

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 ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ ЯДЕРНЫХ
РЕАКТОРОВ

ОДОБРЕНО УМС ИЯФИТ

Протокол № 01/08/24-573.1

от 30.08.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
ЭКОНОМИКА ЯДЕРНО-ТОПЛИВНОГО ЦИКЛА

Направление подготовки
(специальность)

[1] 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/ В	СРС, час.	KCP, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
8	2	72	24	24	0		24	0	3
Итого	2	72	24	24	0	16	24	0	

АННОТАЦИЯ

Курс дает систематическое представление об ядерной энергетике как отрасли, о задачах научных исследований, связанных с внедрением и использованием ядерной энергии, с проблемами ядерной и радиационной безопасности, с современными технологиями ядерного топливного цикла, с существующими подходами к оценке экономических и сырьевых показателей на разных стадиях ядерного топливного цикла.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины состоит в том, чтобы дать будущим специалистам систематическое представление об ядерной энергетике как об отрасли, о задачах научных исследований, связанных с внедрением и расширением сферы использования ядерной энергии. С проблемами ядерной и радиационной безопасности, с современными технологиями ядерного топливного цикла, с существующими подходами к оценке сырьевых и экономических показателей на разных стадиях топливного цикла. Знание материала дисциплины необходимо при выполнении курсового и дипломного проектирования, научно-исследовательской работы, а также при практической работе выпускников.

Задачи изучения дисциплины - подготовить студенты самостоятельному принятию решений при разработке ядерно-энергетических установок (ЯЭУ) различных типов и анализе новых реакторных концепций, при проведении комплексных системных исследований с учетом обеспеченности топливом, безопасности, воздействия на окружающую среду и экономических показателей.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

В качестве предшествующих использует знания, полученные ранее в процессе обучения. В свою очередь, освоение данной дисциплины призвано дать основу для успешного выполнения научно-исследовательской работы.

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 ядерных установок со знанием основ нейтронно-физических и теплофизических процессов, ядерной и радиационной безопасности	Ядерные реакторы, энергетические установки, теплогидравлические и нейтронно-физические процессы в активных зонах ядерных реакторов, теплоносители и материалы ядерных реакторов, ядерный топливный цикл, системы обеспечения безопасности, системы управления ядерно-физическими установками, программные комплексы для исследования явлений и закономерностей в области теплофизики и энергетики, ядерных реакторов, распространения и взаимодействия излучения с объектами живой и неживой природы, экологический мониторинг окружающей среды, обеспечение безопасности ядерных материалов, объектов и установок атомной промышленности и энергетики. безопасность эксплуатации и радиационный контроль атомных объектов и установок;	ПК-10.1 [1] - Способен проводить физические эксперименты на основе апробированных методик и выполнять моделирование процессов переноса излучения и тепла в активной зоне реакторной установки <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028	З-ПК-10.1[1] - Знать методы проведения физических экспериментов и математического моделирования нейтронно-физических и теплофизических процессов и переноса ионизирующего излучения в ЯЭУ; У-ПК-10.1[1] - Уметь проводить физические эксперименты на основе апробированных методик и математическое моделирование нейтронно-физических и теплофизических процессов и ионизирующего излучения в ЯЭУ; В-ПК-10.1[1] - Владеть методиками для определения параметров активной зоны реакторной установки и прикладными пакетами для математического моделирования нейтронно-физических и теплофизических процессов и ионизирующего излучения в ЯЭУ
проектный			
Подготовка специалистов с фундаментальной физико-математической и инженерной подготовкой для	Ядерные реакторы, энергетические установки, теплогидравлические и нейтронно-физические процессы в активных зонах	ПК-5 [1] - Способен разрабатывать проекты узлов аппаратов с учетом сформулированных к ним требований, использовать в	З-ПК-5[1] - Знать методы разработки проектов узлов аппаратов с учетом сформулированных к ним требований, с использованием

