

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

ВВЕДЕНИЕ В МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ

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, экз./зач./КР/КП
7	3	108	32	16	0		24	0	Э
Итого	3	108	32	16	0	8	24	0	

АННОТАЦИЯ

Курс является неотъемлемой частью подготовки студентов. Основная часть курса посвящена краткому изучению структуры современного физического эксперимента, главных физических установок, применяемых детекторов излучений, ядерной электроники современных программ для обработки данных и представления результатов (ROOT), комплексные подходы к программной поддержке эксперимента. Во второй части курса рассматриваются вопросы моделирования данных (виртуального эксперимента), .

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины является изучение современных методик физического эксперимента, моделирования и обработки данных, типичных для эксперимента, проводимого в области физики высоких энергий.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Логически и содержательно-методически дисциплина является заключительной частью области экспериментальной ядерной физик и физики частиц.

«Входными» знаниями являются знания общей физики и ядерной физики в университетском объеме, элементарные навыки программирования. Для изучения дисциплины также необходимы компетенции, сформированные у обучающихся в результате освоения дисциплин:

- уравнения математической физики; информатика , вычислительные методы в физике: компьютерный практикум и др.

Данная дисциплина является базой для выполнения курсового и дипломного проектирования, НИРС, а также при практической работе выпускников по специальности.

Программа учебной практики развивает и дополняет необходимым практическим содержанием теоретические курсы по специальности «Экспериментальные исследования и моделирование фундаментальных взаимодействий», изучаемые в рамках подготовки. В процессе выполнения научно-исследовательской работы студенты должны, как исходные, использовать основные понятия и концепции теоретической физики, разделы основных математических дисциплин, знание информационных технологий, инженерных дисциплин, входящих в программу подготовки.

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			
1 Изучение и анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования; математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований; проведение экспериментов по заданной методике, составление описания проводимых исследований и анализ результатов; подготовка данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций, участие во внедрении результатов исследований и разработок;	1 Объектами профессиональной деятельности выпускников по основной образовательной программе «Экспериментальные исследования и моделирование фундаментальных взаимодействий» являются: атомное ядро, элементарные частицы и плазма, газообразное и конденсированное состояние вещества, лазеры и их применения, ускорители заряженных частиц, современная электронная схмотехника, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно-физическими установками, разработка ядерных и физических установок, технологии применения приборов и установок для регистрации излучений, разделения изотопных	ПК-13.1 [1] - Способен к сбору, обработке, анализу и обобщению результатов экспериментов и исследований в соответствующей области знаний; <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	3-ПК-13.1[1] - Знать цели и задачи проводимых исследований и разработок, их методы и средства планирования, методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения; У-ПК-13.1[1] - Уметь оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, применять методы анализа научно-технической информации; В-ПК-13.1[1] - Владеть методами сбора, обработки и анализа научной информации, способами ее обобщения

	и молекулярных смесей, а также анализа веществ, радиационное воздействие ионизирующих излучений на человека и окружающую среду, радиационные технологии в медицине, математические модели для теоретических, экспериментальных и прикладных исследований явлений и закономерностей в области физики ядра, частиц, плазмы, газообразного и конденсированного состояния вещества, распространения и взаимодействия излучения с объектами живой и неживой природы, экологический мониторинг окружающей среды, обеспечение безопасности ядерных материалов, объектов и установок атомной промышленности и энергетики.		
1 Изучение и анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования; математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и	1 Объектами профессиональной деятельности выпускников по основной образовательной программе «Экспериментальные исследования и моделирование фундаментальных взаимодействий» являются: атомное ядро, элементарные	ПК-2 [1] - Способен проводить математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	3-ПК-2[1] - знать методы математического моделирования процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований; ; У-ПК-2[1] - уметь использовать методы математического моделирования

исследований; проведение экспериментов по заданной методике, составление описания проводимых исследований и анализ результатов; подготовка данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций, участие во внедрении результатов исследований и разработок;	частицы и плазма, газообразное и конденсированное состояние вещества, лазеры и их применения, ускорители заряженных частиц, современная электронная схемотехника, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно-физическими установками, разработка ядерных и физических установок, технологии применения приборов и установок для регистрации излучений, разделения изотопных и молекулярных смесей, а также анализа веществ, радиационное воздействие ионизирующих излучений на человека и окружающую среду, радиационные технологии в медицине, математические модели для теоретических, экспериментальных и прикладных исследований явлений и закономерностей в области физики ядра, частиц, плазмы, газообразного и конденсированного состояния вещества,		процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований;; В-ПК-2[1] - владеть навыками математического моделирования процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований;
---	---	--	--

