

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ТЕПЛОФИЗИКИ

ОДОБРЕНО УМС ИЯФИТ

Протокол № 01/423-573.1

от 20.04.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ИНЖЕНЕРНЫЕ РАСЧЕТЫ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЯДЕРНЫХ УСТАНОВОК

Направление подготовки
(специальность)

[1] 14.03.02 Ядерные физика и технологии
[2] 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, экс./зач./КР/КП
7	4	144	32	32	0	26-35	0	Э
Итого	4	144	32	32	0	26-35	0	

АННОТАЦИЯ

Целью преподавания дисциплины является подготовка студентов к решению инженерных задач на основе строгих научных методов.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью преподавания 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

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 опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
научно-исследовательский			
Подготовка специалистов с фундаментальной физико-математической и инженерной подготовкой для проектирования и эксплуатации	Ядерные реакторы, энергетические установки, теплогидравлические и нейтронно-физические процессы в активных зонах ядерных реакторов, теплоносители и	ПК-1 [2] - Способен к участию в разработке методов прогнозирования количественных характеристик процессов, протекающих в конкретных	З-ПК-1[2] - Знать методы прогнозирования количественных характеристик процессов, протекающих в конкретных технических системах

<p>ядерных установок со знанием основ нейтронно-физических и теплофизических процессов, ядерной и радиационной безопасности</p>	<p>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;</p>	<p>технических системах на основе существующих методик</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.032</p>	<p>на основе существующих методик; У-ПК-1[2] - Уметь разрабатывать методы прогнозирования количественных характеристик процессов, протекающих в конкретных технических системах на основе существующих методик; В-ПК-1[2] - Владеть методами прогнозирования количественных характеристик процессов, протекающих в конкретных технических системах на основе существующих методик.</p>
<p>Получение знаний в области радиационной экологии, воздействия радиации на живую и неживую материю.</p>	<p>Ядерные объекты, источники излучения</p>	<p>ПК-2 [1] - Способен проводить математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.078, 40.011</p>	<p>З-ПК-2[1] - знать методы математического моделирования процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований; ; У-ПК-2[1] - уметь использовать методы математического моделирования процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного</p>

			проектирования и исследований;; В-ПК-2[1] - владеть навыками математического моделирования процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований;
Исследования перспективных типов ядерных энергетических установок, теплофизические исследования перспективных твэлов, топлива, конструкционных материалов и теплоносителей. Разработка моделей и программных комплексов для расчета теплогидравлических и нейтронно-физических процессов в активных зонах перспективных ядерных реакторов. Создание и применение установок и систем для проведения теплофизических, ядерно-физических исследований, неравновесных физических процессов	Ядерные реакторы, 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, системы управления ядерно-физическими установками, программные комплексы для исследования явлений и закономерностей в области теплофизики и энергетики, ядерных реакторов	ПК-7.1 [1] - Способен к подготовке и анализу информационных исходных данных для проведения математического моделирования нейтронно-физических и теплофизических процессов в ЯЭУ <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.078	З-ПК-7.1[1] - знать методы математического анализа для моделирования нейтронно-физических и теплофизических процессов в ЯЭУ; У-ПК-7.1[1] - уметь проводить математическое моделирование нейтронно-физических и теплофизических процессов в ЯЭУ; В-ПК-7.1[1] - владеть стандартными пакетами автоматизированного проектирования и исследований
Исследования перспективных типов ядерных энергетических установок, теплофизические исследования перспективных	Ядерные реакторы, энергетические установки, теплогидравлические и нейтронно-физические процессы в активных зонах ядерных реакторов,	ПК-7.2 [1] - Способен к проведению физических экспериментов на основе апробированной методики с целью определения	З-ПК-7.2[1] - знать методы проведения исследований теплофизических и нейтронно-физических процессов; У-ПК-7.2[1] - уметь

<p>твэлов, топлива, конструкционных материалов и теплоносителей. Разработка моделей и программных комплексов для расчета теплогидравлических и нейтронно-физических процессов в активных зонах перспективных ядерных реакторов. Создание и применение установок и систем для проведения теплофизических, ядерно-физических исследований, неравновесных физических процессов</p>	<p>тепловые измерения и контроль, теплоносители, 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</p>	<p>теплофизических и нейтронно-физических параметров ЯЭУ различного назначения</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.078</p>	<p>проводить экспериментальные исследования по заданной методике; В-ПК-7.2[1] - владеть методами анализа погрешности физических экспериментов</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</p>	<p>ПК-10.1 [2] - Способен проводить физические эксперименты на основе апробированных методик и выполнять моделирование процессов переноса излучения и тепла в активной зоне реакторной установки</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028</p>	<p>З-ПК-10.1[2] - Знать методы проведения физических экспериментов и математического моделирования нейтронно-физических и теплофизических процессов и переноса ионизирующего излучения в ЯЭУ; У-ПК-10.1[2] - 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[2] - Владеть методиками</p>

