

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ  
КАФЕДРА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ МЕТОДОВ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ

ОДОБРЕНО УМС ИЯФИТ

Протокол № 01/0821-573.1

от 31.08.2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ И ЭКСПЕРИМЕНТОВ (ФИЗИЧЕСКИЙ СЕМИНАР)**  
**(ЧАСТЬ 1)**

Направление подготовки  
(специальность)

[1] 14.04.02 Ядерная 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./КР/КП
2	3	108	0	15	30	27	0	Э
Итого	3	108	0	15	30	0	27	0

## АННОТАЦИЯ

Дисциплина предназначена для приобретения опыта проведения экспериментов на основе изучения публикуемых материалов

Курс является неотъемлемой частью подготовки физика. Изучаются различные типы самых современных детекторов излучений, методов их построения, принципов действия, методов калибровки и исследования их физических характеристик применительно к конкретной задаче или области использования детектора. Отдельно изучаются вопросы физики тяжелых ионов.

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины являются углубленное изучение принципов работы и применения современных детекторов излучения в экспериментальной физике, экологии и охране окружающей среды, а также электронных методов съема и обработки информации, поступающей с детекторов излучения.

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

Данная дисциплина относится к впрофессиональным дисциплинам.

Логически и содержательно–методически дисциплина является частью заключительной специализации, являющейся неотъемлемой частью знаний инженера-физика в области экспериментальной ядерной физики, физики ионизирующих излучений и элементарных частиц и лазерной физики.

«Входными» знаниями являются знания общей физики, ядерной физики, теоретической физики, электротехники и электроники, а также курса Экспериментальные методы ядерной физики 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:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
УК-2 [1] – Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	З-УК-2 [1] – Знать: этапы жизненного цикла проекта; этапы разработки и реализации проекта; методы разработки и управления проектами У-УК-2 [1] – Уметь: разрабатывать проект с учетом анализа альтернативных вариантов его реализации, определять целевые этапы, основные направления работ; объяснить цели и сформулировать задачи, связанные с подготовкой и реализацией проекта; управлять проектом на всех этапах

	его жизненного цикла В-УК-2 [1] – Владеть: методиками разработки и управления проектом; методами оценки потребности в ресурсах и эффективности проекта
--	---

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 (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции</b>
научно- исследовательский			
1 Разработка методов регистрации ионизирующих и электромагнитных излучений; создание теоретических 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;	1 Современный ядерно-физический эксперимент, современные электронные системы сбора и обработки данных для ядерных и физических установок математические модели для теоретического и экспериментального исследований фундаментальных взаимодействий элементарных частиц и атомных ядер и их излучений	ПК-3.1 [1] - Способен работать с детекторами и физическими установками в области физики ядра и элементарных частиц, над их разработкой и оптимизацией, в том числе – к работе над их модернизацией  <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	З-ПК-3.1[1] - Знать методы регистрации ионизирующих и электромагнитных излучений и методы измерения количественных характеристик ядерных материалов; методы расчета современных электронных устройств, учета воздействия на эти устройства ионизирующего и электромагнитного излучения;; У-ПК-3.1[1] - Уметь планировать и организовывать современный физический эксперимент, проводить проектирование и оптимизацию детекторов и установок в области физики ядра, физики элементарных частиц и астрофизики; В-ПК-3.1[1] - Владеть методами разработки новых и модернизации

<p>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>существующих детекторов и установок для научно-инновационных исследований в области физики ядра, физики элементарных частиц и астрофизики.</p>
<p>1 Разработка методов регистрации ионизирующих и электромагнитных излучений; создание теоретических 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</p>	<p>1 Современный ядерно-физический эксперимент, современные электронные системы сбора и обработки 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>ПК-4 [1] - Способен самостоятельно выполнять экспериментальные и теоретические исследования для решения научных и производственных задач</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>3-ПК-4[1] - Знать: цели и задачи проводимых исследований; основные методы и средства проведения экспериментальных и теоретических исследований; методы и средства математической обработки результатов экспериментальных данных ; У-ПК-4[1] - Уметь: применять методы проведения экспериментов; использовать математические методы обработки результатов исследований и их обобщения; оформлять результаты научно-исследовательских работ; В-ПК-4[1] - Владеть: навыками самостоятельного</p>

