

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ТЕПЛОФИЗИКИ

ОДОБРЕНО УМС ИЯФИТ

Протокол № 01/423-573.1

от 20.04.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЯДЕРНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ
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, экз./зач./КР/КП	
8	3-4	108- 144	12	36	12		12-39	0	Э
Итого	3-4	108- 144	12	36	12	6	12-39	0	

АННОТАЦИЯ

Целями дисциплины является ознакомление студентов с основными принципами, методами анализа и техническими системами безопасности ЯЭУ.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями дисциплины является ознакомление студентов с основными принципами, методами анализа и техническими системами безопасности ЯЭУ.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Учебная программа соответствует требованиям ОС НИЯУ МИФИ

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			
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-	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	ПК-2 [1] - Способен проводить математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.078, 40.011	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>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>установками, программные комплексы для исследования явлений и закономерностей в области теплофизики и энергетики, ядерных реакторов</p>		<p>проектирования и исследований;; В-ПК-2[1] - владеть навыками математического моделирования процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований;</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.</p>	<p>ПК-2 [2] - Способен к участию в проведении физического и численного эксперимента, к подготовке соответствующих экспериментальных стендов</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028</p>	<p>З-ПК-2[2] - Знать методы проведения физического и численного эксперимента, и подготовки соответствующих экспериментальных стендов.; У-ПК-2[2] - Уметь проводить физический и численный эксперимент, подготовить соответствующие экспериментальные стенды; В-ПК-2[2] - Владеть методами проведения физического и численного эксперимента и подготовки соответствующих экспериментальных стендов.</p>

	<p>безопасность эксплуатации и радиационный контроль атомных объектов и установок;</p>		
<p>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</p>	<p>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</p>	<p>ПК-7.1 [1] - Способен к подготовке и анализу информационных исходных данных для проведения математического моделирования нейтронно-физических и теплофизических процессов в ЯЭУ</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.078</p>	<p>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</p>
<p>Исследования перспективных типов ядерных энергетических установок, теплофизические исследования перспективных твэлов, топлива, конструкционных материалов и теплоносителей. Разработка моделей и программных комплексов для</p>	<p>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</p>	<p>ПК-7.2 [1] - Способен к проведению физических экспериментов на основе апробированной методики с целью определения теплофизических и нейтронно-физических параметров ЯЭУ различного назначения</p>	<p>З-ПК-7.2[1] - знать методы проведения исследований теплофизических и нейтронно-физических процессов; У-ПК-7.2[1] - уметь проводить экспериментальные исследования по заданной методике; В-ПК-7.2[1] - владеть методами анализа погрешности</p>

<p>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>безопасности, системы управления ядерно-физическими установками, программные комплексы для исследования явлений и закономерностей в области теплофизики и энергетики, ядерных реакторов</p>	<p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.078</p>	<p>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 неживой природы, экологический мониторинг окружающей среды, обеспечение безопасности ядерных материалов, объектов</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>3-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 для определения параметров активной зоны реакторной установки и прикладными пакетами для математического</p>

	и установок атомной промышленности и энергетики. безопасность эксплуатации и радиационный контроль атомных объектов и установок;		моделирования нейтронно-физических и теплофизических процессов и ионизирующего излучения в ЯЭУ
	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 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-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 <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.078	3-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 безопасной работы.
производственно-технологический			
Разработка моделей и программных комплексов для расчета теплогидравлических и нейтронно-физических процессов в активных зонах перспективных ядерных реакторов.	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-8 [1] - Способен к оценке ядерной и радиационной безопасности и контролю за соблюдением экологической безопасности <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028	З-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 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 культуры ядерной безопасности (В24)	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 формирования личной ответственности за соблюдение экологической и радиационной безопасности посредством изучения

		<p>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>
<p>Профессиональное воспитание</p>	<p>Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за обеспечение</p>	<p>1.Использование воспитательного потенциала блока профессиональных дисциплин для формирования чувства личной ответственности за соблюдение ядерной и радиационной безопасности,</p>

	<p>кибербезопасности объектов атомной отрасли (B25)</p>	<p>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 формирования 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,</p>
--	---	--

