

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»**

**Физический факультет
Кафедра физики элементарных частиц**



ТВЕРЖДАЮ
Декан ФФ, д.ф.-м.н.
В.Е.Блинов
2022 г.

Рабочая программа дисциплины
**ВВЕДЕНИЕ В ОБРАБОТКУ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ
(ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ)**

**Направление подготовки: 03.03.02 Физика
направленность (профиль): Общая и фундаментальная физика**

Форма обучения
Очная

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)				Промежуточная аттестация (в часах)				
		Контактная работа обучающихся с преподавателем			Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5	36		32		2				2	
Всего 36 часов / 1 зачётная единица, из них: - контактная работа 34 часа										
Компетенции ПК-1										

Ответственный за образовательную программу
д.ф.-м.н., профессор

С.В. Цыбуля

Новосибирск 2022

Оглавление

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы	3
2. Место дисциплины в структуре бакалаврской программы.....	3
3. Трудоёмкость дисциплины в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу.	4
5. Перечень учебной литературы.	7
6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.....	7
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.	8
8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.	8
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.	8
10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.....	8

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Цели дисциплины – дать студентам базовые умения и навыки в области проведения экспериментов по физике высоких энергий и элементарных частиц, а также в области обработки и представления результатов сложных физических экспериментов.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующей профессиональной компетенции:

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	Индикаторы	Результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способность использовать специализированные знания в области физики при построении теоретических моделей физических явлений и процессов в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования	<p>ПК 1.1 Применяет специализированные знания в области физики при воспроизведении учебного материала с требуемой степенью научной точности и полноты.</p> <p>ПК 1.2 Использует специализированные знания при проведении научных изысканий в избранной области</p> <p>ПК 1.3. Выбирает наиболее эффективные методы построения теоретических моделей физических явлений и процессов в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования</p>	<p>Знать простейшие методы обработки данных применяемые в физике элементарных частиц;</p> <p>Уметь находить необходимые справочные материалы в том числе и в руководстве пользователя пакета ROOT; решать задачи, связанные с обработкой экспериментальных данных.</p> <p>Владеть основными методами работы с объектами в пакете ROOT; простейшими методами обработки экспериментальных данных.</p>

2. Место дисциплины в структуре бакалаврской программы

Дисциплина «Введение в обработку экспериментальных данных (практические занятия)» является одной из дисциплин по выбору по направлению подготовки **03.03.02 Физика, направленность «Общая и фундаментальная физика»**. Дисциплина «Введение в обработку экспериментальных данных (практические занятия)» развивает знания, умения и навыки, сформированные у обучающихся по результатам общей базовой подготовки в рамках первых двух курсов программ бакалавриата. Дисциплина должна предшествовать выполнению бакалаврского диплома т.к. дает студенту необходимые знания, навыки и предоставляет инструменты для выполнения исследований в области физики элементарных частиц в рамках подготовки его квалификационной работы.

Для освоения материала необходимо предшествующее успешное освоение курса «Программирование на СИ++» для студентов 2-го курса.

3. Трудоемкость дисциплины в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу.

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)				Промежуточная аттестация (в часах)				
		Контактная работа обучающихся с преподавателем			Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5	36		32		2				2	
Всего 36 часов / 1 зачётная единица, из них: - контактная работа 34 часа										
Компетенции ПК-1										

Реализация дисциплины предусматривает практическую подготовку при проведении следующих видов занятий, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью: практические занятия, самостоятельная работа студента, дифференцированный зачет.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

Текущий контроль: решение задач из задания для самостоятельного решения.

Промежуточная аттестация: дифференциальный зачет

Общая трудоемкость рабочей программы дисциплины составляет 1 зачетную единицу.

- Практические занятия – 32 часа;
- самостоятельная работа в течение семестра, не включая период сессии – 2 час;
- промежуточная аттестация (дифференциальный зачет) – 2 часа;

Объём контактной работы обучающегося с преподавателем составляет 34 часов.

