

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 ТЕХНОЛОГИИ ЗАМКНУТОГО ЯДЕРНОГО ТОПЛИВНОГО ЦИКЛА

ОДОБРЕНО УМС ИЯФИТ

Протокол № 01/08/24-573.1

от 30.08.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ИНЖЕНЕРНЫЕ РАСЧЕТЫ ЯДЕРНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Направление подготовки
(специальность)

[1] 14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика
[2] 14.04.02 Ядерная физика и технологии
[3] 22.04.01 Материаловедение и технологии
материалов

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
2, 2	2	72	0	30	0		42	0	3
Итого	2	72	0	30	0	0	42	0	

АННОТАЦИЯ

Дисциплина посвящена подготовке студентов к решению инженерных задач, связанных проектированием современных и перспективных ядерных энергетических установок. Изучается ряд вопросов, составляющих базу для анализа и теплогидравлического расчета ЯЭУ.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью дисциплины является подготовка студентов к решению инженерных задач, связанных проектированием современных и перспективных ядерных энергетических установок. Изучается ряд вопросов, составляющих базу для анализа и теплофизического расчета ЯЭУ.

Среди задач курса:

- изучение принятых технологий и перспектив развития различных типов реакторов.
- ознакомление с основными тепловыми и гидравлическими процессами, протекающими в ЯЭУ.
- ознакомление с системами безопасности современных и перспективных ЯЭУ.
- формирование способности у студентов применять полученные знания к решению практических задач, связанных с проектированием ЯЭУ.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Учебная программа соответствует требованиям образовательного стандарта высшего образования национального исследовательского ядерного университета «МИФИ» по направлениям 14.04.01 - Ядерные энергетика и теплофизика и 14.04.02 - Ядерные физика и технологии

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
УКЦ-1 [2] – Способен решать исследовательские, научно-технические и производственные задачи в условиях неопределенности, в том числе выстраивать деловую коммуникацию и организовывать работу команды с использованием цифровых ресурсов и технологий в цифровой среде	3-УКЦ-1 [2] – Знать современные цифровые технологии, используемые для выстраивания деловой коммуникации и организации индивидуальной и командной работы У-УКЦ-1 [2] – Уметь подбирать наиболее релевантные цифровые решения для достижения поставленных целей и задач, в том числе в условиях неопределенности В-УКЦ-1 [2] – Владеть навыками решения исследовательских, научно-технических и производственных задач с использованием цифровых технологий
УКЦ-2 [1, 2] – Способен к самообучению, самоактуализации и саморазвитию с использованием	3-УКЦ-2 [1, 2] – Знать основные цифровые платформы, технологи и интернет ресурсы используемые при онлайн обучении

различных цифровых технологий в условиях их непрерывного совершенствования	У-УКЦ-2 [1, 2] – Уметь использовать различные цифровые технологии для организации обучения В-УКЦ-2 [1, 2] – Владеть навыками самообучения, самоактуализации и саморазвития с использованием различных цифровых технологий
--	--

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			
проведении исследований и разработок новых материалов и композиций, научных и прикладных экспериментов по созданию новых процессов получения и обработки материалов, а также изделий	методы и средства испытаний и диагностики, исследования и контроля качества материалов, пленок и покрытий, полуфабрикатов, заготовок, деталей и изделий, все виды исследовательского, контрольного и испытательного оборудования, аналитической аппаратуры, компьютерное программное обеспечение для обработки результатов и анализа полученных данных, моделирования поведения материалов, оценки и прогнозирования их эксплуатационных характеристик	ПК-2 [3] - Способен понимать физические и химические процессы, протекающие в материалах при их получении, обработке и модифицировании, использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств материалов, проводить комплексные исследования, применяя стандартные и сертификационные испытания <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	З-ПК-2[3] - Знать основные физические и химические процессы, протекающие в материалах при их получении, обработке и модифицировании, ; У-ПК-2[3] - Уметь использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств материалов;; В-ПК-2[3] - Владеть навыками проведения комплексных исследований, применяя стандартные и сертификационные испытания.
1 Разработка методов регистрации ионизирующих и электромагнитных излучений; создание теоретических моделей состояния	1 Современный ядерно-физический эксперимент, современные электронные системы сбора и обработки данных для ядерных и	ПК-3 [2] - Способен оценивать перспективы развития атомной отрасли, использовать ее современные достижения и	З-ПК-3[2] - Знать достижения научно-технического прогресса ; У-ПК-3[2] - Уметь применять полученные знания к

