

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное АВТОНОМНОЕ образовательное учреждение высшего об-
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Саровский физико-технический институт -
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет
«МИФИ»
(СарФТИ НИЯУ МИФИ)

УТВЕРЖДАЮ

Декан физико-технического
факультета

СарФТИ НИЯУ МИФИ

_____ А.К. Чернышев

«__» _____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Технологии полигонных испытаний

Направление подготовки (специальность) 03.04.01 Прикладные математика и физика

Профиль подготовки Физика фундаментальных взаимодействий

Квалификация (степень) выпускника магистр
(бакалавр, магистр, специалист)

Форма обучения очная
(очная, очно-заочная (вечерняя), заочная)

Автор _____ д.ф.-м.н. Ю.Я. Нефедов

Рецензент _____ д.ф.-м.н. С.Н. Абрамович

Согласовано:

Зав. кафедрой ЯРФ _____ д.ф.-м.н. Н.В. Завьялов

Руководитель ОПП _____ д.ф.-м.н. Н.В. Завьялов

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и ОС НИЯУ МИФИ
(актуализирован Ученым советом университета, Протокол №21/11 от 27.07.2023 г)

Программа одобрена

на заседании кафедры Ядерной и радиационной физики
от 31.08.23 (протокол №2).

г. Саров 2023 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель изучения дисциплины – формирование у магистров современных знаний об основных методах регистрации параметров высокоинтенсивных импульсных источников ионизирующих излучений применительно к технологиям полигонных испытаний, дать представление о детекторах и требованиях к регистрирующей аппаратуре, которая применяется в измерениях подобного типа, а также примеры постановки таких измерений.

Задачи дисциплины:

- изучение классификации взаимодействий в природе;
- изучение процессов взаимодействия рентгеновского, гамма- и нейтронного излучений с веществом детекторов;
- изучение физических основ методов регистрации параметров импульсных высокоинтенсивных источников γ - и n -излучений;
- дать представление о детекторах и регистрирующей аппаратуре, которая используется при диагностике параметров источников подобного типа;
- особенности постановки полигонных испытаний.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **Технологии полигонных испытаний** изучается студентами на 2 курсе магистратуры по ООП. Курс основан на базе дисциплин Общая физика, физика твердого тела, Физика атомного ядра и элементарных частиц, СПЕ: прохождение излучения через вещество; теория вероятности и математическая статистика; экспериментальные методы; электроника и автоматика физических установок.

3. КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ / ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

В совокупности с другими дисциплинами дисциплина **Технологии полигонных испытаний** направлена на формирование следующих общекультурных компетенций и профессиональных компетенций магистра:

- ПК-2 – способен критически оценивать применяемые методики и методы исследования;
- ПК-13.1 – способен к обеспечению безопасности при проведении работ на ядерно-физических и электрофизических установках, с делящимися материалами, радиоактивными веществами и радиоактивными отходами;
- ПК-13.2 – способен к проведению испытаний согласно техническим требованиям, анализу характеристик испытываемого изделия, а также к подготовке аналитической документации испытаний.

В результате изучения дисциплины студент должен получить комплексную систему знаний о предмете:

1. Источники ионизирующих излучений
2. Спектрометрия нейтронов
3. Спектрометрия гамма-излучения
4. Спектрометрия рентгеновского излучения
5. Детекторы и регистрирующая аппаратура

знать:

3-ПК-2 Знать методики оценки и выбора методов исследования.

3-ПК-13.1 федеральные нормы и правила, отраслевые нормативные документы по ядерной и радиационной безопасности, электробезопасности и охране труда при эксплуатации исследовательских ядерных и электрофизических установок – источников излучения, высоковольтного и измерительного оборудования; технические характеристики установок и оборудования; технологические регламенты безопасной эксплуатации установок и оборудования

3-ПК-13.2 Метрологию, стандартизацию и сертификацию в атомной отрасли, методы и средства автоматизации выполнения испытаний; порядок разработки и оформления технологической, методической документации для подготовки и проведения испытаний, отчетной документации по результатам выполненных исследований

В том числе:

- свойства и характеристики ионизирующих излучений, основные процессы взаимодействия заряженных частиц, нейтронов и фотонов с веществом детекторов, характеристики поля ионизирующего излучения и единицы их измерения;
- методы измерения параметров полей электромагнитного и корпускулярных излучений;
- номенклатуру спектрометров излучения;
- основные характеристики спектрометрических устройств, применяемых для измерения энергетического распределения ионизирующих излучений;
- способы построения электронных трактов различных спектрометров излучения;
- меры безопасности при проведении спектрометрических измерений.