4. Структура и содержание дисциплины

Дисциплина «Введение в обработку экспериментальных данных (практические занятия)» представляет собой полугодовой курс, читаемый на третьем курсе бакалавриата физического факультета НГУ в осеннем семестре. Общая трудоемкость дисциплины составляет 1 зачетную единицу, 36 академических часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Промежуточная аттестация (в часах)
			Всего	Аудиторные часы		Сам. работа в течение семестра (не включая период сессии)	
				Лекции	Практические занятия		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Основы работы с пакетом программ ROOT	1-2	4		4		
2	Работа с гистограммами	3-4	4		4		
3	Работа с функциями	5-6	4		4		
4	Графические объекты	7-8	4		4		
5	Работа с файлами	9-10	4		4		
6	Работа с данными в формате дерева	11-12	4		4		
7	Аппроксимация данных	13-14	4		4		
8	Знакомство с RooFit	15-16	6		4	2	
9	Дифференцированный зачет	17	2				2
	Итого по курсу:		36		32	2	2

Программа курса практических занятий:

Раздел 1. Основы работы с пакетом программ ROOT (4 часа).

- 1.1. Сбор и обработка экспериментальных данных в ФЭЧ.
- 1.2. Использование пакета ROOT для обработки экспериментальных данных.

Раздел 2. Работа с гистограммами (4 часа)

- 2.1. Работа с одномерными гистограммами и профайлами.
- 2.2. Работа с двумерными гистограммами и профайлами.

Раздел 3. Работа с функциями (4 часа).

- 3.1. Стандартные математические функции в ROOT.
- 3.2. Библиотека математических функций TMath.

Раздел 4. Графические объекты (4 часа).

- 4.1. Знакомство с основными графическими объектами в ROOT.
- 4.2. Использование классов, содержащих основные атрибуты графических объектов.

Раздел 5. Работа с файлами (4 часа).

- 5.1. Структура файла в ROOT.

5.2. Чтение и запись данных.

Раздел 6. Работа с данными в формате дерева (4 часа).

6.1. Знакомство с классом TTree.

6.2. Знакомство с классом TChain.

Раздел 7. Аппроксимация данных (4 часа).

7.1. Аппроксимация одномерных гистограмм.

7.2. Аппроксимация двумерных гистограмм.

Раздел 8. Знакомство с RooFit (4 часа).

8.1. Основы синтаксиса в RooFit.

8.2. Аппроксимация данных в RooFit.

Самостоятельная работа студентов (2 часа)

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Подготовка к лабораторным занятиям (решение задач, разбор теоретических аспектов, ответы на контрольные вопросы)	2

Теоретический материал курса освещается в ходе занятий, где обсуждается как теоретические аспекты, так и приводятся многочисленные примеры использования пакета программ ROOT для обработки данных. Все занятия проводятся в интерактивной форме. Большая часть занятий представляет из себя демонстрацию конкретных программ с использованием пакета ROOT с детальным пояснением работы этих программ. В течении семестра студенты должны выполнить три задания. Прием этих заданий осуществляется на зачете. Итоговая оценка формируется из оценки на зачете и оценки за каждую из сданных задач.

Пример заданий для выполнения студентами в течении семестра.

1 задание:

Постройте гистограмму с распределением Гаусса со средним равным 2 и шириной 1. Подпишите оси, добавьте заголовок и уберите информационную панель со статистикой. Сохраните получившуюся картинку в pdf-формате.

Для выполнения 2 и 3 задания студентам раздается root-файл. В файле есть три объекта типа TTree (дерево):

- «Данные»
- Моделирование событий фона.
- Моделирование событий сигнала.

В каждом дереве есть две ветки - "x" и "y". "x" - это случайная величина, по которой распределения для сигнала и фона имеют различный вид.

2 задание:

Разбейте данные на девять областей по "у". Для каждой области нарисуйте распределение по "х". Выберите интервалы по "х" для сигнальной и контрольной областей, отметьте их вертикальными линиями.