<p>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>выполнения экспериментальных и теоретических исследования для решения научных и производственных задач</p>
педагогический			
<p>3 Совершенствование базы знаний по физике, математике, специальным дисциплинам, необходимой для преподавания школьникам и студентам-бакалаврам; умение организовывать занятия, планировать их по времени и подготовку к ним</p>	<p>3 Участие в практических занятиях со школьниками, в подготовке бакалавров - проведение с ними, в рамках различных видов практик, лабораторных экспериментов по физике ядра и частиц (включая создание и использование детекторов элементарных частиц и излучений), а также занятий по обработке экспериментальных данных, включая анализ теоретических гипотез и интерпретацию результатов экспериментов</p>	<p>ПК-3.3 [1] - Способен к овладению основами педагогической и учебно-методической работы</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>3-ПК-3.3[1] - Знать методы организации труда и управления персоналом; У-ПК-3.3[1] - Уметь анализировать научные проблемы по тематике проводимых исследований и разработок, применять нормативную документацию в соответствующей области знаний; В-ПК-3.3[1] - Владеть методами проверки правильности результатов, полученных сотрудниками, работающих под его руководством</p>

#### 4. 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>2 Семестр</i>						
1	Часть 1	1-8	0/8/16		25	КИ-8	3-УК-2, У-УК-2, В-УК-2
2	Часть 2	9-15	0/7/14		25	КИ-15	3-ПК-3.1, У-ПК-3.1, В-ПК-3.1, 3-ПК-3.3, У-ПК-3.3, В-ПК-3.3, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4
	<i>Итого за 2 Семестр</i>		0/15/30		50		
	<b>Контрольные мероприятия за 2 Семестр</b>				50	Э	3-ПК-3.1, У-ПК-3.1, В-ПК-3.1, 3-ПК-3.3, У-ПК-3.3,

							В-ПК-3.3, З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4
--	--	--	--	--	--	--	---

\* – сокращенное наименование формы контроля

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

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
КИ	Контроль по итогам
Э	Экзамен

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>2 Семестр</i>	0	15	30
<b>1-8</b>	<b>Часть 1</b>	0	8	16
1 - 2	<b>Детекторы излучений</b> Черенковские детекторы	Всего аудиторных часов		
		0	2	4
		Онлайн		
0	0	0		
3 - 4	<b>Детекторы излучений</b> Детекторы алмазные	Всего аудиторных часов		
		0	2	4
		Онлайн		
0	0	0		
5 - 6	<b>Детекторы излучений</b> Камеры с резистивным анодом	Всего аудиторных часов		
		0	2	4
		Онлайн		
0	0	0		
7 - 8	<b>Детекторы излучений</b> Камеры с резистивным анодом	Всего аудиторных часов		
		0	2	4
		Онлайн		
0	0	0		
<b>9-15</b>	<b>Часть 2</b>	0	7	14
9 - 15	<b>Детекторы излучений</b> Микроструктурные детекторы	Всего аудиторных часов		
		0	7	14
		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

#### ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>2 Семестр</i>
1 - 8	<b>Изучение методов работы с детекторами</b> Изучение методических принципов работы с детекторами и их сравнение с литературными данными (отчет)
9 - 15	<b>Методы проведения экспериментов</b> Изучение методов проведения экспериментов на основе детекторов излучений (отчет)

#### ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>2 Семестр</i>
1	<b>Изучение студентами оригинальных научных работ для подготовки к докладу на семинаре.</b> Получение студентами препринтов статей из журнала "Nuclear Instruments and Methods" (2 препринта по 5-7 страниц). Статьи ежегодно обновляются с учетом последних разработок в области детекторов излучений.
2 - 7	<b>Подготовка к докладу проведение обязательных консультаций с преподавателем.</b> Получение помощи в переводе статей и понимании сути работы. Обсуждение с преподавателем плана доклада. По результатам консультаций допуск студента к докладу.
8 - 14	<b>Проведение докладов студентами.</b> Проведение докладов. По окончании - обсуждение доклада, сопровождаемое замечаниями и дополнениями преподавателя.
15	<b>Получение студентом допуска к аттестации по результатам сделанных докладов.</b> Получение студентом итоговой аттестации после двух успешно сделанных докладов.

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Проведение семинаров-дискуссий по темам календарного плана  
 Проведение лабораторных работ на экспериментальных установках.  
 Индивидуальная работа со студентами.

## 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-3.1	З-ПК-3.1	Э, КИ-15
	У-ПК-3.1	Э, КИ-15
	В-ПК-3.1	Э, КИ-15
ПК-3.3	З-ПК-3.3	Э, КИ-15
	У-ПК-3.3	Э, КИ-15
	В-ПК-3.3	Э, КИ-15
ПК-4	З-ПК-4	Э, КИ-15
	У-ПК-4	Э, КИ-15
	В-ПК-4	Э, КИ-15
УК-2	З-УК-2	КИ-8
	У-УК-2	КИ-8
	В-УК-2	КИ-8

### 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
75-84		C	
70-74		D	

			существенных неточностей в ответе на вопрос.
65-69			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	3 – «удовлетворительно»	Е	
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	Ф	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

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

### ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ Г83 Газоразрядные детекторы элементарных частиц : учебное пособие для вузов, Москва: НИЯУ МИФИ, 2012
2. 539.1 К96 Методы регистрации излучений (итоговое занятие) : лабораторный практикум, Москва: НИЯУ МИФИ, 2015
3. ЭИ К78 Инструментальные методы радиационной безопасности : учебное пособие для вузов, Е. А. Крамер-Агеев, В. С. Трошин, Москва: НИЯУ МИФИ, 2011
4. ЭИ Н90 Введение в поляризационную физику : учебное пособие для вузов, С. Б. Нурушев, М. Ф. Рунцо, М. Н. Стриханов, Москва: МИФИ, 2007
5. 539.1 Н90 Введение в поляризационную физику : учебное пособие для вузов, С. Б. Нурушев, М. Ф. Рунцо, М. Н. Стриханов, Москва: МИФИ, 2007

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. И L57 Principles of radiation interaction in matter and detection : , New Jersey [and oth.]: World scientific, 2012
2. ЭИ М69 Датчики и детекторы : учебное пособие для вузов, В. П. Михеев, А. В. Просандеев, Москва: МИФИ, 2007

3. ЭИ П75 Прикладная ядерная космофизика : учебное пособие для вузов, К. А. Боярчук [и др.], Москва: МИФИ, 2007

4. 539.1 Д38 Детекторы излучений и ядерно-физический эксперимент : Сб.науч. тр., Под ред. Феоктистова Л.П.;МИФИ, М.: Энергоатомиздат, 1987

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**

Посещать все практические занятия

Обратить внимание на методику оценивания итоговых результатов:

1. Итоговая оценка представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий (подготовке к докладам и выступлениям с докладами) в рамках текущего и промежуточного контроля и выставляется в соответствии с Положением о кредитно-модульной системе.

2. На текущем контроле (8 и 16 недели) оценочным средством является выступления ( с необходимым количеством докладов). Минимальное количество докладов за семестр – два доклада.

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

Уделять внимание качеству подготовки студентов и оказывать методическую помощь (консультации)

Автор(ы):

Салахутдинов Гаяр Харисович, д.ф.-м.н., профессор

Рецензент(ы):

Курепин А.Б. проф. ИТЭФ