<p>вещества, взаимодействия лазерного и ионизирующего излучения с веществом; создание математических моделей, описывающих процессы в ядерных реакторах, ускорителях, коллайдерах, масс-спектрометрах; создание методов расчета разделения изотопных и молекулярных смесей; создание современных электронных устройств сбора и обработки информации, учета воздействия на эти устройства ионизирующего и электромагнитного излучений; разработка методов повышения безопасности ядерных и лазерных установок, материалов и технологий; разработка теоретических моделей прохождения излучения через вещество, воздействия ионизирующего, лазерного и электромагнитного излучений на человека и объекты окружающей среды</p>	<p>физических установок математические модели для теоретического и экспериментального исследований фундаментальных взаимодействий элементарных частиц и атомных ядер и их излучений</p>	<p>передовые технологии в научно-исследовательской деятельности</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028, 40.008, 40.011</p>	<p>решению практических задач.; В-ПК-3[2] - владеть методами моделирования физических процессов.</p>
<p>совокупность средств, способов и методов человеческой деятельности, связанных с разработкой, созданием и эксплуатацией</p>	<p>ядерные реакторы и энергетические установки, теплогидравлические и нейтронно-физические процессы в активных зонах ядерных реакторов,</p>	<p>ПК-4 [2] - Способен самостоятельно выполнять экспериментальные и теоретические исследования для решения научных и производственных</p>	<p>З-ПК-4[2] - Знать: цели и задачи проводимых исследований; основные методы и средства проведения экспериментальных и теоретических</p>

<p>установок, вырабатывающих, преобразующих и использующих ядерную энергию</p>	<p>тепловые измерения и контроль, теплоносители, материалы ядерных реакторов, ядерный топливный цикл, системы обеспечения безопасности ядерных энергетических установок, системы управления ядерно-физическими установками, программные комплексы и математические модели для теоретического и экспериментального исследования явлений и закономерностей в области теплофизики и энергетики, перспективные методы преобразования энергии.</p>	<p>задач</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028, 40.008, 40.011</p>	<p>исследований; методы и средства математической обработки результатов экспериментальных данных ; У-ПК-4[2] - Уметь: применять методы проведения экспериментов; использовать математические методы обработки результатов исследований и их обобщения; оформлять результаты научно-исследовательских работ; В-ПК-4[2] - Владеть: навыками самостоятельного выполнения экспериментальных и теоретических исследования для решения научных и производственных задач</p>
<p>исследования, разработки и технологии, направленные на регистрацию и обработку информации, разработку теории, создание и применение установок и систем в области физики ядра, частиц, плазмы, конденсированного состояния вещества, физики разделения изотопных и молекулярных смесей, физики быстротекущих процессов,</p>	<p>атомное ядро, элементарные частицы и плазма, конденсированное состояние вещества, лазеры и их применения, ядерные реакторы, материалы ядерных реакторов, ядерные материалы и системы обеспечения их безопасности, ускорители заряженных частиц, современная электронная схемотехника, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного</p>	<p>ПК-8 [1] - способен владеть расчетно-теоретическими и экспериментальными методами исследования физических процессов, выполнять экспериментальные исследования и проводить обработку, анализ и обобщение полученных результатов</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028</p>	<p>З-ПК-8[1] - знать типовые методики и номенклатуру выполнения измерений и расчетов процессов; ; У-ПК-8[1] - уметь обрабатывать результаты измерений и анализировать результаты расчетов;; В-ПК-8[1] - владеть методами исследования физических процессов</p>

