

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ
КАФЕДРА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ МЕТОДОВ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ

ОДОБРЕНО УМС ИЯФИТ

Протокол № 01/0821-573.1

от 31.08.2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОБРАБОТКА ДАННЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ
ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ (SIMULATION AND DATA PROCESSING IN EXPERIMENTAL HIGH
ENERGY PHYSICS)**

Направление подготовки
(специальность)

[1] 14.04.02 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
3	4	144	32	32	0	44	0	Э КР
Итого	4	144	32	32	0	32	44	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 физики и физики частиц.

«Входными» знаниями являются знания языка C/C++ и навыки работы в операционной системе LINUX, 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 ООП подготовки:

- 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
--------------------------------	--

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	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
--	---------------------------	---	---

		опыта)	
научно- исследовательский			
<p>проведение научных исследований поставленных проблем; формулировка новых задач, возникающих в ходе научных исследований; работа с научной литературой с использованием новых информационных технологий, слежение за научной периодикой; разработка методов и приборов для регистрации ионизирующих и электромагнитных излучений; выбор технических средств, подготовка оборудования, работа на экспериментальных физических установках; выбор необходимых методов исследования; анализ получаемой физической информации с использованием современной вычислительной техники</p>	<p>элементарные частицы, космические лучи, ускорительные эксперименты, астрофизика, математические модели для теоретического и экспериментального исследований явлений и закономерностей в области физики высоких энергий, космических лучей, ускорительных экспериментов, астрофизики</p>	<p>ПК-4 [1] - Способен самостоятельно выполнять экспериментальные и теоретические исследования для решения научных и производственных задач</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>З-ПК-4[1] - Знать: цели и задачи проводимых исследований; основные методы и средства проведения экспериментальных и теоретических исследований; методы и средства математической обработки результатов экспериментальных данных ; У-ПК-4[1] - Уметь: применять методы проведения экспериментов; использовать математические методы обработки результатов исследований и их обобщения; оформлять результаты научно-исследовательских работ; В-ПК-4[1] - Владеть: навыками самостоятельного выполнения экспериментальных и теоретических исследования для решения научных и производственных задач</p>
<p>проведение научных исследований поставленных проблем; формулировка новых задач, возникающих в ходе научных исследований; работа с научной литературой с использованием новых информационных технологий, слежение</p>	<p>элементарные частицы, космические лучи, ускорительные эксперименты, астрофизика, математические модели для теоретического и экспериментального исследований явлений и</p>	<p>ПК-16.3 [1] - Способен проводить обработку и анализ экспериментальных данных, моделирование, разработку теоретических моделей в областях физики высоких энергий и</p>	<p>З-ПК-16.3[1] - Знать основные методы и программные пакеты для обработки и анализа экспериментальных данных в области физики высоких энергий и астрофизики, знать основы и</p>

<p>за научной периодикой; разработка методов и приборов для регистрации ионизирующих и электромагнитных излучений; выбор технических средств, подготовка оборудования, работа на экспериментальных физических установках; выбор необходимых методов исследования; анализ получаемой физической информации с использованием современной вычислительной техники</p>	<p>закономерностей в области физики высоких энергий, космических лучей, ускорительных экспериментов, астрофизики</p>	<p>астрофизики. <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>современные программные пакеты для моделирования отклика экспериментальных установок.; У-ПК-16.3[1] - Уметь проводить разработку теоретических моделей в области физики высоких энергий и астрофизики.; В-ПК-16.3[1] - Владеть методами обработки и анализа экспериментальных данных, методами моделирования экспериментальных установок в области физики высоких энергий и астрофизики.</p>
<p>проектный</p>			
<p>формирование целей проекта (программы), 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</p>	<p>современная электронная схемотехника, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно-физическими установками, разработка и технологии применения приборов и установок для проведения исследований, разработка ядерно-физических установок, обеспечение ядерной и радиационной безопасности, систем контроля и автоматизированного</p>	<p>ПК-5 [1] - Способен проводить расчет и проектирование физических установок и приборов с использованием современных информационных технологий <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.008</p>	<p>3-ПК-5[1] - Знать основные физические законы и стандартные прикладные пакеты используемые при моделировании физических процессов и установок ; У-ПК-5[1] - Уметь применять стандартные прикладные пакеты используемые при моделировании физических процессов и установок; В-ПК-5[1] - Владеть стандартными прикладными пакетами используемыми при моделировании</p>

