

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

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОБРАБОТКА ДАННЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

Направление подготовки
(специальность)

[1] 14.04.02 Ядерные физика и технологии

Семестр	Трудоемкость, кредит.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/ В	СРС, час.	КРП, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
3	4	144	16	32	0		60	0	Э КР
Итого	4	144	16	32	0	0	60	0	

АННОТАЦИЯ

Курс является неотъемлемой частью подготовки физика-экспериментатора. Основная часть курса посвящена изучению современного, применяемого повсеместно, пакета программ для обработки, хранения данных и представления результатов ROOT. Рассматриваются также вопросы моделирования данных (виртуального эксперимента), комплексные подходы к программной поддержке эксперимента.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Данная учебная дисциплина входит в образовательный модуль комплекса курсов.

Логически и содержательно-методически дисциплина является частью заключительной специализации, являющейся неотъемлемой частью знаний физика – экспериментатора в области экспериментальной ядерной физик и физики частиц.

«Входными» знаниями являются знания языка C/C++ и навыки работы в операционной системе LINUX, знания общей физики и ядерной физики в университете объеме, элементарные навыки программирования. Для изучения дисциплины также необходимы компетенции, сформированные у обучающихся в результате освоения дисциплин по направлению «Ядерная физика и технология»:

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

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

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
УКЦ-2 [1] – Способен к самообучению, самоактуализации и саморазвитию с использованием различных цифровых технологий в условиях их непрерывного совершенствования	3-УКЦ-2 [1] – Знать основные цифровые платформы, технологии и интернет ресурсы используемые при онлайн обучении У-УКЦ-2 [1] – Уметь использовать различные цифровые технологии для организации обучения В-УКЦ-2 [1] – Владеть навыками самообучения, самоактуализации и саморазвития с использованием различных цифровых технологий

--	--

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
проектный			
<p>4 Формирование целей проекта (программы) решения задач, критериев и показателей достижения целей, построение структуры их взаимосвязей, выявление приоритетов решения задач с учетом всех аспектов деятельности; разработка обобщенных вариантов решения проблемы, анализ этих вариантов, прогнозирование последствий, нахождение компромиссных решений в условиях многокритериальности, неопределенности, планирование реализации проекта; использование информационных технологий при разработке новых установок, материалов и изделий; разработка проектов технических условий, стандартов и технических описаний новых установок, материалов и изделий</p>	<p>4 Математические модели для теоретических, экспериментальных и прикладных проектов по исследованию явлений и закономерностей в области физики ядра, частиц, плазмы, газообразного и конденсированного состояния вещества, распространения и взаимодействия излучения с объектами живой и неживой природы, включая экологический мониторинг окружающей среды, обеспечение безопасности гражданских объектов</p>	<p>ПК-3.3 [1] - Способен к работе с современным программным обеспечением и его разработке для численных предсказаний (моделирования), обработки и анализа экспериментальных данных в области физики ядра и элементарных частиц</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>З-ПК-3.3[1] - Знать принципы формирования целей проекта (программы) решения задач, критериев и показателей достижения целей, построения структуры их взаимосвязей, выявления приоритетов решения задач с учетом всех аспектов деятельности; У-ПК-3.3[1] - Уметь проводить проектирование детекторов и установок, а также, на концептуальном уровне, самих экспериментов в области физики ядра и элементарных частиц, использовать информационные технологии при разработке новых установок, материалов и изделий; В-ПК-3.3[1] - Владеть методами выполнения расчётных, проектно-конструкторских</p>

			работ и обработки результатов средствами современных программных пакетов
производственно-технологический			
5 Разработка способов проведения ядерно-физических экспериментов и экспериментов в смежных областях науки и техники, способов применения ядерно-физических методик в решении технологических проблем; использование результатов проводимых исследований и разработок в технологических и производственных целях; реализация цепочки: исследование, развитие, технология, производство	5 Современный ядерно-физический эксперимент, современные детекторные системы и электронные системы сбора и обработки данных для ядерно-физических установок, математические модели для теоретического и экспериментального исследований фундаментальных взаимодействий элементарных частиц и атомных ядер	ПК-10 [1] - Способен решать инженерно-физические и экономические задачи с помощью пакетов прикладных программ <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	З-ПК-10[1] - Знать основные пакеты прикладных программ для решения инженерно-физических и экономических задач ; У-ПК-10[1] - Уметь осуществлять подбор прикладных программ для решения конкретных инженерно-физических и экономических задач; В-ПК-10[1] - Владеть навыками работы с прикладными программами для решения инженерно-физических и экономических задач

4. 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>3 Семестр</i>							
1	Часть 1	1-8	8/16/0		25	КИ-8	3-ПК-3.3, У-ПК-3.3, В-ПК-3.3, З-УКЦ-2, У-УКЦ-2, В-УКЦ-2
2	Часть 2	9-16	8/16/0		25	КИ-16	3-ПК-3.3,

						У-ПК-3.3, В-ПК-3.3, З-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10
	<i>Итого за 3 Семестр</i>	16/32/0		50		
	Контрольные мероприятия за 3 Семестр			50	Э, КР	З-ПК-3.3, У-ПК-3.3, В-ПК-3.3, З-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10, З-УКЦ-2, У-УКЦ-2, В-УКЦ-2, З-ПК-3.3, У-ПК-3.3, В-ПК-3.3, З-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10