<p>радиационной медицинской физики, радиационного материаловедения, исследования неравновесных физических процессов, распространения и взаимодействия излучения с объектами живой и неживой природы, ядерно-физических установок, обеспечения ядерной и радиационной безопасности, безопасности ядерных материалов и физической защиты ядерных объектов, систем контроля и автоматизированного управления ядерно-физическими установками.</p>	<p>управления ядерно-физическими установками, разработка и технологии применения приборов и установок для анализа веществ, радиационное воздействие ионизирующих излучений на человека и окружающую среду, радиационные технологии в медицине, математические модели для теоретического и экспериментального исследований явлений и закономерностей в области физики ядра, частиц, плазмы, конденсированного состояния вещества, 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>проектный</p>			
<p>исследования, разработки и технологии, направленные на регистрацию и обработку информации, разработку теории, создание и применение установок</p>	<p>атомное ядро, элементарные частицы и плазма, конденсированное состояние вещества, лазеры и их применения, ядерные реакторы, материалы ядерных реакторов, ядерные материалы и</p>	<p>ПК-3 [1] - способен владеть основами проектирования и конструирования оборудования</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028</p>	<p>3-ПК-3[1] - знать основы компьютерных и информационных технологий ; У-ПК-3[1] - уметь работать с документацией по эксплуатации систем, оборудования,</p>

<p>и систем в области физики ядра, частиц, плазмы, конденсированного состояния вещества, физики разделения изотопных и молекулярных смесей, физики быстропротекающих процессов, радиационной медицинской физики, радиационного материаловедения, исследования неравновесных физических процессов, распространения и взаимодействия излучения с объектами живой и неживой природы, ядерно-физических установок, обеспечения ядерной и радиационной безопасности, безопасности ядерных материалов и физической защиты ядерных объектов, систем контроля и автоматизированного управления ядерно-физическими установками.</p>	<p>системы обеспечения их безопасности, ускорители заряженных частиц, современная электронная схемотехника, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно-физическими установками, разработка и технологии применения приборов и установок для анализа веществ, радиационное воздействие ионизирующих излучений на человека и окружающую среду, радиационные технологии в медицине, математические модели для теоретического и экспериментального исследований явлений и закономерностей в области физики ядра, частиц, плазмы, конденсированного состояния вещества, 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>средств измерения, контроля, управления, автоматики, средств вычислительной техники; В-ПК-3[1] - владеть навыками оформления результатов проведенных измерений, расчетов и других работ при проектировании и конструировании оборудования</p>
--	--	--	--

<p>совокупность средств, способов и методов человеческой деятельности, связанных с разработкой, созданием и эксплуатацией установок, вырабатывающих, преобразующих и использующих ядерную энергию</p>	<p>ядерные реакторы и энергетические установки, теплогидравлические и нейтронно-физические процессы в активных зонах ядерных реакторов, тепловые измерения и контроль, теплоносители, материалы ядерных реакторов, ядерный топливный цикл, системы обеспечения безопасности ядерных энергетических установок, системы управления ядерно-физическими установками, программные комплексы и математические модели для теоретического и экспериментального исследования явлений и закономерностей в области теплофизики и энергетики, перспективные методы преобразования энергии.</p>	<p>ПК-5 [2] - Способен проводить расчет и проектирование физических установок и приборов с использованием современных информационных технологий</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028, 24.078, 40.008, 40.011</p>	<p>3-ПК-5[2] - Знать основные физические законы и стандартные прикладные пакеты используемые при моделировании физических процессов и установок ; У-ПК-5[2] - Уметь применять стандартные прикладные пакеты используемые при моделировании физических процессов и установок; В-ПК-5[2] - Владеть стандартными прикладными пакетами используемыми при моделировании физических процессов и установок</p>
<p>проектирование технологических процессов производства, обработки и переработки материалов, установок и устройств, а также технологической оснастки для этих процессов, в том числе с использованием автоматизированных систем проектирования</p>	<p>технологические процессы производства, обработки и модификации материалов и покрытий, деталей и изделий; оборудование, технологическая оснастка и приспособления; системы управления технологическими процессами</p>	<p>ПК-6 [3] - Способен рассчитывать и конструировать технологические оснастки и использовать современных прикладных программ и компьютерной графики, сетевых технологий и баз данных</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>3-ПК-6[3] - Знать основные программы для конструирования изделий, оснасток и т.п.; ; У-ПК-6[3] - Уметь рассчитывать и конструировать технологические оснастки и использовать современных прикладных программ; В-ПК-6[3] - Владеть навыками расчета и конструирования</p>