<p>проектирования и эксплуатации ядерных установок со знанием основ нейтронно-физических и теплофизических процессов, ядерной и радиационной безопасности</p>	<p>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>разработке технических проектов новые информационные технологии</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.078</p>	<p>новых информационных технологий.; У-ПК-5[1] - Уметь разрабатывать проекты узлов аппаратов с учетом сформулированных к ним требований, использовать в разработке технических проектов новые информационные технологии; В-ПК-5[1] - Владеть методами проведения разработок проектов узлов аппаратов с учетом сформулированных к ним требований, с использованием новых информационных технологий</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</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</p>	<p>ПК-6 [1] - Способен к участию в проектировании основного оборудования атомных электростанций, термоядерных реакторов, плазменных и других энергетических установок с учетом экологических требований и обеспечения безопасной работы</p>	<p>З-ПК-6[1] - Знать методы проектирования основного оборудования атомных электростанций, термоядерных реакторов, плазменных и других энергетических установок с учетом экологических требований и обеспечен; У-ПК-6[1] - Уметь</p>

безопасности	<p>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>безопасность эксплуатации и радиационный контроль атомных объектов и установок;</p>	<p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.078</p>	<p>проектировать основное оборудование атомных электростанций, термоядерных реакторов, плазменных и других энергетических установок с учетом экологических требований, и обеспечения безопасной работы ;</p> <p>В-ПК-6[1] - Владеть навыками проектирования основного оборудования атомных электростанций, термоядерных реакторов, плазменных и других энергетических установок с учетом экологических требований, и обеспечения безопасной работы.</p>
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>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</p>	<p>ПК-7 [1] - Способен к определению теплотехнических характеристик и конструкционных особенностей теплотехнических систем и оборудования</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028</p>	<p>З-ПК-7[1] - Знать теплотехнические характеристики и конструкционные особенности теплотехнических систем и оборудования;</p> <p>У-ПК-7[1] - Уметь определять теплотехнические характеристики и конструкционные особенности теплотехнических систем и оборудования;</p> <p>В-ПК-7[1] - Владеть методами определения теплотехнических характеристик и</p>

	<p>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>конструкционных особенностей теплотехнических систем и оборудования</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>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</p>	<p>ПК-8 [1] - Способен разрабатывать производственно-техническую документацию</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.078</p>	<p>З-ПК-8[1] - Знать производственно-техническую документацию; У-ПК-8[1] - Уметь разрабатывать производственно-техническую документацию; В-ПК-8[1] - Владеть навыками работы с производственно-технической документацией</p>

	окружающей среды, обеспечение безопасности ядерных материалов, объектов и установок атомной промышленности и энергетики. безопасность эксплуатации и радиационный контроль атомных объектов и установок;		
--	--	--	--

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия (B17)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования чувства личной ответственности за достижение лидерства России в ведущих научно-технических секторах и фундаментальных исследованиях, обеспечивающих ее экономическое развитие и внешнюю безопасность, посредством контекстного обучения, обсуждения социальной и практической значимости результатов научных исследований и технологических разработок. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования социальной ответственности ученого за результаты исследований и их последствия, развития исследовательских качеств посредством выполнения учебно-исследовательских заданий, ориентированных на изучение и проверку научных фактов, критический анализ публикаций в профессиональной области, вовлечения в реальные междисциплинарные научно-исследовательские проекты.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для

	ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (В18)	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.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика», «Научный семинар» для: - формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в специальность", "Научно-исследовательская работа", "Научный семинар" для: - формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед; - формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование навыков коммуникации, командной работы и лидерства (В20)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного

		<p>мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для: - формирования производственного колLECTивизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.</p>
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование способности и стремления следовать в профессии нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения (В21)	<p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для: - формирования производственного колLECTивизма в</p>

		<p>ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.</p>
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование культуры ядерной безопасности (В24)	<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 формирование личной ответственности за соблюдение экологической и радиационной безопасности посредством изучения основополагающих документов по культуре ядерной безопасности, разработанных МАГАТЭ и российскими регулирующими органами, норм и правил обращения с радиоактивными отходами и ядерными материалами.</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</p>