уметь:

У-ПК-2 Уметь критически оценивать применяемые методики и методы исследования

У-ПК-13.1 анализировать научно-техническую информацию по теме исследований, в том числе для организации контроля за техническим состоянием установок и оборудования; средств измерений, контроля, управления и автоматики, обеспечивающих безопасную эксплуатацию установок и стендов

У-ПК-13.2 Оценивать научно-технический уровень достигнутых результатов

В том числе:

- выбрать спектрометр для оптимального решения конкретной спектрометрической задачи;
- выбрать необходимый режим работы спектрометра;
- самостоятельно проводить градуировку спектрометров по энергии и эффективности;
- применять полученные знания для измерения основных характеристик спектрометра.

владеть:

В-ПК-2 Владеть навыками оценки методов исследования по выбранным критериям.

В-ПК-13.1 навыками разработки планов перспективных исследований по инновационным ядерным технологиям и мероприятий по обеспечению ядерной безопасности планируемых работ

В-ПК-13.2 навыками анализа и обобщения результатов выполненных научно-технических исследований и разработок, включая разработку методик выполнения измерений, испытаний и контроля работоспособности основных подсистем и узлов испытательного оборудования и применяемых средств измерений; а также анализ результатов, полученных в результате испытаний изделий (объектов испытания)

В том числе:

- навыками практической работы со спектрометрами различных типов и назначения;
- навыками анализа измеренных амплитудных распределений;
- навыками проведения математической обработки полученной спектрометрической информации; интерпретации результатов измерения различных спектров излучения.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Лекции – 32 часа, включая 8 часов в интерактивной форме (ИФ), самостоятельная работа студента – 40 часов.

4.1 СТРУКТУРА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Раздел учебной дисциплины	Недели	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (АЧ)			Текущий контроль успеваемости и (неделя, форма)	Аттестация раздела (неделя, форма)	Максимальный балл за раздел
		Лекции и (ИФ)	Практ. занятия/семинары	Самостоятельная работа			
Тема 1. Источники ионизирующих	1-2	4	-		УО		

излучений .							
Мастер-класс. Моделирование спектров обратного рассеяния тяжелых ионов.	3	2(2)		2	МК		5
Тема 2. Спектрометрия нейтронов	4-5	4	-		УО		
Тема 3 Спектрометрия гамма-излучения	6-7	4	-		УО		
Мастер-класс. Сцинтилляционный гамма - спектрометр.	8	2(2)		2	МК		5
Тема 4. Спектрометрия рентгеновского излучения	9-10	4	-		УО		
Мастер-класс. Рентгеновский спектрометр с ППД	11	2(2)		2	МК		5
Тема 5. Детекторы и регистрирующая аппаратура	12-13	4	-		УО		
Мастер-класс. Альфа - спектрометр с полупроводниковым детектором	14	2(2)		2	МК		5
Защита рефератов	15-16	4		12	Реферат. Доклад с презентаци ей		25
Зачет с оценкой	17			20			50
Итого	17	32	-	40			100
<i>Бально-рейтинговая система (максимальное количество баллов за семестр)</i>							
Посещаемость						5	
Работа в семестре: 4 МК – 20 баллов Р – 25 баллов						45	
Зачет с оценкой						50	50
Итого за семестр						100	100

4.2. СОДЕРЖАНИЕ ТЕМ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Тема 1. Источники ионизирующих излучений

Определение. Радионуклидные источники. Источники на основе ускорителей заряженных частиц. Ядерные реакторы. Ядерный взрыв. Плазменные источники. Статические источники. Импульсные источники. Периодические импульсные источники. Однократные высокоинтенсивные импульсные источники. Особенности регистрации параметров высокоинтенсивных импульсных источников и постановка полигонных испытаний.

