# 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

#### ТЕОРИЯ ПЕРЕНОСА НЕЙТРОНОВ

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.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
5	3	108	48	16	0		8	0	Э
Итого	3	108	48	16	0	0	8	0	_

#### **АННОТАЦИЯ**

Изучаются основные процессы взаимодействия нейтронов с веществом, теория диффузии и замедления нейтронов, основы термализации и многогрупповое приближение для описания нейтронного поля. Формулируется газокинетическое уравнение переноса нейтронов в интегро-дифференциальной (уравнение Больцмана) и интегральной формах. Обсуждаются основные приближения различных моделей описания распределения нейтронов в средах.

#### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения учебной дисциплины теория переноса нейтронов является ввод студентов в круг понятий, представлений и моделей, используемых в задачах нейтронной физики и физики реакторов, подготовить их к изучению физической теории реакторов, методов экспериментального и расчетного исследования нейтронных полей и их характеристик.

#### 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Содержание программы направлено на формирование базовых знаний в нейтронной физики и физики реактора. Изучение курса требует освоения студентами дисциплин, в которых дают основы математического анализа.

Дисциплина является базой для изучения курсов "Физическая теория реакторов" и "Экспериментальная реакторная физика". Знание ее материалов необходимо выполнение научно-исследовательской работы, а также при практической работе.

# 3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Кол и наименование компетенции Кол и на	именование индикатора достижения компетенции
---	--

Профессиональные компетенции в соотвествии 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	Ядерные реакторы,	ПК-1 [1] - Способен к	3-ПК-1[1] - Знать				
специалистов с	энергетические	участию в разработке	методы				
фундаментальной	установки,	методов	прогнозирования				
физико-	теплогидравлические	прогнозирования	количественных				
математической и	и нейтронно-	количественных	характеристик				
инженерной	физические процессы	характеристик	процессов,				

подготовкой для проектирования и эксплуатации ядерных установок со знанием основ нейтроннофизических и теплофизических процессов, ядерной и радиационной безопасности

в активных зонах ядерных реакторов, теплоносители и материалы ядерных реакторов, ядерный топливный цикл, системы обеспечения безопасности, системы управления ядернофизическими 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

процессов, протекающих в конкретных технических системах на основе существующих методик

Основание: Профессиональный стандарт: 24.032 протекающих в конкретных технических системах на основе существующих методик; У-ПК-1[1] - Уметь разрабатывать методы прогнозирования количественных характеристик процессов, протекающих в конкретных технических системах на основе существующих методик; В-ПК-1[1] - Владеть методами прогнозирования количественных характеристик процессов, протекающих в конкретных технических системах на основе существующих методик.

проектный

Подготовка специалистов с фундаментальной физико-математической и инженерной подготовкой для проектирования и эксплуатации ядерных установок со знанием основ нейтроннофизических и теплофизических

прое
Ядерные реакторы,
энергетические
установки,
теплогидравлические
и нейтроннофизические процессы
в активных зонах
ядерных реакторов,
теплоносители и
материалы ядерных
реакторов, ядерный
топливный цикл,
системы обеспечения
безопасности, системы

объектов и установок;

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

3-ПК-6[1] - Знать методы проектирования основного оборудования атомных электростанций, термоядерных реакторов, плазменных и других энергетических установок с учетом экологических требований и

безопасной работы процессов, ядерной управления ядернообеспечен; и радиационной У-ПК-6[1] - Уметь физическими безопасности проектировать установками, Основание: программные Профессиональный основное стандарт: 24.078 комплексы для оборудование атомных исследования явлений и закономерностей в электростанций, области теплофизики термоядерных и энергетики, ядерных реакторов, реакторов, плазменных и других распространения и энергетических взаимодействия установок с учетом излучения с объектами экологических живой и неживой требований, и обеспечения природы, безопасной работы; экологический В-ПК-6[1] - Владеть мониторинг окружающей среды, навыками обеспечение проектирования безопасности ядерных основного материалов, объектов оборудования и установок атомной атомных промышленности и электростанций, энергетики. термоядерных безопасность реакторов, эксплуатации и плазменных и других радиационный энергетических контроль атомных установок с учетом объектов и установок; экологических требований, и обеспечения безопасной работы. Подготовка Ядерные реакторы, ПК-7 [1] - Способен к 3-ПК-7[1] - Знать энергетические определению специалистов с теплотехнические установки, характеристики и фундаментальной теплотехнических конструкционные физикотеплогидравлические характеристик и и нейтронноконструкционных особенности математической и физические процессы особенностей инженерной теплотехнических подготовкой для в активных зонах теплотехнических систем и проектирования и систем и оборудования ядерных реакторов, оборудования; У-ПК-7[1] - Уметь эксплуатации теплоносители и ядерных установок Основание: материалы ядерных определять со знанием основ реакторов, ядерный Профессиональный теплотехнические нейтроннотопливный цикл, стандарт: 24.028 характеристики и физических и системы обеспечения конструкционные теплофизических безопасности, системы особенности управления ядернопроцессов, ядерной теплотехнических и радиационной физическими систем и безопасности установками, оборудования; программные В-ПК-7[1] - Владеть комплексы для методами исследования явлений определения