		<p>обеспечение кибербезопасности и информационной безопасности объектов атомной отрасли через изучение вопросов организации информационной безопасности на объектах атомной отрасли, основных принципов построения системы АСУТП ядерных объектов, методов защиты и хранения информации, принципов построения глубокоэшелонированной и гибкой системы безопасности ядерно-физических объектов.</p> <p>4.Использование воспитательного потенциала содержания блока дисциплин «Экология», «Системы радиационного контроля», «Основы экологической безопасности в ядерной энергетике» для формирования ответственной экологической позиции посредством изучения вопросов обеспечения такого уровня безопасности АЭС, при котором воздействие на окружающую среду, обеспечивает сохранение природных систем, поддержание их целостности и жизнеобеспечивающих функций, через рассмотрение вопросов радиационного контроля при захоронении и переработки ядерных отходов, вопросов замыкания ядерного топливного цикла.</p>
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за обеспечение кибербезопасности объектов атомной отрасли (В25)	<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 формирование личной ответственности за соблюдение экологической и радиационной</p>

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

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практ. (семинары)/ Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>8 Семестр</i>						
1	Часть 1	1-8	16/16/0		25	КИ-8	3-ПК-10.1, У-ПК-10.1, В-ПК-10.1, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6, 3-ПК-7, У-ПК-7, В-ПК-7, 3-ПК-8, У-ПК-8, В-ПК-8
2	Часть 2	9-12	8/8/0		25	КИ-15	3-ПК-10.1, У-ПК-10.1, В-ПК-10.1, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6, 3-ПК-7, У-ПК-7, В-ПК-7, 3-ПК-8, У-ПК-8, В-ПК-8
	<i>Итого за 8 Семестр</i>		24/24/0		50		
	Контрольные мероприятия за 8 Семестр				50	3	3-ПК-10.1, У-ПК-10.1, В-ПК-10.1, 3-ПК-5,

							У-ПК-5, В-ПК-5, З-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6, З-ПК-7, У-ПК-7, В-ПК-7, З-ПК-8, У-ПК-8, В-ПК-8
--	--	--	--	--	--	--	--

* – 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
З	Зачет

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>8 Семестр</i>	24	24	0
1-8	Часть 1	16	16	0
1	Технико-экономические предпосылки развития ядерной энергетики. Природные энергоресурсы, их запасы и размещение. Ограниченность запасов органического топлива. Проблемы экологии. Технико-экономические предпосылки развития ядерной энергетики. Природные энергоресурсы, их запасы и размещение. Ограниченность запасов органического топлива. Проблемы экологии.	Всего аудиторных часов 2 Онлайн 0	2 0	0
2	Место ядерной энергетики. Состояние ядерной энергетики в стране и за рубежом. Роль ядерной энергетики и особенности использования ядерного способа производства энергии. Ядерное топливо – ресурсы и ос Место ядерной энергетики. Состояние ядерной энергетики в стране и за рубежом. Роль ядерной энергетики и особенности использования ядерного способа производства энергии. Ядерное топливо – ресурсы и особенности свойства. Ресурсы урана в России. Современное состояние рынка ядерных материалов.	Всего аудиторных часов 2 Онлайн 0	2 0	0
3	Ядерный топливный цикл (ЯТЦ)- предприятие и технологии топливного цикла. Открытая часть ЯТЦ. Замыкание ЯТЦ. Особенности производства энергии и особенности ядерных технологий.	Всего аудиторных часов 2 Онлайн 0	2 0	0

