

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**

**МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА В ФИЗИКЕ ЧАСТИЦ**

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	2	72	16	16	0	40	0	3
Итого	2	72	16	16	0	40	0	

## АННОТАЦИЯ

В процессе освоения учебной дисциплины проводится изучение основных методов и приемов моделирования методом Монте-Карло экспериментов ядерной физики и физики частиц с использованием библиотеки GEANT4, приобретение навыков и умений в области методики коллективного программирования.

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели освоения дисциплины:

1. Изучение:

- методов моделирования основных типов распределений;
- основных приемов моделирования методом Монте-Карло экспериментов ядерной физики и физики частиц;

2. Выработка умений и навыков:

- моделирования свойств элементарных частиц;
- моделирования свойств и проявлений сильных, слабых и электромагнитных взаимодействий в микромире;
- коллективного программирования.

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

Для изучения дисциплины студент должен обладать знаниями, полученными при изучении курсов «Основы программирования», «Экспериментальная ядерная физика», «Методы обработки результатов измерений», «Основы фундаментальных взаимодействий». Знания, полученные студентами в рамках дисциплины необходимы для дальнейшего освоения дисциплин, а также выполнения выпускной квалификационной работы.

### 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-	элементарные	ПК-9.1 [1] - Способен	З-ПК-9.1[1] - знать

<p>технической информации, отечественного и зарубежного опыта по направлению исследований;</p>	<p>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,</p>	<p>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;</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>методы поиска, хранения, обработки и анализа информации из различных источников и баз 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,</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>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</p>

	<p>ускорители заряженных частиц, современная электронная схемотехника, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно-физическими установками,</p>	<p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>применять методы исследования в области физики частиц и ядра, космофизике и космологии, уметь 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</p>
<p>проектный</p>			
<p>сбор и анализ информационных источников и исходных данных для проектирования приборов и установок;</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 ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно-физическими установками,</p>	<p>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;</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>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</p>

			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/ Практик. (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	1-8	8/8/0		25	КИ-8	З-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
2	Второй раздел	9-16	8/8/0		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		
	<b>Контрольные мероприятия за 5 Семестр</b>				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

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>5 Семестр</i>	16	16	0
<b>1-8</b>	<b>Первый раздел</b>	8	8	0
1	<b>Общая схема моделирования. Обобщенная структура программы.</b> Общая схема моделирования. Обобщенная структура программы.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
2	<b>Характеристика библиотеки GEANT4, основные термины и понятия.</b> Характеристика библиотеки GEANT4, основные термины и понятия.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
3	<b>Физические процессы и перенос частиц.</b> Физические процессы и перенос частиц.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
4	<b>Правила создания простейшей программы.</b> Правила создания простейшей программы.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
5	<b>Определение набора материалов установки.</b> Определение набора материалов установки.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
6	<b>Простейшие формы частей установки.</b> Простейшие формы частей установки.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0

		Онлайн		
		0	0	0
7	<b>Сложные формы частей установки.</b> Сложные формы частей установки.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
8	<b>Особенности отладки геометрии.</b> Особенности отладки геометрии.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-16	<b>Второй раздел</b>	8	8	0
9	<b>Типы физических процессов и частиц.</b> Типы физических процессов и частиц.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
10	<b>Реализация электромагнитных и ядерных процессов.</b> Реализация электромагнитных и ядерных процессов.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
11	<b>Распад частиц.</b> Распад частиц.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
12	<b>Команды терминала.</b> Команды терминала.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
13	<b>Графический интерфейс.</b> Графический интерфейс.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
14	<b>Обзор типичных ошибок в написании программ.</b> Обзор типичных ошибок в написании программ.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
15 - 16	<b>Оптимизация программ.</b> Оптимизация программ.	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

Курс состоит из разных форм обучения: лекции, практическая и самостоятельная работы. Занятия проводятся с применением электронных ресурсов и современных информационных технологий, в т.ч. мультимедийных. Предусмотрены активные и интерактивные формы обучения, а также семинары-практикумы, индивидуальные и групповые консультации.

## 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 Э 41 Экспериментальная ядерная физика Т. 1 Физика атомного ядра, : , 2022
2. ЭИ Э 41 Экспериментальная ядерная физика Т. 2 Физика ядерных реакций, : , 2022

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

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

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

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

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

1. Необходимо максимально полно проследить путь от постановки физической задачи в эксперименте до ее решения и результатов. Рекомендуется периодически контролировать свое понимание необходимости выбора конкретных поддетекторов для всех установок, обсуждаемых в курсе.

2. При решении задачи максимальное внимание уделить пониманию процесса получения данных Монте-Карло. Сосредоточиться на основных этапах: симуляции отклика, дигитизации, реконструкции.

3. Понимать цели, задачи и возможности современной экспериментальной и ее место в физике элементарных частиц.

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

1. Необходимо максимально полно проследить путь от постановки физической задачи в эксперименте до ее решения и результатов. Рекомендуется периодически контролировать свое понимание необходимости выбора конкретных поддетекторов для всех установок, обсуждаемых в курсе.

2. При решении задачи максимальное внимание уделить пониманию процесса получения данных Монте-Карло. Сосредоточиться на основных этапах: симуляции отклика, дигитизации, реконструкции.

3. Понимать цели, задачи и возможности современной экспериментальной и ее место в физике элементарных частиц.

Автор(ы):

Алексеев Игорь Геннадьевич, к.ф.-м.н.