	закономерностей в	теплотехнических
0	бласти теплофизики	характеристик и
И	энергетики, ядерных	конструкционных
p	еакторов,	особенностей
p	аспространения и	теплотехнических
B	заимодействия	систем и
И	злучения с объектами	оборудования
ж	кивой и неживой	
П	рироды,	
(e)	кологический	
M	ониторинг	
0.	кружающей среды,	
O	беспечение	
6	езопасности ядерных	
M	атериалов, объектов	
И	установок атомной	
П	ромышленности и	
(3)	нергетики.	
6	езопасность	
(3)	ксплуатации и	
p	адиационный	
K	онтроль атомных	
O	бъектов и установок;	

# 4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал
воспитания		дисциплин
Профессиональное	Создание условий,	1.Использование воспитательного
воспитание	обеспечивающих,	потенциала дисциплин
	формирование чувства личной	профессионального модуля для
	ответственности за научно-	формирования чувства личной
	технологическое развитие	ответственности за достижение
	России, за результаты	лидерства России в ведущих
	исследований и их последствия	научно-технических секторах и
	(B17)	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-

Профессиональное воепитание  Создание условий, обеспечивающих, формирование отпететвенности за профессиональное развитие и профессиональное развитие и профессиональное развитие и профессиональные решения (В18)  Профессиональное развитие и профессиональное развитие и профессиональные решения (В18)  Профессиональное развитие и профессиональное развитие поредством выбора студентами индивидуальных образовательных праскторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием повых информационных технологий. Пистользование поспотагельных праскторий, организации системы общения жеду всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием повых информационных технологий. Пистользование поспотагельного потенциала дисциплин/практик чаминерами образовательного процесса, в том числе с использованием повых информационных технологий. Пистользование поспотагельного потенциала дисциплин/практик чамунно-исследовательская работа», «Паучно-исследовательская работа», «Паучно-исследовательские проекты по областам научных исследований 2. Диспользование воспотагельных качеств студентов посредством и вобластам научных исследований. 2. Диспользование воспотагельного потенциала дисциплин "Петория науки и инженерий", "Критическое мыпление и основы научной комупикации", "Введение в специальность", "Научно-исследовательская работа", "Научно-исследовательская работа", "Научно-исследовательская работа", "Научно-исследовательская работа", "Научный семпнарт для: -формирования стособности отделять настоящие научных посредством проведения с студентами запатий и регулярных бесец; - формирования критического мыпления, умения рассматривать различные исследования с экспертном полекторном потередством мыпления умения рассматривать различные исследования с экспертной полящи посредством мыпления умения рассматривать различные исследования с экспертной полящи посредством мыпления умения рассматривать различные исследования с экспертной полящи посредством мыпления объемаем с пре			
профессиональное воспитание  Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за профессиональное развитие и профессиональное ответственности за свое профессиональное ответственности за свое профессиональное объементи и профессиональное объементи и профессиональное объементи и профессиональное ответственности за свое профессиональное ответственности образовательного провесса, в том числе с использование месписанальности. П.Использование келитетельного отоещималя лаженнучный семинару для:  - формирования объементи и инженерии", "Критическое мышление и соновы научной коммуликации", "Воделис в специальность", "Научно- исследоватий. 2. Использование в специальность", "Научно- исследоватий. 2. Использование состремять настоящие научные исследоватия от лаженаучных исследоватия от лаженаучных посредством проведения со студентям занятий и регулярных бесец;  - формирования критического отредать насемагривать различиные исследования с стемы объементи в профессиональное от отпешальность ("Научно-пессовоноги"). Начинальность ("Научно-пессовона") и предежения в пестидовати в специальность ("Научно-пессовона") и предежения в пестидовати в пр			исследовательских заданий,
критический анализ публикаций в профессиональное воспитание  Осздание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за профессиональное развитие и профессиональные решения (В18)  Профессиональное развитие и профессиональное развитие и профессиональные решения (В18)  Профессиональное воспитательного мировозрения, культуры поиска нестандартных научнотехнический устического отношения к исследования дисциплини дисциплини образовательного процесса, в том числе с использование воспитательного потенциала дисциплини посредством выбора студентами поредством и профессиональное развитие поредством выбора студентами поредством выбора студентами поредством и профессиональное развитие поредством выбора студентами поредством и профессиональное развитие поредством и профессиональное развитие и поредством выбора студентами поредством и профессиональное развитие поредством выбора студентами поредством и профессиональное развития и поредством промирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития и исследовательские проекты по областям научных исследовательские проекты по областям научных исследовательская работа", "Научный семнар" для:  - формирования способности отделять пастоящие паучных посредством проведения с студентам занятий и регулярных бесед; - формирования критического отделять пастоящие паучных посредством проведения в состудентами занятий и регулярных бесед; - формирования критического мышления, умения рассматривать раззичные исследования к спосодования с отзудентами занятий и регулярных бесед; - формирования критического отделя и занятий и регулярных бесед; - формирования критического отделять и систедования с отделять на потементами в посредством проедения в сисследования с отделять на потементами в потементами в потементами в потементами в потементами в потементами в потемент			· · · · · · · · · · · · · · · · ·
профессиональное воспитание  Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональные решения (В18)  Профессиональное воепитатие  Создание условий, обеспечивающих, формирования у студентов ответственности за профессиональные решения (В18)  Профессиональное воепитатие  Создание условий, обеспечивающих, формирования у студентов ответственности за свое профессиональное воепитацие  Создание условий, обеспечивающих, формирования у студентов ответственности за свое профессиональное воепитацие  Воепитацие  Создание условий, обеспечивающих, формирования научного мировозгрения, культуры поиска нестандартных научноте отпошения к исследованиям лженаучного отпошения к исследованиям лженаучного тотка (В19)  Профессиональное воепитацие  Воепитацие  Создание условий, обеспечивающих, формирования к неследованиям пидмизизации системы общения между всеми участниками образовательного профессиональное проседством повых информационных технологий.  Профессиональное воепитацие  Воепитацие  Создание условий, обеспечивающих, формирования понимания общения в местедовательская работа», «Просктивая практика», «Научный исследовати» понимания исследовательские проекты по областям научных исследовати» понимания исследовати. У Петользование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в специальность", "Научный семинар" для:  - формирования способности отделять настоящие научных исследоватия от лекенаучных посредством проведения с студентими занятий и регулярных бесе;  - формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования от лекенаучных посредством проведения в критического мышления, умения рассматривать различные исследования от лекенаучных посредством проведения в исследования от лекенаучных посредством проведения в исследования от лекенаучных посредством проведения в исследования критического мышления, умения рассмата драгить не представаться представаться представаться представа			
