

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

**411 ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ ОФИСА ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ
ПРОГРАММ (М)**

ОДОБРЕНО УМС ТФ НИЯУ МИФИ

Протокол № 6

от 23.12.2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

НЕЙТРОННАЯ ФИЗИКА (NEUTRON PHYSICS)

Направление подготовки
(специальность)

[1] 14.03.02 Ядерные физика и технологии

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./КСР/КП	
7	2	72	32	0	0		32	8	3
Итого	2	72	32	0	0	0	32	8	

АННОТАЦИЯ

Нейтронная физика изучает вопросы взаимодействия нейтронов с веществом, методов регистрации частиц, создания источников данного излучения и прикладного применения в областях ядерной энергетики, медицины и т.д.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины являются: подготовка выпускников, имеющих знания об основных характеристиках нейтронного излучения, процессов взаимодействия нейтронов с веществом, источников, детекторов и методов регистрации нейтронного излучения, методах использования нейтронов для решения прикладных задач, основах построения энергетических реакторов на тепловых и быстрых нейтронах, перспективах развития ядерной энергетики.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Учебная дисциплина «Нейтронная физика» входит в программу подготовки по направлению 14.04.02 «Ядерная физика и технологии».

Для изучения дисциплины студент должен обладать знаниями, полученными при изучении курсов общей физики, в том числе, раздела «Атомная физика», а также обладать базовыми знаниями курса «Квантовая механика».

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
--------------------------------	--

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
научно-исследовательский			
Получение знаний в области радиационной экологии, воздействия радиации, физики элементарных частиц и космологии, описание явлений в	Элементарные частицы, детекторы элементарных частиц, ускорители элементарных	ПК-2 [1] - Способен проводить математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов	З-ПК-2[1] - знать методы математического моделирования процессов и объектов на базе стандартных пакетов

данной области.	частиц, источники излучения	автоматизированного проектирования и исследований <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.078	автоматизированного проектирования и исследований; ; У-ПК-2[1] - уметь использовать методы математического моделирования процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований;; В-ПК-2[1] - владеть навыками математического моделирования процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований;
-----------------	-----------------------------------	--	--

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование культуры ядерной безопасности (В24)	1.Использование воспитательного потенциала блока профессиональных дисциплин для формирования чувства личной ответственности за соблюдение ядерной и радиационной безопасности, а также соблюдение государственных и коммерческих тайн. 2.Использование воспитательного потенциала содержания учебных дисциплин «Актуальные проблемы эксплуатации АЭС», «Основы экологической безопасности в ядерной энергетике», «Системы радиационного контроля» для 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 ядерно-физических объектов. 4.Использование воспитательного потенциала содержания блока дисциплин «Экология», «Системы радиационного контроля», «Основы экологической безопасности в ядерной энергетике» для формирования ответственной экологической позиции посредством изучения вопросов обеспечения такого уровня безопасности АЭС, при котором воздействие на окружающую среду, 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.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за обеспечение кибербезопасности объектов атомной отрасли (B25)	1.Использование воспитательного потенциала блока профессиональных дисциплин для формирования чувства личной ответственности за соблюдение ядерной и радиационной безопасности, а также соблюдение государственных и коммерческих тайн. 2.Использование воспитательного потенциала содержания учебных дисциплин «Актуальные проблемы эксплуатации АЭС», «Основы экологической безопасности в ядерной энергетике»,

