

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И КОСМОФИЗИКИ

ОДОБРЕНО

УМС ИЯФИТ Протокол №01/423-573.1 от 20.04.2023 г.

НТС ЛАПЛАЗ Протокол №1/04-577 от 27.04.2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**ВВЕДЕНИЕ В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНУЮ ЯДЕРНУЮ ФИЗИКУ И КОСМОФИЗИКУ**

Направление подготовки  
(специальность)

- [1] 12.03.05 Лазерная техника и лазерные технологии
- [2] 03.03.01 Прикладные математика и физика
- [3] 16.03.02 Высокотехнологические плазменные и энергетические установки
- [4] 01.03.02 Прикладная математика и информатика
- [5] 14.03.02 Ядерная физика и технологии
- [6] 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов
- [7] 12.03.03 Фотоника и оптоинформатика
- [8] 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	2	72	16	16	0	40	0	3
Итого	2	72	16	16	0	40	0	

## АННОТАЦИЯ

Введение в экспериментальную физику знакомит студента с основными детекторами, лежащими в основе физических установок в области физики ядра и элементарных частиц. Это создает необходимую базу для дальнейшего изучения и анализа экспериментальных установок. В ходе занятий студенты получают навыки экспериментальной работы, необходимые для проведения исследований.

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины являются овладение знаниями в области современного состояния экспериментальной физики элементарных частиц.

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

Данный курс позволяет студенту приобрести знания, необходимые для работы в области физики элементарных частиц. Будучи заключительной частью методического цикла, он обобщает все знания, полученные ранее и сосредотачивается на их применении к процессу создания современных установок. Полученные знания являются необходимыми для исследовательской работы в практически любом научном направлении

### 3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
УК-1 [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8] – Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	З-УК-1 [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8] – Знать: методики сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа У-УК-1 [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8] – Уметь: применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников В-УК-1 [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8] – Владеть: методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения поставленных задач
УК-3 [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8] – Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде	З-УК-3 [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8] – Знать: основные приемы и нормы социального взаимодействия; основные понятия и методы конфликтологии, технологии межличностной и групповой коммуникации в деловом взаимодействии У-УК-3 [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8] – Уметь: устанавливать и поддерживать контакты, обеспечивающие успешную работу в коллективе; применять основные методы и нормы

	<p>социального взаимодействия для реализации своей роли и взаимодействия внутри команды</p> <p>В-УК-3 [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8] – Владеть: простейшими методами и приемами социального взаимодействия и работы в команде</p>
<p>УК-6 [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8] – Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни</p>	<p>З-УК-6 [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8] – Знать: основные приемы эффективного управления собственным временем; основные методики самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни</p> <p>У-УК-6 [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8] – Уметь: эффективно планировать и контролировать собственное время; использовать методы саморегуляции, саморазвития и самообучения</p> <p>В-УК-6 [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8] – Владеть: методами управления собственным временем; технологиями приобретения, использования и обновления социокультурных и профессиональных знаний, умений, и навыков; методиками саморазвития и самообразования в течение всей жизни</p>

#### 4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Духовно-нравственное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование этического мышления и профессиональной ответственности ученого (В2)	1. Использование воспитательного потенциала базовых гуманитарных дисциплин. 2. Разработка новых инновационных курсов гуманитарной и междисциплинарной направленности.
Духовно-нравственное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование личностно-центрированного подхода в профессиональной коммуникации, когнитивно-поведенческих и практико-ориентированных навыков, основанных на общероссийских традиционных ценностях (В3)	1. Использование воспитательного потенциала базовых гуманитарных дисциплин. 2. Разработка новых инновационных курсов гуманитарной и междисциплинарной направленности.
Профессиональное и трудовое воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование глубокого понимания социальной роли профессии, позитивной и активной установки на ценности избранной специальности,	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин естественнонаучного и общепрофессионального модуля для: - формирования позитивного отношения к профессии инженера (конструктора, технолога), понимания ее социальной

	<p>ответственного отношения к профессиональной деятельности, труду (B14)</p>	<p>значимости и роли в обществе, стремления следовать нормам профессиональной этики посредством контекстного обучения, решения практико-ориентированных ситуационных задач. - формирования устойчивого интереса к профессиональной деятельности, способности критически, самостоятельно мыслить, понимать значимость профессии посредством осознанного выбора тематики проектов, выполнения проектов с последующей публичной презентацией результатов, в том числе обоснованием их социальной и практической значимости; - формирования навыков командной работы, в том числе реализации различных проектных ролей (лидер, исполнитель, аналитик и пр.) посредством выполнения совместных проектов.</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплины «Экономика и управление в промышленности на основе инновационных подходов к управлению конкурентоспособностью», «Юридические основы профессиональной деятельности» для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирования навыков системного видения роли и значимости выбранной профессии в социально-экономических отношениях через контекстное обучение</li> </ul>
<p>Профессиональное воспитание</p>	<p>Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (B19)</p>	<p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика», «Научный семинар» для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований.</li> </ul> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое</p>

		<p>мышление и основы научной коммуникации", "Введение в специальность", "Научно-исследовательская работа", "Научный семинар" для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед;</li> <li>- формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий.</li> </ul>
<p>Профессиональное воспитание</p>	<p>Создание условий, обеспечивающих, формирование способности и стремления следовать в профессии нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения (B21)</p>	<p>1. Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР. 2. Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для: - формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными</p>

		компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.
--	--	--

## 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>5 Семестр</i>						
1	Первый раздел	1-10	11/11/0		25	КИ-10	3-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, 3-УК-3, У-УК-3, В-УК-3, 3-УК-6, У-УК-6, В-УК-6
2	Второй раздел	11-16	5/5/0		25	КИ-16	3-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, 3-УК-3, У-УК-3, В-УК-3, 3-УК-6,