Определите число событий сигнала в каждом из девяти интервалов по "у", используя числа событий в сигнальной и контрольной области. Вычислите его ошибку.

3 задание:

Разбейте данные на девять областей по "у". Для каждой области нарисуйте распределение по "х". Выберите интервалы по "х" внутри которых распределение описывается линейной функцией.

Определите число событий сигнала в каждом из 9 интервалов по "у", аппроксимируя полученные гистограммы суммой распределений для сигнала и фона внутри выбранного интервала по "х".

5. Перечень учебной литературы.

5.1. Основная литература

1. Язык "Си" для профессионалов: По материалам кн. Г. Шилдта. М. : И.В.К.-СОФТ, 1992. 319 с. ; 20 см. (Библиотека программиста).

5.2. Дополнительная литература

1. Шилдт, Герберт. С++: базовый курс: [пер. с англ.] / Герберт Шилдт. 3-е изд. Москва; Санкт-Петербург; Киев: Вильямс, 2015.
2. Алешин, Леонид Ильич (канд. пед. наук). Методы аналитической обработки данных : [учебно-практическое пособие] / Л.И. Алешин, Ю.С. Гузев. Москва : Литера, 2008. 138 с. : ил. ; 20 см. (Современная библиотека ; вып.37) .

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Самостоятельная работа студентов поддерживается следующими методическими пособиями:

1. Лукин П.А. ROOT - программная оболочка для обработки данных. Основы работы. / Новосибирск: Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера, 2016
2. А.Д. Букин, С.И.Эйдельман, ЭВМ в планировании и обработке эксперимента Учебное пособие / Новосибирск, НГУ, 2002

Система контроля включает текущий (по ходу семестра) контроль освоения материала, а также дифференцированный зачет.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

Для освоения дисциплины используются следующие ресурсы:

- электронная информационно-образовательная среда НГУ (ЭИОС);
- образовательные интернет-порталы;
- информационно-телекоммуникационная сеть Интернет.

Интернет-ресурсы:

<http://www.inp.nsk.su/~baldin/DataAnalysis/>

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows.

Использование специализированного программного обеспечения для изучения дисциплины не требуется.

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Учебные аудитории укомплектованы техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГУ.

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется согласно «Порядку организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в Новосибирском государственном университете».

10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

10.1 Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Текущий контроль

Текущий контроль осуществляется в ходе семестра путем проверки результатов выполнения задач для самостоятельного решения.

Промежуточная аттестация

Освоение компетенций оценивается согласно шкале оценки уровня сформированности компетенции. Положительная оценка по дисциплине выставляется в том случае, если заявленная компетенция ПК-1 сформирована не ниже порогового уровня.

Окончательная оценка работы студента в течение семестра происходит на дифференцированном зачете. Зачет проводится в конце семестра в зачетную сессию по билетам в устной форме. Вопросы билета подбираются таким образом, чтобы проверить уровень сформированности компетенции ПК-1.

Вывод об уровне сформированности компетенций принимается преподавателем. Каждый вопрос билета оценивается от 0 до 5 баллов. Положительная оценка ставится, когда все компетенции освоены не ниже порогового уровня. Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение промежуточной аттестации.

Соответствие индикаторов и результатов освоения дисциплины

Таблица 10.1

Индикатор	Результат обучения по дисциплине	Оценочные средства
<p>ПК 1.1 Применяет специализированные знания в области физики при воспроизведении учебного материала с требуемой степенью научной точности и полноты.</p>	<p>Знать простейшие методы обработки данных применяемые в физике элементарных частиц;</p>	<p>Проведение контрольных работ, дифференцированный зачет.</p>
<p>ПК 1.2 Использует специализированные знания при проведении научных изысканий в избранной области</p>	<p>Уметь находить необходимые справочные материалы в том числе и в руководстве пользователя пакета ROOT; решать задачи, связанные с обработкой экспериментальных данных.</p>	<p>Проведение контрольных работ, дифференцированный зачет.</p>
<p>ПК 1.3. Выбирает наиболее эффективные методы построения теоретических моделей физических явлений и процессов в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования</p>	<p>Владеть основными методами работы с объектами в пакете ROOT; простейшими методами обработки экспериментальных данных.</p>	<p>Проведение контрольных работ, дифференцированный зачет.</p>

10.2 Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине «Введение в обработку экспериментальных данных (практические занятия)».