Тема 2. Спектрометрия нейтронов

Методы, применяемые в нейтронной спектрометрии. Метод времени пролета. Энергетическое разрешение метода времени пролета. Активационный метод. Метод терморезисторов. Метод регистрации осколков деления.

Тема 3. Спектрометрия гамма-излучения

Методы, применяемые в гамма-спектрометрии. Метод поглощающих фильтров. Метод магнитного анализа спектра комптоновских электронов. Кристалл-дифракционный метод. Метод регистрации выхода и спектра гамма-излучения с использованием фоторасщепления дейтерия.

Тема 4. Спектрометрия рентгеновского излучения

Методы, применяемые в рентгеновской спектрометрии. Калориметрия рентгеновского излучения. Метод поглощающих фильтров и метод фильтров Росса.

Тема 5. Детекторы и регистрирующая аппаратура

Сцинтилляционные и полупроводниковые детекторы. Особенности их применения. Методы градуировки детекторов по чувствительности к гамма-квантам и нейтронам. Факторы, влияющие на чувствительность детекторов. Основные требования к применяемым в методах регистраторам и их типы.

4.3. ПЛАНЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Практические занятия не предусмотрены.

4.4 ИНТЕРАКТИВНЫЕ ФОРМЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Задачами интерактивных форм обучения являются:

- пробуждение у обучающихся интереса;
- эффективное усвоение учебного материала;
- установление взаимодействия между студентами, обучение работать в команде;
- формирование жизненных и профессиональных навыков.

№пп	Тема	Интерактивная форма	Кол-во часов	Методы и средства контроля
1.	Моделирование спектров обратного рассеяния тяжелых ионов.	Мастер-класс	2	Оценка активности участия студента
2.	Сцинтилляционный гамма - спектрометр.	Мастер-класс	2	Оценка активности участия студента
3.	Рентгеновский спектрометр с ППД	Мастер-класс	2	Оценка активности участия студента
4.	Альфа - спектрометр с полупроводниковым детектором	Мастер-класс	2	Оценка активности участия студента

5. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ

5.1. ВИДЫ И ФОРМЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

- самостоятельный поиск литературы по разделам и темам курса;
- изучение литературы и подготовка к мастер-классам;
- написание рефератов по предложенным темам;
- устная презентация материала реферата;
- ответы на вопросы для обсуждения;

- подготовка к зачету.

Таблица – Календарно-тематический план самостоятельной работы студентов

Номер недели	Задание для СРС	Форма занятий для контроля	Кол-во часов СРС
3	Подготовка к мастер-классу	МК	2
8	Подготовка к мастер-классу	МК	2
11	Подготовка к мастер-классу	МК	2
14	Подготовка к мастер-классу	МК	2
1-14	Работа по написанию реферата	Р	10
15-16	Подготовка доклада по реферату	защита реферата	2
17	Подготовка к зачету	ЗсО	20

Формы контроля: защита рефератов, сданных преподавателю в письменной форме, активность и выполнение заданий на мастер-классах.

5.2. Темы для рефератов

Каждый студент в течение семестра должен подготовить 1 реферат. Темы рефератов выдаются на 1 неделе. Защита рефератов проходит на 15 и 16 неделе в виде докладов.

1. Радионуклидные источники и источники на основе ускорителей заряженных частиц.

2. Ядерные реакторы и ядерный взрыв.

3. Методы, применяемые в нейтронной спектроскопии.

4. Методы, применяемые в гамма-спектроскопии.

5. Методы, применяемые в рентгеновской спектроскопии.

6. Виды детекторов и особенности их применения.

7. Факторы, влияющие на чувствительность детекторов. Основные требования к применяемым в методах регистраторам и их типы.

8. Виды источников излучения

6. КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Текущий и итоговый контроль знаний студентов:

- посещаемость лекций, МК
- активность на всех видах занятий
- сдача зачета по билетам.