* – 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
КР	Курсовая работа

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>3 Семестр</i>	16	32	0
1-8	Часть 1	8	16	0
1	Введение в программу курса. Структура, цели и задачи курса. Основы работы в Linux. Консольный режим работы. Основные команды. Опции и параметры команд. Текстовые редакторы.	Всего аудиторных часов 1 Онлайн 0	2 0 0	0
2	Изучение программ, обеспечивающих накопление, обработку, и анализ экспериментальных данных. Программный пакет ROOT. История создания. Элементы языка C++. Структура пакета. Классы и объекты в ROOT.	Всего аудиторных часов 1 Онлайн 0	2 0 0	0
3	Работа в пакете ROOT. Конвертация данных из PAW в ROOT. Начало работы с ROOT. Работа в командной строке. Синтаксис команд. Интерпретатор CINT. Создание макросов. Основные меню	Всего аудиторных часов 1 Онлайн 0	2 0 0	0

	и опции.		
4	Работа с гистограммами в ROOT. Создание, заполнение и рисование гистограмм в ROOT. Основные операции с гистограммами. Работа с функциями. Создание функций, рисование графиков.	Всего аудиторных часов	
		1	2
		0	0
5	Работа с двумерными гистограммами. Варианты представления гистограмм. Графические возможности ROOT. Возможности работы с TCanvas.	Всего аудиторных часов	
		1	2
		0	0
6	Фитирование гистограмм. Фитирование гистограмм в интерактивном режиме и функцией, заранее определенной пользователем. Доступ к параметрам фитирования и результаты фитирования.	Всего аудиторных часов	
		1	2
		0	0
7	Создание ROOT-файла. Создание, заполнение, запись и чтение деревьев Ntuple и TTree. Анализ данных дерева Tree View.	Всего аудиторных часов	
		1	2
		0	0
8	Работа с 4-вектором в ROOT. Класс TLorentz Vector. Применение в физическом анализе. Встроенный генератор Монте-Карло. Моделирование распадов частиц.	Всего аудиторных часов	
		1	2
		0	0
9-16	Часть 2	8	16
9	Методика идентификации частиц в физическом эксперименте. Применение графических критериев селекции Класс TCut G.	Всего аудиторных часов	
		1	2
		0	0
10	Изучение генераторов физических процессов PYTHIA Задачи, решаемые с помощью генератора PYTHIA. Основные блоки данных и параметров. Структура программы, использующей генератор PYTHIA.	Всего аудиторных часов	
		1	2
		0	0
11	Примеры работы с генератором PYTHIA. Моделирование коллайдерных экспериментов. Рождение Хиггс-бозона и Z0-бозона в pp-столкновениях. Визуализация полученной информации с помощью ROOT.	Всего аудиторных часов	
		1	2
		0	0
12	Изучение генераторов физических процессов: UrOMD. Задачи, решаемые с помощью генератора UrOMD. Основные блоки данных и параметров. Структура программы, использующей генератор: UrOMD.	Всего аудиторных часов	
		1	2
		0	0
13	Ознакомление с программой GEANT3, предназначенной для моделирования прохождения частиц через экспериментальную установку. Основные блоки данных, функций и переменных, использующихся в приложениях GEANT3. Структура программы, использующейся в данном приложении.	Всего аудиторных часов	
		1	2
		0	0
14	Пример работы GEANT3: моделирование адронного калориметра. Методы моделирования калориметра и методы визуализации информации в программном пакете GEANT3.	Всего аудиторных часов	
		1	2
		0	0
15 - 16	Изучение комплексного подхода к моделированию современного ускорительного эксперимента.	Всего аудиторных часов	
		2	4
		0	0

	Рассмотрение подхода к моделированию эксперимента на примере программы Ali ROOT. Подготовка к аттестации	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

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В процессе проведения лекционно-практических занятий студенты под руководством преподавателя выполняют следующие практические задания (лаб. работы):

- основные команды в PAW
- работа с гистограммами в PAW
- ntuples в PAW
- скрипты в ROOT, неименованные и именованные
- гистограммы в ROOT
- фитирование гистограмм в ROOT
- рисование в ROOT
- деревья в ROOT.

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-10	З-ПК-10	КР, Э, КИ-16
	У-ПК-10	КР, Э, КИ-16
	В-ПК-10	КР, Э, КИ-16
ПК-3.3	З-ПК-3.3	КР, Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-3.3	КР, Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-3.3	КР, Э, КИ-8, КИ-16
УКЦ-2	З-УКЦ-2	Э, КИ-8

	У-УКЦ-2	Э, КИ-8
	В-УКЦ-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-х балльной шкале	Отметка о зачете	Оценка ECTS
90-100	5 – «отлично»		A
85-89			B
75-84	4 – «хорошо»	«Зачтено»	C
70-74			D
65-69			E
60-64	3 – «удовлетворительно»		
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	«Не зачтено»	F

Оценка «отлично» соответствует глубокому и прочному освоению материала программы обучающимся, который последовательно, четко и логически стройно излагает свои ответы, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответах материалы монографической литературы.