	<p>неживой природы, экологический мониторинг окружающей среды, обеспечение безопасности ядерных материалов, объектов и установок атомной промышленности и энергетики.</p> <p>безопасность эксплуатации и радиационный контроль атомных объектов и установок;</p>		<p>для определения параметров активной зоны реакторной установки и прикладными пакетами для математического моделирования нейтронно-физических и теплофизических процессов и ионизирующего излучения в ЯЭУ</p>
	<p>проектный</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 мониторинг окружающей среды, обеспечение безопасности ядерных материалов, объектов и установок атомной</p>	<p>ПК-5 [2] - Способен разрабатывать проекты узлов аппаратов с учетом сформулированных к ним требований, использовать в разработке технических проектов новые информационные технологии</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.078</p>	<p>3-ПК-5[2] - Знать методы разработки проектов узлов аппаратов с учетом сформулированных к ним требований, с использованием новых информационных технологий.; У-ПК-5[2] - Уметь разрабатывать проекты узлов аппаратов с учетом сформулированных к ним требований, использовать в разработке технических проектов новые информационные технологии; В-ПК-5[2] - Владеть методами проведения разработок проектов узлов аппаратов с учетом сформулированных к ним требований, с использованием новых информационных технологий</p>

	<p>промышленности и энергетики. безопасность эксплуатации и радиационный контроль атомных объектов и установок;</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 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>ПК-6 [2] - Способен к участию в проектировании основного оборудования атомных электростанций, термоядерных реакторов, плазменных и других энергетических установок с учетом экологических требований и обеспечения безопасной работы</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.078</p>	<p>З-ПК-6[2] - Знать методы проектирования основного оборудования атомных электростанций, термоядерных реакторов, плазменных и других энергетических установок с учетом экологических требований и обеспечен; У-ПК-6[2] - Уметь проектировать основное оборудование атомных электростанций, термоядерных реакторов, плазменных и других энергетических установок с учетом экологических требований, и обеспечения безопасной работы ; В-ПК-6[2] - Владеть навыками проектирования основного оборудования атомных электростанций, термоядерных реакторов, плазменных и других энергетических установок с учетом экологических требований, и обеспечения</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 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>ПК-7 [2] - Способен к определению теплотехнические характеристики и конструктивных особенностей теплотехнических систем и оборудования</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028</p>	<p>безопасной работы. З-ПК-7[2] - Знать теплотехнические характеристики и конструктивные особенности теплотехнических систем и оборудования; У-ПК-7[2] - Уметь определять теплотехнические характеристики и конструктивных особенностей теплотехнических систем и оборудования; В-ПК-7[2] - Владеть методами определения теплотехнических характеристик и конструктивных особенностей теплотехнических систем и оборудования</p>
<p>Подготовка специалистов с фундаментальной физико-математической и инженерной подготовкой для проектирования и</p>	<p>Ядерные реакторы, энергетические установки, теплогидравлические и нейтронно-физические процессы в активных зонах ядерных реакторов,</p>	<p>ПК-8 [2] - Способен разрабатывать производственно-техническую документацию</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный</p>	<p>З-ПК-8[2] - Знать производственно-техническую документацию; У-ПК-8[2] - Уметь разрабатывать производственно-техническую</p>

<p>эксплуатации ядерных установок со знанием основ нейтронно-физических и теплофизических процессов, ядерной и радиационной безопасности</p>	<p>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;</p>	<p>стандарт: 24.078</p>	<p>документацию; В-ПК-8[2] - Владеть навыками работы с производственно-технической документацией</p>
<p>производственно-технологический</p>			
<p>Работа в ядерно-физической лаборатории в качестве сотрудника, инженера-технолога.</p>	<p>Ядерно-физическая лаборатория</p>	<p>ПК-8 [1] - Способен к оценке ядерной и радиационной безопасности и контролю за соблюдением экологической безопасности</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028</p>	<p>3-ПК-8[1] - Знать методы оценки ядерной и радиационной безопасности, контроля за соблюдением экологической безопасности ; У-ПК-8[1] - Уметь оценивать ядерную и радиационную безопасность, проводить контроль за соблюдением экологической</p>

