


Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова  
ФИЛИАЛ МГУ В Г. ДУБНЕ

  
**УТВЕРЖДАЮ**  
**И.о. директора**  
**филиала МГУ в г.Дубне**  
/ Э.Э. Боос /  
**«01» сентября 2024 г.**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Наименование дисциплины:**

Обработка экспериментальных данных



---

**Уровень высшего образования:**

Магистратура

---

**Направление подготовки:**

03.04.02 Физика

---

**Направленность (профиль) ОПОП:**

Фундаментальная и прикладная ядерная физика

---

**Форма обучения:** Очная форма обучения

---

Дубна 2024 г.

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки программы магистратуры 03.04.02 «Физика».

Год (годы) приема на обучение \_\_\_\_\_

**Авторы-составители:**

доктор физ.-мат. наук, Авдеев Михаил Васильевич, по совместительству профессор кафедры фундаментальных ядерных взаимодействий физического факультета МГУ

Заведующий кафедрой фундаментальных ядерных взаимодействий (по совместительству)  
академик РАН, доцент, д.ф.-м.н. Трубников Г.В.

## Аннотация к рабочей программе дисциплины

Содержанием курса являются основы математического формализма и современных методов анализа экспериментальных данных нейтронной физики для решения основных задач в этой области: (пиковый анализ, Rietveld анализ, Powder match, индексация порошка, Фурье синтез). Практические занятия состоят в освоении программы VMRIA, которая позволяет осуществить достаточно полную иллюстрацию тех методов, которые студенты изучают в ходе лекционных занятий, и которая может быть использована ими в дальнейшем

### 1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина реализуется на 1-ом курсе во 1-ом семестре магистратуры и входит в состав вариативной части, является дисциплиной по выбору.

### 2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия

Курсы математического анализа, линейной алгебры и дифференциальных уравнений, методов математической физики, разделы оптика и атомная физика из курса общей физики, электродинамика, термодинамика и статистическая физика, квантовая механика из курса теоретической физики, физика атомного ядра и частиц, молекулярная физика в объеме классических университетских курсов.

### 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников

В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы:

Компетенции	Результаты обучения
ОПК-1	<p><u>Знать</u> основные законы, научные концепции и методы исследований в области современной ядерной физики</p> <p><u>Уметь</u> применять на практике результаты актуальных научных исследований в области современной ядерной физики</p> <p><u>Владеть</u> навыками применения современных научных принципов и методов исследования в области ядерной физики для решения профессиональных задач</p>
ОПК-4	<p><u>Знать</u> типовые процедуры применения проблемно-ориентированных прикладных программных средств в области современной ядерной физики</p> <p><u>Уметь</u> использовать современные информационные и компьютерные технологии, средства коммуникаций, способствующие повышению эффективности научной деятельности в области современной ядерной физики</p>

	<p><u>Владеть</u> методами научного моделирования при решении поставленных исследовательских задач с использованием современных информационных технологий</p>
ПК-1	<p>Знать разделы ядерной физики, необходимыми для решения поставленной научной задачи</p> <p>Уметь применять экспериментальные и теоретические знания при решении поставленной научной задачи</p> <p>Владеть экспериментальными и теоретическими методами исследования при решении научных задач в области современной ядерной физики</p>
ПК-2	<p><u>Знать</u> современное программное и аппаратное обеспечение информационных и систем, используемых в профильной области научного исследования</p> <p><u>Уметь</u> модернизировать программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем для решения поставленной научной задачи</p> <p><u>Владеть</u> навыками адаптации программного и аппаратного обеспечения информационных и автоматизированных систем для решения поставленной научной задачи</p>
МПК-3	<p><u>Знать</u> основные численно-математические методы, применяемые в фундаментальной и прикладной ядерной физики и нейтрографии</p> <p><u>Уметь</u> применять математические методы при решении поставленных научных задач фундаментальной и прикладной ядерной физики и нейтрографии</p> <p><u>Владеть</u> современными численно-математическими методами при решении задач профессиональной деятельности в области фундаментальной и прикладной ядерной физики и нейтрографии</p>

**4.** Объем дисциплины (модуля) составляет **3 з.е.**, в том числе: **54** академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем, **54** академических часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся.

**5.** Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий

Изучение курса включает в себя лекции, на которых рассматривается теоретическое содержание курса; семинарские занятия, предусматривающие углубленное изучение и обсуждение вопросов, обозначенных в темах дисциплины; самостоятельную работу,

закрывающуюся в подготовке к лекционным и семинарским занятиям. Темы, рассматриваемые на лекциях и изучаемые самостоятельно, закрепляются на семинарских занятиях, по вопросам, вызывающим затруднения, проводятся консультации.

№ темы		Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы					Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
		Всего часов	Лекции	Семинары	Учебно-практические занятия (лабораторные или практические занятия)	Самостоятельная работа	
1	Тема 1. Функции распределения случайных величин и их свойства	27	10	5		12	Оп
2	Тема 2 Корреляционный и регрессионный анализ. Погрешности измерений	24	8	4		12	КР
3	Тема 3 Оценка точности обработки экспериментальных данных на примере порошковой дифракции	24	8	4		12	КР
4	Тема 4 Освоение программных пакетов для обработки экспериментальных данных	29	10	5		14	Оп
	Промежуточная аттестация	4				4	зачет
<b>ИТОГО:</b>		<b>108</b>	<b>36</b>	<b>18</b>		<b>54</b>	

## 6. Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

### 6.1. Типовые задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения:

#### Вопросы по теории:

1. Случайные величины их свойства и параметры.
2. Основные виды функций распределений и их свойства.
3. Элементы математической статистики, совокупность. Оценивание параметров выборки.
4. Проверка гипотез о сравнении среднего и дисперсии.
5. Метод наименьших квадратов. Не линейные методы минимизации функционалов. Метод Гаусса-Ньютона.

