

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 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ МЕТОДОВ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ

ОДОБРЕНО УМС ИЯФИТ

Протокол № 01/08/24-573.1

от 30.08.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

НЕЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ЯДЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Направление подготовки
(специальность)

[1] 14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика
[2] 14.04.02 Ядерные 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
1, 1	2	72	0	32	0		40	0	3
Итого	2	72	0	32	0	0	40	0	

АННОТАЦИЯ

Общеизвестно, что основное применение ядерных технологий - генерация электроэнергии на атомных электростанциях, которая в 2020 г. составляла до 17% всей генерации в 32 странах мира. Однако, ядерные технологии, кроме электроэнергетики, занимают важное место в науке, медицине, промышленности и т. д.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Основной целью данного курса является изучение т.н. «неэнергетическое» применении ядерных технологий в промышленности, транспорте, ядерной медицине, сельском хозяйстве и науке. Особое внимание будет уделено производству стабильных и радиоактивных изотопов. Студенты также ознакомятся с историей открытия и изучения свойств изотопов, со становлением ядерной физики как науки и созданием ядерных технологий в середине прошлого века.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

До освоения материала в рамках данного курса студенты рекомендуется ознакомиться со следующими учебными курсами: «Курс общей физики», «Экспериментальная ядерная физика» и «История атомной науки и техники».

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
УК-1 [1, 2] – Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	З-УК-1 [1, 2] – Знать: методы системного и критического анализа; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации У-УК-1 [1, 2] – Уметь: применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации В-УК-1 [1, 2] – Владеть: методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий
УК-2 [1, 2] – Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	З-УК-2 [1, 2] – Знать: этапы жизненного цикла проекта; этапы разработки и реализации проекта; методы разработки и управления проектами У-УК-2 [1, 2] – Уметь: разрабатывать проект с учетом анализа альтернативных вариантов его реализации, определять целевые этапы, основные направления работ; объяснить цели и сформулировать задачи, связанные с

	подготовкой и реализацией проекта; управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла В-УК-2 [1, 2] – Владеть: методиками разработки и управления проектом; методами оценки потребности в ресурсах и эффективности проекта
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 [2] – Способен к самообучению, самоактуализации и саморазвитию с использованием различных цифровых технологий в условиях их непрерывного совершенствования	3-УКЦ-2 [2] – Знать основные цифровые платформы, технологи и интернет ресурсы используемые при онлайн обучении У-УКЦ-2 [2] – Уметь использовать различные цифровые технологии для организации обучения В-УКЦ-2 [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
организационно-управленческий			
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	ПК-1 [2] - Способен планировать и управлять работой производственных и научных коллективов. <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028, 40.008, 40.011	3-ПК-1[2] - Знать методы управления работой производственных и научных коллективов и современную законодательную и нормативно-правовую базу. ; У-ПК-1[2] - уметь применять методы управления работой производственных и научных коллективов на основе

	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.		современной законодательной и нормативно-правовой базы.; В-ПК-1[2] - владеть методами управления работой производственных и научных коллективов на основе современной законодательной и нормативно-правовой базы.
технологический			
анализ, обоснование и выполнение проектов в части рационального выбора материалов в соответствии с заданными условиями при конструировании изделий, проектировании технологических процессов производства, обработки и переработки материалов, средств для испытаний материалов, полуфабрикатов и изделий	технологические процессы производства, обработки и модификации материалов и покрытий, деталей и изделий; оборудование, технологическая оснастка и приспособления; системы управления технологическими процессами	ПК-3 [3] - Способен проводить выбор материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований надежности и долговечности, экономичности и экологических последствий их применения <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	З-ПК-3[3] - Знать основные принципы выбора материалов для заданных условий эксплуатации;; У-ПК-3[3] - Уметь проводить выбор материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований надежности и долговечности, экономичности и экологических последствий их применения;; В-ПК-3[3] - Владеть навыками выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований надежности и долговечности, экономичности и экологических последствий их применения.
проектный			

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 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.	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 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	ПК-3 [1] - способен владеть основами проектирования и конструирования оборудования <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028	З-ПК-3[1] - знать основы компьютерных и информационных технологий ; У-ПК-3[1] - уметь работать с документацией по эксплуатации систем, оборудования, 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
--	--	--	---