Оценка «хорошо» соответствует твердым знаниям материала обучающимся, который грамотно и, по существу, излагает свои ответы, не допуская существенных неточностей.

Оценка «удовлетворительно» соответствует базовому уровню освоения материала обучающимся, при котором освоен основной материал, но не усвоены его детали, в ответах присутствуют неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности.

Отметка «зачтено» соответствует, как минимум, базовому уровню освоения материала программы, при котором обучающийся владеет необходимыми знаниями, умениями и навыками, умеет применять теоретические положения для решения типовых практических задач.

Оценку «неудовлетворительно» / отметку «не зачтено» получает обучающийся, который не знает значительной части материала программы, допускает в ответах существенные ошибки, не выполнил все обязательные задания, предусмотренные программой. Как правило, такие обучающиеся не могут продолжить обучение без дополнительных занятий.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ Е97 Experimental techniques in high-energy nuclear and particle physics : , Ferbel, Thomas. , : World Scientific Publishing Co Pte Ltd, 2014
2. 519 К85 Метрический анализ и обработка данных : учебное пособие, Крянев А.В., Лукин Г.В., Москва: Физматлит, 2012
3. 53 Б38 Применение ЭВМ в экспериментальных исследованиях Ч.1 , Бежко М.П., Москва: НИЯУ МИФИ, 2011
4. ЭИ Г55 Современная электронная элементная база в приборах и системах физики высоких энергий, космофизики и медицины : учебное пособие для вузов, Гляненко А.С., Логинов В.А., Москва: НИЯУ МИФИ, 2012
5. 53 Э41 Экспериментальная физика : лабораторный практикум, Григорьев Ф.В. [и др.], Москва: НИЯУ МИФИ, 2011

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 519 Н61 Анализ данных : учебное пособие для вузов, Румянцев В.П., Низаметдинов Ш.У., Москва: НИЯУ МИФИ, 2012
2. 004 И74 Информатика Ч.1 , , Москва: ИНТУИТ, 2012
3. 004 И74 Информатика Ч.2 , , Москва: ИНТУИТ, 2012
4. 519 З-91 Лекции по теории управления : учебное пособие, Зубов В.И., Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2009
5. 539.1 Ф80 Физика высоких плотностей энергий : , Фортов В.Е., Москва: Физматлит, 2012

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

1. Geant4 User's Guide for Application developers
(<http://download.nust.na/pub/gentoo/distfiles/BookForAppliDev-4.10.1.pdf>)
2. Geant4 Installation Guide (<http://gentoo.osuosl.org/distfiles/BookInstalGuide-4.10.1.pdf>)
3. ROOT (<http://root.cern.ch/>)
4. Easy Linux tips for beginners and for advanced users
(<https://sites.google.com/site/easylinuxtipsproject/Home>)

<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

Для успешного освоения материала курса необходимо тщательное посещение лекционных и семинарских занятий.

Поскольку практические задачи, предлагаемые в ходе курса, моделируют реальные физические задачи, самостоятельное их решение дает необходимые навыки для будущей профессиональной деятельности.

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 «Введение» следует:

- при отсутствии навыков программирования на C++ уделить повышенное внимание основным понятиям этого языка, таким как класс и указатель;
- освоить базовые команды ROOT;

При изучении темы «Работа с гистограммами» следует:

- обратить внимание на работу с одномерными гистограммами, поскольку они являются наиболее распространенными;

При изучении темы «Работа с файлами и деревьями» следует:

- приобрести четко понимание основ работы с файлами в ROOT;
- обратить внимание на логическую и физическую структуру файла;
- поскольку дерево является базовой структурой данных в ROOT, на этот раздел нужно направить особое внимание;

- уверенно владеть основными операциями с деревом: создание, запись, чтение;

При изучении темы «Генераторы физических процессов» следует:

- получить представление о наиболее распространенных генераторах событий;
- обратить внимание на области применимости каждого из генераторов, чтобы в будущем иметь возможность осознанного выбора;

При изучении темы «Моделирование прохождения частиц через вещество» следует:

- получить представление о круге задач, решаемых с помощью GEANT;
- обратить внимание на основные переменные и установочные параметры;
- добросовестно выполнить практические задачи.

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Общие указания:

1. В начале вводного занятия разъяснить условия получения положительных аттестаций, которые могут быть применены в ходе изучения курса, а также план практических и самостоятельных занятий.

2. Предупредить о порядке промежуточной и итоговой проверки знаний и о порядке проведения аттестационных мероприятий (экзамена).

3. Объяснить порядок выполнения лабораторных работ – выбор работы в качестве НИРС оставить на учащихся по их выбору с условием уникальности каждой темы НИРС

4. Упомянуть о сайте с материалами по данному курсу, как ресурсу для самоподготовки и связи с преподавателем.

5. Упомянуть о необходимости выполнения большого объема внеаудиторной самостоятельной работы.

Автор(ы):

Трутце Антон Андреевич

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

Рецензент(ы):

Окороков В.А., проф. каф.23