Вовлечения в реальные междиспилинарные научно- исследовательские проекты.  Ипользование воспитание ответственности за  профессиональный выбор,  профессиональные решения  (В18)  Профессиональное развитие и  профессиональные решения  (В18)  Создание условий,  обеспечивающих,  формирования у студентов  ответственности за свое  профессиональное развитие и  профессиональное развитие и  профессиональное развитие и  профессиональное  воспитание  Осздание условий,  обеспечивающих,  формирование научного  мировоззрения, культуры  поиска нестандартных научно- технических/практических  решений, критического  отношения к исследованиям  лженаучного толка (В19)  Профессиональное  воспитание  Осздание условий,  обеспечивающих,  обеспечивающих,  профессиональное развитие  посредством выбора  гудентами  посредством выбора  гудентами  посредством выбора  гудентами  посредством выбора  гудентами  посредством  потенциала дисциплин/практик  «Научно-последовательская работа»,  «Просктная практика», «Научный  семинар» для:  формирования полимания  поспедерования полимания  поспедерования полимания  поспедерования  посредством  побластям научных  исследований. 2. Использование  воспитательного потещивла  дисциплин "История вауки и  инженерии", "Критическое  мышление, "Критическое  мышление, "Критическое  мышление, "Критическое  мышление, "Критическое  посредством проведения со  студентами занятий и регулярных  бесед;  формирования критического  мышления, умения рассматривать  различные последования с  студентами занятий и регулярных  бесед;  формирования критическием  развитическием  посредством проведения с  студентами занятий и регулярных  бесед;  формирования критического  мышления, умения рассматривать  различные исследования с			= -
Профессиональное воепитание  Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональный выбор, профессиональные решения (В18)  Профессиональные решения (В18)  Создание условий, обеспечивающих, формирование ипрофессиональные решения (В18)  Профессиональное воспитание  Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировозэрспия, культуры поиска нестандартных научнотехнических/практических решений, критических решений, критических решений, критических решений, критических решений, критических решений, критических обеспечивающих, информационных технологий.  Профессиональное воспитательного потенциала дисциплии/практик «Научно-исследовательская работа», «Просктиая практика», «Научный семниар» для: - формирования понимания инженерии", "Критическое мыпление и основы научной коммуникации", "Введение в специальность", "Научно-исследовательская работа", "Научно-исследоватия спесобототь отделять пастоящие паучных исследования от лженаучных посредством и отделять пастоящие паучных посредством и отделять пастоящие паучных посредством проведения с остудентами занятий и регулярных бесет, - формирования критического мыпления критического мыпления и рассматривать различные исследования с студентами занятий и регулярных бесет, - формирования критического мыпления, умения рассматривать различные исследования с			
Профессиональное воепитапие  Обоспечивающих, формирование ответственности за профессиональные решения (В18)  Профессиональные решения (В18)  Профессиональное воспитание  Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировазрения, культуры поиска нестандартных научноте отношения к исследованиям лженаучного отношения к исследованиям лженаучного тотком (В19)  Профессиональное воспитание  Обоспечивающих, формирование научного мировозгрения, культуры поиска нестандартных научного отношения к исследованиям лженаучного тоткам (В19)  Профессиональное воспитательного потенциала дисциплин/практик семинар» для:  - формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследования дисследовательских ачесте студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. 2. Использование воспитательного потенциала дисциплин "Петория пауки и инженерии", "Критическое мышление и осповы научного познания мира, развития исследований. 2. Использование воспитательного потенциала дисциплин "Петория пауки и инженерии", "Критическое мышление и осповы научного познания мира, развития исследований. 2. Использование воспитательного потенциала дисциплин "Петория пауки и инженерии", "Критическое мышление и осповы научного познания мира, развития и исследовательских ачесте студентов посредством их вовлечения в исследовательских проекты по областям научных исследовательских ачесте от отделять настоящие научных исследовательская работа", "Научный сеследовательская работа", "Научный сеследовательская работа", "Научный исследоватия от лактачучных поередством проведсиия со студентами запятий и регулярных бесед;  - формирования страстами в растандовательного потенциала дисциплин "Петория пакамительного пот			-
Профессиональное формирование ответственности за профессиональные решения (В18)  Профессиональные решения (В18)  Создание условий, обеспечивающих, формирования у студентов ответственности за свое профессиональные решения (В18)  Профессиональное деятельного потенциала дисциплин 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 миров ответственности общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.  1. Писпользование воспитательного потенциала дисциплин/практик «Научно-исследовательская работа», «Проектыя практика», «Научный семинар» для:  - формирования понимания исследования понимания исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследовательских инженерии", "Критическое мышлегие и основы паучног познания мира, развития исследований. 2. Использование воспитательного потенциала дисциплин "Пестория научных исследований. 2. Использование воспитательного потенциала дисциплин "Пестория научных исследования посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследовательская работа", "Научно- исследовательская работа", "Научный селециальность", "Научно- исследовать от луженаручных посредством проведения с студентами занятий и регулярных бесед;  - формирования к ритического мышления, умения рассматривать различные исследования и сследования с			
обеспечивающих, формирования ответственности за профессиональный выбор, профессиональные решения (В18)  Профессиональные решения (В18)  Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрешия, культуры поиска нестандартных трактических решений, критических решений, критического отношения к исследования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследоватний. 2. Использование воспитательного потенциала дисциплии "История пауки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в специальность", "Научно- исследовательская работа", "Научно- исследовательская работа", "Научно- исследовательская работа", "Научно- исследоватных способности отделять пастоящие паучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесе.;  - формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с			исследовательские проекты.
формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональный выбор, профессиональные решения (В18)  Профессиональное развитие и профессиональное развитие и профессиональное развитие и профессиональное развитые посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траскторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.  1. Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик «Научно-техлических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)  потем и исследовательская работа», «Проектная практика», «Научный семинар» для:  формирования пошмания основнов к информационных технологий.  1. Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика», «Научный семинар» для:  формирования пошмания основным произвытия исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследования "История науки и инженерии", "Критическое мышлелие и основы паучной 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 устуденным порессиональное развитие посредством от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед;  формирования устуденным порессиональное потении посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед;  формирования критического мышлелие исследования со студентами занятий и регулярных бесед;  формирования устуденным порессительных довеженьных посредством проведения со студентами и регулярных бесед;  формирования устуденным порессительного потеницами посредством проведения со студентами занятий и регулярных посредством проведения со студентами семеньных порессительного потения и провежения по представления порессительного потение	Профессиональное		Использование воспитательного
ответственности за профессиональные развитие и профессиональные решения (В18)  Профессиональные решения (В18)  Профессиональное воспитание  Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска пестапдартных паучнотехтических/практического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)  пожена учного толка (В19)  пожена префессиональное воспитание  профессиональное воспитание  Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска пестапдартных паучнотехтических/практического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)  пожена регоратирования понимания поемы принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовъесчения в исследовательские проекты по областям научных исследований. 2. Использование воспитательного потенциала дисциплип "История пауки и инженсрии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в специальность", "Научно-исследовательския посредством проводения со студентами занятий и сегодовательския посредством проводения со студентами занятий и регулярных бесес;  формирования средством проводения со студентами занятий и регулярных бесес;  формирования котументами индивизирать различные исследования котуменами индивизирать различные исследования котуменами образовательского мышления, умения рассматривать различные исследования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с	воспитание	обеспечивающих,	потенциала дисциплин
профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные развитие и профессиональные развитие и профессиональное развиты посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием повых информационных технологий.  Профессиональное воепитапие  Создание условий, обеспечивающих, формирование паучного мировозэрения, культуры поиска нестандартных научнотехнических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)  Технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)  Технические проекты по областям научных 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 комуникации", "Введение в специальность", "Научно-исследовательская работа", "Научный семинар" для:  - формирования способности отделять пастоящие паучных посредством проведения со студентами запятий и регулярных бесед;  - формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с		формирование	профессионального модуля для
профессиональное развитие и профессиональное развитие и профессиональные решения (В18)  Профессиональное коститатии индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного попесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.  Профессиональное воспитательное мировозрения, культуры поиска нестандартных научното технических/практических решений, критических решений, критических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)  потем профессиональное развитие посредством из учасле с использование воспитательного потенциала дисциплии/практик «Научно-исследовательская работа», «Проектыя практика», «Научный семинар» для:  - формирования пошмания индем развития исследовательские проекты по областям научных исследований. 2. Использование воспитательного потенциала дисциплии "История научи и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в специальность", "Научно-исследовательская работа", "Научный семинар" для: - формирования способности отделять настоящие паучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед; - формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с		ответственности за	формирования у студентов
профессиональные решения (В18)  Профессиональное воспитание  Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска пестапдартных паучнотехнических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного тотка (В19)  Профессиональное воспитание  Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска пестапдартных паучнотехнических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)  Профессиональное воспитательного потенциала дисциплии/практик «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика», «Научный семипар» 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 дисциплии "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в специальность", "Научно исследовательская работа", "Научный семинар" для:  формирования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед;  формирования критического мышления, умелия рассматривать различные исследования с		профессиональный выбор,	ответственности за свое
профессиональные решения (В18)  Профессиональное воспитание  Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска пестапдартных паучнотехнических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного тотка (В19)  Профессиональное воспитание  Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска пестапдартных паучнотехнических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)  Профессиональное воспитательного потенциала дисциплии/практик «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика», «Научный семипар» 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 дисциплии "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в специальность", "Научно исследовательская работа", "Научный семинар" для:  формирования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед;  формирования критического мышления, умелия рассматривать различные исследования с		профессиональное развитие и	профессиональное развитие
(В18)  (Правизования магун участниками образовательного процесса, в том числе с использование воспитательного потенциала дисциплин/практик «Научный семинар» для:  (Проектая практика», «Научный семинар» для:  (Сминар» для:  (Сменарм драния и мира, развития исследования и мара, развития исследования понимания основных принципов и способов научной познания мира, развития исследования понимания основных принципов и способов научной посредством их вовлечения в исследования в исследования и исследования с инженаучных исследования с отудентов посредством проведения с отудентов поредения в отменаучных посредством проведения с отудентов поразвиния отменаучных поредством проведения с отудентов поредения в отменаучных поредством проведения с отудентов поредения в отменаучный поредения в отменауч			