			безопасности; В-ПК-8[1] - Владеть навыками оценки ядерной, радиационной и экологической безопасности
--	--	--	---

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 (В17)	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 ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (В18)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных

		траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.
--	--	--

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практик. (семинары) / Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>7 Семестр</i>						
1	Источники энергии. Принципы работы ядерного реактора.	1-8	16/16/0		25	КИ-8	3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-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-7.1, У-ПК-7.1, В-ПК-7.1, 3-ПК-7.2, У-ПК-7.2, В-ПК-7.2, 3-ПК-8, У-ПК-8, В-ПК-8, 3-ПК-8, У-ПК-8, В-ПК-8, 3-ПК-10.1, У-ПК-10.1, В-ПК-10.1
2	Тепловыделение в ядерном реакторе. Тепловыделение в ТВЭЛ.	9-16	16/16/0		25	КИ-16	3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-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-7.1, У-ПК-7.1, В-ПК-7.1, 3-ПК-7.2, У-ПК-7.2, В-ПК-7.2, 3-ПК-8, У-ПК-8, В-ПК-8, 3-ПК-8, У-ПК-8, В-ПК-8, 3-ПК-10.1, У-ПК-10.1, В-ПК-10.1
	<i>Итого за 7 Семестр</i>		32/32/0		50		
	Контрольные				50	Э	3-ПК-

	мероприятия за 7 Семестр						5, У- ПК-5, В- ПК-5, 3-ПК- 1, У- ПК-1, В- ПК-1, 3-ПК- 2, У- ПК-2, В- ПК-2, 3-ПК- 6, У- ПК-6, В- ПК-6, 3-ПК- 7, У- ПК-7, В- ПК-7, 3-ПК- 7.1, У- ПК- 7.1, В- ПК- 7.1, 3-ПК- 7.2, У- ПК- 7.2, В- ПК- 7.2, 3-ПК- 8, У- ПК-8, В- ПК-8, 3-ПК-
--	-------------------------------------	--	--	--	--	--	--

							8, У- ПК-8, В- ПК-8, 3-ПК- 10.1, У- ПК- 10.1, В- ПК- 10.1
--	--	--	--	--	--	--	---

* – 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>7 Семестр</i>	32	32	0
1-8	Источники энергии. Принципы работы ядерного реактора.	16	16	0
1 - 2	Источники энергии. Потребности в энергии. Мировые энергетические ресурсы, роль возобновляемых и невозобновляемых источников энергии	Всего аудиторных часов		
		4	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
3 - 4	Принципы работы ядерного реактора. Основные принципы работы и характеристики ядерного реактора.	Всего аудиторных часов		
		3	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
5 - 6	Ядерная энергетика в мире. Структура ядерной энергетики в мире, примеры политики развития ядерной энергетики в США и Японии	Всего аудиторных часов		
		3	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
7	Экономика ядерной энергетики и топливный цикл. Экономика ядерной энергетики, структура топливного цикла, вопросы защиты от излучения.	Всего аудиторных часов		
		3	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
8	Принятые технологии, история и перспективы развития различных типов реакторов.	Всего аудиторных часов		
		3	3	0