	неживой природы, экологический мониторинг окружающей среды, обеспечение безопасности ядерных материалов, объектов и установок атомной промышленности и энергетики.		
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 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	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 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	ПК-4 [1] - способен использовать в разработке технических проектов новые информационные технологии и алгоритмы <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028	3-ПК-4[1] - знать основы компьютерных и информационных технологий; ; У-ПК-4[1] - уметь обобщать и анализировать информацию; В-ПК-4[1] - владеть информацией по перспективам развития атомной энергетики

ядерных объектов, систем контроля и автоматизированного управления ядерно-физическими установками.	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.		
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	ПК-5 [2] - Способен проводить расчет и проектирование физических установок и приборов с использованием современных информационных технологий <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028, 24.078, 40.008, 40.011	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

	методы преобразования энергии.		
совокупность средств, способов и методов человеческой деятельности, связанных с разработкой, созданием и эксплуатацией установок, вырабатывающих, преобразующих и использующих ядерную энергию	ядерные реакторы и энергетические установки, теплогидравлические и нейтронно-физические процессы в активных зонах ядерных реакторов, тепловые измерения и контроль, теплоносители, материалы ядерных реакторов, ядерный топливный цикл, системы обеспечения безопасности ядерных энергетических установок, системы управления ядерно-физическими установками, программные комплексы и математические модели для теоретического и экспериментального исследования явлений и закономерностей в области теплофизики и энергетики, перспективные методы преобразования энергии.	ПК-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

научно-исследовательский			
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-3 [2] - Способен оценивать перспективы развития атомной отрасли, использовать ее современные достижения и передовые технологии в научно-исследовательской деятельности <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028, 40.008, 40.011	З-ПК-3[2] - Знать достижения научно-технического прогресса ; У-ПК-3[2] - Уметь применять полученные знания к решению практических задач.; В-ПК-3[2] - владеть методами моделирования физических процессов.
проведение научных исследований поставленных проблем; формулировка новых задач, возникающих в ходе научных исследований; работа с научной литературой с использованием новых информационных технологий, слежение за научной периодикой;	атомное ядро, элементарные частицы и космические лучи, математические модели для теоретического и экспериментального исследований явлений и закономерностей в области физики ядра, частиц, космических лучей	ПК-4 [2] - Способен самостоятельно выполнять экспериментальные и теоретические исследования для решения научных и производственных задач <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028, 40.008, 40.011	З-ПК-4[2] - Знать: цели и задачи проводимых исследований; основные методы и средства проведения экспериментальных и теоретических исследований; методы и средства математической обработки результатов экспериментальных данных ; У-ПК-4[2] - Уметь:

разработка методов и приборов для регистрации ионизирующих и электромагнитных излучений; выбор технических средств, подготовка оборудования, работа на экспериментальных физических установках; выбор необходимых методов исследования; анализ получаемой физической информации с использованием современной вычислительной техники			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
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 быстропротекающих процессов, радиационной медицинской физики, радиационного материаловедения, исследования неравновесных физических процессов,	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 управления ядерно-физическими установками, разработка и технологии применения приборов и установок для анализа веществ,	ПК-7 [1] - способен использовать и оценивать современные достижения науки и техники для решения профессиональных задач в научно-исследовательской деятельности <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028	З-ПК-7[1] - знать новые методы совершенствования действующих технологических процессов; ; У-ПК-7[1] - уметь анализировать информационные документы с результатами научных исследований;; В-ПК-7[1] - владеть современными пакетами прикладных компьютерных программ

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.	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.		
производственно-технологический			
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,	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	ПК-9 [1] - способен владеть методами испытания основного оборудования энергетических установок, выполнения технико-экономических расчетов <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028	З-ПК-9[1] - знать технические характеристики оборудования, порядок ввода и вывода систем в работу; ; У-ПК-9[1] - уметь экономически эффективно эксплуатировать и контролировать техническое состояние оборудования; В-ПК-9[1] - владеть методами контроля, проверок и

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.	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.		испытаний систем и навыками выявления неисправностей в работе оборудования
исследования, разработки и технологии, направленные на регистрацию и обработку информации, разработку теории,	атомное ядро, элементарные частицы и плазма, конденсированное состояние вещества, лазеры и их применения, ядерные реакторы, материалы	ПК-10 [1] - способен разрабатывать практические рекомендации по использованию результатов научных исследований	З-ПК-10[1] - знать передовой отечественный и зарубежный опыт в области использования атомной энергии; ; У-ПК-10[1] - уметь