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 научнотехнических/практических решений, критического отношения к исследованиям лжепаучного толка (В19)  женаучного толка (В19)  поиска нестандартных научнотехних решений, критического отношения к исследованиям лжепаучного толка (В19)  женаучного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. 2. Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инжеперии", "Критическое мыпление и основы научной коммуникации", "Введение в специальность", "Научный семинар" для:  формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед;  формирования критического мыпления, умения рассматривать различные исследования с		= =	
общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием повых информационных технологий.  Профессиональное воспитание  Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научнотехнических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)  поиска нестандартных научнотехних решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)  поиска нестандартных научното тольных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов поередством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. 2. Использование воспитательного потенциала дысциплин "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 лжснаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед;  - формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с			
образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.  1. Использование воспитательного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научнотехнических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)  В решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)  В решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)  В решений, критического отношения к исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследовательские проекты по областям научных исследовательские проекты по сотовных принципов и способов мышление и основы научного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в специальность", "Научно-исследовательская работа", "Научный ссимиар" 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			1 1
Профессиональное воспитание  Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научнотехнических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)  В респитание по обеспечивающих, формирования научнотехнических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)  В респитательного потнания 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", "Научный семинар" для:  - формирования способности отделять настоящие научные исследовательская работа", "Научный семинар" для:  - формирования способности отделять настоящие научные исследоватия от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед;  - формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с			, , ,
Профессиональное воспитание  Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировозэрения, культуры поиска нестандартных научнотехнических/практического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)  женаучного толка (В19)  поиска нестандартных научнотох отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)  женаучного толка (В19)  поиска нестандартных научнотох отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)  женаучного толка (В19)  поиска нестандартных научнотох потеминания 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 научных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед;  формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с			_
Профессиональное воспитание  Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научнотехнических/практического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)  поиска нестандартных научното отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)  поиска нестандартных научното отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)  поиска нестандартных научного отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)  поиска нестандартных научного отношения к исследования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследования в исследовательские проекты по областям научных исследований. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерни", "Критическое мышление и основы паучной 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 бесец;  формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с			
обспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научното технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)  ———————————————————————————————————	Профессиональное	Создание условий.	1 1
формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научнот технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)  — 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", "Научноисследовательская работа", "Научный семинар" для:  формирования способности отделять настоящие научных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесе;  формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с		•	
мировоззрения, культуры поиска нестандартных научнотехнических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)  ———————————————————————————————————	Воспитание		
поиска нестандартных научнотехнических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)  женаучного 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", "Научнои семследовательская 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			=
технических/практического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)  - 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			
решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)  оновных 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 мышшления, умения рассматривать различные исследования с		= -	1
отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)  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", "Научноисследовательская 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		-	
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		-	-
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", "Научноисследовательская 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			
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		лженаучного толка (Б19)	
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			_
исследований. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в специальность", "Научноисследовательская 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			
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			
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			
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			
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			
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			
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			•
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			
"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			
отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед; - формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с			
исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед; - формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с			
посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед; - формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с			•
студентами занятий и регулярных бесед; - формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с			
бесед; - формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с			
- формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с			*
мышления, умения рассматривать различные исследования с			бесед;
различные исследования с			- формирования критического
			мышления, умения рассматривать
экспертной позиции посредством			различные исследования с
			экспертной позиции посредством