		<p>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>
<p>Профессиональное воспитание</p>	<p>Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственной экологической позиции (B26)</p>	<p>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 формирования 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-</p>

		<p>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>
--	--	---

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>8 Семестр</i>						
1	Общие положения безопасности ЯЭУ.	1-8	6/18/6		25	КИ-8	3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-6, У-ПК-6,

							В-ПК-6, 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-10.1, У-ПК-10.1, В-ПК-10.1
2	Конструктивные особенности систем обеспечения безопасности.	9-15	6/18/6		25	КИ-15	3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6, 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-10.1, У-ПК-10.1, В-ПК-10.1
	<i>Итого за 8 Семестр</i>		12/36/12		50		
	Контрольные мероприятия за 8 Семестр				50	Э	У-ПК-7.2, В-ПК-7.2, 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- 2, У- ПК-2, В- ПК-2, 3-ПК- 6, У- ПК-6, В- ПК-6, 3-ПК- 7.1, У- ПК- 7.1, В- ПК- 7.1, 3-ПК- 7.2
--	--	--	--	--	--	--	---

* – 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>8 Семестр</i>	12	36	12
1-8	Общие положения безопасности ЯЭУ.	6	18	6
1	Общие положения безопасности ЯЭУ Основные понятия и определения нормативных материалов по безопасности АЭС. Правила ядерной безопасности. Радиационная безопасность. Радиационная обстановка на территории АЭС и вокруг нее по-сле аварийного выброса. Послеаварийное состояние территории.	Всего аудиторных часов		
		2	5	2
		Онлайн		
		0	0	0
2 - 3	Характеристики систем обеспечения безопасности	Всего аудиторных часов		

	(СОБ). Системы, важные для безопасности и системы безопасности. Классы безопасности. Основные функции и виды систем обеспечения безопасности. Активные и пассивные элементы в системах СОБ. Принципы внутренней безопасности. Место СОБ в технологической схеме станции.	2	5	2
		Онлайн		
		0	0	0
4	Элементы теории надежности ЯЭУ. Понятие риска. Подходы к оценке риска и ущерба от аварий. Методы оценки риска. Понятие надежности. Законы и показатели надежности элементов и систем. Качественная и количественная оценка надежности элементов и систем. Методы дерева отказов и дерева событий. Технологическая надежность ЯЭУ. Анализ надежности сложных систем.	Всего аудиторных часов		
		1	4	1
		Онлайн		
		0	0	0
5 - 6	Управление и саморегулирование в ядерном реакторе Возможность управления цепной ядерной реакцией деления. Способы воздействия на реактивность. Активные и пассивные способы регулирования мощности ЯР. Реактивность и температурные эффекты – теория и практика. Различные виды температурных и мощностных эффектов реактивности. Возможности саморегулирования в ядерном реакторе.	Всего аудиторных часов		
		1	4	1
		Онлайн		
		0	0	0
9-15	Конструктивные особенности систем обеспечения безопасности.	6	18	6
7 - 8	Аварийные процессы в реакторе Виды аварий. Максимальная проектная авария (МПА). Возможные механизмы ввода реактивности при авариях. Нарушение теплоотвода. Потеря теплоносителя. Источники аварийного тепловыделения (оценка выделяемой энергии). Аварийный теплосъем. Опыт аварий и инцидентов на АЭС.	Всего аудиторных часов		
		2	5	2
		Онлайн		
		0	0	0
9 - 11	Конструктивные особенности систем обеспечения безопасности Способы обеспечения надежности СОБ. Системы аварийной остановки реактора. Средства воздействия на реактивность. Конструктивные особенности систем аварийной защиты (САЗ). Система аварийного охлаждения реактора (САОР или САОЗ). Система аварийного расхолаживания реактора. Возможности передачи тепла конечному поглотителю. Локализирующие СОБ и их принципиальные конструкции. Управляющие и обеспечивающие СОБ.	Всего аудиторных часов		
		2	5	2
		Онлайн		
		0	0	0
12 - 13	Конструктивные особенности систем безопасности промышленных энергетических реакторов Типы реакторов: ВВЭР-440 и ВВЭР-1000, РБМК-1000, БН-600 и БН-800.	Всего аудиторных часов		
		1	4	1
		Онлайн		
		0	0	0
14 - 15	Особенности систем безопасности ЯЭУ с реакторами других типов. Атомная станция теплоснабжения (АСТ-500) - ЯЭУ повышенной безопасности. Станции с реакторами типа ВТГР (AVR, THTR и т.п.). Транспортные ЯЭУ (надводные	Всего аудиторных часов		
		1	4	1
		Онлайн		
		0	0	0