			технологических оснасток с использованием современных прикладных программ и компьютерной графики, сетевых технологий и баз данных
совокупность средств, способов и методов человеческой деятельности, связанных с разработкой, созданием и эксплуатацией установок, вырабатывающих, преобразующих и использующих ядерную энергию	ядерные реакторы и энергетические установки, теплогидравлические и нейтронно-физические процессы в активных зонах ядерных реакторов, тепловые измерения и контроль, теплоносители, материалы ядерных реакторов, ядерный топливный цикл, системы обеспечения безопасности ядерных энергетических установок, системы управления ядерно-физическими установками, программные комплексы и математические модели для теоретического и экспериментального исследования явлений и закономерностей в области теплофизики и энергетики, перспективные методы преобразования энергии.	ПК-6 [2] - Способен оценивать риск и определять меры безопасности для новых установок и технологий, составлять и анализировать сценарии потенциально возможных аварий, разрабатывать методы уменьшения риска их возникновения <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028, 24.078, 40.008, 40.011	З-ПК-6[2] - Знать основные нормативные документы по регулированию рисков возникающих в процессе эксплуатации новых установок и технологий, составлять и анализировать сценарии потенциально возможных аварий, разрабатывать методы уменьшения риска их возникновения ; У-ПК-6[2] - Уметь оценивать риск и определять меры безопасности для новых установок и технологий, составлять и анализировать сценарии потенциально возможных аварий, разрабатывать методы уменьшения риска их возникновения; В-ПК-6[2] - Владеть методами оценки рисков и определять меры безопасности для новых установок и технологий, составлять и анализировать

			сценарии потенциально возможных аварий, разрабатывать методы уменьшения риска их возникновения
производственно-технологический			
совокупность средств, способов и методов человеческой деятельности, связанных с разработкой, созданием и эксплуатацией установок, вырабатывающих, преобразующих и использующих ядерную энергию	ядерные реакторы и энергетические установки, теплогидравлические и нейтронно-физические процессы в активных зонах ядерных реакторов, тепловые измерения и контроль, теплоносители, материалы ядерных реакторов, ядерный топливный цикл, системы обеспечения безопасности ядерных энергетических установок, системы управления ядерно-физическими установками, программные комплексы и математические модели для теоретического и экспериментального исследования явлений и закономерностей в области теплофизики и энергетики, перспективные методы преобразования энергии.	ПК-9 [2] - Способен эксплуатировать, проводить испытания и ремонт современных физических установок, выполнять технико-экономические расчеты <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028, 40.011	З-ПК-9[2] - Знать регламент эксплуатации и ремонта современных физических установок ; У-ПК-9[2] - Уметь эксплуатировать, проводить испытания и ремонт современных физических установок; В-ПК-9[2] - Владеть навыками эксплуатации, проведения испытаний и ремонта современных физических установок
исследования, разработки и технологии, направленные на регистрацию и обработку информации, разработку теории, создание и	атомное ядро, элементарные частицы и плазма, конденсированное состояние вещества, лазеры и их применения, ядерные реакторы, материалы ядерных реакторов,	ПК-10 [1] - способен разрабатывать практические рекомендации по использованию результатов научных исследований <i>Основание:</i>	З-ПК-10[1] - знать передовой отечественный и зарубежный опыт в области использования атомной энергии; ; У-ПК-10[1] - уметь анализировать