		обсуждения со студентами
		современных исследований,
		исторических предпосылок
		появления тех или иных открытий и теорий.
Профессиональное	Создание условий,	1.Использование воспитательного
воспитание	обеспечивающих,	потенциала блока
	формирование культуры	профессиональных дисциплин для
	ядерной безопасности (В24)	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.
		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 ядернофизических объектов. 4. Использование воспитательного потенциала содержания блока дисциплин «Экология», «Системы радиационного контроля», «Основы экологической безопасности в ядерной энергетике» для формирования ответственной экологической позиции посредством изучения вопросов обеспечения такого уровня безопасности АЭС, при котором воздействие на окружающую среду, 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. 1.Использование воспитательного Профессиональное Создание условий, воспитание обеспечивающих, потенциала блока формирование профессиональных дисциплин для ответственности за формирования чувства личной обеспечение ответственности за соблюдение кибербезопасности объектов ядерной и радиационной атомной отрасли (В25) 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. 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 ядернофизических объектов. 4. Использование воспитательного потенциала содержания блока дисциплин «Экология», «Системы радиационного контроля», «Основы экологической безопасности в ядерной энергетике» для формирования ответственной экологической позиции посредством изучения вопросов обеспечения такого уровня безопасности АЭС, при котором воздействие на окружающую среду, 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.