	судовые установки). Ядерные реакторы космических ЯЭУ.			
--	---	--	--	--

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>8 Семестр</i>
1 - 2	1. Коэффициент размножения и реактивность. Переходные процессы в ЯР при различных изменениях реактивности. 1. Коэффициент размножения и реактивность. Переходные процессы в ЯР при различных изменениях реактивности.
3 - 4	2. Температурные и мощностные эффекты и коэффициенты реактивности. Саморегулирование ЯР. 2. Температурные и мощностные эффекты и коэффициенты реактивности. Саморегулирование ЯР.
5 - 6	3. Теплофизические процессы при разогреве ЯР. 3. Теплофизические процессы при разогреве ЯР.
7 - 8	4. Остановка и расхолаживание ЯР. Остаточное тепловыделение. 4. Остановка и расхолаживание ЯР. Остаточное тепловыделение.
9 - 10	Рассмотрение возможностей и схем аварийного теплосъема. Рассмотрение возможностей и схем аварийного теплосъема.
11 - 12	Теплотехническая надежность ЯЭУ. Оценка показателей надежности систем. Теплотехническая надежность ЯЭУ. Оценка показателей надежности систем.
13 - 14	Процессы при протекании аварии с разрушением активной зоны реак-тора. Процессы при протекании аварии с разрушением активной зоны реак-тора.
15 - 16	Процессы в защитной оболочке при аварии с расплавлением активной зоны. Процессы в защитной оболочке при аварии с

расплавлением активной зоны.

ТЕМЫ СЕМИНАРОВ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>8 Семестр</i>
1 - 2	1. Коэффициент размножения и реактивность. Переходные процессы в ЯР при различных изменениях реактивности. 1. Коэффициент размножения и реактивность. Переходные процессы в ЯР при различных изменениях реактивности.
3 - 4	2. Температурные и мощностные эффекты и коэффициенты реактивности. Саморегулирование ЯР. 2. Температурные и мощностные эффекты и коэффициенты реактивности. Саморегулирование ЯР.
5 - 6	3. Теплофизические процессы при разогреве ЯР. 3. Теплофизические процессы при разогреве ЯР.
7 - 8	4. Остановка и расхолаживание ЯР. Остаточное тепловыделение. 4. Остановка и расхолаживание ЯР. Остаточное тепловыделение.
9 - 10	5. Рассмотрение возможностей и схем аварийного теплосъема. 5. Рассмотрение возможностей и схем аварийного теплосъема.
11 - 12	6. Теплотехническая надежность ЯЭУ. Оценка показателей надежности систем. 6. Теплотехническая надежность ЯЭУ. Оценка показателей надежности систем.
13 - 14	7. Процессы при протекании аварии с разрушением активной зоны реактора. 7. Процессы при протекании аварии с разрушением активной зоны реактора.
15 - 16	8. Процессы в защитной оболочке при аварии с расплавлением активной зоны. 8. Процессы в защитной оболочке при аварии с расплавлением активной зоны.