### Задачи:

1. Проверить гипотезу о равенстве средних, при заданных значениях параметров.
2. Проверить гипотезу о равенстве дисперсий, при заданных значениях параметров.
3. Проверить нулевую гипотезу о равенстве нулю генерального коэффициента корреляции, при заданных значениях параметров.
4. Обработать дифракционный спектр отдельными рефлексам.
5. Обработать дифракционный спектр методом Ритвельда.

### Вопросы к зачету:

1. Какие требования предъявляют к оценкам? Поясните понятия: точечная оценка; генеральное и выборочное среднее; генеральная и выборочная дисперсия.
2. В чем заключается метод максимального правдоподобия? В чем заключается метод моментов? Что такое интервальное оценивание, доверительный интервал, доверительная вероятность?
3. Что такое статистическая гипотеза? Приведите примеры нулевой и конкурирующей гипотез. Что означают ошибки 1 и 2 рода при проверке статистических гипотез. Приведите порядок проверки гипотезы.
4. Как проверить гипотезы о сравнении средних при различных условиях? Как проверить гипотезы о сравнении дисперсий? Критерий Фишера. Что такое непараметрические и параметрические гипотезы?
5. Чем различаются корреляционный анализ и регрессионный анализ? Что такое линия регрессии? Какой порядок выполнения регрессионного анализа? Особенности регрессионного анализа при полиномиальной зависимости?
6. Когда применима линеаризация функциональной зависимости? Какие её недостатки? Метод Гаусса-Ньютона. Когда применим и основные положения?
7. Шаг  $\lambda$  и демпфер  $\alpha$ ? Как они выбираются? По каким критериям останавливается процесс минимизации? Что такое Робастные оценки?
8. Априорная информация и как она учитывается в программах обработки данных?
9. Уравнение Вульфа-Бреггов?
10. Какие группы параметров используются при задании модели в методе Ритвельда? Каким множителем в формуле Ритвельда задается структурная информация? Какие факторы определяют качество обработки спектров?

### 6.2. Шкала и критерии оценивания

Результат освоения дисциплины	Критерии оценивания знаний, умений и навыков			
	2/ не зачтено	3/ зачтено	4/ зачтено	5/ зачтено
Знания	Отсутствие знаний	В целом успешные, но не систематические знания	В целом успешно, но содержащее отдельные пробелы знания	Успешные и систематические знания
Умения	Отсутствие умения применять фундаментальных и	В целом успешное, но не	В целом успешно, но	Успешное и систематическое умение

	актуальных проблем.	систематическое умение применять знания	содержащее отдельные пробелы умение применять знания	применять знания
Навыки	Отсутствие/фрагментарные навыки в решении задач	В целом успешные, но не систематические навыки в решении задач	В целом успешные, но содержащее отдельные пробелы навыки в решении задач	Успешные и систематические навыки в решении задач

## 7. Ресурсное обеспечение

### Основная литература

1. Злоказов В.Б. Математическая обработка экспериментальных данных нейтронного рассеяния в физике низких энергий. Учебное пособие. - М.: Университетская книга, 2007.
2. З. Брандт. Анализ данных. Мир. 2003, Москва. (S.Brandt. Data analysis. Springer.)
3. Г.В. Вавилова. Математическая обработка результатов измерения. Томский политехнический университет. 2013

### Дополнительная литература

1. Злоказов В. Б. Математические методы для анализа экспериментальных спектров и спектро-подобных распределений. ФЭЧАЯ, 1985, т. 16-5, с.1126-1163.
2. Ватутин В. А., Ивченко Г.И., Медведев Ю. И., Чистяков В. П., Теория вероятностей и математическая статистика. Агар, М. 2003.
3. Гришин В. К., Живописцев Ф. А., Иванов В. А., Математический анализ и интерпретация физического эксперимента. М., МГУ, 1988.
4. Pecharsky V.K., Zavalij P.Y. Fundamentals of powder diffraction and structural characterization of materials. - Springer, 2005.
5. Громилов С.А. Введение в рентгенографию поликристаллов. Учеб.-метод. пособие. – Новосибирск: НГУ, 2009.

При реализации дисциплины может быть использовано следующее программное обеспечение:

1. Программный продукт Java 8 (64-bit) Oracle Corporation
2. Программный продукт Dev-C++ Bloodshed Software

3. Операционная система Microsoft Windows 10 Education академическая лицензия
4. Программный продукт Microsoft ProjectProfessional 2013 академическая лицензия
5. Программный продукт Microsoft VisioProfessional 2013 академическая лицензия
6. Программный продукт Microsoft VisualStudioProfessional 2013 - RUS [Русский(Россия)] академическая лицензия

Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. <http://www.edu.ru> – портал Министерства образования и науки РФ
2. <http://www.ict.edu.ru> – система федеральных образовательных порталов «ИКТ в образовании»
3. <http://www.openet.ru> - Российский портал открытого образования
4. <http://www.mon.gov.ru> - Министерство образования и науки Российской Федерации
5. <http://www.fasi.gov.ru> - Федеральное агентство по науке и инновациям

Материально-техническое обеспечение:

В соответствии с требованиями п. 5.3. образовательного стандарта МГУ по направлению подготовки 03.04.02 «Физика», курс может быть прочитан в обычной аудитории при наличии: работающих электрических розеток, компьютера, проектора, экрана, учебной доски.

**8. Язык преподавания:** русский