

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

ИНСТИТУТ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЙ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
СПЕЦИАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ

Направление	03.06.01 Физика и астрономия
Профиль направленности	Приборы и методы экспериментальной физики (в области детекторов физических величин)
Форма обучения	очная

Семестр	Интерактив	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
6		3	108	17	17	0	38	0	Э
ИТОГ О	55	3	108	17	17	0	38	0	

АННОТАЦИЯ

Курс посвящен описанию основных методов обработки экспериментальных данных на базе математической статистики и регрессионного анализа. Курс включает в себя компьютерные занятия для ознакомления с главами теории вероятности, математической статистики, методы решений обратных задач физики, основы регрессионного анализа, методы оптимального планирования на примерах основных ядерных экспериментов.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

- получение аспирантами знаний по вопросам, связанным с получением и представлением результатов эксперимента с помощью компьютерных технологий;
- изучение основных приёмов обработки непрерывных и линейчатых спектров, сглаживания данных, методов решения обратных задач физики, в том числе некорректно поставленных задач;
- овладение навыками применять методы решения обратных задач физики с помощью современных компьютерных технологий;
- выработать у соискателя навыки самостоятельного обучения и освоения новых профессиональных знаний и умений.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Учебная дисциплина тесно переплетается с курсами по методам обработки результатов измерений, экспериментальным методам ядерной физики, основам радиометрии, дозиметрии и спектрометрии, а также с курсами по экспериментальной физике в той части, которая касается обработки результатов измерений. Данные курсы должны были быть прослушаны аспирантами в рамках обучения в специалитете или магистратуре.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ/ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

УК-1, УК-5, ОПК-1, ПК-1

Знать

- Методы первичной обработки данных: отклонение промахов, сглаживание данных;
- Методы обработки расчета погрешностей для косвенных измерений, расчета систематической погрешности для средства измерения;
- Методы и программы обработки непрерывных спектров, решения обратных задач, в том числе некорректно поставленных задач физики;
- Методы и программы обработки линейчатых спектров;
- Методы и программы представления данных в графическом виде;

Уметь

- Применить методы первичной обработки данных: отклонение промахов, сглаживание данных;
- Применить методы обработки расчета погрешностей для косвенных измерений;
- Применить методы расчета погрешности средства измерения;
- Применить методы и программы обработки непрерывных спектров, решения обратных задач, в том числе некорректно поставленных задач физики;
- Применить методы и программы обработки линейчатых спектров;
- Применить методы и программы представления данных в графическом виде

Владеть

- Программами анализа и представления экспериментальных данных;

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции, час.	Практ. занятия / семинары, час.	Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**
	<i>6 Семестр</i>							
1	Первый раздел	1-8	8	8			КИ, 8	25
2	Второй раздел	9-15	9	9			КИ, 15	25
	<i>Итого за 6 Семестр</i>		17	17	0			50
	Контрольные мероприятия за 6 Семестр						Э	50

* – 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>6 Семестр</i>	17	17	0
1	Погрешности и неопределенности измерений Погрешности прямых многократных измерений. Методы расчета погрешности. Неопределенности, бюджет неопределенности. Погрешности результатов физического и математического моделирования	Всего аудиторных часов		
		1	1	
		Онлайн		
2	Погрешности косвенных измерений. Погрешности средства измерения. Погрешности в МНК. Методы расчета погрешности косвенных измерений, полученных в результате измерений независимых и зависимых случайных величин. Погрешности коэффициентов регрессии при использовании методов наименьших квадратов. Многофакторный МНК. Пример: Задание на восстановление направления на источник по показаниям многомодульного детектора нейтронов.	Всего аудиторных часов		
		2	2	
		Онлайн		
3 - 5	Обработка и восстановление непрерывных спектров Аппаратурный спектр. Связь аппаратурного и реального спектра. Функция отклика детектора. Применение решения интегральных уравнений для восстановления реальных спектров. Приведение интегральных уравнений к системе линейных уравнений. Неустойчивость получаемых решений. Некорректно поставленные задачи. Использование априорной информации о исходном спектре при решении восстановления. Пример: Решение задачи восстановления спектральных характеристик по показанием детектора нейтронов. Определение типа регистрируемого источника на основании восстановленных спектральных характеристик	Всего аудиторных часов		
		3	3	
		Онлайн		
6 - 8	Погрешности измерений в ядерной физике Статистическая природа погрешности. Измерения на уровне фона. Понятия ошибок первого и второго рода. Предел обнаружения. Минимально обнаруживаемая погрешность.	Всего аудиторных часов		
		2	2	
		Онлайн		
9 - 12	Обработка линейчатых спектров. Первичная обработка линейчатых спектров. Калибровка спектрометра. Удаление промахов, сглаживание данных. Методы определения положения пиков: методы производной, метод плавающего отрезка и т.д. Определение интенсивности пика. Погрешности определяемых параметров. Решение задания на определение положения и площади пиков на примере экспериментальных данных, полученных с помощью полупроводникового детектора от неизвестного источника ОСГИ. Определение погрешностей оцененных параметров.	Всего аудиторных часов		
		4	4	
		Онлайн		