# 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
	5 Семестр						
1	Часть 1	1-8	24/8/0		25	КИ-8	3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6, 3-ПК-7, У-ПК-7,
2	Часть 2	9-16	24/8/0		25	КИ-16	3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-7, У-ПК-7, В-ПК-7
	Итого за 5 Семестр		48/16/0		50		
	Контрольные мероприятия за 5 Семестр				50	Э	3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6, 3-ПК-7, У-ПК-7,

<sup>\* –</sup> сокращенное наименование формы контроля

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
КИ	Контроль по итогам
Э	Экзамен

# КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели Темы занятий / Содержание Лек., Пр./сем., Лаб.,
--

<sup>\*\*</sup> – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

		час.	час.	час.
	5 Семестр	48	16	0
1-8	Часть 1	24	8	0
1 - 2	Введение. Взаимодействие нейтронов с веществом.	Всего	аудиторн	ых часов
	Предмет теории переноса нейтронов. Источники	6	2	0
	нейтронов. Основные процессы и особенности	Онлай	, IH	I
	взаимодействия нейтронов с веществом. Реакции	0	0	0
	нейтронов с ядрами среды. Понятие микроскопического и			
	макроскопического сечений взаимодействия нейтронов.			
	Длина свободного пробега.			
3 - 4	Диффузия моноэнергетических нейтронов.	Всего	аудиторн	ых часов
	Нейтрон в фазовом пространстве. Нейтронное поле.	6	2	0
	Понятие плотности потока, плотности полного и	Онлай	ÍH	I
	односторонних токов нейтронов. Диффузия	0	0	0
	моноэнергетических нейтронов в среде покоящихся ядер			
	как модель переноса нейтронов. Балансное уравнение			
	скоростей процессов. Закон Фика (без вывода).			
	Коэффициент диффузии, транспортное сечение и			
	транспортная длина свободного пробега, длина диффузии.			
	Уравнение диффузии моноэнергетических нейтронов.			
	Условия однозначного выбора решений уравнения			
	диффузии в физических задачах. Фундаментальные			
	решения уравнения диффузии в плоской, цилиндрической			
	и сферической геометриях. Диффузионные функции			
	влияния и принцип суперпозиции источников. Альбедо.			
	Постановка граничных условий с помощью альбедо.			
5 - 6	Замедление нейтронов в непоглощающих средах.	Всего	аудиторн	ых часов
	Микроскопическое сечение упругого рассеяния.	6	2	0
	Кинематика замедления. Закон упругого рассеяния. Средняя потеря энергии при рассеянии,		ÍН	
			0	0
	среднелогарифмическая потеря энергии, средний косинус			
	угла рассеяния. Летаргия. Уравнение замедления.			
	Плотность столкновений, плотность рассеяния, плотность			
	замедления. Замедление на водороде. Замедление на			
	тяжелых ядрах: функция Плачека (без вывода),			
	асимптотическое распределение замедляющихся			
	нейтронов (спектр Ферми).			
7 - 8	Замедление нейтронов в поглощающих средах.	Всего	аудиторн	ых часов
	Микроскопическое сечение поглощения. Резонансы в	6	2	0
	сечениях взаимодействия. Формула Брейта-Вигнера.	Онлай	iH	
	Доплер-эффект. Замедление на водороде при наличии	0	0	0
	поглощения. Вероятность избежать резонансного			
	поглощения на узком изолированном резонансе при			
	поглощения на узком изолированном резонансе при замедлении на водороде. Замедление на ядрах с А 1			
	поглощения на узком изолированном резонансе при замедлении на водороде. Замедление на ядрах с А 1 (асимптотическая область энергии) при наличии			
	замедлении на водороде. Замедление на ядрах с А 1 (асимптотическая область энергии) при наличии			
	замедлении на водороде. Замедление на ядрах с А 1			
	замедлении на водороде. Замедление на ядрах с А 1 (асимптотическая область энергии) при наличии поглощения. Вероятность избежать резонансного поглощения на узком изолированном резонансе при			
	замедлении на водороде. Замедление на ядрах с А 1 (асимптотическая область энергии) при наличии поглощения. Вероятность избежать резонансного поглощения на узком изолированном резонансе при замедлении на ядрах с А 1. Приближение бесконечной			
	замедлении на водороде. Замедление на ядрах с А 1 (асимптотическая область энергии) при наличии поглощения. Вероятность избежать резонансного поглощения на узком изолированном резонансе при замедлении на ядрах с А 1. Приближение бесконечной массы поглотителя. Поглощение на серии узких			
	замедлении на водороде. Замедление на ядрах с А 1 (асимптотическая область энергии) при наличии поглощения. Вероятность избежать резонансного поглощения на узком изолированном резонансе при замедлении на ядрах с А 1. Приближение бесконечной			

9 - 10	Диффузионно-возрастное приближение.	Всего аудиторных часов		
	Балансное уравнение скоростей процессов. Диффузионно-	6	2	0
	возрастное приближение. Уравнение возраста, основные	Онлайі	H	
	приближения и границы применимости. Условия	0	0	0
	однозначного выбора решений уравнения возраста в			
	физических задачах. Возраст нейтронов. Связь возраста			
	нейтронов с временем замедления. Элементарная форма			
	уравнения возраста. Фундаментальные решения уравнения			
	возраста. Особенности пространственного распределения			
	замедляющихся нейтронов в водородосодержащих средах.			
11 - 12	Термализация нейтронов.	Всего аудиторных часо		
	Особенности взаимодействия нейтронов с веществом в	6	2	0
	области энергий ниже 1эВ. Закон рассеяния в случае учета	Онлайн		
	теплового движения ядер. Уравнение переноса с учетом	0	0	0
	эффектов термализации. Спектр Максвелла. Эффективная			
	температура нейтронного газа. Усреднение сечений в			
	области термализации.			
13 - 14	Многогрупповое приближение.	Всего а	аудиторных	часов
	Уравнение диффузии в многогрупповом приближении.	6	2	0
	Технология получения групповых констант.	Онлайі	H	
		0	0	0
15 - 16	Газокинетическое уравнение переноса нейтронов.	Всего а	аудиторных	часов
	Уравнение баланса скоростей процессов в фазовом	6	2	0
	объеме. Интегро-дифференциальное уравнение	Онлайі	H	
	Больцмана. Уравнение диффузии моноэнергетических	0	0	0
	нейтронов как частный случай уравнения Больцмана.			
	Интегральная форма газокинетического уравнения.			
	Уравнение Пайерлса.			