создание и 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.	ядерных реакторов, 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	<i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028	анализировать информационные документы с результатами научных исследований;; В-ПК-10[1] - владеть опытом разработка предложений по совершенствованию действующих процессов на основе передовых научных достижений
---	---	--	---

	промышленности и энергетики.		
применение ядерно-физических методик в решении технологических проблем; использование результатов проводимых исследований и разработок в технологических и производственных целях; реализация цепочки: исследование, развитие, технология, производство	современная электронная схемотехника, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно-физическими установками, разработка и технологии применения приборов и установок для проведения исследований	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	3-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
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	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	3-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

	безопасности.		обеспечения для инженерного анализа инновационных продуктов.
--	---------------	--	--

4. 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>1 Семестр</i>						
1	Первый раздел	1-8	0/16/0		25	КИ-8	3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 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-4, У-ПК-4, В-ПК-4, 3-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, 3-УК-2, У-УК-2, В-УК-2, 3-УКЦ-1, У-УКЦ-1, В-УКЦ-1, 3-УКЦ-2, У-УКЦ-2, В-УКЦ-2
2	Второй раздел	9-16	0/16/0		25	КИ-16	3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-7, У-ПК-7,

							В-ПК-7, З-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10, З-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10, З-ПК-13, У-ПК-13, В-ПК-13
	<i>Итого за 1 Семестр</i>		0/32/0		50		
	Контрольные мероприятия за 1 Семестр				50	3	З-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 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-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-7, У-ПК-7, В-ПК-7, 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-13, У-ПК-13, В-ПК-13, З-УК-1, У-УК-1,

							В-УК-1, 3-УК-2, У-УК-2, В-УК-2, 3-УКЦ-1, У-УКЦ-1, В-УКЦ-1, 3-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
КИ	Контроль по итогам
З	Зачет

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>1 Семестр</i>	0	32	0
1-8	Первый раздел	0	16	0
1 - 2	Лекция 1. Радиоактивность и изотопы: история открытия. Лекция посвящена истории открытия и исследования явления радиоактивности и изотопии химических элементов.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
1 - 2	Лекция 1. Радиоактивность и изотопы: история открытия. Лекция посвящена истории открытия и исследования явления радиоактивности и изотопии химических элементов.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
2 - 3	Лекция 2. Становление ядерной физики. Открытие электрона, первой субатомной частицы (катодная трубка Дж. Дж. Томсон) в 1897 г. Модель атома Томсона. Опыт Резерфорда. Модель атома Резерфорда. Постулаты Нильса Бора и ядерная (планетарная) модель атома Бора (2013). Открытие нейтрона Дж. Чедвиком (1935) и протон-нейтронная модель ядра (Дмитрий Иваненко и Вернер Гейзенберг). Теория ядерных сил Хидэко Юкава и постулирование существования пиона (1935 г.). Открытие деления урана (Отто Хан и Фриц Штрассманн) в 1938 г.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0

	Капельная модель (Нильс Бор и Джон Уиллер). 1936 г.			
2 - 3	Лекция 2. Становление ядерной физики. Открытие электрона, первой субатомной частицы (катодная трубка Дж. Дж. Томсон) в 1897 г. Модель атома Томсона. Опыт Резерфорда. Модель атома Резерфорда. Постулаты Нильса Бора и ядерная (планетарная) модель атома Бора (2013). Открытие нейтрона Дж. Чедвиком (1935) и протон-нейтронная модель ядра (Дмитрий Иваненко и Вернер Гейзенберг). Теория ядерных сил Хидэко Юкава и постулирование существования пиона (1935 г.). Открытие деления урана (Отто Хан и Фриц Штрассманн) в 1938 г. Капельная модель (Нильс Бор и Джон Уиллер). 1936 г.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
3 - 4	Лекция 3. Создание атомной промышленности в 1939-1945. Создание промышленных технологий разделения изотопов урана электромагнитным и газодиффузионным методами. Первый атомный котел (реактор) Энрико Ферми на основе урана в качестве топлива, и графита как замедлителя (2 декабря 1942). Урановые котлы большой мощности для наработки Pu-239 как прототип ядерных реакторов АЭС. Первая генерация электроэнергии с помощью реактора на быстрых нейтронах EBR-I (мощность 100 кВт) в Национальной лаборатории Айдахо (20 декабря 1951 г.). Первая атомная станция АМ (Обнинск) электрической мощностью 5 МВт (июнь 1954 г.).	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
3 - 4	Лекция 3. Создание атомной промышленности в 1939-1945. Создание промышленных технологий разделения изотопов урана электромагнитным и газодиффузионным методами. Первый атомный котел (реактор) Энрико Ферми на основе урана в качестве топлива, и графита как замедлителя (2 декабря 1942). Урановые котлы большой мощности для наработки Pu-239 как прототип ядерных реакторов АЭС. Первая генерация электроэнергии с помощью реактора на быстрых нейтронах EBR-I (мощность 100 кВт) в Национальной лаборатории Айдахо (20 декабря 1951 г.). Первая атомная станция АМ (Обнинск) электрической мощностью 5 МВт (июнь 1954 г.).	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
4 - 5	Лекция 4. Исследовательские реакторы. Контролируемая цепная реакция и ядерный реактор. Первый исследовательский реактор TRIGA (Training, Research, Isotopes, General Atomics). Типы исследовательских реакторов	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
4 - 5	Лекция 4. Исследовательские реакторы. Контролируемая цепная реакция и ядерный реактор. Первый исследовательский реактор TRIGA (Training,	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		

