

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ  
КАФЕДРА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ МЕТОДОВ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ

ОДОБРЕНО УМС ИЯФИТ

Протокол № 01/08/24-573.1

от 30.08.2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ИССЛЕДОВАНИЕ ИМПУЛЬСНЫХ ПОТОКОВ ИЗЛУЧЕНИЙ**

Направление подготовки  
(специальность)

[1] 14.04.02 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.	KCP, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
2	3	108	0	45	0		63	0	30
Итого	3	108	0	45	0	0	63	0	

## **АННОТАЦИЯ**

Курс является неотъемлемой частью подготовки современного инженера-физика. Изучаются различные типы детекторов импульсных излучений, взаимодействие импульсных излучений с веществом детектора, методы формирования сигнала импульсного излучения, его аналоговая обработка и преобразование в цифровой код. Изучаются характеристики детекторов, электронные схемы преобразования сигналов, методы дискриминации частиц по различным параметрам импульса детектора.

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

Целями освоения учебной дисциплины ИИПИ являются углубленное изучение принципов работы и применения современных детекторов для регистрации импульсных потоков излучений в термоядерных исследованиях, получение изображений источников в разных диапазонах энергий, спектрометрия импульсного рентгеновского и нейтронного излучения также методов съема и обработки информации, поступающей с детекторов излучения.

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

Данная дисциплина относится к основным дисциплинам, которые необходимы для будущей профессиональной деятельности специалиста в области ядерной физики.

Логически и содержательно–методически дисциплина является неотъемлемой частью знаний магистра-физика в области экспериментальной ядерной физики, физики быстропротекающих процессов, физики ионизирующих излучений и элементарных частиц.

«Входными» знаниями являются знания общей физики, ядерной физики, теоретической физики, электротехники и электроники. Для освоения данной дисциплины необходимо предшествующее освоение разделов общей физики: механики, молекулярной физики, электричества и магнетизма, атомной физики; освоение разделов ядерной физики, классической и квантовой механики и электродинамики, основ электротехники и электроники.

### **3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ**

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

<b>Код и наименование компетенции</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения компетенции</b>
---------------------------------------	---

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

<b>Задача профессиональной деятельности (ЗПД)</b>	<b>Объект или область знания</b>	<b>Код и наименование профессиональной компетенции; Основание</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения профессиональной</b>
---	----------------------------------	---	--

		(профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	компетенции
организационно-управленческий			
2 Организация работы коллектива исполнителей, принятие исполнительских решений в условиях спектра мнений, определение порядка выполнения работ; поиск оптимальных решений с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и защиты окружающей среды; подготовка заявок на патенты, изобретения и промышленные образцы и оценка стоимости объектов интеллектуальной деятельности; составление рефератов, написание и оформление научных статей; участие в организации семинаров, конференций; участие в организации инфраструктуры предприятий, в том числе информационной и технологической	2 Участие в организации, подготовке и проведении различных экспериментов по физике ядра и частиц (включая создание и использование детекторов элементарных частиц и излучений), в измерениях и обработке экспериментальных данных, в дискуссиях по анализу теоретических гипотез и интерпретаций экспериментов в области физики высоких энергий (в том числе - на современных коллайдерах частиц), а также во многих смежных научных направлениях	ПК-3.2 [1] - Способен формулировать исходные данные, а также вырабатывать и обосновывать организационные решения в области проектирования ядерно-физических установок и проведения исследований в области физики ядра, физики элементарных частиц, астрофизики, решать поставленные задачи с выбором необходимых физико-технических средств  <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	З-ПК-3.2[1] - Знать основные методы постановки задач и организации работ в области проектирования ядерно-физических установок, методы проведения исследований в области физики ядра, физики элементарных частиц; У-ПК-3.2[1] - Уметь решать поставленные задачи в области физики ядра, физики элементарных частиц, астрофизики с выбором необходимых физико-технических средств; В-ПК-3.2[1] - Владеть методами проведения выбора и обоснования организационных решений в области проектирования ядерно-физических установок, методами проведения исследований в области физики ядра, физики элементарных частиц
научно-исследовательский			
1 Разработка методов регистрации ионизирующих и электромагнитных излучений; создание теоретических	1 Современный ядерно-физический эксперимент, современные электронные системы сбора и обработки	ПК-3 [1] - Способен оценивать перспективы развития атомной отрасли, использовать ее современные	З-ПК-3[1] - Знать достижения научно-технического прогресса ; У-ПК-3[1] - Уметь применять