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-2	З-ПК-2	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-2	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-2	Э, КИ-8, КИ-15
ПК-7.1	З-ПК-7.1	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-7.1	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-7.1	Э, КИ-8, КИ-15
ПК-7.2	З-ПК-7.2	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-7.2	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-7.2	Э, КИ-8, КИ-15
ПК-8	З-ПК-8	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-8	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-8	Э, КИ-8, КИ-15
ПК-10.1	З-ПК-10.1	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-10.1	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-10.1	Э, КИ-8, КИ-15
ПК-2	З-ПК-2	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-2	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-2	Э, КИ-8, КИ-15
ПК-6	З-ПК-6	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-6	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-6	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		B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает

75-84		С	материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
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.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ Н99 International Cooperation for Enhancing Nuclear Safety, Security, Safeguards and Non-proliferation : Proceedings of the XIX Edoardo Amaldi Conference, Accademia Nazionale dei Lincei, Rome, Italy, March 30-31, 2015, Cham: Springer International Publishing, 2016
2. 621.039 В92 Безопасность и задачи инженерной поддержки эксплуатации ядерных энергетических установок с ВВЭР : учебное пособие, Москва: НИЯУ МИФИ, 2013
3. ЭИ В92 Безопасность и задачи инженерной поддержки эксплуатации ядерных энергетических установок с ВВЭР : учебное пособие, Москва: НИЯУ МИФИ, 2013
4. 621.039 П81 Обеспечение безопасности обращения с радиоактивными отходами предприятий ядерного топливного цикла : учебное пособие , Москва: ЛОГОС, 2012
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. ЭИ Н34 Физические основы безопасности ядерных реакторов : учебное пособие, Москва: НИЯУ МИФИ, 2013
8. ЭИ Г37 Критерии безопасности, оценка эффективности и риска в задачах защиты ядерных объектов и материалов : учебное пособие для вузов, Н. И. Гераскин, Москва: МИФИ, 2008

9. 621.039 Г37 Критерии безопасности, оценка эффективности и риска в задачах защиты ядерных объектов и материалов : учебное пособие для вузов, Н. И. Гераскин, Москва: МИФИ, 2008
10. ЭИ П81 Обеспечение безопасности хранилищ радиоактивных отходов предприятий ядерного топливного цикла : учебное пособие для вузов, Н. С. Пронкин, Р. Б. Шарафутдинов, В. И. Савандер, Москва: НИЯУ МИФИ, 2011
11. ЭИ П81 Регулирование безопасности обращения с радиоактивными отходами : учебное пособие для вузов, Н. С. Пронкин, Р. Б. Шарафутдинов, Н. И. Гераскин, Москва: НИЯУ МИФИ, 2011

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 621.039 Н34 Физические основы безопасности ядерных реакторов : учебное пособие, Москва: НИЯУ МИФИ, 2013
2. 621.039 Б30 Методы оценки и обеспечения безопасности ЯЭУ : , А. М. Бахметьев, О. Б. Самойлов, Г. Б. Усынин, М.: Энергоатомиздат, 1988
3. 621.039 В57 Физика ядерных реакторов : Практические задачи по их эксплуатации, В. И. Владимиров, Москва: Либроком, 2009
4. 621.039 Н34 Физические основы безопасности ядерных реакторов : Учеб. пособие для вузов, В. И. Наумов, М.: МИФИ, 2003
5. 621.039 Н34 Моделирование нестационарных и аварийных процессов в ядерных энергетических установках : Лаб. практикум, В. И. Наумов, В. Е. Смирнов, М.: МИФИ, 2003
6. 621.039 К89 Российская и мировая атомная энергетика : , В. М. Кузнецов, Х. Д. Чеченов, Москва: Московский гуманитарный ун-т, 2008
7. 621.039 К89 Вывод из эксплуатации объектов использования атомной энергии : учеб. пособие для вузов, В. М. Кузнецов, Х. Д. Чеченов, В. С. Никитин, Москва: , 2009
8. 621.039 К89 Экологическая безопасность объектов использования атомной энергии : учебное пособие для вузов, В. М. Кузнецов, Х. Д. Чеченов, В. С. Никитин, Москва: НИПКЦ Восход-А, 2010
9. 621.039 В57 Практические задачи по эксплуатации ядерных реакторов : , В.И. Владимиров, М.: Энергоатомиздат, 1986
10. 621.039 П81 Обеспечение безопасности хранилищ радиоактивных отходов предприятий ядерного топливного цикла : учебное пособие для вузов, Н. С. Пронкин, Р. Б. Шарафутдинов, В. И. Савандер, Москва: НИЯУ МИФИ, 2011
11. 621.039 П81 Регулирование безопасности обращения с радиоактивными отходами : учебное пособие для вузов, Н. С. Пронкин, Р. Б. Шарафутдинов, Н. И. Гераскин, Москва: НИЯУ МИФИ, 2011