	Research, Isotopes, General Atomics). Типы исследовательских реакторов	0	0	0
5 - 6	Лекция 5. Исследовательский реактор ИРТ МИФИ. Атомный центр МИФИ. Основные характеристики бассейнового водо-водяного реактора ИРТ МИФИ. Исследования, проводимые на реакторе ИРТ МИФИ	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
5 - 6	Лекция 5. Исследовательский реактор ИРТ МИФИ. Атомный центр МИФИ. Основные характеристики бассейнового водо-водяного реактора ИРТ МИФИ. Исследования, проводимые на реакторе ИРТ МИФИ	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
6 - 7	Лекция 6. Реакторные методы производство радиоактивных изотопов (на нейтронах). Ядерные реакции с нейтронами. Классификация реакторных радионуклидов. Стратегия получения целевого радиоизотопа путем облучения нейтронами: - выбор стартового материала (ядра-мишени): материал, его радиационная стойкость, геометрия, изотопный состав; -выбор спектра нейтронов в месте размещения мишени и оптимизации времени ее облучения. Получение изотопов трансурановых элементов.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
6 - 7	Лекция 6. Реакторные методы производство радиоактивных изотопов (на нейтронах). Ядерные реакции с нейтронами. Классификация реакторных радионуклидов. Стратегия получения целевого радиоизотопа путем облучения нейтронами: - выбор стартового материала (ядра-мишени): материал, его радиационная стойкость, геометрия, изотопный состав; -выбор спектра нейтронов в месте размещения мишени и оптимизации времени ее облучения. Получение изотопов трансурановых элементов.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
7 - 8	Лекция 7. Производство радиоактивных изотопов путем извлечения из ОЯТ. Основные представления о ядерном топливном цикле. Состав отработанного ядерного топлива ОЯТ. Основные этапы переработка ОЯТ.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
7 - 8	Лекция 7. Производство радиоактивных изотопов путем извлечения из ОЯТ. Основные представления о ядерном топливном цикле. Состав отработанного ядерного топлива ОЯТ. Основные этапы переработка ОЯТ.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
8 - 9	Лекция 8. Производство радиоактивных изотопов на циклотронах и ускорителях. Ускорители заряженных частиц для наработки протонно-избыточных ядер. Линейные ускорители. Циклические ускорители: - электронов (бетатрон, микротрон, синхротрон); - тяжелых заряженных частиц (циклотрон, фазотрон,	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0