Таблица 10.2

Критерии оценивания результатов обучения	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Уровень освоения компетенции			
		Не сформирован (0 баллов)	Пороговый уровень (3 балла)	Базовый уровень (4 балла)	Продвинутый уровень (5 баллов)
1	2	3	4	5	6
Полнота знаний	ПК 1.1	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имеют место грубые ошибки.	Демонстрирует общие знания базовых понятий по темам/разделам дисциплины . Допускается значительное количество негрубых ошибок.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Допускается несколько негрубых/ не существенных ошибок. Не отвечает на дополнительные вопросы.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Свободно и аргументированно отвечает на дополнительные вопросы.
Наличие умений	ПК 1.2	Отсутствие минимальных умений. Не умеет решать стандартные задачи. Имеют место грубые ошибки.	Продемонстрированы частично основные умения. Решены типовые задачи. Допущены негрубые ошибки.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания с негрубыми ошибками или с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания в полном объеме без недочетов и ошибок.
Наличие навыков (владение опытом)	ПК 1.3	Отсутствие владения материалом по темам/разделам дисциплины. Нет навыков в решении стандартных задач. Наличие грубых ошибок.	Имеется минимальный набор навыков при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.	Имеется базовый набор навыков при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.	Имеется базовый набор навыков при решении стандартных задач без ошибок и недочетов. Продемонстрированы знания по решению нестандартных задач.

10.3 Типовые контрольные задания и материалы, необходимые для оценки результатов обучения

Список заданий, выносимых на дифференциальный зачет

1. Настроить автоматическую установку переменных окружения PATH и LD_LIBRARY_PATH в конфигурационных файлах bash/tcsh.
2. Выделить строку с Вашим login-ом в файле /etc/passwd и перенаправить ее в локальный файл
3. Заполнение гистограммы случайными числами, нормально распределенными с заданными величинами среднего и дисперсии.
4. Сохранение созданной и заполненной гистограммы в ROOT файле.
5. Создание двумерной гистограммы, заполненной случайными числами, распределенными по двумерному Гауссу (без корреляции между параметрами), проецирование и построение профилей гистограммы.
6. Смоделировать процесс регистрации события $e+e- \rightarrow K_s K_l$. Построить распределение по полярному углу пиона в системе KS относительно направления K_s в лабораторной системе. Построить распределение по азимутальному и полярному углам в лабораторной системе. Определить эффективность реконструкции обоих пионов сразу.
7. Написать программу на python, которая рисует график из файла.
8. Сделать одновременную бинированную аппроксимацию двух данных спектров методом максимального правдоподобия.

Форма билета представлена на рисунке

<p>МИНОБРНАУКИ РОССИИ</p> <p>Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет» (Новосибирский государственный университет, НГУ)</p> <p>Физический факультет</p>
<p>БИЛЕТ № _____</p> <p>1. 2.</p> <p>Составитель _____ /Ф.И.О. преподавателя/ (подпись)</p> <p>« _____ » _____ 20 г.</p>

Оценочные материалы по промежуточной аттестации, предназначенные для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям СУОС, хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном и электронном виде.

**Лист актуализации рабочей программы
по дисциплине «Введение в обработку экспериментальных данных
(практические занятия)»
по направлению подготовки 03.03.02 Физика
Профиль «Общая и фундаментальная физика»**

№	Характеристика внесенных изменений (с указанием пунктов документа)	Дата и № протокола Учёного совета ФФ НГУ	Подпись ответственного