6.1. Вопросы к зачету

1. Радионуклидные источники.
2. Источники на основе ускорителей заряженных частиц.
3. Ядерные реакторы.
4. Ядерный взрыв.
5. Плазменные источники.
6. Статические источники.
7. Импульсные источники.
8. Периодические импульсные источники.
9. Однократные высокоинтенсивные импульсные источники.
10. Особенности регистрации параметров высокоинтенсивных импульсных источников и постановка полигонных испытаний.
11. Методы, применяемые в нейтронной спектрометрии.
12. Метод времени пролета.
13. Энергетическое разрешение метода времени пролета.
14. Активационный метод.
15. Метод терморезисторов.
16. Метод регистрации осколков деления.
17. Метод поглощающих фильтров.
18. Метод магнитного анализа спектра комптоновских электронов.
19. Кристалл-дифракционный метод.
20. Метод регистрации выхода и спектра гамма-излучения с использованием фоторасщепления дейтерия.

21. Калориметрия рентгеновского излучения.
22. Метод поглощающих фильтров и метод фильтров Росса.
23. Сцинтилляционные и полупроводниковые детекторы.
24. Методы градуировки детекторов по чувствительности к гамма-квантам и нейтронам.
25. Факторы, влияющие на чувствительность детекторов.
26. Основные требования к применяемым в методах регистраторам и их типы

Оценка знаний по 100-бальной шкале в соответствии с критериями СаpФТИ НИЯУ МИФИ реализуется следующим образом:

- 90 – 100 баллов – отлично
- 75 – 89 баллов – хорошо
- 60 – 74 баллов – удовлетворительно
- 0 – 59 баллов – неудовлетворительно

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 03.04.01 «Прикладные математика и физика» реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных форм проведения занятий (мастер-классы) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков студентов.

В рамках учебного курса студенты работают с лекциями, рекомендованной литературой. В процессе подготовки студенты используют специализированные учебно-методические пособия.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Ю.Я.Нефедов, В.Т.Пунин. Методы диагностики параметров высокоинтенсивных импульсных источников ионизирующих излучений. - Курс лекций. Саров, 2010.
2. К.Н.Мухин. Экспериментальная ядерная физика. Ч.1 и 2. – М. Атомиздат, 1974.
3. Б.В.Рыбаков, В.А.Сидоров. Спектрометрия быстрых нейтронов. – М. Атомиздат, 1958.
4. З.А.Альбилов, А.И.Веретенников, О.В.Козлов. Детекторы импульсного ионизирующего излучения. – М. Атомиздат, 1978.
5. А.И.Веретенников, В.М.Горбачев. Методы исследования импульсных излучений. – М. Энергоатомиздат, 1985.
6. Методы и средства физическ их измерений. Т.1. Под ред.: В.М.Горбачева, Ю.Я. Нефедова. - Саров: Изд-во ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ». 2008.
7. Техника исследований кратковременных импульсов проникающих излучений. Под ред.: В.М. Горбачева. – Саров: Изд-во ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ». 2010.

Дополнительная литература

1. А.И.Абрамов, Ю.В.Казанский, Е.С.Матусевич. Основы экспериментальных методов ядерной физики. – М. Энергоатомиздат, 1985.
2. Н.А.Власов. Нейтроны. – М. Наука, 1971.
3. А.А.О'Dell, С.W.Sandifer et al. NIM, 1968, v.61, p.340-346.

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение включает в себя специально оборудованные кабинеты и аудитории: компьютерные классы, аудитории,

оборудование мультимедийными средствами обучения, экспериментальную базу ИЯРФ (базовый институт кафедры).

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ И СТУДЕНТОВ)

Изучение дисциплины «Технология полигонных испытаний» предполагает освоение материалов лекций. На самостоятельную работу студентов при изучении дисциплины отводится 38 часов. Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в разделе 8. По каждой из тем следует сначала прочитать конспект и рекомендованную литературу и при необходимости составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в изучаемой теме.

Одной из задач преподавателя является выработка у студентов осознания важности, необходимости и полезности знания дисциплины для их дальнейшей работы по специальности. Принципами организации учебного процесса являются:

- выбор методов преподавания в зависимости от факторов, влияющих на организацию учебного процесса
- активное участие студентов в учебном процессе
- приведение примеров применения изучаемого теоретического материала к реальным практическим ситуациям.

Используемые методы преподавания: лекционные занятия, мастер-классы.

На лекциях раскрываются основные вопросы в рамках рассматриваемой темы, ставятся акценты на наиболее сложных положениях изучаемого материала. Материалы лекции используются студентами для подготовки к экзамену.

РП составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 03.04.01 «Прикладные математика и физика»

Лист регистрации изменений