	распространения и взаимодействия излучения с объектами живой и неживой природы, экологический мониторинг окружающей среды, обеспечение безопасности ядерных материалов, объектов и установок атомной промышленности и энергетики.		
организационно-управленческий			
2 Составление технической документации (графиков работ, инструкций, планов, смет, заявок на материалы, оборудование и т.п.), а также установленной отчетности по утвержденным формам; выполнение работ по метрологии, стандартизации и подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов; организация работы малых коллективов исполнителей; планирование работы персонала и фондов оплаты труда; подготовка исходных данных для выбора и обоснования научно - технических и организационных решений на основе экономического анализа; подготовка документации для создания системы	2 Объектами профессиональной деятельности выпускников по основной образовательной программе «Экспериментальные исследования и моделирование фундаментальных взаимодействий» являются: атомное ядро, элементарные частицы и плазма, газообразное и конденсированное состояние вещества, лазеры и их применения, ускорители заряженных частиц, современная электронная схемотехника, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно-физическими установками, разработка ядерных и физических установок, технологии	ПК-13.2 [1] - Способен к подготовке предложений для составления планов и методических программ исследований и разработок, практических рекомендаций по исполнению их результатов; <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	3-ПК-13.2[1] - Знать цели и задачи проводимых исследований и разработок, методы и средства планирования и организации исследований и разработок, методы анализа и обобщения отечественного и международного опыта в соответствующей области исследования; У-ПК-13.2[1] - Уметь применять нормативную документацию в соответствующей области знаний, методы анализа научно- технической информации, способы подготовки предложений по составлению планов и методических программ исследований и разработок; В-ПК-13.2[1] - Владеть способами решения задач аналитического

менеджмента качества предприятия; разработка оперативных планов работы первичных производственных подразделений, проведение анализа затрат и результатов деятельности производственных подразделений.	применения приборов и установок для регистрации излучений, разделения изотопных и молекулярных смесей, а также анализа веществ, радиационное воздействие ионизирующих излучений на человека и окружающую среду, радиационные технологии в медицине, математические модели для теоретических, экспериментальных и прикладных исследований явлений и закономерностей в области физики ядра, частиц, плазмы, газообразного и конденсированного состояния вещества, распространения и взаимодействия излучения с объектами живой и неживой природы, экологический мониторинг окружающей среды, обеспечение безопасности ядерных материалов, объектов и установок атомной промышленности и энергетики.		характера, предполагающих выбор актуальных способов решения поставленных научно- технических задач
--	---	--	---

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/ Практ. (семинары) / Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>7 Семестр</i>						
1	раздел 1	1-8	16/8/0		25	КИ-8	3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2
2	раздел 2	9-16	16/8/0		25	КИ-16	3-ПК-13.1, У-ПК-13.1, В-ПК-13.1, 3-ПК-13.2, У-ПК-13.2, В-ПК-13.2
	<i>Итого за 7 Семестр</i>		32/16/0		50		
	Контрольные мероприятия за 7 Семестр				50	Э	3-ПК-13.1, У-ПК-13.1, В-ПК-13.1, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2

* – 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>7 Семестр</i>	32	16	0
1-8	раздел 1	16	8	0
1	Тема 1 Виды излучения.	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
2	Тема 2 Источники излучения.	Всего аудиторных часов		
		2	1	0

		Онлайн		
		0	0	0
3	Тема 3 Физические установки.	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
4	Тема 4 Детекторы излучения.	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
5	Тема 5 Ядерная электроника.	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
6	Тема 6 Представление результатов эксперимента.	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
7	Тема 7 Компьютерная обработка данных физических экспериментов и удаленный доступ.	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
8	Тема 8 Моделирование физических взаимодействий и детекторов.	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-16	раздел 2	16	8	0
9	Тема 9 Алгоритм моделирования дискретной случайной величины.	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
10	Тема 10 Моделирование случайной величины методом Неймана. Моделирование случайной величины методом обращения функции вероятности.	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
11	Тема 11 Алгоритм моделирование случайного вектора – общий случай. Вывод алгоритма моделирования трехмерного вектора, изотропно распределенного в пространстве.	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
12	Тема 12 Блок-схема программы: оценка эффективности регистрации колодезного датчика методом Монте-Карло.	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
13	Тема 13 Алгоритм моделирования непрерывной случайной величины, заданной гистограммой.	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
14	Тема 14 Блок-схема программы: получение случайных чисел, распределенных по биномиальному закону. Блок-схема	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		Онлайн		

	программы: получение распределения для случайной величины $Z=X+Y$. Плотности распределения для X и Y известны, эти величины независимы.	0	0	0
15	Тема 15 Блок-схема программы: вычисление определенного интеграла методом Монте-Карло.	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		Онлайн		
16	Тема 16 Заключительное занятие	0	0	0
		Всего аудиторных часов		
		2	1	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

ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>7 Семестр</i>
1 - 4	Тема1 Виды излучений. Детекторы ядерных излучений
5 - 8	Тема2 Введение в обработку данных с детекторов излучений
9 - 12	Тема 3 Моделирование физических величин. Основные методы
13 - 16	Тема4 Составление блок-схем программ обработки данных

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В процессе проведения лекционно-практических занятий студенты под руководством преподавателя выполняют следующие практические задания:

- выполнение базовых команд в ходе работы с файловой системой Linux
- освоение текстовых редакторов и настройка командных оболочек
- конфигурирование переменных окружения
- создание простейших программ, их компилирование
- скрипты в ROOT, неименованные и именованные
- гистограммы в ROOT
- фитирование гистограмм в ROOT

- деревья в ROOT.