	Ядерный топливный цикл (ЯТЦ)- предприятия и технологии топливного цикла. Открытая часть ЯТЦ. Замыкание ЯТЦ. Особенности производства энергии и особенности ядерных технологий.			
4	Свойства и характеристики эффективности использования ядерного топлива. Выгорание и энергонапряженность. Сыревые и временные показатели предприятий топливного цикла. Свойства и характеристики эффективности использования ядерного топлива. Выгорание и энергонапряженность. Сыревые и временные показатели предприятий топливного цикла.	Всего аудиторных часов 2 2 0 Онлайн 0 0 0		
5	Добыча урана и технологии начальных стадий ЯТЦ. Методы изотопного разделения. Работа разделения. Добогащение рециклизированного урана. Коэффициент возврата в цикл. Добыча урана и технологии начальных стадий ЯТЦ. Методы изотопного разделения. Работа разделения. Добогащение рециклированного урана. Коэффициент возврата в цикл.	Всего аудиторных часов 2 2 0 Онлайн 0 0 0		
6	Технологии конечных стадий ЯТЦ, проблемы захоронения РАО и снятия с эксплуатации АЭС. Методы химической переработки облученного топлива и оценка затрат на переработку. Технологии конечных стадий ЯТЦ, проблемы захоронения РАО и снятия с эксплуатации АЭС. Методы химической переработки облученного топлива и оценка затрат на переработку.	Всего аудиторных часов 2 2 0 Онлайн 0 0 0		
7	Оценка затрат на изотопное разделение и химическую переработку облученного топлива. Стоимость обогащенного урана. Стоимость плутония. Оценка затрат на изотопное разделение и химическую переработку облученного топлива. Стоимость обогащенного урана. Стоимость плутония.	Всего аудиторных часов 2 2 0 Онлайн 0 0 0		
8	Технико-экономические предпосылки формирования различных направлений в реакторостроении. Основные типы ядерно-энергетических установок: реакторы на природном уране, легководные реакторы, канальные, ре Технико-экономические предпосылки формирования различных направлений в реакторостроении. Основные типы ядерно-энергетических установок: реакторы на природном уране, легководные реакторы, канальные, реакторы с газовым теплоносителем, быстрые реакторы. Концепции перспективных ядерно-энергетических установок. Полусеместровый контроль.	Всего аудиторных часов 2 2 0 Онлайн 0 0 0		
9-12	Часть 2	8 8 0		
9	Методы оценки технико-экономических показателей. Условия сопоставимости энергетических объектов. Структура затрат на сооружение и эксплуатацию. Капитальные и текущие затраты. Долгосрочные оборотны	Всего аудиторных часов 1 1 0 Онлайн 0 0 0		

	Методы оценки технико-экономических показателей. Условия сопоставимости энергетических объектов. Структура затрат на сооружение и эксплуатацию. Капитальные и текущие затраты. Долгосрочные оборотные средства.			
9	Расчетные затраты. Учет дисконтирования. Метод приведенных затрат. Себестоимость производства энергии и ее составляющие. Топливная составляющая себестоимости. Расчетные затраты. Учет дисконтирования. Метод приведенных затрат. Себестоимость производства энергии и ее составляющие. Топливная составляющая себестоимости.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
	Онлайн			
		0	0	0
10	Затраты в топливном цикле. Структура топливного баланса - понятие о замыкающем топливе. Сравнение сырьевых характеристик АЭС и ТЭС. Затраты в топливном цикле. Структура топливного баланса - понятие о замыкающем топливе. Сравнение сырьевых характеристик АЭС и ТЭС.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
	Онлайн			
		0	0	0
10	Сравнение ядерного и органического топлива. Выгорание и энерго- напряженность. Сравнение ядерного и органического топлива. Выгорание и энерго- напряженность.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
	Онлайн			
		0	0	0
11	Сравнение экономических характеристик АЭС и ТЭС Сравнение экономических характеристик АЭС и ТЭС	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
	Онлайн			
		0	0	0
11	Метод приведенных затрат и оценка конкурентоспособности АЭС и ТЭС. Метод приведенных затрат и оценка конкурентоспособности АЭС и ТЭС.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
	Онлайн			
		0	0	0
12	Оценка конкурентоспособности АЭС с быстрыми реакторами и тепловыми реакторами. Особенности экономического развития отрасли на современном этапе. Оценка конкурентоспособности АЭС с быстрыми реакторами и тепловыми реакторами. Особенности экономического развития отрасли на современном этапе.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
	Онлайн			
		0	0	0
12	Управление ядерно-технологическим комплексом. Законодательство в области использования атомной энергии. Проблемы нераспространения ядерных материалов и технологий Ядерная энергетика и общественное мнение Управление ядерно-технологическим комплексом. Законодательство в области использования атомной энергии. Проблемы нераспространения ядерных материалов и технологий Ядерная энергетика и общественное мнение	Всего аудиторных часов		
		1	1	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

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Использование активных и интерактивных форм обучения (лекции, презентации, разбор конкретных ситуаций, выполнение и защита домашнего задания) с применением электронных ресурсов и информационных и мультимедийных технологий.