	<i>3 Семестр</i>						
1	Часть 1	1-8	16/16/0		25	КИ-8	3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5
2	Часть 2	9-16	16/16/0		25	КИ-16	3-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10, 3-ПК-16.3, У-ПК-16.3, В-ПК-16.3
	<i>Итого за 3 Семестр</i>		32/32/0		50		
	Контрольные мероприятия за 3 Семестр				50	Э, КР	3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10, 3-ПК-16.3,

							У-ПК-16.3, В-ПК-16.3, 3-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10, 3-ПК-16.3, У-ПК-16.3, В-ПК-16.3
--	--	--	--	--	--	--	--

* – 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>	32	32	0
1-8	Часть 1	16	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		
		2	2	0
		Онлайн		
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		
		2	2	0
		Онлайн		
3	Работа в пакете ROOT. Конвертация данных из PAW в ROOT. Начало работы с	Всего аудиторных часов		
		2	2	0

	ROOT. Работа в командной строке. Синтаксис команд. Интерпретатор CINT. Создание макросов. Основные меню и опции.	Онлайн		
		0	0	0
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		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
5	Работа с двумерными гистограммами. Варианты представления гистограмм. Графические возможности ROOT. Возможности работы с TCanvas.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	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		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
7	Создание ROOT-файла. Создание, заполнение, запись и чтение деревьев Ntuple и TTree. Анализ данных дерева Tree View.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	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		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-16	Часть 2	16	16	0
9	Методика идентификации частиц в физическом эксперименте. Применение графических критериев селекции Класс TCut G.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
10	Изучение генераторов физических процессов PYTHIA Задачи, решаемые с помощью генератора PITHIA. Основные блоки данных и параметров. Структура программы, использующей генератор PYTHIA.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	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		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
12	Изучение генераторов физических процессов: UrCMD. Задачи, решаемые с помощью генератора UrCMD. Основные блоки данных и параметров. Структура программы, использующей генератор: UrCMD.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	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		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
14	Пример работы GEANT3: моделирование адронного калориметра. Методы моделирования калориметра и методы визуализации информации в программном пакете GEANT3.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0

15 - 16	Изучение комплексного подхода к моделированию современного ускорительного эксперимента. Рассмотрение подхода к моделированию эксперимента на примере программы Ali ROOT. Подготовка к аттестации	Всего аудиторных часов		
		4	4	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

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-16.3	З-ПК-16.3	КР, Э, КИ-16

	У-ПК-16.3	КР, Э, КИ-16
	В-ПК-16.3	КР, Э, КИ-16
ПК-4	З-ПК-4	Э, КИ-8
	У-ПК-4	Э, КИ-8
	В-ПК-4	Э, КИ-8
ПК-5	З-ПК-5	Э, КИ-8
	У-ПК-5	Э, КИ-8
	В-ПК-5	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 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»	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.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

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

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 004 И74 Информатика Ч.1 , Москва: ИНТУИТ, 2012
2. 004 И74 Информатика Ч.2 , Москва: ИНТУИТ, 2012
3. 539.1 Ф80 Физика высоких плотностей энергий : , Москва: Физматлит, 2012
4. 519 З-91 Лекции по теории управления : учебное пособие, В. И. Зубов, Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2009
5. 519 Н61 Анализ данных : учебное пособие для вузов, Ш. У. Низаметдинов, В. П. Румянцев, Москва: НИЯУ МИФИ, 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 «Начальные сведения» 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 1 занятия разъяснить «правила игры», т.е. меры поощрения и порицания, 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. Вкратце 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):

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

Григорьева Ирина Гаяровна