<p>применение установок и систем в области физики ядра, частиц, плазмы, конденсированного состояния вещества, физики разделения изотопных и молекулярных смесей, физики быстропротекающих процессов, радиационной медицинской физики, радиационного материаловедения, исследования неравновесных физических процессов, распространения и взаимодействия излучения с объектами живой и неживой природы, ядерно-физических установок, обеспечения ядерной и радиационной безопасности, безопасности ядерных материалов и физической защиты ядерных объектов, систем контроля и автоматизированного управления ядерно-физическими установками.</p>	<p>ядерные материалы и системы обеспечения их безопасности, ускорители заряженных частиц, современная электронная схемотехника, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно-физическими установками, разработка и технологии применения приборов и установок для анализа веществ, радиационное воздействие ионизирующих излучений на человека и окружающую среду, радиационные технологии в медицине, математические модели для теоретического и экспериментального исследований явлений и закономерностей в области физики ядра, частиц, плазмы, конденсированного состояния вещества, 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</p>	<p>Профессиональный стандарт: 24.028</p>	<p>информационные документы с результатами научных исследований;; В-ПК-10[1] - владеть опытом разработка предложений по совершенствованию действующих процессов на основе передовых научных достижений</p>
---	--	--	--

	энергетики.		
5 Разработка способов проведения ядерно-физических экспериментов и экспериментов в смежных областях науки и техники, способов применения ядерно-физических методик в решении технологических проблем; использование результатов проводимых исследований и разработок в технологических и производственных целях; реализация цепочки: исследование, развитие, технология, производство	5 Современный ядерно-физический эксперимент, современные детекторные системы и электронные системы сбора и обработки данных для ядерно-физических установок, математические модели для теоретического и экспериментального исследований фундаментальных взаимодействий элементарных частиц и атомных ядер	ПК-10 [2] - Способен решать инженерно-физические и экономические задачи с помощью пакетов прикладных программ <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028, 40.008, 40.011	З-ПК-10[2] - Знать основные пакеты прикладных программ для решения инженерно-физических и экономических задач ; У-ПК-10[2] - Уметь осуществлять подбор прикладных программ для решения конкретных инженерно-физических и экономических задач; В-ПК-10[2] - Владеть навыками работы с прикладными программами для решения инженерно-физических и экономических задач
экспертный			
совокупность средств, способов и методов человеческой деятельности, связанных с разработкой, созданием и эксплуатацией установок, вырабатывающих, преобразующих и использующих ядерную энергию	ядерные реакторы и энергетические установки, теплогидравлические и нейтронно-физические процессы в активных зонах ядерных реакторов, тепловые измерения и контроль, теплоносители, материалы ядерных реакторов, ядерный топливный цикл, системы обеспечения безопасности ядерных энергетических установок, системы управления ядерно-физическими установками, программные комплексы и математические модели для теоретического и	ПК-11 [2] - Способен к анализу технических и расчетно-теоретических разработок, к учету их соответствия требованиям законов в области промышленности, экологии, технической, радиационной и ядерной безопасности и другим нормативным актам <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028, 40.011	З-ПК-11[2] - Знать законодательные и нормативные акты регулирующие деятельность в области промышленности, экологии, технической, радиационной и ядерной безопасности ; У-ПК-11[2] - Уметь проводить анализ технических и расчетно-теоретических разработок с учетом их соответствия требованиям законов в области промышленности, экологии, технической, радиационной и ядерной

	экспериментального исследования явлений и закономерностей в области теплофизики и энергетики, перспективные методы преобразования энергии.		безопасности и другим нормативным актам; В-ПК-11[2] - владеть методами анализа технических и расчетно-теоретических разработок, и учета их соответствия требованиям законов в области промышленности, экологии, технической, радиационной и ядерной безопасности и другим нормативным актам
инновационный			
Исследования и разработки, направленные на создание новой технологической платформы атомной энергетики, расчетное сопровождение энергетического оборудования, обоснование ядерной и радиационной безопасности объектов использования атомной энергии.	Ядерные энерготехнологии нового поколения; функциональные и конструкционные материалы ядерных реакторов; программные комплексы и математические модели для теоретического и расчетно-аналитического анализа безопасности АЭС, объекты использования атомной энергии и ядерного наследия, в части научно-технического и организационно-правового обоснования и обеспечения безопасности.	ПК-13 [2] - Способен проектировать, создавать и внедрять новые продукты и системы и применять теоретические знания в реальной инженерной практике <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028, 24.078, 40.008, 40.011	З-ПК-13[2] - Знать математические методы и компьютерные технологии, необходимые для проектирования и разработки программного обеспечения для инженерного анализа инновационных продуктов. ; У-ПК-13[2] - Уметь разрабатывать и тестировать программное обеспечение для инженерного анализа инновационных продуктов.; В-ПК-13[2] - владеть навыками разработки и тестирования программного обеспечения для инженерного анализа инновационных продуктов.
Исследования и разработки,	Ядерные энерготехнологии	ПК-14 [2] - Способен оценивать	З-ПК-14[2] - Знать методы оценки