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
BM	Видео-материалы
AM	Аудио-материалы
Прз	Презентации
T	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

#### 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Предусматривается широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерных презентаций, разбора конкретных ситуаций по теме, проведения дискуссий) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков студентов.

#### 7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

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

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие
		(КП 1)
ПК-1	3-ПК-1	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-1	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-1	Э, КИ-8, КИ-16
ПК-6	3-ПК-6	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-6	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-6	Э, КИ-8, КИ-16
ПК-7	3-ПК-7	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-7	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-7	Э, КИ-8, КИ-16

#### Шкалы оценки образовательных достижений

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

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех	Оценка	Требования к уровню освоению
	балльной шкале	ECTS	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		В	Оценка «хорошо» выставляется студенту,
75-84		С	если он твёрдо знает материал, грамотно и
70-74	4 – «хорошо»	D	по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
65-69			Оценка «удовлетворительно»
60-64	3 — «удовлетворительно»	Е	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.
Ниже 60	2 –	F	Оценка «неудовлетворительно»

«неудовлетворительно»	выставляется студенту, который не знает
	значительной части программного
	материала, допускает существенные
	ошибки. Как правило, оценка
	«неудовлетворительно» ставится
	студентам, которые не могут продолжить
	обучение без дополнительных занятий по
	соответствующей дисциплине.

#### 8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

#### ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

- 1. ЭИ L24 A Primer on Scientific Programming with Python : , Langtangen, Hans Petter. , Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2016
- 2. ЭИ С50 Диффузия и замедление нейтронов в неразмножающих средах : лабораторный практикум, Смирнов В.Е., Москва: МИФИ, 2008
- 3. ЭИ К85 Теория переноса нейтронов : учебное пособие для вузов, Юрова Л.Н., Крючков Э.Ф., Москва: МИФИ, 2007
- 4. ЭИ С12 Физическая теория ядерных реакторов Ч.1 Однородная размножающая среда и теория гетерогенных структур, Савандер В.И., : МИФИ, 2007
- 5. ЭИ С12 Физическая теория ядерных реакторов Ч.2 Теория возмущений и медленные нестационарные процессы, Савандер В.И., Москва: НИЯУ МИФИ, 2013

#### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

- 1. 621.039 X94 Диффузия и замедление нейтронов в неразмножающих средах : Учеб. пособие, Кашутин А.А., Хромов В.В., М.: МИФИ, 1982
- 2. 539.1 Ю78 Нейтронные эффективные сечения: Учеб. пособие, Юрова Л.Н., М.: МИФИ, 1986
- 3. 621.039 Б43 Теория ядерных реакторов: , Белл Д., Глесстон С., М.: Атомиздат, 1974

#### 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

#### 10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

Поскольку количество лекционных часов ограничено, то освоение данного курса предполагает, что много времени студент будет уделять самостоятельной работе. Для эффективной подготовки к экзамену сформирован пакет учебно-методических материалов, который включает:

- 1. Методические указания для данного курса;
- 2. Список основных понятий и определений (к экзамену необходимо свободно ориентироваться в них);
  - 3. Список вопросов к экзамену;
  - 4. Описание курса с кратким содержанием по каждому экзаменационному вопросу;
- 5. Учебное пособие по данному курсу для углубленной подготовки по некоторым вопросам;
  - 6. Индивидуальное домашнее задание

#### 11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

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

Кроме того, рекомендуется скачать мультимедийный курс по физике реакторов, который распространяется свободно через МАГАТЭ CLP4NET: http://bit.do/NuclearReactorPhysics. Часть разделов данного курса посвящена темам Теории переноса нейтронов.

Для данного направления курс является основным, а также служит теоретической базой для изучения других основных курсов, таких как Физическая теория реакторов и Экспериментальная реакторная физика. Главной задачей курса является введение студентов в круг понятий, представлений и моделей, используемых в задачах нейтронной физики и физики реакторов, подготовить их к изучению физической теории реакторов, методов экспериментального и расчетного исследования нейтронных полей и их характеристик.

В начале курса необходимо подробно рассмотреть различные виды взаимодействия нейтрона с ядром. Далее уделять внимание на освоение студентами основных понятий нейтронной физики, таких как поток нейтронов, микро- и макроскопические сечения, длина диффузии, возраст, и т.д., а также уделять особое внимание на усвоение закономерностей формирования нейтронных полей в различных средах на основе классических представлений о диффузии, замедлении и термализации нейтронов, а также на знание границ применимости этих моделей и возможных путей их уточнения.

Во время занятий уделить особое место способностям студентов применять те или иные приближения для решения практических нейтронно-физических задач.

Автор(ы):

Волков Юрий Николаевич