

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ
КАФЕДРА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И КОСМОФИЗИКИ

ОДОБРЕНО УМС ИЯФИТ

Протокол № 01/423-573.1

от 20.04.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
ЭЛЕМЕНТАРНЫЕ ЧАСТИЦЫ И ИХ ИСТОЧНИКИ

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, экс./зач./КР/КП
5	1-2	36-72	16	16	0	4-40	0	3
Итого	1-2	36-72	16	16	0	4-40	0	

АННОТАЦИЯ

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

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины (модуля) ЭМЯФ 1 являются овладение принципами действия основных детекторов элементарных частиц и ионизирующих излучений, изучение их основных характеристик и приобретение базовых навыков работы с ними.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Данная дисциплина относится к разделу специализации.

Данный курс знакомит студента с основными детекторами, лежащими в основе физических установок в области физики ядра и элементарных частиц. Он создает необходимую базу для дальнейшего изучения и анализа экспериментальных установок. В ходе лабораторных, входящих в настоящий курс, студенты получают навыки экспериментальной работы, необходимые для проведения исследований по НИР.

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			
изучение научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по направлению исследований;	элементарные частицы, атомное ядро и плазма, газообразное и конденсированное состояние вещества, лазеры и их применения, ядерные	ПК-9.1 [1] - Способен осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в	З-ПК-9.1[1] - знать методы поиска, хранения, обработки и анализа информации из различных источников и баз

	<p>реакторы, материалы ядерных реакторов, ядерные материалы и системы обеспечения их безопасности, ускорители заряженных частиц, современная электронная схемотехника, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно-физическими установками,</p>	<p>требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий;</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>данных, методы представления ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий;; У-ПК-9.1[1] - уметь осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий; В-ПК-9.1[1] - владеть методами поиска, хранения, обработки и анализа информации из различных источников и баз данных, методами представления ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий;</p>
<p>проведение экспериментов по заданным методикам, обработка и анализ результатов;</p>	<p>элементарные частицы, атомное ядро и плазма, газообразное и конденсированное состояние вещества, лазеры и их применения, ядерные реакторы, материалы ядерных реакторов, ядерные материалы и системы обеспечения их безопасности, ускорители заряженных частиц, современная электронная схемотехника, электронные системы</p>	<p>ПК-9.2 [1] - Способен участвовать в научных исследованиях в области физики частиц и ядра, космофизике и космологии, к самостоятельному определению необходимых средств и к их использованию для решения поставленных задач</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>З-ПК-9.2[1] - Знать методы исследования в области физики частиц и ядра, космофизике и космологии, методы определения необходимых средств и их использования для решения поставленных задач; У-ПК-9.2[1] - Уметь применять методы исследования в области физики частиц и ядра, космофизике и космологии, уметь</p>

	ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно-физическими установками,		применять методы определения необходимых средств и их использования для решения поставленных задач; В-ПК-9.2[1] - Владеть методами исследования в области физики частиц и ядра, космофизике и космологии, и методы определения необходимых средств и их использования для решения поставленных задач
проектный			
сбор и анализ информационных источников и исходных данных для проектирования приборов и установок;	элементарные частицы, атомное ядро и плазма, газообразное и конденсированное состояние вещества, лазеры и их применения, ядерные реакторы, материалы ядерных реакторов, ядерные материалы и системы обеспечения их безопасности, ускорители заряженных частиц, современная электронная схемотехника, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно-физическими установками,	ПК-9.8 [1] - Способен проводить основные расчёты при проектировании различных детекторов и установок в области физики частиц и ядра, а также контроль их соответствия исходным требованиям с использованием средств диагностики; <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	З-ПК-9.8[1] - методы проведения расчётов при проектировании различных детекторов и установок в области физики частиц и ядра, а также методы контроля их соответствия исходным требованиям с использованием средств диагностики;; У-ПК-9.8[1] - проводить расчёты при проектировании различных детекторов и установок в области физики частиц и ядра, а также осуществлять контроль их соответствия исходным требованиям с использованием средств диагностики;; В-ПК-9.8[1] - методами проведения

			расчётов при проектировании различных детекторов и установок в области физики частиц и ядра, а также методами контроля их соответствия исходным требованиям с использованием средств диагностики;
--	--	--	---

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
-----------------------------	-------------------------	------------------------------------

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	10/10/0		25	КИ-8	З-ПК-9.1, У-ПК-9.1, В-ПК-9.1, З-ПК-9.2, У-ПК-9.2, В-ПК-9.2, З-ПК-