	протонный синхротрон); Ускорители как источники вторичных частиц (тормозного γ -излучения, нейтронов, синхротронного излучения)			
8 - 9	Лекция 8. Производство радиоактивных изотопов на циклотронах и ускорителях. Ускорители заряженных частиц для наработки протонно-избыточных ядер. Линейные ускорители. Циклические ускорители: - электронов (бетатрон, микротрон, синхротрон); - тяжелых заряженных частиц (циклотрон, фазотрон, протонный синхротрон); Ускорители как источники вторичных частиц (тормозного γ -излучения, нейтронов, синхротронного излучения)	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-16	Второй раздел	0	16	0
9 - 11	Лекция 9-10. Получение стабильных и долгоживущих изотопов: Физические и химические методы разделения изотопов. Молекулярно-кинетические методы Электромагнитный метод. Плазменные методы Химический изотопный обмен Ректификация. Электрохимический метод. Лазерное разделение	Всего аудиторных часов		
		0	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
9 - 11	Лекция 9-10. Получение стабильных и долгоживущих изотопов: Физические и химические методы разделения изотопов. Молекулярно-кинетические методы Электромагнитный метод. Плазменные методы Химический изотопный обмен Ректификация. Электрохимический метод. Лазерное разделение	Всего аудиторных часов		
		0	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
11 - 12	Лекция 11. Ядерные технологии в промышленности Центры радиационной обработки/стерилизации медицинских, пищевых и технических изделий на основе радиоактивных источников ^{60}Co (^{137}Cs) и ускорителей электронов. Радиационная обработка материалов: радиационная полимеризация; радиационное модифицирование материалов; радиационная деструкция. Неразрушающие методы контроля на основе гамма-источников, рентгеновских установок и электронных ускорителей (радиография).	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
11 - 12	Лекция 11. Ядерные технологии в промышленности Центры радиационной обработки/стерилизации медицинских, пищевых и технических изделий на основе радиоактивных источников ^{60}Co (^{137}Cs) и ускорителей электронов.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0

	Радиационная обработка материалов: радиационная полимеризация; радиационное модифицирование материалов; радиационная деструкция. Неразрушающие методы контроля на основе гамма-источников, рентгеновских установок и электронных ускорителей (радиография).			
12 - 13	Лекция 12. Применение ЯТ в промышленности (продолжение). Термоэлектрические генераторы (источники тепла и энергии) на основе долгоживущих изотопов (^{238}Pu , ^{90}Sr ...). Бета-гальванические (бетавольтаические) батареи - компактные радиоизотопные термоэлектрические генераторы на основе долгоживущих бета-изотопов ^3H , ^{63}Ni и др.). Ядерные двигатели для ледоколов и атомных подводных лодок. Ядерные двигатели для спутников.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
12 - 13	Лекция 12. Применение ЯТ в промышленности (продолжение). Термоэлектрические генераторы (источники тепла и энергии) на основе долгоживущих изотопов (^{238}Pu , ^{90}Sr ...). Бета-гальванические (бетавольтаические) батареи - компактные радиоизотопные термоэлектрические генераторы на основе долгоживущих бета-изотопов ^3H , ^{63}Ni и др.). Ядерные двигатели для ледоколов и атомных подводных лодок. Ядерные двигатели для спутников.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
13 - 14	Лекция 13. Применение в сельском хозяйстве. Радиационная обработка продуктов питания (ингибирование прорастания при хранении, подавления гниения, поражение патогенного микробиологического загрязнения и т.д.). Технология облучения: гамма-облучение с использованием радиоизотопов (Co-60 , Cs-137); использование ускорителей электронов. Стерилизация насекомых (борьба с насекомыми и болезнями, которые они переносят). Радиационная селекция и генетика растений. Радиационная экология.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
13 - 14	Лекция 13. Применение в сельском хозяйстве. Радиационная обработка продуктов питания (ингибирование прорастания при хранении, подавления гниения, поражение патогенного микробиологического загрязнения и т.д.). Технология облучения: гамма-облучение с использованием радиоизотопов (Co-60 ,	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0

	Cs-137); использование ускорителей электронов. Стерилизация насекомых (борьба с насекомыми и болезнями, которые они переносят). Радиационная селекция и генетика растений. Радиационная экология.			
14 - 15	Лекция 14. Применение в ядерной медицине. Радиоизотопная диагностика в ядерной медицине: ПЭТ (Позитронно-эмиссионная томография) ОФЭТ (Однофотонная эмиссионная томография). Генераторы радионуклидов. Радиационная терапия в ядерной медицине	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
14 - 15	Лекция 14. Применение в ядерной медицине. Радиоизотопная диагностика в ядерной медицине: ПЭТ (Позитронно-эмиссионная томография) ОФЭТ (Однофотонная эмиссионная томография). Генераторы радионуклидов. Радиационная терапия в ядерной медицине	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
15 - 16	Лекция 15. Применение изотопов в науке. Метод изотопных индикаторов (изотопная маркировка) Радиоактивные индикаторы в археологии (радиоуглеродное датирование) Изотопы для поиска безнейтринного двойного бета распада ($0\nu2\beta$ распада). Эталон веса (определение число Авогадро) на основе изотопа Si-28. Нейтронно-активационный анализ.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
15 - 16	Лекция 15. Применение изотопов в науке. Метод изотопных индикаторов (изотопная маркировка) Радиоактивные индикаторы в археологии (радиоуглеродное датирование) Изотопы для поиска безнейтринного двойного бета распада ($0\nu2\beta$ распада). Эталон веса (определение число Авогадро) на основе изотопа Si-28. Нейтронно-активационный анализ.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
16	Лекция 16. Неэлектрические применения ядерной энергии. Промышленные процессы и требования на температуру. Тип реактора vs температура теплоносителя первого контура. Централизованное теплоснабжение и теплоснабжение промышленных процессов. Производство водорода. Опреснение воды. Перспективы неэлектрических применений ядерной энергии.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
16	Лекция 16. Неэлектрические применения ядерной энергии. Промышленные процессы и требования на температуру. Тип реактора vs температура теплоносителя первого	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0

