуатацией установок, вырабатывающих, преобразующих и использующих ядерную энергию	теплогидравлические и нейтронно-физические процессы в активных зонах ядерных реакторов, тепловые измерения и контроль, теплоносители, 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.	физических установок и приборов с использованием современных информационных технологий <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028	стандартные прикладные пакеты используемые при моделировании физических процессов и установок ; У-ПК-5[1] - Уметь применять стандартные прикладные пакеты используемые при моделировании физических процессов и установок; В-ПК-5[1] - Владеть стандартными прикладными пакетами используемыми при моделировании физических процессов и установок
совокупность средств, способов и методов человеческой деятельности, связанных с разработкой, созданием и эксплуатацией установок, вырабатывающих, преобразующих и использующих ядерную энергию	ядерные реакторы и энергетические установки, теплогидравлические и нейтронно-физические процессы в активных зонах ядерных реакторов, тепловые измерения и контроль, теплоносители, материалы ядерных реакторов, ядерный топливный цикл, системы обеспечения безопасности ядерных энергетических установок, системы управления ядерно-физическими установками,	ПК-6 [1] - Способен оценивать риск и определять меры безопасности для новых установок и технологий, составлять и анализировать сценарии потенциально возможных аварий, разрабатывать методы уменьшения риска их возникновения <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028	З-ПК-6[1] - Знать основные нормативные документы по регулированию рисков возникающих в процессе эксплуатации новых установок и технологий, составлять и анализировать сценарии потенциально возможных аварий, разрабатывать методы уменьшения риска их возникновения ; У-ПК-6[1] - Уметь оценивать риск и

	программные комплексы и математические модели для теоретического и экспериментального исследования явлений и закономерностей в области теплофизики и энергетики, перспективные методы преобразования энергии.		определять меры безопасности для новых установок и технологий, составлять и анализировать сценарии потенциально возможных аварий, разрабатывать методы уменьшения риска их возникновения; В-ПК-6[1] - Владеть методами оценки рисков и определять меры безопасности для новых установок и технологий, составлять и анализировать сценарии потенциально возможных аварий, разрабатывать методы уменьшения риска их возникновения
производственно-технологический			
совокупность средств, способов и методов человеческой деятельности, связанных с разработкой, созданием и эксплуатацией установок, вырабатывающих, преобразующих и использующих ядерную энергию	ядерные реакторы и энергетические установки, теплогидравлические и нейтронно-физические процессы в активных зонах ядерных реакторов, тепловые измерения и контроль, теплоносители, материалы ядерных реакторов, ядерный топливный цикл, системы обеспечения безопасности ядерных энергетических установок, системы управления ядерно-физическими установками, программные комплексы и	ПК-10 [1] - Способен решать инженерно-физические и экономические задачи с помощью пакетов прикладных программ <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028	З-ПК-10[1] - Знать основные пакеты прикладных программ для решения инженерно-физических и экономических задач ; У-ПК-10[1] - Уметь осуществлять подбор прикладных программ для решения конкретных инженерно-физических и экономических задач; В-ПК-10[1] - Владеть навыками работы с прикладными программами для решения инженерно-физических и экономических задач

	математические модели для теоретического и экспериментального исследования явлений и закономерностей в области теплофизики и энергетики, перспективные методы преобразования энергии.		
экспертный			
совокупность средств, способов и методов человеческой деятельности, связанных с разработкой, созданием и эксплуатацией установок, вырабатывающих, преобразующих и использующих ядерную энергию	ядерные реакторы и энергетические установки, теплогидравлические и нейтронно-физические процессы в активных зонах ядерных реакторов, тепловые измерения и контроль, теплоносители, 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-11 [1] - Способен к анализу технических и расчетно-теоретических разработок, к учету их соответствия требованиям законов в области промышленности, экологии, технической, радиационной и ядерной безопасности и другим нормативным актам <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028	З-ПК-11[1] - Знать законодательные и нормативные акты регулирующие деятельность в области промышленности, экологии, технической, радиационной и ядерной безопасности ; У-ПК-11[1] - Уметь проводить анализ технических и расчетно-теоретических разработок с учетом их соответствия требованиям законов в области промышленности, экологии, технической, радиационной и ядерной безопасности и другим нормативным актам; В-ПК-11[1] - владеть методами анализа технических и расчетно-теоретических разработок, и учета их соответствия требованиям законов в области промышленности, экологии,

			технической, радиационной и ядерной безопасности и другим нормативным актам
--	--	--	--