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

Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственной экологической позиции (B26)	1.Использование воспитательного потенциала блока профессиональных дисциплин для формирования чувства личной ответственности за соблюдение ядерной и радиационной безопасности, а также соблюдение государственных и коммерческих тайн. 2.Использование воспитательного потенциала содержания учебных дисциплин «Актуальные проблемы эксплуатации АЭС», «Основы экологической безопасности в ядерной энергетике», «Системы радиационного контроля» для формирования личной ответственности за соблюдение экологической и радиационной безопасности посредством изучения основополагающих документов по культуре ядерной безопасности, разработанных МАГАТЭ и российскими регулирующими органами, норм и правил обращения с радиоактивными отходами и ядерными материалами. 3.Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин «Контроль и диагностика ядерных энергетических установок», «Надежность оборудования атомных реакторов и управление риском», «Безопасность ядерного топливного цикла», «Ядерные технологии и экология топливного цикла» для формирования личной ответственности за соблюдение и обеспечение кибербезопасности и информационной безопасности объектов атомной отрасли через изучение вопросов организации информационной безопасности на объектах атомной отрасли, основных принципов построения системы АСУТП ядерных объектов, методов защиты и хранения информации, принципов построения глубокоэшелонированной и гибкой системы безопасности ядерно-физических объектов. 4.Использование воспитательного потенциала содержания блока дисциплин «Экология», «Системы радиационного контроля», «Основы экологической безопасности в ядерной энергетике» для формирования
------------------------------------	---	--

		ответственной экологической позиции посредством изучения вопросов обеспечения такого уровня безопасности АЭС, при котором воздействие на окружающую среду, 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/ Практи. (семинары) / Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>7 Семестр</i>						
1	Основные физические свойства нейтронов. Методы регистрации нейтронов. Детекторы нейтронов.	1-5	10/0/0	Кл-5 (20)	20	КИ-5	3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2
2	Основные физические законы взаимодействия нейтронов с веществом. Методы расчета распространения нейтронов в различных средах. Области применения нейтронного излучения	6-10	10/0/0	Кл-10 (20)	20	КИ-10	3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2
3	Основные физические принципы, которые положены в основу создания ядерных реакторов на	11-16	12/0/0	Кл-16 (10)	10	КИ-16	3-ПК-2, У-ПК-2, В-

	тепловых и быстрых нейтронах						ПК-2
	<i>Итого за 7 Семестр</i>		32/0/0		50		
	Контрольные мероприятия за 7 Семестр				50	3	3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-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
Кл	Коллоквиум
КИ	Контроль по итогам
З	Зачет

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Неделя	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>7 Семестр</i>	32	0	0
1-5	Основные физические свойства нейтронов. Методы регистрации нейтронов. Детекторы нейтронов.	10	0	0
1	Статус современной нейтронной физики. Открытие и основные свойства нейтрона. Открытие и основные свойства нейтрона.	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
2	Общие сведения о возбужденных состояниях атомных ядер. Энергия возбуждения. Способы превращения возбужденных состояний. Ширина уровня. Зависимость ширины уровня от энергии возбуждения.	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
3	Ядерные реакции под действием нейтронов. ($E < 15-20$ МэВ). Основные виды реакций. Механизмы нейтрон-ядерных реакций.	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
4	Кинематические особенности сечений реакций под действием нейтронов. Резонансные реакции. Формулы Брейта - Вигнера.	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
5	Упругое и неупругое рассеяние нейтронов. Энергетические зависимости сечений. Энергетические зависимости сечений.	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		Онлайн		
		0	0	0

6-10	Основные физические законы взаимодействия нейтронов с веществом. Методы расчета распространения нейтронов в различных средах. Области применения нейтронного излучения	10	0	0
6	Кинематика упругого рассеяния нейтронов. Кинематика упругого рассеяния нейтронов.	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
7	Реакции поглощения нейтронов атомными ядрами. Энергетические зависимости сечений реакций поглощения. Резонансное поглощение нейтронов.	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
8	Кинематика двухчастичных ядерных реакций с участием нейтронов. Ядерные реакции с участием нейтронов.	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
9	Основные применения нейтрон-ядерных реакций. Основные применения нейтрон-ядерных реакций.	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
10	Диффузия тепловых нейтронов. Характеристики диффузии. Уравнение диффузии. Примеры решения задач.	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
11-16	Основные физические принципы, которые положены в основу создания ядерных реакторов на тепловых и быстрых нейтронах	12	0	0
11	Замедление нейтронов. Характеристики замедления. Уравнение возраста нейтронов. Уравнение возраста нейтронов.	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
12	Цепная самоподдерживающаяся реакция деления. Коэффициент размножения нейтронов. Критические размеры ядерных реакторов.	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
13	Источники нейтронов. Общие характеристики источников нейтронов. Ядерный реактор как источник нейтронов.	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
14	Кинематические характеристики реакций синтеза легких ядер. Кинематические характеристики реакций синтеза легких ядер.	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
15 - 16	Воздействие нейтронов на вещество. Микроскопические и макроскопические характеристики воздействия Микроскопические и макроскопические характеристики воздействия	Всего аудиторных часов		
		4	0	0
		Онлайн		
		0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