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)
ПК-10.1	З-ПК-10.1	З, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-10.1	З, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-10.1	З, КИ-8, КИ-15
ПК-5	З-ПК-5	З, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-5	З, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-5	З, КИ-8, КИ-15
ПК-6	З-ПК-6	З, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-6	З, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-6	З, КИ-8, КИ-15
ПК-7	З-ПК-7	З, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-7	З, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-7	З, КИ-8, КИ-15
ПК-8	З-ПК-8	З, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-8	З, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-8	З, 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 иочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – «хорошо»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69		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	3 – «удовлетворительно»		
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 621.039 К60 100 вопросов и ответов об атомной энергетике : , Колдобский А.Б., Москва: ТВЭЛ, 2018
2. ЭИ L24 A Primer on Scientific Programming with Python : , Langtangen, Hans Petter. , Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2016
3. 621.3 Э40 Экономика ядерной энергетики : (конспект лекций): учеб. пособие для вузов, , Москва: МИФИ, 2004
4. ЭИ Х20 Энергетика. Технико-экономические основы : учебное пособие для вузов, Харитонов В.В., Москва: МИФИ, 2007

5. 620 Х20 Энергетика. Технико-экономические основы : учебное пособие для вузов, Харитонов В.В., Москва: МИФИ, 2007
6. 621.039 Я34 Ядерная энергетика, человек и окружающая среда : , Бабаев Н.С., Александров А.П., М.: Энергоатомиздат, 1984
7. 623 Я34 Ядерное нераспространение : учеб. пособие для вузов, Пшакин Г.М. [и др.], М.: МИФИ, 2004

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 621.039 У63 Реакторы-размножители на быстрых нейтронах : , Уолтер А., Рейнольдс А., Москва: Энергоатомиздат, 1986
2. 621.039 С74 Справочник по ядерной энерготехнологии : , , Москва: Энергоатомиздат, 1989
3. 621.039 Я34 Ядерная энергетика. Проблемы. Решения Ч.1 , , Москва: ЦСПиМ, 2011
4. 621.039 Я34 Ядерная энергетика. Проблемы. Решения Ч.2 , , Москва: ЦСПиМ, 2011

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<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

При изучении курса необходимо твердо усвоить технико-экономические предпосылки ядерной энергетики, роль ядерной энергетики и особенности использования ядерного способа производства энергии, технологии топливного цикла и оценки сырьевых показателей, основные типы ядерно-энергетических установок (ЯЭУ) для АЭС, технико-экономические предпосылки формирования различных направлений в реакторостроении, методы оценки технико-экономических показателей и методы оценки конкурентоспособности, особенности экономического развития отрасли.

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Необходимо дать студентам систематическое представление об ядерной энергетике как об отрасли, о задачах научных исследований, связанных с внедрением и расширением сферы

использования ядерной энергии, с проблемами ядерной и радиационной безопасности, с современными технологиями ядерного топливного цикла, с существующими подходами к оценке сырьевых и экономических показателей на разных стадиях топливного цикла.

Надо подготовить будущих специалистов к самостоятельному принятию решений при разработке ядерно-энергетических установок (ЯЭУ) различных типов и анализе новых реакторных концепций, при проведении комплексных системных исследований с учетом обеспеченности топливом, безопасности, воздействия на окружающую среду и экономических показателей.

В помощь лектору, а также преподавателям, ведущим практические занятия рекомендуется использовать учебные пособия, методические и справочные материалы.

Автор(ы):

Гераскин Николай Иванович, к.т.н., доцент