Дисплейный класс подключен к интернету, оборудован проектором для демонстрации сложных многоцветных рисунков и текстов программ большого объема при разборе их содержания.

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-13.1	З-ПК-13.1	Э, КИ-16
	У-ПК-13.1	Э, КИ-16
	В-ПК-13.1	Э, КИ-16
ПК-13.2	З-ПК-13.2	КИ-16
	У-ПК-13.2	КИ-16
	В-ПК-13.2	КИ-16
ПК-2	З-ПК-2	Э, КИ-8
	У-ПК-2	Э, КИ-8
	В-ПК-2	Э, 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 существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 – «удовлетворительно»	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет
60-64			

			знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	F	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. 8(Англ) E56 English-Russian dictionary for infotech : англо-русский словарь с дефинициями к учебнику Infotech: english for computer users, , Москва: НИЯУ МИФИ, 2015
2. ЭИ Г 61 Геометрическое моделирование : , Голованов Н. Н., Москва: ДМК Пресс, 2020
3. ЭИ Р 35 Математическое моделирование : учебное пособие для вузов, Рейзлин В. И., Москва: Юрайт, 2022
4. ЭИ С 79 Обработка данных и компьютерное моделирование : учебное пособие, Стефанова И. А., Санкт-Петербург: Лань, 2020
5. ЭИ А 16 Современная оптика гауссовых пучков : учебное пособие, Волостников В. Г., Абрамочкин Е. Г., Москва: Физматлит, 2010
6. ЭИ А 95 Статистическая радиофизика и оптика : учебное пособие, Дьяков Ю. Е., Ахманов С. А., Чиркин А. С., Москва: Физматлит, 2010

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ E56 English-russian dictionary for nuclear english : англо-русский словарь с дефинициями к учебнику Сержа Горлина "Nuclear english", , Москва: НИЯУ МИФИ, 2013
2. 621.37 K85 Лазеры ультракоротких импульсов и их применения : учебное пособие, Крюков П.Г., Долгопрудный: Интеллект, 2012
3. 537 X19 Лекции по квантовой радиофизике : , Ханин Я.И., Нижний Новгород: ИПФ РАН, 2005

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

Для успешного освоения материала курса необходимо тщательное прорабатывание материала занятий.

Одной из форм учебной активности может являться разбор и коллективное решение типичных проблем конкретного студента по анализу данных в рамках научно-исследовательской работы.

При изучении темы «Виды излучения» следует обратить особое внимание на раздел:

- Систематизация элементарных частиц.

При изучении темы «Источники излучений» следует обратить особое внимание на раздел «Ускорители частиц».

При изучении темы «Детекторы частиц» следует обратить особое внимание на раздел «Сцинтилляционные и черенковские детекторы».

При изучении темы «Применение детекторов в физических установках» следует обратить особое внимание на раздел «NICA».

При изучении темы «Ядерная электроника» следует обратить особое внимание на раздел «Модульные системы электроники».

При изучении темы «Представление результатов эксперимента» следует обратить внимание на работу с одномерными гистограммами, поскольку они являются наиболее распространенными;

При изучении темы «Компьютерная обработка данных физического эксперимента» следует обратить внимание на разделы «Операционные системы, LINUX» и «Работа на удаленном компьютере».

При изучении темы «Методы математического моделирования (Монте-Карло)» следует обратить внимание на раздел «Генераторы событий».

При изучении темы «Моделирование взаимодействия излучения с веществом» следует получить представление о круге задач, решаемых с помощью GEANT4.

При изучении темы «Алгоритм моделирования дискретной случайной величины» следует обратить внимание на моделирование случайной величины методом Неймана и методом обращения функции вероятности, а также алгоритмам отдельных программ моделирования.

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Общие рекомендации

Поскольку курс предполагает освоение студентом навыков практической работы в ОС Linux, 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. Активным студентам предлагается сделать небольшие сообщения по каким-либо частным аспектам изученных материалов.

Автор(ы):

Рунцо Михаил Федорович, к.ф.-м.н., с.н.с.

Пятков Юрий Васильевич, д.ф.-м.н., профессор

Рецензент(ы):

к.ф.м.н., с.н.с. Чириков С.Н.