	Классификация ЯЭУ. Принятые технологии, история и перспективы развития: газовые реакторы. Принятые технологии, история и перспективы развития: реакторы с тяжелой водой и с водой под давлением. Принятые технологии, история и перспективы развития: реакторы с кипящим теплоносителем, на быстрых нейтронах, другие типы.	Онлайн		
		0	0	0
9-16	Тепловыделение в ядерном реакторе. Тепловыделение в твэл.	16	16	0
9	Материалы ядерной энергетики. Топливные и конструкционные материалы ядерной энергетики.	Всего аудиторных часов		
		4	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
10	Конструирование твэл. Конструирование твэл: твэлы с металлическим и дисперсионным топливом. Конструирование твэл: твэлы с двуокисью урана.	Всего аудиторных часов		
		3	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
11	Тепловыделение в ядерном реакторе. Тепловыделение в ядерном реакторе: распределение по активной зоне, коэффициенты неравномерности, особенности реактора с кипящим замедлителем.	Всего аудиторных часов		
		3	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
12	Тепловыделение в твэл. Тепловыделение в твэл: плоская и сферическая геометрии. Тепловыделение в твэл: цилиндрическая геометрия. Тепловыделение в твэл: учет зависимостей коэффициента теплопроводности от температуры, удельного объемного тепловыделения от координаты	Всего аудиторных часов		
		3	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
13 - 15	Тепловыделение в реакторных материалах. Тепловыделение в реакторных материалах: расчет температуры графитового замедлителя. Тепловыделение в реакторных материалах: тепловыделение в корпусе реактора, задачи термоупругости. Тепловыделение в реакторных материалах: расчет температуры сильных поглотителей.	Всего аудиторных часов		
		3	3	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 ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>7 Семестр</i>
1	1. Оценка энергоемкости различных видов топлива, оценки эффективности источников энергии. 1. Оценка энергоемкости различных видов топлива, оценки эффективности источников энергии.
2	2. Связь между основными характеристиками работы ядерного реактора: коэффициент размножения, реактивность, период реактора. 2. Связь между основными характеристиками работы ядерного реактора: коэффициент размножения, реактивность, период реактора.
3	3. Оценки динамики развития ядерной энергетики в различных странах. 3. Оценки динамики развития ядерной энергетики в различных странах.
4	4. Оценки динамики развития ядерной энергетики в России 4. Оценки динамики развития ядерной энергетики в России
5	5. Экономика и материальный баланс топливного цикла. Расчет доз ионизирующего излучения. 5. Экономика и материальный баланс топливного цикла. Расчет доз ионизирующего излучения.
6	6. Классификация и особенности ЯЭУ. 6. Классификация и особенности ЯЭУ.
7	7. Особенности различных типов реакторов с водой под давлением, оценки принятых конструктивных решений. Особенности использования воды сверхкритических параметров в качестве теплоносителя/замедлителя. 7. Особенности различных типов реакторов с водой под давлением, оценки принятых конструктивных решений. Особенности использования воды сверхкритических параметров в качестве теплоносителя/замедлителя.
8	8. Сравнительные характеристики теплофизических свойств топливных и конструкционных материалов ядерной энергетики. 8. Сравнительные характеристики теплофизических свойств топливных и конструкционных материалов ядерной энергетики.
9	9. Оценки принятых конструктивных решений для различных типов ТВЭЛ. 9. Оценки принятых конструктивных решений для различных типов ТВЭЛ.
10	10. Порядок расчета коэффициентов неравномерности. Эффективные добавки. 10. Порядок расчета коэффициентов неравномерности. Эффективные добавки.
11	11. Расчет перепадов температуры для ТВЭЛ различных реакторов в плоской и сферической геометрии. 11. Расчет перепадов температуры для ТВЭЛ различных

	реакторов в плоской и сферической геометрии.
12	12. Расчет перепадов температуры для твэл различных реакторов в цилиндрической геометрии. 12. Расчет перепадов температуры для твэл различных реакторов в цилиндрической геометрии.
13	13. Расчет перепадов температуры для твэл различных реакторов с учетом зависимости коэффициента теплопроводности топливной композиции от температуры. 13. Расчет перепадов температуры для твэл различных реакторов с учетом зависимости коэффициента теплопроводности топливной композиции от температуры.
14 - 15	14. Прочностные расчеты элементов конструкций ядерных реакторов. 14. Прочностные расчеты элементов конструкций ядерных реакторов.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Курс реализует компетентностный подход и предусматривает 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-1	З-ПК-1	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-1	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-1	Э, КИ-8, КИ-16
ПК-10.1	З-ПК-10.1	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-10.1	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-10.1	Э, КИ-8, КИ-16
ПК-5	З-ПК-5	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-5	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-5	Э, КИ-8, КИ-16
ПК-6	З-ПК-6	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-6	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-6	Э, КИ-8, КИ-16
ПК-7	З-ПК-7	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-7	Э, КИ-8, КИ-16

	В-ПК-7	Э, КИ-8, КИ-16
ПК-8	З-ПК-8	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-8	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-8	Э, КИ-8, КИ-16
ПК-2	З-ПК-2	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-2	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-2	Э, КИ-8, КИ-16
ПК-7.1	З-ПК-7.1	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-7.1	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-7.1	Э, КИ-8, КИ-16
ПК-7.2	З-ПК-7.2	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-7.2	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-7.2	Э, КИ-8, КИ-16
ПК-8	З-ПК-8	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-8	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-8	Э, КИ-8, 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-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 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 –	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не

