



Основная профессиональная образовательная программа  
03.04.02 Физика  
(Физика функциональных материалов и наноматериалов)

---

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**

**ИВАНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**Кафедра фундаментальной физики и нанотехнологий**

ОДОБРЕНО:

Руководитель ОП

В.В. Новиков

(подпись)

«28» августа 2024 г.

### **Рабочая программа дисциплины**

**Компьютерный анализ данных физического эксперимента**

Уровень высшего образования:	Магистратура
Квалификация выпускника:	Магистр
Направление подготовки:	03.04.02 Физика
Направленность (профиль) образовательной программы:	Физика функциональных материалов и наноматериалов

Иваново



Основная профессиональная образовательная программа  
03.04.02 Физика  
(Физика функциональных материалов и наноматериалов)

---

## 1. Цели освоения дисциплины

Дисциплина «Компьютерный анализ данных физического эксперимента» призвана познакомить студента, обучающегося в магистратуре по направлению «03.04.02 Физика» и направленности «Физика функциональных материалов и наноматериалов, сформировать основы знаний и умений в области планирования и обработки результатов физико-технического эксперимента, обучить принципам и приемам численного и графического представления результатов, планирования научного и промышленного эксперимента.

Задачами дисциплины являются:

- знакомство с основными методами анализа экспериментальных данных при наличии случайных погрешностей, основам представления научных данных;
- изучение принципов планирования и организации научного и промышленного эксперимента;
- освоение математического аппарата планирования и организации научного и промышленного эксперимента, при поиске оптимальных условий;

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина относится к базовой части учебного плана. Дисциплина основывается на изученных в рамках бакалавриата дисциплинах «Анализ экспериментальных данных», «Теория вероятностей и математическая статистика» Курс связан с рядом прикладных дисциплин, для которых характерен инженерный эксперимент при поиске оптимальных условий. Например, это дисциплины «Механические свойства твердых тел», «Физикохимия смазочных материалов и процессов», «Физика и химия обработки материалов». «Физика и технологии наноматериалов», «Физика конструкционных материалов», «Физика тонких пленок» и др. дисциплины, связанные с экспериментом. Полезной для данной дисциплины является опыт по выполнению ранее работ в рамках курсовых работ, практик и НИР на этапе бакалаврской подготовки.

Для освоения данной дисциплины обучающийся должен:

**Знать:** Основы теории ошибок, Основ теории вероятностей и математической статистики.

**Уметь:** Оперировать экспериментальными данными при помощи программных продуктов типа электронных таблиц и графических программных пакетов.

**Иметь практический опыт/Иметь навыки:** Иметь опыт обработки представления экспериментальных данных в графической форме

Знание об анализе экспериментальных данных, об организации и планировании эксперимента могут быть востребованы при выполнении производственных и научных практик, в ходе практики НИР, а также при выполнении магистерских ВКР.

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

### 3.1. Компетенции, формированию которых способствует дисциплина

ОПК-2 Способен в сфере своей профессиональной деятельности организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую деятельность для поиска, выработки и принятия решений в области физики;

ОПК-3 Способен применять знания в области информационных технологий, использовать современные компьютерные сети, программные продукты и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее - сеть "Интернет") для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами профильной подготовки;



### **3.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения формируемых компетенций**

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

#### **Знать:**

- основные типы математических моделей и задачи, которые необходимо решать для идентификации их параметров;
- основные типы источников информации, позволяющие самостоятельно расширять знания в предметной области;
- формулировать задачи оценки эффективности применения различных методов планирования экспериментов при решении прикладных задач;
- теоретические положения планирования эксперимента в части построения оптимальных планов, оценки результатов эксперимента, принятия решений;
- основные типы математических моделей объекта и задачи, решаемые при их построении;
- основные подходы к проведению научных экспериментов, основанных на математических моделях, исследуемых процессов и систем;

#### **Уметь:**

- применять методы, используемые при построении математических моделей исследуемых объектов;
- уметь использовать различные источники информации для обеспечения самостоятельной подготовки в области планирования эксперимента
- применять различные подходы к планированию экспериментов при решении конкретных прикладных задач;
- осуществлять выбор оптимальных планов применительно к решению задач аппроксимации (построения регрессионных моделей) и оптимизации, в том числе многокритериальной;
- использовать инструментарий теории планирования эксперимента для построения математических моделей объектов, систем, процессов и технологий и исследования их корректности;
- использовать аппарат теории планирования эксперимента для решения конкретных прикладных задач и оценки результатов натуральных или вычислительных экспериментов;

#### **Иметь навыки:**

- применения методов математического моделирования и системного анализа для решения прикладных задач;
- получения и управления новой информацией с целью формирования собственной системы знаний;
- выбора наиболее эффективных методов планирования эксперимента согласно поставленной задаче;
- построения планов, обеспечивающих приближенное описание изменения показателей функционирования технических систем, а также их параметрическую оптимизацию в результате численных экспериментов:
- планирования эксперимента, как универсального инструментария построения и исследования математических моделей;
- усовершенствования математических моделей исследуемых объектов по результатам научных экспериментов.
- обработки и графического представления экспериментальных данных с помощью специализированного программного обеспечения.