							9.8, У- ПК- 9.8, В- ПК- 9.8
2	Второй раздел	11-16	6/6/0		25	КИ-16	3-ПК- 9.1, У- ПК- 9.1, В- ПК- 9.1, 3-ПК- 9.2, У- ПК- 9.2, В- ПК- 9.2, 3-ПК- 9.8, У- ПК- 9.8, В- ПК- 9.8
	<i>Итого за 5 Семестр</i>		16/16/0		50		
	Контрольные мероприятия за 5 Семестр				50	3	3-ПК- 9.1, У- ПК- 9.1, В- ПК- 9.1, 3-ПК- 9.2, У- ПК- 9.2, В- ПК- 9.2, 3-ПК- 9.8, У- ПК-

							9,8, В- ПК- 9,8
--	--	--	--	--	--	--	--------------------------

* – 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

Неделя	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>5 Семестр</i>	16	16	0
1-10	Первый раздел	10	10	0
1 - 2	Введение и исторический обзор 1. Стандартная модель элементарных частиц и ее проблемы. 2. Ускорительные и неускорительные методы исследований в физике элементарных частиц. 3. Основные экспериментальные центры. 4. Ознакомление с кварковым составом различных адронов, решение задач на сохранение ароматов кварков в сильных взаимодействиях и на сохранение лептонного заряда в слабых взаимодействиях.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
3 - 4	Заряженные лептоны 1. Открытие и основные свойства. 2. Масса, время жизни и относительные вероятности распада тау-лептона. 3. Проверка гипотезы лептонной универсальности. 4. Практическая работа с использованием персональных компьютеров (ноутбуков). 5. Анализ небольшого образца данных эксперимента Бель 6. Ознакомление с методом восстановления частиц на примере распада D-мезона на заряженные каон и пион. 7. Определение параметров сигнала при помощи фитирования.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
5 - 6	Дискретные симметрии – С, Р, Т, СР, и СРТ 1. Нарушение С и Р инвариантности. 2. Пример восстановления каскадных распадов. 3. Методы улучшения разрешения инвариантной массы. 4. Пример восстановления распадов с нейтральными частицами в конечном состоянии. 5. Пример полного восстановления события.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0

7 - 10	Спектроскопия чармония Обнаружение J/ψ -частицы. Основные состояния и их квантовые числа. Основные моды распада. Восстановление трехчастичного распада, знакомство с диаграммой Далица, ее свойствами. Амплитуда резонанса. Вывод формулы связи между временем жизни и шириной резонанса. Обнаружение $X(3872)$ и других тяжелых состояний чармония, поиск экзотических состояний. Поиски пентакварка. Вывод формулы для P -четности системы фермион-антифермион. Решение задач на сохранение P -четности.	Всего аудиторных часов		
		4	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
11-16	Второй раздел	6	6	0
11 - 12	Нейтрино • Обнаружение электронного нейтрино, обнаружение мюонного и тау нейтрино. • Бета-распад. • Измерение массы нейтрино. • Измерение массы мюонного и тау-нейтрино • Измерение поляризации заряженных лептонов в бета-распаде и определение спиральности нейтрино. • Определение спиральности тау-нейтрино. • Двойной бета распад. • Определение природы нейтрино • Вычисление величины выделяемой энергии в различных типах двойного бета-распада.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
13	Осцилляции нейтрино • Вывод формулы для случая двух сортов нейтрино. • Экспериментальное обнаружение осцилляций нейтрино от различных источников: солнечные, реакторные, атмосферные и ускорительные нейтрино. • оценки разницы масс нейтрино в различных экспериментах.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
14 - 16	Свойства Бозона Хиггса • Механизмы рождения и распадов бозона Хиггса. • Экспериментальное обнаружение бозона Хиггса. • Роль бозона Хиггса в Стандартной Модели.	Всего аудиторных часов		
		3	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

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Проводится постоянный мониторинг знаний студентов по содержанию предыдущих лекций. Это позволяет корректировать процесс изложения материала в течение семестра, контролировать процесс обучения и заставляет студентов самостоятельно готовиться к занятиям.

По каждой лекции подготовлены презентации, что существенно повышает степень усвояемости материала, позволяет использовать богатый иллюстративный материал из интернета и включать в лекции информацию о последних достижениях в области статистического анализа данных. Доступ к учебному курсу обеспечивается с любого компьютера, подключённого к компьютерной сети.

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-9.1	З-ПК-9.1	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-9.1	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-9.1	З, КИ-8, КИ-16
ПК-9.2	З-ПК-9.2	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-9.2	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-9.2	З, КИ-8, КИ-16
ПК-9.8	З-ПК-9.8	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-9.8	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-9.8	З, КИ-8, 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: Бином. Лаборатория знаний, 2014

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.