<p>направленные на создание новой технологической платформы атомной энергетики, расчетное сопровождение энергетического оборудования, обоснование ядерной и радиационной безопасности объектов использования атомной энергии.</p>	<p>нового поколения; функциональные и конструкционные материалы ядерных реакторов; программные комплексы и математические модели для теоретического и расчетно-аналитического анализа безопасности АЭС, объекты использования атомной энергии и ядерного наследия, в части научно-технического и организационно-правового обоснования и обеспечения безопасности.</p>	<p>экономический эффект от внедрения продуктов инновационной деятельности производственных и научных подразделений</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028, 24.078, 40.008, 40.011</p>	<p>эффективности разработок ; У-ПК-14[2] - Уметь оценивать экономический эффект от внедрения продуктов инновационной деятельности производственных и научных подразделений; В-ПК-14[2] - Владеть методами экономического расчета и обоснования инновационных проектов</p>
---	---	---	---

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практи. (семинары) / Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>2 Семестр</i>						
1	Ядерная энергетика в России и в мире. Энергооборудование АЭС. Тепловыделение в ТВЭЛ.	1-8	0/16/0	СК-8 (25)	25	СК-8	3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5,

							3-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6, 3-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6, 3-ПК-8, У-ПК-8, В-ПК-8, 3-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9, 3-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10, 3-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10, 3-ПК-11, У-ПК-11, В-ПК-11, 3-ПК-13, У-ПК-13, В-ПК-13, 3-ПК-14, У-ПК-14, В-ПК-14, 3-УКЦ-1, У-УКЦ-1, В-УКЦ-1, 3-УКЦ-2, У-УКЦ-2, В-УКЦ-2
2	Порядок расчета канала реактора с однофазным теплоносителем. Системы безопасности различных типов реакторов.	9-15	0/14/0	СК-15 (25)	25	КИ-15	3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6, 3-ПК-6,

							У-ПК-6, В-ПК-6, З-ПК-8, У-ПК-8, В-ПК-8, З-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9, З-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10, З-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10, З-ПК-11, У-ПК-11, В-ПК-11, З-ПК-13, У-ПК-13, В-ПК-13, З-ПК-14, У-ПК-14, В-ПК-14, З-УКЦ-1, У-УКЦ-1, В-УКЦ-1, З-УКЦ-2, У-УКЦ-2, В-УКЦ-2
	<i>Итого за 2 Семестр</i>		0/30/0		50		
	Контрольные мероприятия за 2 Семестр				50	3	З-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, З-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, З-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6, З-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6, З-ПК-8,

							У-ПК-8, В-ПК-8, З-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9, З-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10, З-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10, З-ПК-11, У-ПК-11, В-ПК-11, З-ПК-13, У-ПК-13, В-ПК-13, З-ПК-14, У-ПК-14, В-ПК-14, З-УКЦ-1, У-УКЦ-1, В-УКЦ-1, З-УКЦ-2, У-УКЦ-2, В-УКЦ-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
СК	Семестровый контроль
КИ	Контроль по итогам
З	Зачет

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>2 Семестр</i>	0	30	0
1-8	Ядерная энергетика в России и в мире. Энергооборудование АЭС. Тепловыделение в твэл.	0	16	0
1 - 8	Ядерная энергетика в России и в мире. Энергооборудование АЭС. Тепловыделение в твэл. Принятые технологии, история и перспективы развития различных типов реакторов. Топливные и конструкционные материалы ядерной энергетики, конструирование твэл. Тепловые схемы атомных	Всего аудиторных часов		
		0	16	0
		Онлайн		
		0	0	0