13	ПО для восстановления непрерывных спектров. Коммерческие программы обработки линейчатых спектров. MAXED, GRAVEL, Genie 2000, GammaVision, HypermetPC, VISPECT, SAANI, IDeFix, JCPM, SpecraLine	Всего аудиторных часов		
		2	2	
		Онлайн		
14 - 15	Представление и визуализация экспериментальных данных Извлечение данных в нужном формате из публичных баз данных. Представление массивов данных. Построение графиков, в том числе многомерных с помощью современных ПО(MathCad, MathLab, Origin, Python) Пример: Решение задания на представление дифференциальных сечений нейтронных взаимодействий по данным, взятым из ENFInternationalNuclear	Всего аудиторных часов		
		3	3	
		Онлайн		

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>6 Семестр</i>
1	Погрешности и неопределенности измерений Погрешности прямых многократных измерений. Методы расчета погрешности. Неопределенности, бюджет неопределенности. Погрешности результатов физического и математического моделирования
2	Погрешности косвенных измерений. Погрешности средства измерения. Погрешности в МНК. Методы расчета погрешности косвенных измерений, полученных в результате измерений независимых и зависимых случайных величин. Погрешности коэффициентов регрессии при использовании методов наименьших квадратов. Многофакторный МНК. Пример: Задание на восстановление направления на источник по показаниям многомодульного детектора нейтронов.
3 - 5	Обработка и восстановление непрерывных спектров Аппаратурный спектр. Связь аппаратурного и реального спектра. Функция отклика детектора. Применение решения интегральных уравнений для восстановления реальных спектров. Приведение интегральных уравнений

	<p>к системе линейных уравнений. Неустойчивость получаемых решений. Некорректно поставленные задачи. Использование априорной информации о исходном спектре при решении восстановления.</p> <p>Пример: Решение задачи восстановления спектральных характеристик по показанием детектора нейтронов.</p> <p>Определение типа регистрируемого источника на основании восстановленных спектральных характеристик</p>
6 - 8	<p>Погрешности измерений в ядерной физике</p> <p>Статистическая природа погрешности. Измерения на уровне фона. Понятия ошибок первого и второго рода. Предел обнаружения. Минимально обнаруживаемая погрешность.</p>
9 - 12	<p>Обработка линейчатых спектров.</p> <p>Первичная обработка линейчатых спектров. Калибровка спектрометра. Удаление промахов, сглаживание данных. Методы определения положения пиков: методы производной, метод плавающего отрезка и т.д. Определение интенсивности пика. Погрешности определяемых параметров.</p> <p>Решение задания на определение положения и площади пиков на примере экспериментальных данных, полученных с помощью полупроводникового детектора от неизвестного источника ОСГИ. Определение погрешностей оцененных параметров.</p>
13	<p>ПО для восстановления непрерывных спектров. Коммерческие программы обработки линейчатых спектров.</p> <p>MAXED, GRAVEL, Genie 2000, GammaVision, HypermetPC, VISPECT, SAANI, IDeFix, JCPCМ, SpecraLine</p>
14 - 15	<p>Представление и визуализация экспериментальных данных</p> <p>Извлечение данных в нужном формате из публичных баз данных. Представление массивов данных. Построение графиков, в том числе многомерных с помощью современных ПО(MathCad, MathLab, Origin, Python)</p> <p>Пример: Решение задания на представление дифференциальных сечений нейтронных взаимодействий по данным, взятым из ENFInternationalNuclear</p>

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- изучение теоретического материала дисциплины на практических занятиях с использованием компьютерных технологий;
- самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием Internet-ресурсов, информационных баз, методических разработок, специальной учебной и научной литературы.

6. ТРЕБОВАНИЯ К ФОНДУ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ В РАМКАХ РЕАЛИЗУЕМОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Фонд оценочных средств (ФОС) предназначен для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу данной учебной дисциплины.

ФОС включает контрольные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации.

При реализации программы дисциплины используются образовательные технологии в форме лекций, практических занятий, самостоятельной работы. Для контроля усвоения аспирантом дисциплины используются банк вопросов, заданий. Ответы позволяют судить об усвоении аспирантом материала дисциплины. Самостоятельная работа аспирантов подразумевает под собой проработку лекционного материала с использованием рекомендуемой литературы для подготовки к контрольным мероприятиям. В конце освоения дисциплины обучающийся сдает промежуточную аттестацию.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ L80 Statistical Methods for Data Analysis in Particle Physics : , Cham: Springer International Publishing, 2016
2. 539.1 П69 Практическая спектрометрия ядерных излучений : учебное пособие, Москва: НИЯУ МИФИ, 2016
3. 539.1 Р 98 Статистические методы обработки результатов измерений (с примерами в среде Mathcad) : Учебное пособие, Москва: Буки Веди, 2019

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ R11 Measurement Errors and Uncertainties : Theory and Practice, New York, NY: Springer New York,, 2005
2. 539.1 Д26 Методы обработки результатов ядерно-физического эксперимента : лабораторный практикум: учебное пособие для вузов, Г. Л. Деденко, В. В. Кадилин, Е. В. Рябева, Москва: МИФИ, 2008

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

Автор(ы):

Рябева Елена Васильевна, к.ф.-м.н.

Рецензент(ы):