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Прак. (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	Структура ядерной энергетики. Перспективные топливные и конструкционные материалы ядерной энергетики.	1-8	8/16/0	СК-8 (25)	25	СК-8	3-ПК-9.2, У-ПК-9.2, В-ПК-9.2, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6, 3-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10, 3-ПК-11, У-ПК-11, В-ПК-11
2	Ядерные энергетические реакторы поколения III+ с кипящим теплоносителем.	9-15	8/16/0	СК-8 (25)	25	СК-15	3-ПК-9.2, У-ПК-9.2, В-ПК-9.2, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5,

							3-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6, 3-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10, 3-ПК-11, У-ПК-11, В-ПК-11
	<i>Итого за 1 Семестр</i>		16/32/0		50		
	Контрольные мероприятия за 1 Семестр				50	30	3-ПК-9.2, У-ПК-9.2, В-ПК-9.2, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6, 3-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10, 3-ПК-11, У-ПК-11, В-ПК-11

* – 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
ЗО	Зачет с оценкой
СК	Семестровый контроль
З	Зачет

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>1 Семестр</i>	16	32	0
1-8	Структура ядерной энергетики. Перспективные топливные и конструкционные материалы ядерной энергетики.	8	16	0

1 - 2	Структура ядерной энергетики. Перспективные топливные и конструкционные материалы ядерной энергетики. История развития и структура ядерной энергетики в России и мире, примеры политики развития. Экономика и структура топливного цикла. Причины, сформировавшие список реакторов поколения IV. Экономические, нейтронно-физические и теплофизические требования к перспективным материалам ядерной энергетики. Существующие технологии и конструкционные решения.	Всего аудиторных часов		
		2	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
3 - 4	Принципы и критерии обеспечения безопасности. Основные принципы и критерии обеспечения безопасности ядерных энергетических установок. Анализ аварий, вероятностный анализ безопасности.	Всего аудиторных часов		
		2	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
5 - 6	Ядерные энергетические реакторы поколения III+ с водой под давлением. Основные типы реакторов поколения III+ с водой под давлением в России и мире, примеры проектов, перспективы развития. Особенности конструкций активных зон, теплогидравлическое профилирование. Реакторы малой мощности с интегральной компоновкой. Основные системы безопасности реакторов поколения III+ с водой под давлением, примеры проектов. Пассивные системы безопасности и их принципы работы. Особенности систем безопасности реакторов с интегральной компоновкой.	Всего аудиторных часов		
		2	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
7 - 8	Ядерные энергетические реакторы поколения III+ с кипящим теплоносителем. Основные типы реакторов поколения III+ с кипящей водой, преимущества и недостатки одноконтурной схемы. Особенности конструкций активных зон, теплогидравлическая устойчивость. Опыт эксплуатации реактора с естественной циркуляцией теплоносителя на примере ВК 50. Методы расчета естественной циркуляции теплоносителя, самоиспарение, захват пара в опускной участок. Устойчивость естественной циркуляции. Основные системы безопасности реакторов поколения III+ с кипящим теплоносителем, примеры проектов. Пассивные системы безопасности реакторов с кипящим теплоносителем и их принципы работы.	Всего аудиторных часов		
		2	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-15	Ядерные энергетические реакторы поколения III+ с кипящим теплоносителем.	8	16	0
9 - 11	Ядерные энергетические реакторы поколения IV с тяжелой водой. История и перспективы развития реакторов CANDU. Компоновка активной зоны, особенности расчета канального реактора. Основные системы безопасности.	Всего аудиторных часов		
		4	8	0
		Онлайн		
		0	0	0
12 - 15	Ядерные энергетические реакторы поколения IV с теплоносителем сверхкритических параметров. Преимущества использования воды сверхкритических параметров (СКП) в ядерных энергетических установках. Опыт конструирования судовых СКП реакторов.	Всего аудиторных часов		
		4	8	0
		Онлайн		
		0	0	0

	Основные проекты реакторов СКП: реакторы с тепловым и быстро-резонансным спектром нейтронов. Применяемые конструкционные материалы. Фазовый переход второго рода в воде СКП, проблемы и пути их решения. Однозаходные, двухзаходные и трехзаходные схемы движения теплоносителя, конструкции активной зоны и ТВС. Особенности расчета теплоотдачи к воде СКП, имеющиеся экспериментальные и теоретические зависимости. Поправки к зависимостям для расчета перепада давления через активную зону. Особенности систем безопасности реакторов с водой СКП как одноконтурных установок с водой при высоком давлении. Основные проектные решения. Пусковые последовательности. Системы безопасности реакторов с водой СКП при интегральной компоновке.			
--	--	--	--	--

