

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 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И КОСМОФИЗИКИ

ОДОБРЕНО УМС ИЯФИТ

Протокол № 01/08/24-573.1

от 30.08.2024 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### ВВЕДЕНИЕ В ОБРАБОТКУ ДАННЫХ С ПОМОЩЬЮ ПАКЕТА ROOT

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.	KCP, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
5	1	36	16	16	0		4	0	3
Итого	1	36	16	16	0	0	4	0	

## **АННОТАЦИЯ**

Изучаются принципы работы с пакетом обработки и представления данных в ядерной физике и физике высоких энергий ROOT. Разбираются методы представления данных в виде гистограмм, графов, функций. Изучаются методы определения параметров распределений при помощи пакетов минимизации параметров, способы хранения данных в физике ядра и частиц.

### **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Цели освоения дисциплины:

1. Изучение:

- методов представления результатов в ядерной физике и физике высоких энергий;
- алгоритмов обработки и хранения больших объемов данных;
- методов оценки параметров распределений;
- стандартных физических и математических пакетов, используемых в обработке данных;

2. Выработка умений и навыков:

- умение применять основы программирования для решения математических и физических задач;
- цифровое оформление и представление результатов;
- разработка, создание форматов данных, их хранение и обработка данных;
- работа со специальной научной литературой;
- применение современных алгоритмов обработки данных физики ядра и частиц.

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

Для изучения дисциплины студент должен обладать знаниями, полученными при изучении курсов: общей физики, высшей математики, информатики, знать основы языков программирования.

### **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 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-1 [1] - Способен использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования, современные компьютерные технологии и информационные ресурсы в своей предметной области  <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	З-ПК-1[1] - знать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования, современные компьютерные технологии и информационные ресурсы в своей предметной области; ; У-ПК-1[1] - уметь использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования, современные компьютерные технологии и информационные ресурсы в своей предметной области; В-ПК-1[1] - владеть современными компьютерными технологиями и методами использования информационных ресурсов в своей предметной области
математическое моделирование процессов, оборудования и производственных объектов, с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования и проведения исследований;	математические модели для теоретических, экспериментальных и прикладных исследований явлений и закономерностей в области физики ядра, частиц, плазмы, газообразного и конденсированного состояния вещества, ядерных реакторов, распространения и взаимодействия излучения с	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	З-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 процессов и объектов на базе стандартных пакетов

	объектами живой и неживой природы,		автоматизированного проектирования и исследований;; В-ПК-2[1] - владеть навыками математического моделирования процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований;
проведение экспериментов по заданным методикам, обработка и анализ результатов;	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-3 [1] - Способен проводить физические эксперименты по заданной методике, составлять описания проводимых исследований, отчеты по анализу результатов и подготовке научных публикаций  <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	З-ПК-3[1] - знать основные физические законы и методы обработки данных ; У-ПК-3[1] - уметь работать по заданной методике, составлять описания проводимых исследований и отчеты, подготавливать материалы для научных публикаций; В-ПК-3[1] - владеть навыками проведения физических экспериментов по заданной методике, основами компьютерных и информационных технологий, научной терминологией
проектный			
расчет и проектирование деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования;	разработка ядерных и физических установок, технологии применения приборов и установок для регистрации излучений, разделения изотопных и молекулярных смесей, а также анализа веществ,	ПК-4 [1] - Способен к расчету и проектированию элементов систем в соответствии с техническим заданием, требованиями безопасности и принципами CDIO  <i>Основание:</i>	З-ПК-4[1] - знать типовые методики планирования и проектирования систем ; У-ПК-4[1] - уметь использовать стандартные средства автоматизации проектирования;; В-ПК-4[1] - владеть методами расчета и

		Профессиональный стандарт: 40.011	проектирования деталей и узлов приборов и установок в соответствии с техническим заданием , требованиями безопасности и принципами CDIO
--	--	-----------------------------------	---

#### 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>5 Семестр</i>							
1	Введение в ROOT	1-8	8/8/0		25	КИ-8	3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4
2	Основы физического анализа с помощью ROOT	9-15	8/8/0		25	КИ-15	3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3,

						З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4
	<i>Итого за 5 Семестр</i>		16/16/0		50	
	<b>Контрольные мероприятия за 5 Семестр</b>			50	3	З-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, З-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4