							У- УК-6, В- УК-6
	<i>Итого за 5 Семестр</i>		16/16/0		50		
	<b>Контрольные мероприятия за 5 Семестр</b>				50	3	3-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, 3-УК-3, У-УК-3, В-УК-3, 3-УК-6, У-УК-6, В-УК-6

\* – 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
З	Зачет

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>5 Семестр</i>	16	16	0
<b>1-10</b>	<b>Первый раздел</b>	11	11	0
1 - 2	<b>Введение.</b> • Ионизационные потери 1. Флуктуация ионизационных потерь 2. Многократное рассеяние 3. Прохождение электронов и фотонов 4. Черенковское и тормозное излучение 5. Ядерное взаимодействие	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
3 - 4	<b>Сцинтилляционные счетчики</b> 1. Неорганические сцинтилляторы	Онлайн		
		0	0	0
3 - 4	<b>Сцинтилляционные счетчики</b> 1. Неорганические сцинтилляторы	Всего аудиторных часов		
		2	2	0

	2. Органические сцинтилляторы 3. Сбор света 4. Фотодетекторы	Онлайн		
		0	0	0
5 - 6	<b>Полупроводниковые детекторы</b> 1. Малошумящие усилители 2. Создание обедненной зоны 3. Кремниевые микростриповые детекторы 4. Полупроводниковые дрейфовые детекторы 5. Приборы с зарядовой связью 6. Пиксельные детекторы 7. Фотодетекторы 8. Германиевые $\gamma$ -детекторы	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
7 - 10	<b>Газовые детекторы</b> 1. Ионизация 2. Дрейф заряда 3. Газовое усиление 4. Пропорциональная камера 5. Дрейфовая камера 6. Времяпроекционная камера 7. Газовый электронный усилитель и микросеточная газовая структура 8. Resistive plate chamber	Всего аудиторных часов		
		5	5	0
		Онлайн		
		0	0	0
<b>11-16</b>	<b>Второй раздел</b>	5	5	0
11 - 12	<b>Идентификация частиц</b> 1. Измерение импульса в магнитном поле 2. $dE/dx$ 3. Время пролета 4. Черенковские детекторы 5. Детекторы переходного излучения 6. Мюоны и электроны	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
13	<b>Калориметры</b> 1. Электромагнитные калориметры 2. Адронные калориметры	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
14 - 16	<b>Исторические детекторы и детекторы без электронного считывания</b> 1. Камеры Вильсона и пузырьковая 2. Стриммерная и искровая камеры 3. Ядерные фотоэмульсии и пластиковые детекторы	Всего аудиторных часов		
		2	2	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

Используются формы обучения с применением LMS, электронных ресурсов и информационно-коммуникационные технологий. По каждой лекции подготовлены презентации, что существенно повышает степень усвояемости материала, позволяет использовать богатый иллюстративный материал и включать в лекции информацию о последних достижениях в области статистического анализа данных.

Проводится постоянный мониторинг знаний студентов, что позволяет корректировать процесс изложения материала, контролировать процесс обучения и мотивирует студентов к самостоятельной работе.

## 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)
УК-1	З-УК-1	З, КИ-10, КИ-16
	У-УК-1	З, КИ-10, КИ-16
	В-УК-1	З, КИ-10, КИ-16
УК-3	З-УК-3	З, КИ-10, КИ-16
	У-УК-3	З, КИ-10, КИ-16
	В-УК-3	З, КИ-10, КИ-16
УК-6	З-УК-6	З, КИ-10, КИ-16
	У-УК-6	З, КИ-10, КИ-16
	В-УК-6	З, КИ-10, 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 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»	В	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		С	
70-74		Д	
65-69	3 – «удовлетворительно»	Е	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»	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.

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

### ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ Н61 Анализ данных : учебное пособие для вузов, Москва: НИЯУ МИФИ, 2012
2. 53 И83 Квантовая физика : основные законы, Москва: Бинوم. Лаборатория знаний, 2014
3. ЭИ Э 41 Экспериментальная ядерная физика Т. 1 Физика атомного ядра, : , 2022
4. ЭИ Э 41 Экспериментальная ядерная физика Т. 2 Физика ядерных реакций, : , 2022
5. ЭИ Э 41 Экспериментальная ядерная физика Т. 3 Физика элементарных частиц, : , 2022

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 539.1 М92 Экспериментальная ядерная физика Т. 3 Физика элементарных частиц, : Лань, 2008

2. 539.1 М92 Экспериментальная ядерная физика Т.1 Физика атомного ядра, , Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2009

3. 539.1 М92 Экспериментальная ядерная физика Т.2 Физика ядерных реакций, , Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2009

**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**

1. Необходимо научиться анализировать процессы, происходящие с детектируемыми частицами при взаимодействии с веществом детектора и оценивать ожидаемые сигналы и влияние этих процессов на траекторию и энергию частицы.

2. Необходимо знать схемы, особенности и области применения основных типов детекторов.

3. Уметь быстро понять возможности и ограничения установки, исходя из свойств входящих в нее детекторов.

4. Получить практические навыки работы с основными типами детекторов.

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

1. Необходимо научиться анализировать процессы, происходящие с детектируемыми частицами при взаимодействии с веществом детектора и оценивать ожидаемые сигналы и влияние этих процессов на траекторию и энергию частицы.

2. Необходимо знать схемы, особенности и области применения основных типов детекторов.

3. Уметь быстро понять возможности и ограничения установки, исходя из свойств входящих в нее детекторов.

4. Получить практические навыки работы с основными типами детекторов.

Автор(ы):

Алексеев Игорь Геннадьевич, к.ф.-м.н.