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 ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>1 Семестр</i>
1 - 2	Экономика и материальный баланс топливного цикла. Экономика и материальный баланс топливного цикла.
3 - 4	Сравнительные характеристики теплофизических свойств перспективных топливных и конструкционных материалов ядерной энергетики. Сравнительные характеристики теплофизических свойств перспективных топливных и конструкционных материалов ядерной энергетики.
5 - 6	Принципы теплогидравлического профилирования, порядок расчета теплогидравлики активной зоны. Принципы теплогидравлического профилирования, порядок расчета теплогидравлики активной зоны.
7 - 8	Устойчивые и неустойчивые теплогидравлические характеристики активной зоны. Причины неустойчивости. Устойчивые и неустойчивые теплогидравлические характеристики активной зоны. Причины неустойчивости.
9 - 10	Расчет естественной циркуляции: некипящий и кипящий теплоносители. Расчет естественной циркуляции: некипящий и кипящий теплоносители.
11 - 12	Задача о повторном смачивании активной зоны. Задача о повторном смачивании активной зоны.

13	Порядок расчета температуры воды СКП при различных схемах циркуляции теплоносителя: однозаходной, двухзаходной и трехзаходной. Порядок расчета температуры воды СКП при различных схемах циркуляции теплоносителя: однозаходной, двухзаходной и трехзаходной.
14	Теплоотдача к воде СКП: теоретические соотношения и экспериментальные корреляции. Теплоотдача к воде СКП: теоретические соотношения и экспериментальные корреляции.
15	Корреляции для расчета перепада давления в активной зоне с теплоносителем СКП. Корреляции для расчета перепада давления в активной зоне с теплоносителем СКП.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Дисциплина реализует компетентностный подход и должна предусматривать широкое использование в учебном процессе активных форм проведения занятий (компьютерных практикумов, разбор конкретных ситуаций, тренингов и тестов) 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)
ПК-10	З-ПК-10	ЗО, СК-8, СК-15
	У-ПК-10	ЗО, СК-8, СК-15
	В-ПК-10	ЗО, СК-8, СК-15
ПК-11	З-ПК-11	ЗО, СК-8, СК-15
	У-ПК-11	ЗО, СК-8, СК-15
	В-ПК-11	ЗО, СК-8, СК-15
ПК-3	З-ПК-3	ЗО, СК-8, СК-15
	У-ПК-3	ЗО, СК-8, СК-15
	В-ПК-3	ЗО, СК-8, СК-15
ПК-4	З-ПК-4	ЗО, СК-8, СК-15
	У-ПК-4	ЗО, СК-8, СК-15
	В-ПК-4	ЗО, СК-8, СК-15
ПК-5	З-ПК-5	ЗО, СК-8, СК-15
	У-ПК-5	ЗО, СК-8, СК-15
	В-ПК-5	ЗО, СК-8, СК-15
ПК-6	З-ПК-6	ЗО, СК-8, СК-15
	У-ПК-6	ЗО, СК-8, СК-15
	В-ПК-6	ЗО, СК-8, СК-15
ПК-9.2	З-ПК-9.2	ЗО, СК-8, СК-15
	У-ПК-9.2	ЗО, СК-8, СК-15

	В-ПК-9.2	ЗО, СК-8, СК-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-х 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 твердо 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 I-70 Heat Conduction : Third Edition, Jiji, Latif M. , Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg,, 2009

2. ЭИ М31 Моделирование теплогидравлических процессов в реакторных установках и элементах теплообменного оборудования ЯЭУ : лабораторный практикум: учебное пособие для вузов, Рябов Н.О., Меринов И.Г., Маслов Ю.А., Москва: МИФИ, 2008
3. ЭИ В 39 Основы процессов инженерной экологии. Теория, примеры, задачи : учебное пособие, Ветошкин А. Г., Санкт-Петербург: Лань, 2022
4. 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
5. ЭИ С12 Физическая теория ядерных реакторов Ч.2 Теория возмущений и медленные нестационарные процессы, Савандер В.И., Москва: НИЯУ МИФИ, 2013