\* – 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>Введение в ROOT</b>	8	8	0
1	<b>Основы C++ и ОС Linux</b> Ознакомление с операционной системой Linux. Типы данных, переменные, функции, указатели и классы в C++. Компиляция и запуск программ.	Всего аудиторных часов 1 Онлайн 0	1 0	0
2	<b>Общие сведения о пакете ROOT</b> Работа в режиме интерпретатора, типы данных, макросы, генераторы случайных чисел, гистограммы.	Всего аудиторных часов 1 Онлайн 0	1 0	0
3	<b>Канвасы и гистограммы. Визуализация</b> Канвасы и гистограммы, визуализация.	Всего аудиторных часов 1 Онлайн 0	1 0	0
4	<b>Макросы</b> Макросы: загрузка, исполнение, компиляция	Всего аудиторных часов 1 Онлайн 0	1 0	0
5	<b>Маркеры, цвета, линии и оси</b>	Всего аудиторных часов		

	Маркеры, цвета, линии и оси	1	1	0
	Онлайн			
	0	0	0	
6	<b>Графы</b> Графы, мультиграфы, сложение и деление гистограмм	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
	Онлайн			
	0	0	0	
7	<b>Функции</b> Функции, фит гистограмм и графов.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
	Онлайн			
	0	0	0	
8	<b>Классы TLegend и TLatex</b> Классы TLegend и TLatex	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
	Онлайн			
	0	0	0	
<b>9-15</b>	<b>Основы физического анализа с помощью ROOT</b>	8	8	0
9	<b>Чтение и запись файлов</b> Файлы, чтение и запись.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
	Онлайн			
	0	0	0	
10	<b>Деревья</b> N-тюпли, деревья и ветви, основы анализа данных.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
	Онлайн			
	0	0	0	
11	<b>Деревья</b> Хранение простых переменных, структур, хранение классов.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
	Онлайн			
	0	0	0	
12	<b>Анализ данных в физике высоких энергий</b> Компиляция классов в ROOT, чтение и обработка данных	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
	Онлайн			
	0	0	0	
13	<b>Анализ данных в физике высоких энергий</b> Анализ данных в физике высоких энергий, метод MakeClass.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
	Онлайн			
	0	0	0	
14	<b>Математические и физические пакеты в ROOT</b> Вектора, матрицы, математические библиотеки.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
	Онлайн			
	0	0	0	
15	<b>Анализ данных в физике высоких энергий</b> Разработка и создание классов для хранения и анализа данных в ядерной физике и физике высоких энергий.	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

Использование в обучении активных и интерактивных форм обучения с применением LMS, электронных ресурсов и информационно-коммуникационных технологий.

## 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-1	З-ПК-1	З, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-1	З, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-1	З, КИ-8, КИ-15
ПК-2	З-ПК-2	З, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-2	З, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-2	З, КИ-8, КИ-15
ПК-3	З-ПК-3	З, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-3	З, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-3	З, КИ-8, КИ-15
ПК-4	З-ПК-4	З, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-4	З, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-4	З, КИ-8, КИ-15

### 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	Oценка «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			Oценка «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	3 – «удовлетворительно»	E	
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	F	Oценка «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:**

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:**

**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**

Дисциплина позволяет продемонстрировать возможности пакета объектно-ориентированных программ и библиотек ROOT для задач сбора информации, обработки экспериментальных данных и визуализации результатов.

- Для успешного изучения дисциплины студентам необходимо освежить в памяти основы и концепции языка C++.
- Полезно вспомнить математический аппарат теории вероятностей и математической статистики. Это необходимо для того, чтобы научиться методам генерации случайных величин и анализа экспериментальных данных.
- Перед началом занятий внимательно ознакомиться с учебным планом проведения лекций и списком рекомендованной литературы.
- Перед посещением очередной лекции освежить в памяти основные концепции пройденного ранее материала. Подготовить при необходимости вопросы преподавателю.
- На лекции основное внимание следует уделять не формулам и математическим выкладкам, а содержанию изучаемых вопросов, определениям и постановкам задач.
- В процессе изучения лекционного курса необходимо по возможности часто возвращаться к основным понятиям и методам решения задач.
- Желательно использовать конспекты лекций, в которых используется принятая преподавателем система обозначений.
- Для более подробного изучения курса следует работать с рекомендованными литературными источниками и вновь появляющимися источниками.

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

- Преподавателю необходимо повторить для студентов концепции C++, касающиеся ООП.
- Следует продемонстрировать возможности, средства и методы пакета ROOT для задач сбора информации, обработки экспериментальных данных и визуализации результатов. Обратить внимание, каким образом студенты могут использовать полученные знания в ходе выполнения научно-исследовательской работы.
- Необходимо продемонстрировать роль информационных технологий в современных экспериментальных и теоретических исследованиях.
- Необходимо регулярно проверять степень освоения материала, используя математические и физические задачи в качестве тестовых примеров.
- Акцентировать внимание студентов на современных исследованиях в области ядерной физики и физики высоких энергий.
- Показать решающую роль экспериментов и наблюдений в современных представлениях о Вселенной.

Автор(ы):

Нигматкулов Григорий Александрович