12. 621.039 С17 Безопасность ядерных энергетических установок : Учеб. пособие для вузов, О. Б. Самойлов, Г. Б. Усынин, А. М. Бахметьев, М.: Энергоатомиздат, 1989

13. ЭИ Б40 Безопасность при эксплуатации атомных станций : учебное пособие для вузов, ред. : Н. Н. Давиденко, Москва: МИФИ, 2007

14. 621.3 Б40 Безопасность при эксплуатации атомных станций : учебное пособие для вузов, ред. : Н. Н. Давиденко, Москва: МИФИ, 2007

15. 621.039 К89 Теплообмен в проблеме безопасности ядерных реакторов : , Ю.Н. Кузнецов, Москва: Энергоатомиздат, 1989

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. <http://www.iaea.org/> (<http://www.iaea.org/>)

5. Российский сайт ядерного нераспространения (<http://nuclearno.ru/>)

<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

Основным методическим пособием для изучения студентов является брошюра «Безопасность при эксплуатации атомных станций» под редакцией Н.Н. Давиденко. В ней содержатся все материалы, разбираемые на лекционных занятиях.

Дополнительную информацию студентам рекомендуется получать из следующих источников:

1. О.Б. Самойлов, Г.Б. Усынин, А.М. Бахметьев. Безопасность ядерных энергетических установок. Для студентов вузов. М., Энергоатомиздат, 1989.

2. Наумов В.И. Физические основы безопасности ядерных реакторов: учебное пособие. – М.: МИФИ, 2003.

3. Кузнецов Ю.Н. Теплообмен в проблеме безопасности ядерных реакторов. – М.: Энергоатомиздат, 1989.

4. Наумов В.И., Смирнов В.Е. Моделирование нестационарных и аварийных процессов в ядерных энергетических установках: лабораторный практикум. – М.: МИФИ, 2003.

5. <http://world-nuclear.org>

6. <http://www.rosatom.ru>

7. <http://www.rosenergoatom.ru>

8. <http://www.iaea.org/>

9. <http://nuclearno.ru/>

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Для успешного освоения материала студентами на лекциях и семинарах желательно выдавать раздаточный материал или подготовить презентации по основным технологическим схемам и установкам по переработке, транспортировке и хранению радиоактивных отходов и отработавшего ядерного топлива.

НА ЧТО НЕОБХОДИМО ОБРАТИТЬ ВНИМАНИЕ:

ЛЕКЦИИ

Необходимое внимание на лекциях нужно уделить нормативным документам и правилам ядерной и радиационной безопасности ПБЯ-06-00-96, ПБЯ-06-08-77, ПРБ-88, НРБ-99, НП-053-04.

Необходимо обратить внимание на явление культуры безопасности и способы обеспечения этой культуры.

Главное внимание должно быть уделено физическим основам функционирования ЯЭУ и связи этих основ с требованиями и принципами обеспечения безопасности ЯЭУ.

Необходимо рассмотреть основные подходы к анализу безопасности ЯЭУ и объяснить связь этих подходов с задачами курсового проектирования.

Необходимо рассмотреть конкретные примеры систем обеспечения безопасности и систем нормальной эксплуатации действующих АЭС, представить параметры основного оборудования этих систем.

СЕМИНАРСКИЕ ЗАНЯТИЯ

На семинарских занятиях должны разбираться домашние задания и рефераты.

Дополнительная информация для преподавателя

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

<http://world-nuclear.org>

<http://www.rosatom.ru>

<http://www.rosenergoatom.ru>

<http://www.iaea.org/>

<http://nuclearno.ru/>

Автор(ы):

Митрофанова Ольга Викторовна, д.т.н., с.н.с.

Рецензент(ы):

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