	электростанций. Определение коэффициентов полезного действия термодинамических циклов АЭС. Задачи теплопроводности в тепловыделяющих элементах ядерных реакторов: плоская, сферическая и цилиндрическая геометрии.			
1 - 8	Ядерная энергетика в России и в мире. Энергооборудование АЭС. Тепловыделение в твэл. Принятые технологии, история и перспективы развития различных типов реакторов. Топливные и конструкционные материалы ядерной энергетики, конструирование твэл. Тепловые схемы атомных электростанций. Определение коэффициентов полезного действия термодинамических циклов АЭС. Задачи теплопроводности в тепловыделяющих элементах ядерных реакторов: плоская, сферическая и цилиндрическая геометрии.	Всего аудиторных часов		
		0	16	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-15	Порядок расчета канала реактора с однофазным теплоносителем. Системы безопасности различных типов реакторов.	0	14	0
9 - 15	Порядок расчета канала реактора с однофазным теплоносителем. Системы безопасности различных типов реакторов. Расчет температуры теплоносителя, оболочки твэл и максимальной температуры топливной композиции в реакторе с теплоносителем с постоянными физическими свойствами. Порядок расчета перепада давления в канале, запаса до кризиса теплоотдачи. Принципы и критерии обеспечения безопасности. Описание систем безопасности и систем, важных для безопасности, сценарии основных проектных и запроектных аварий для использующихся и перспективных ЯЭУ.	Всего аудиторных часов		
		0	14	0
		Онлайн		
		0	0	0
9 - 15	Порядок расчета канала реактора с однофазным теплоносителем. Системы безопасности различных типов реакторов. Расчет температуры теплоносителя, оболочки твэл и максимальной температуры топливной композиции в реакторе с теплоносителем с постоянными физическими свойствами. Порядок расчета перепада давления в канале, запаса до кризиса теплоотдачи. Принципы и критерии обеспечения безопасности. Описание систем безопасности и систем, важных для безопасности, сценарии основных проектных и запроектных аварий для использующихся и перспективных ЯЭУ.	Всего аудиторных часов		
		0	14	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

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации программы курса используются различные образовательные технологии. Аудиторные занятия проводятся в интерактивных классах. Особое внимание студентов обращается на интернет ресурсы, где впоследствии они самостоятельно смогут получать актуальную информацию по читаемым темам. Для контроля усвоения студентами разделов данного курса используются тестовые технологии, то есть специальный банк вопросов в открытой и закрытой форме. Самостоятельная работа студентов подразумевает под собой проработку лекционного материала, а также выполнение двух домашних заданий.

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

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

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (ЖП 1)
ПК-10	З-ПК-10	З, СК-8, КИ-15, СК-15
	У-ПК-10	З, СК-8, КИ-15, СК-15
	В-ПК-10	З, СК-8, КИ-15, СК-15
ПК-11	З-ПК-11	З, СК-8, КИ-15, СК-15
	У-ПК-11	З, СК-8, КИ-15, СК-15
	В-ПК-11	З, СК-8, КИ-15, СК-15
ПК-13	З-ПК-13	З, СК-8, КИ-15, СК-15
	У-ПК-13	З, СК-8, КИ-15, СК-15
	В-ПК-13	З, СК-8, КИ-15, СК-15
ПК-14	З-ПК-14	З, СК-8, КИ-15, СК-15
	У-ПК-14	З, СК-8, КИ-15, СК-15
	В-ПК-14	З, СК-8, КИ-15, СК-15
ПК-3	З-ПК-3	З, СК-8, КИ-15, СК-15
	У-ПК-3	З, СК-8, КИ-15, СК-15
	В-ПК-3	З, СК-8, КИ-15, СК-15
ПК-4	З-ПК-4	З, СК-8, КИ-15, СК-15
	У-ПК-4	З, СК-8, КИ-15, СК-15
	В-ПК-4	З, СК-8, КИ-15, СК-15
ПК-5	З-ПК-5	З, СК-8, КИ-15, СК-15
	У-ПК-5	З, СК-8, КИ-15, СК-15
	В-ПК-5	З, СК-8, КИ-15, СК-15
ПК-6	З-ПК-6	З, СК-8, КИ-15, СК-15
	У-ПК-6	З, СК-8, КИ-15, СК-15
	В-ПК-6	З, СК-8, КИ-15, СК-15