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

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При изложении данного курса лекций наряду с традиционным методом изложения материала широко используются различные презентации, которые позволяют более наглядно и глубоко раскрыть суть вопроса для слушателей. Комбинация традиционных и компьютерных методов преподавания лекционного материала обеспечивает более высокий уровень восприятия данной дисциплины и существенно расширяет общий объем рассматриваемого материала.

В процессе занятий выделяется небольшая часть времени для того, чтобы студенты могли рассказать и показать основные результаты дополнительных домашних заданий, которые предусматривают написание рефератов по выбранным темам данного курса. Самостоятельная подготовка рефератов, докладов и презентаций также способствует более глубокому изучению данного курса лекция.

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

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

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)
ПК-2	З-ПК-2	З, КИ-5, КИ-10, КИ-16, Кл-5, Кл-10, Кл-16
	У-ПК-2	З, КИ-5, КИ-10, КИ-16, Кл-5, Кл-10, Кл-16
	В-ПК-2	З, КИ-5, КИ-10, КИ-16, Кл-5, Кл-10, Кл-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 балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – «хорошо»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 – «удовлетворительно»	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64			
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Оценочные средства приведены в Приложении.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ А47 Нейтронные методы в физике конденсированного состояния : учебное пособие для вузов, Москва: НИЯУ МИФИ, 2012
2. 539.1 Г95 Расчет переноса нейтронов методом Монте-Карло по программе MCU : учебное пособие для вузов, Москва: НИЯУ МИФИ, 2012

3. ЭИ Г95 Расчет переноса нейтронов методом Монте-Карло по программе MCSU : учебное пособие для вузов, Москва: НИЯУ МИФИ, 2012

4. 53 А47 Нейтронные методы в физике конденсированного состояния : учебное пособие для вузов, П. А. Алексеев, А. П. Менушенков, Москва: НИЯУ МИФИ, 2012

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ С23 Сборник лабораторных работ по ядерной физике Ч.1 Нейтронная физика, , : МИФИ, 2008

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

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

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

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

- Перед началом занятий внимательно ознакомиться с учебным планом проведения лекций и списком рекомендованной литературы.
 - Перед посещением очередной лекции освежить в памяти основные концепции пройденного ранее материала. Подготовить при необходимости вопросы преподавателю.
 - На лекции основное внимание следует уделять не формулам и математическим выкладкам, а содержанию изучаемых вопросов, определениям и постановкам задач.
 - В процессе изучения лекционного курса необходимо по возможности часто возвращаться к основным понятиям и методам решения задач (здесь возможен выборочный контроль знаний студентов).
 - Желательно использовать конспекты лекций, в которых используется принятая преподавателем система обозначений.
- о Для более подробного изучения курса следует работать с рекомендованными литературными источниками и вновь появляющимися источниками.

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Аудиторные занятия являются частью общего курса. Поэтому необходимо помнить, что аудиторные занятия дополняются самостоятельной работой студента. При самостоятельной работе следует использовать рекомендованную литературу, а также ресурсы сети Интернет.

Для более результативного проведения занятий целесообразно провести краткий опрос студентов перед началом занятий, обудив материалы предыдущего занятия и тему предстоящего занятия.

Итоговая оценка по промежуточной аттестации в первую очередь зависит от того, насколько активно студент участвовал в занятиях, участвовал в обсуждении полученных результатов, а также от ответов на дополнительные вопросы.

Автор(ы):

Улин Сергей Евгеньевич

Рецензент(ы):

В.В.Дмитренко