	«неудовлетворительно»		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 В92 Безопасность и задачи инженерной поддержки эксплуатации ядерных энергетических установок с ВВЭР : учебное пособие, Москва: НИЯУ МИФИ, 2013
2. ЭИ В92 Безопасность и задачи инженерной поддержки эксплуатации ядерных энергетических установок с ВВЭР : учебное пособие, Москва: НИЯУ МИФИ, 2013
3. ЭИ Д26 Основы расчета судовых ЯЭУ : учебное пособие для вузов, Москва: НИЯУ МИФИ, 2012
4. ЭИ М20 Проектирование ТВЭЛов и ТВС ЯЭУ : , Москва: МИФИ, 2008
5. ЭИ С92 Схемные решения и принципы работы пассивных систем аварийного охлаждения различных типов ЯЭУ : учебное пособие, Москва: НИЯУ МИФИ, 2015
6. 621.039 С92 Схемные решения и принципы работы пассивных систем аварийного охлаждения различных типов ЯЭУ : учебное пособие, Москва: НИЯУ МИФИ, 2015
7. 621.039 Я34 Ядерные реакторы с водой сверхкритического давления (основы теплового расчета) : учебное пособие, Москва: НИЯУ МИФИ, 2015
8. ЭИ Я34 Ядерные реакторы с водой сверхкритического давления (основы теплового расчета) : учебное пособие, Москва: НИЯУ МИФИ, 2015
9. ЭИ К 69 Гидродинамика ЯЭУ : сборник задач и упражнений, А. С. Корсун, Ю. А. Маслов, О. В. Митрофанов, Москва: МИФИ, 2008
10. 621.039 К69 Гидродинамика ЯЭУ : сборник задач и упражнений, А. С. Корсун, Ю. А. Маслов, О. В. Митрофанов, Москва: МИФИ, 2008
11. ЭИ Ц95 Проектирование ядерно-энергетических установок космического назначения. Нейтронно-физический расчет : учебно-методическое пособие, Н. В. Шукин, С. Д. Романин, Н. П. Киселев, Москва: МИФИ, 2009

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 621.039 С74 Справочник по теплогидравлическим расчетам в ядерной энергетике Т.2 Ядерные реакторы, теплообменники, парогенераторы, Москва: ИздАТ, 2013
2. 005 У67 Управление проектами : учебное пособие, Москва: Омега-Л, 2013
3. 008 М63 Мир через культуру : Ежегодник, , М.: Советский писатель, 1990
4. 541 Д82 Коллоидная химия : Избр. тр., А.В. Думанский, Воронеж: Изд-во Воронеж.ун-та, 1990
5. 621.039 Т34 Теплообмен в ядерных энергетических установках : учеб. пособие для вузов, Б. С. Петухов [et al.], М.: МЭИ, 2003
6. 621.039 Х20 Сборник задач по курсу "Инженерно-физические расчеты ЯЭУ" : Учеб. пособие, В. В. Харитонов, М.: МИФИ, 1995
7. 621.039 Д26 Теплопередача в ЯЭУ : учеб. пособие для вузов, В.И.Деев, Москва: МИФИ, 2004
8. 621.036 Ч-65 Теплофизические свойства материалов ядерной техники : Справочник, В.С. Чиркин, М.: Атомиздат, 1968
9. 621.039 Д30 Ядерные энергетические реакторы : Учебник для вузов, Дементьев Б.А., М.: Энергоатомиздат, 1990
10. 621.039 К59 Теплогидравлические расчеты и оптимизация ядерных энергетических установок : Учеб. пособие для вузов, Кокорев Л.С.,Харитонов В.В.;Под ред.Субботина В.И., М.: Энергоатомиздат, 1986
11. 621.039 К77 Инженерные расчеты ядерных реакторов : , Крамеров А.Я.,Шевелев Я.В., М.: Энергоатомиздат, 1984
12. 37 П58 Психология самодеятельного творчества студентов : , Л.М. Попов, Казань: Казан. ун-т, 1990
13. 621.039 К43 Тепломассообмен в ядерных энергетических установках : учебное пособие для вузов, П. Л. Кириллов, Г. П. Богословская, Москва: ИздАТ, 2008
14. 621.039 К43 Справочник по теплогидравлическим расчетам (ядерные реакторы, теплообменники, парогенераторы) : , П. Л. Кириллов, Ю. С. Юрьев, В. П. Бобков, М.: Энергоатомиздат, 1990
15. 005 П58 Управление проектами : учебное пособие для слушателей образовательных учреждений, Ю. И. Попов, О. В. Яковенко, Москва: ИНФРА-М, 2011
16. 621.38 К85 Схемотехника и автоматизация проектирования линейных интегральных схем с инжекционным питанием : , Ю.Г. Крюков; Воронеж. Гос. ун-ет, Воронеж: издательство воронежского университета, 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.tvel.ru>)
6. Периодическая система (<http://www.periodictable.ru>)
7. 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

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.

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 порядку 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.

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.

Рецензент(ы):

доцент Харитонов В.С., доцент Корсун А.С.