<p>моделей состояния вещества, взаимодействия лазерного и ионизирующего излучения с веществом; создание математических моделей, описывающих процессы в ядерных реакторах, ускорителях, коллайдерах, масс-спектрометрах; создание методов расчета разделения изотопных и молекулярных смесей; создание современных электронных устройств сбора и обработки информации, учета воздействия на эти устройства ионизирующего и электромагнитного излучений; разработка методов повышения безопасности ядерных и лазерных установок, материалов и технологий; разработка теоретических моделей прохождения излучения через вещество, воздействия ионизирующего, лазерного и электромагнитного излучений на человека и объекты окружающей среды</p>	<p>данных для ядерных и физических установок математические модели для теоретического и экспериментального исследований фундаментальных взаимодействий элементарных частиц и атомных ядер и их излучений</p>	<p> достижения и передовые технологии в научно-исследовательской деятельности</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>полученные знания к решению практических задач.; В-ПК-3[1] - владеть методами моделирования физических процессов.</p>
--	--	--	--

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

<b>№ п.п</b>	<b>Наименование раздела учебной дисциплины</b>	<b>Недели</b>	<b>Лекции/ Практ. (семинары) / Лабораторные работы, час.</b>	<b>Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)</b>	<b>Максимальный балл за раздел**</b>	<b>Аттестация раздела (форма*, неделя)</b>	<b>Индикаторы освоения компетенции</b>
	<i>2 Семестр</i>						
1	Первый раздел	1-8	0/24/0		25	КИ-8	З-ПК-3.2, У-ПК-3.2, В-ПК-3.2, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3
2	Второй раздел	9-15	0/21/0		25	КИ-15	З-ПК-3.2, У-ПК-3.2, В-ПК-3.2, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3
	<i>Итого за 2 Семестр</i>		0/45/0		50		
	<b>Контрольные мероприятия за 2 Семестр</b>				50	ЗО	З-ПК-3.2, У-ПК-3.2, В-ПК-3.2, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3

\* – 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:

<b>Обозначение</b>	<b>Полное наименование</b>
ЗО	Зачет с оценкой
КИ	Контроль по итогам
З	Зачет

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

<b>Недели</b>	<b>Темы занятий / Содержание</b>	<b>Лек., час.</b>	<b>Пр./сем., час.</b>	<b>Лаб., час.</b>
	<i>2 Семестр</i>	0	45	0
<b>1-8</b>	<b>Первый раздел</b>	0	24	0
<b>1 - 2</b>	<b>Тема1</b> Вводное занятие			
		Всего аудиторных часов		
		0	6	0
		Онлайн		
		0	0	0

3 - 4	<b>Тема2</b> Общие характеристики импульсных потоков излучений	Всего аудиторных часов			
		0	6	0	
Онлайн					
0			0	0	
5 - 6	<b>Тема3</b> Основы спектрометрии импульсного рентгеновского излучения	Всего аудиторных часов			
		0	6	0	
Онлайн					
0			0	0	
7 - 8	<b>Тема4</b> Изучение принципов работы детекторов импульсного рентгеновского излучения	Всего аудиторных часов			
		0	6	0	
Онлайн					
0			0	0	
<b>9-15</b>	<b>Второй раздел</b>	0	21	0	
9 - 10	<b>Тема5</b> Метод пассивных фильтров. Принцип действия и основные характеристики.	Всего аудиторных часов			
		0	6	0	
Онлайн					
0			0	0	
11 - 12	<b>Тема6</b> Методы восстановления спектров импульсного излучения.	Всего аудиторных часов			
		0	6	0	
Онлайн					
0			0	0	
13 - 14	<b>Тема7</b> Методы формирования изображений импульсных рентгеновских и нейтронных источников.	Всего аудиторных часов			
		0	6	0	
Онлайн					
0			0	0	
15	<b>Тема8</b> Времяпролетный метод измерения спектров импульсного нейтронного излучения.	Всего аудиторных часов			
		0	3	0	
Онлайн					
0			0	0	

Сокращенные наименования онлайн опций:

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

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В процессе освоения курса используются:

- семинарские занятия с разбором типичных ситуаций, встречающихся при постановке физического эксперимента;

- семинарские занятия с решением типичных проблем, возникающих в процессе работы с импульсными установками;
- семинарские занятия с разбором методики подготовки и проведения ядерно-физического эксперимента;
- семинарские занятия с разбором решения типичных задач по логике отбора событий в детекторах излучений.
- семинарские занятия с изучением оригинальных статей по тематике «Современные детекторы импульсных излучений» с обязательными консультациями и докладом по изученной статье перед студентами группы.