	контура. Централизованное теплоснабжение и теплоснабжение промышленных процессов. Производство водорода. Опреснение воды. Перспективы неэлектрических применений ядерной энергии.			
--	---	--	--	--

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

Основной темой данного курса является т.н. «неэнергетическое» применение ядерных технологий в промышленности, транспорте, ядерной медицине, сельском хозяйстве и науке. Особое внимание будет уделено производству стабильных и радиоактивных изотопов. Студенты также ознакомятся с историей открытия и изучения свойств изотопов, со становлением ядерной физики как науки и созданием ядерных технологий в середине прошлого века.

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

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

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)
ПК-1	З-ПК-1	3, КИ-8
	У-ПК-1	3, КИ-8
	В-ПК-1	3, КИ-8
ПК-10	З-ПК-10	3, КИ-16
	У-ПК-10	3, КИ-16
	В-ПК-10	3, КИ-16
ПК-13	З-ПК-13	3, КИ-16
	У-ПК-13	3, КИ-16
	В-ПК-13	3, КИ-16

ПК-3	З-ПК-3	3, КИ-8
	У-ПК-3	3, КИ-8
	В-ПК-3	3, КИ-8
ПК-4	З-ПК-4	3, КИ-8
	У-ПК-4	3, КИ-8
	В-ПК-4	3, КИ-8
ПК-5	З-ПК-5	3, КИ-16
	У-ПК-5	3, КИ-16
	В-ПК-5	3, КИ-16
ПК-6	З-ПК-6	3
	У-ПК-6	3
	В-ПК-6	3
УК-1	З-УК-1	3, КИ-8
	У-УК-1	3, КИ-8
	В-УК-1	3, КИ-8
УК-2	З-УК-2	3, КИ-8
	У-УК-2	3, КИ-8
	В-УК-2	3, КИ-8
УКЦ-1	З-УКЦ-1	3, КИ-8
	У-УКЦ-1	3, КИ-8
	В-УКЦ-1	3, КИ-8
УКЦ-2	З-УКЦ-2	3, КИ-8
	У-УКЦ-2	3, КИ-8
	В-УКЦ-2	3, КИ-8
ПК-3	З-ПК-3	3, КИ-8
	У-ПК-3	3, КИ-8
	В-ПК-3	3, КИ-8
ПК-10	З-ПК-10	3, КИ-16
	У-ПК-10	3, КИ-16
	В-ПК-10	3, КИ-16
ПК-3	З-ПК-3	3, КИ-8
	У-ПК-3	3, КИ-8
	В-ПК-3	3, КИ-8
ПК-4	З-ПК-4	3, КИ-8
	У-ПК-4	3, КИ-8
	В-ПК-4	3, КИ-8
ПК-7	З-ПК-7	3, КИ-16
	У-ПК-7	3, КИ-16
	В-ПК-7	3, КИ-16
ПК-9	З-ПК-9	3
	У-ПК-9	3
	В-ПК-9	3

Шкалы оценки образовательных достижений

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

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – <i>«отлично»</i>	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – <i>«хорошо»</i>	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он 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 – <i>«удовлетворительно»</i>	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64			
Ниже 60	2 – <i>«неудовлетворительно»</i>	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

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

Посещение занятий, выполнение индивидуальных заданий по итоговой аттестации

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Преподаватель обязан проверять посещаемость курса студентами, инициировать активность студентов на занятиях и способствовать усвоению полученных знаний.

Автор(ы):

Корноухов Василий Николаевич