ПК-9	З-ПК-9	З, СК-8, КИ-15, СК-15
	У-ПК-9	З, СК-8, КИ-15, СК-15
	В-ПК-9	З, СК-8, КИ-15, СК-15
УКЦ-1	З-УКЦ-1	З, СК-8, КИ-15, СК-15
	У-УКЦ-1	З, СК-8, КИ-15, СК-15
	В-УКЦ-1	З, СК-8, КИ-15, СК-15
УКЦ-2	З-УКЦ-2	З, СК-8, КИ-15, СК-15
	У-УКЦ-2	З, СК-8, КИ-15, СК-15
	В-УКЦ-2	З, СК-8, КИ-15, СК-15
ПК-2	З-ПК-2	З, СК-8, КИ-15, СК-15
	У-ПК-2	З, СК-8, КИ-15, СК-15
	В-ПК-2	З, СК-8, КИ-15, СК-15
ПК-6	З-ПК-6	З, СК-8, КИ-15, СК-15
	У-ПК-6	З, СК-8, КИ-15, СК-15
	В-ПК-6	З, СК-8, КИ-15, СК-15
ПК-10	З-ПК-10	З, СК-8, КИ-15, СК-15
	У-ПК-10	З, СК-8, КИ-15, СК-15
	В-ПК-10	З, СК-8, КИ-15, СК-15
ПК-3	З-ПК-3	З, СК-8, КИ-15, СК-15
	У-ПК-3	З, СК-8, КИ-15, СК-15
	В-ПК-3	З, СК-8, КИ-15, СК-15
ПК-8	З-ПК-8	З, СК-8, КИ-15, СК-15
	У-ПК-8	З, СК-8, КИ-15, СК-15
	В-ПК-8	З, СК-8, КИ-15, СК-15

Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – «хорошо»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 – «удовлетворительно»	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не
60-64			

			усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
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.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ 3-47 Лабораторный практикум "Инженерные расчеты и проектирование ядерных установок" : учебно-методическое пособие, Зевякин А.С., Соболев А.В., Данилов П.А., Москва: НИЯУ МИФИ, 2021
2. ЭИ Д 36 Теплообмен : учебное пособие, Дерюгин В. В., Уляшева В. М., Васильев В. Ф., Санкт-Петербург: Лань, 2021

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ Н22 Handbook of generation IV nuclear reactors / : , , : Woodhead Publishing, 2016
2. ЭИ М29 The Physics of Nuclear Reactors : , Marguet, Serge. , Cham: Springer International Publishing, 2017
3. 621.039 К77 Инженерные расчеты ядерных реакторов : , Шевелев Я.В., Крамеров А.Я., М.: Энергоатомиздат, 1984
4. 621.039 С74 Справочник по теплогидравлическим расчетам в ядерной энергетике Т.1 Теплогидравлические процессы в ЯЭУ, , Москва: ИздАТ, 2010
5. 621.039 Т34 Теплообмен в ядерных энергетических установках : учеб. пособие для вузов, Петухов Б.С. [и др.], М.: МЭИ, 2003
6. ЭИ Н34 Физические основы безопасности ядерных реакторов : учебное пособие, Наумов В.И., Москва: НИЯУ МИФИ, 2013

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

С целью приобретения и развития навыков самостоятельной работы при решении различных задач студентам предлагается в течение семестра выполнить два домашних задания. Первое домашнее задание выдается на 4-й неделе семестра и принимается на 8-й неделе. Второе домашнее задание выдается на 10-й неделе и принимается на 15-й неделе. Примеры домашних заданий, приведены в специальном разделе программы и могут корректироваться преподавателем в зависимости от степени усвоения студентами учебного материала в течение семестра.

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ:

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.

Лаврухин Алексей Анатольевич

Рецензент(ы):

Тихомиров Г.В.