Также используется самостоятельная работа студентов при их подготовке к аттестациям, в том числе - с учетом подготовки и участия в дискуссиях на семинарах (с кратким выступлением с докладом по тематике семинара).

## **6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

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

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

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)
ПК-3	З-ПК-3	ЗО, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-3	ЗО, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-3	ЗО, КИ-8, КИ-15
ПК-3.2	З-ПК-3.2	ЗО, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-3.2	ЗО, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-3.2	ЗО, КИ-8, КИ-15

### **Шкалы оценки образовательных достижений**

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

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-х балльной шкале	Отметка о зачете	Оценка ECTS
90-100	5 – «отлично»	«Зачтено»	A
85-89	B		
75-84	C		
70-74	D		

65-69	3 – «удовлетворительно»		
60-64			E
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	«Не зачтено»	F

Оценка «отлично» соответствует глубокому и прочному освоению материала программы обучающимся, который последовательно, четко и логически стройно излагает свои ответы, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответах материалы монографической литературы.

Оценка «хорошо» соответствует твердым знаниям материала обучающимся, который грамотно и, по существу, излагает свои ответы, не допуская существенных неточностей.

Оценка «удовлетворительно» соответствует базовому уровню освоения материала обучающимся, при котором освоен основной материал, но не усвоены его детали, в ответах присутствуют неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности.

Отметка «зачтено» соответствует, как минимум, базовому уровню освоения материала программы, при котором обучающийся владеет необходимыми знаниями, умениями и навыками, умеет применять теоретические положения для решения типовых практических задач.

Оценку «неудовлетворительно» / отметку «не зачтено» получает обучающийся, который не знает значительной части материала программы, допускает в ответах существенные ошибки, не выполнил все обязательные задания, предусмотренные программой. Как правило, такие обучающиеся не могут продолжить обучение без дополнительных занятий.

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:**

1. ЭИ К96 Методы регистрации излучений (итоговое занятие) : лабораторный практикум, Кушин В.В., Покачалов С.Г., Москва: НИЯУ МИФИ, 2015
2. 539.1 К96 Методы регистрации излучений (итоговое занятие) : лабораторный практикум, Кушин В.В., Покачалов С.Г., Москва: НИЯУ МИФИ, 2015
3. 539.1 А39 Фотонные методы регистрации излучений : , Акимов Ю.К., Дубна: ОИЯИ, 2014

### **ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:**

### **ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:**

Специальное программное обеспечение не требуется

### **LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:**

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

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

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ**

Общие указания:

При изучении курса следует:

- регулярно посещать практические занятия, готовиться к ним, своевременно отчитываться по проделанным работам;

Следует глубоко изучить при проработке заданий процессы ионизационных потерь заряженных частиц и связанных с этим процессом пробегов частиц, радиационных потерь, процессов взаимодействия гамма-квантов с веществом, процессы взаимодействия нейтронов с веществом.

При изучении конкретных детекторов следует выделять следующие моменты:

- физические процессы, определяющие механизм регистрации заряженной или нейтральной частицы в детекторе;

- иметь ясное представление о формировании импульсов тока, индуцированного заряда в ионизационных детекторах, оптимальных параметрах эквивалентной цепи;

- принцип действия рассматриваемых в курсе конкретных детекторов, их схемы включения;

- физические характеристики детекторов;

- сравнительные спектрометрические характеристики газовых, полупроводниковых, сцинтиляционных детекторов.

## **10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ**

Преподаватель должен сконцентрировать свои усилия на обеспечении самостоятельной работы студентов.

Предполагается следующая структура лекционно-практических занятий: чтение блока теоретического материала с последующей проработкой в ходе самостоятельной работы.

Опыт, накопленный в ходе преподавания данной дисциплины, показывает, что необходимо мотивировать студента на самостоятельную работу. Постановка нетривиальной задачи является наилучшим стимулом.

Хорошо зарекомендовали себя такие формы работы как диалог со студентом, групповая дискуссия. Студентам предлагается сделать небольшие сообщения (доклады) по каким-либо частным аспектам изученных материалов (статей).

Автор(ы):

Кушин Владимир Васильевич, к.ф.-м.н., доцент

Рецензент(ы):

проф.каф. 7 Дмитренко В.В.