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 621.039 К77 Инженерные расчеты ядерных реакторов : , Шевелев Я.В., Крамеров А.Я., М.: Энергоатомиздат, 1984
2. 006 С32 Метрология : история, современность, перспективы: учебное пособие для вузов, Сергеев А.Г., Москва: ЛОГОС, 2011
3. 621.039 М31 Моделирование теплогидравлических процессов в реакторных установках и элементах теплообменного оборудования ЯЭУ : лабораторный практикум: учебное пособие для вузов, Рябов Н.О., Меринов И.Г., Маслов Ю.А., Москва: МИФИ, 2008
4. 621.039 Х20 Сборник задач по курсу "Инженерно-физические расчеты ЯЭУ" : Учеб. пособие, Харитонов В.В., М.: МИФИ, 1995
5. 621.039 К43 Справочник по теплогидравлическим расчетам (ядерные реакторы, теплообменники, парогенераторы) : , Кириллов П.Л., Юрьев Ю.С., Бобков В.П., М.: Энергоатомиздат, 1990
6. 621.039 С74 Справочник по теплогидравлическим расчетам в ядерной энергетике Т.2 Ядерные реакторы, теплообменники, парогенераторы, , Москва: ИздАТ, 2013
7. 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
8. 621.039 К59 Теплогидравлические расчеты и оптимизация ядерных энергетических установок : Учеб. пособие для вузов, Харитонов В.В., Кокорев Л.С., М.: Энергоатомиздат, 1986
9. 621.039 К43 Тепломассообмен в ядерных энергетических установках : учебное пособие для вузов, Кириллов П.Л., Богословская Г.П., Москва: ИздАТ, 2008
10. 621.039 Т34 Теплообмен в ядерных энергетических установках : учеб. пособие для вузов, Петухов Б.С. [и др.], М.: МЭИ, 2003

11. 621.039 Д26 Теплопередача в ЯЭУ : учеб. пособие для вузов, Деев В.И., Москва: МИФИ, 2004
12. 621.036 Ч-65 Теплофизические свойства материалов ядерной техники : Справочник, Чиркин В.С., М.: Атомиздат, 1968
13. 621.039 Ф50 Физико-технические основы современной ядерной энергетики. Перспективы и экологические аспекты : учебное пособие, Шмелев А.Н. [и др.], Долгопрудный: Интеллект, 2014
14. 621.039 С12 Физическая теория ядерных реакторов Ч.2 Теория возмущений и медленные нестационарные процессы, Савандер В.И., Москва: НИЯУ МИФИ, 2013
15. 621.039 Д30 Ядерные энергетические реакторы : Учебник для вузов, Дементьев Б.А., М.: Энергоатомиздат, 1990

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.tvcl.ru>)
6. Периодическая система (<http://www.periodictable.ru>)
7. ВЭБ элемент (<http://www.webelements.com>)

<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

Цель методических рекомендаций для студента – оптимизация процесса изучения данной дисциплины.

Материалы учебно-методического комплекса выдаются в электронном виде. Эти материалы не являются дословным изложением лекций и семинаров, а лишь их кратким

содержанием. Они должны активно использоваться при подготовке к написанию тестов и экзамену.

Следует помнить, что в тестовые и экзаменационные вопросы не входит материал, который не был прочитан на лекциях или обсужден на семинарах. Тем не менее, для целей эффективного использования полученных знаний рекомендуется ознакомиться с интернет – ресурсами и литературой. В рекомендованной литературе, особенно дополнительной, изучаемые вопросы рассматриваются более глубоко, их изучение повышает квалификацию будущего специалиста.

Задачи домашнего задания аналогичны рассматриваемым на семинарских занятиях, поэтому рекомендуется выполнять их последовательно по мере изучения материала на занятиях. Для выполнения домашнего задания рекомендуется использование систем символьной математики.

10. 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 соответствующие подготовке специалистов по направлению подготовки 140300 «Ядерные физика и технологии». При разработке курса использована современная отечественная и иностранная литература.

Первая часть курса посвящена структуре и роли атомной энергетики в мире, принятым технологиям и перспективам развития. 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.

Во второй части излагаются методы инженерных расчетов ядерных энергетических установок. Знания, полученные студентами при изучении различных дисциплин, применяются к решению задач характерных для ядерных энергетических установок. Чтение лекций и проведение семинарских занятий также рекомендуется проводить в интерактивных классах, обучая студентов не только предмету дисциплины, но и использованию в ходе расчетов систем символьной математики.

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.

Результатом изучения дисциплины должно стать развитие способности студентов к решению инженерных задач на основе строгих научных методов.

Автор(ы):

Маслов Юрий Александрович, к.т.н.

Корсун Александр Сергеевич, к.т.н., доцент

Рецензент(ы):

Харитонов В.С., Корсун А.С., Митрофанова О.В.