Основная профессиональная образовательная программа  
03.04.02 Физика  
(Физика функциональных материалов и наноматериалов)

#### 4. Объем и содержание дисциплины

Объем дисциплины составляет 3 зачетных единицы (108 академических часов):

##### 4.1. Содержание дисциплины по разделам (темам), соотнесенное с видами и трудоемкостью занятий лекционно-семинарского типа

Объем иной контактной работы и самостоятельной работы обучающегося по дисциплине указан в учебном плане образовательной программы.

№ п/п	Разделы (темы) дисциплины	Семестр	Виды занятий, их объем (в ак. часах, по очной форме обучения)		Формы текущего контроля успеваемости (по очной форме обучения)  Формы промежуточной аттестации
			Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	
1.	<u>Эксперимент как метод и предмет исследования.</u>	2		2	Входная диагностика: тест с последующим обсуждением результатов.
2.	<u>Теория планирования эксперимента. Основные понятия и определения.</u>	2		4	Входная диагностика: тест с последующим обсуждением результатов.
3.	<u>Критерии оптимальности и типы планов. Градиентные методы оптимизации.</u>	2		4	Выполнение индивидуального задания
4.	<u>Полный факторный эксперимент типа <math>2^k</math>.</u>	2		4	Выполнение индивидуального задания
5.	<u>Дробный факторный эксперимент типа <math>2^{k-p}</math>.</u>	2		4	Выполнение индивидуального задания
6.	<u>Обработка результатов эксперимента. Статистические расчеты и графическое представление функциональных зависимостей</u>	2	2	4	Выполнение индивидуального задания
7	<u>Стохастическая связь и корреляция</u>	2		4	
Итого за семестр:				27	Зачет
Итого по дисциплине:				27	



Основная профессиональная образовательная программа  
03.04.02 Физика  
(Физика функциональных материалов и наноматериалов)

#### 4.2. Развернутое описание содержания дисциплины по разделам (темам)

№ темы	Основное содержание темы
1	Понятие эксперимента. Классификация видов экспериментальных исследований. Опыт. Качественный эксперимент. Количественный эксперимент. Фактор. Уровень фактора. Отклик. Функция отклика. Пассивный эксперимент. Активный эксперимент. лабораторный и промышленный эксперименты. Этапы решения задач при проведении эксперимента. Модели эксперимента и способы их построения.
2	Основы теории эксперимента. Планирование эксперимента. Теория планирования эксперимента (ТПЭ). Основные понятия и определения. Задачи, решаемые с помощью ТПЭ. Факторное пространство. Область планирования. План эксперимента. Поверхность отклика. Эффекты факторов. Допущения, применяемые в ТПЭ.
3	Критерии оптимальности. Критерии A, D, E, G – оптимальности. Типы планов. Ортогональный, ротатабельный планы. Ненасыщенный, насыщенный, сверхнасыщенный планы. Свойство композиционности планов. Градиентные методы оптимизации. Градиент и антиградиент функции. Постановка задачи оптимизации. Реализация задачи оптимизации. Объект анализа. Выделение области изменения факторов. Интервал варьирования факторов.
4	Понятие полного факторного эксперимента (ПФЭ) типа $2^k$ . Значения уровней варьирования факторов. План эксперимента. Матрица планирования. Свойства ПФЭ: ортогональности, симметричности, нормированности. Оценки коэффициентов функции отклика ПФЭ. Виды полинома. Оценка дисперсии среднего значения в конкретной точке плана.
5	Понятие дробного факторного эксперимента (ДФЭ) типа $2^{k-p}$ . Значения уровней варьирования факторов. План эксперимента. Регулярные дробные реплики от ПФЭ. Планы дробных реплик. Матрица планирования. Генератор плана. Оценки коэффициентов функции отклика ДФЭ. Определяющий контраст реплики. Оценки коэффициентов линейной модели
6	Предварительная обработка. Проверка однородности дисперсии воспроизводимости. Проверка адекватности модели. Проверка значимости оценок коэффициентов модели. Оценка значимости факторов. Дисперсионный анализ. Множественный регрессионный анализ.
7	Понятие о корреляционной связи. Коэффициент линейной корреляции Пирсона. Парная и множественная корреляция.

#### 5. Образовательные технологии

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине: Классическая лекция, мультимедиа технологии; технологии смешанного обучения, презентационная графика. Самостоятельная работа по выполнению индивидуальных заданий. Генерация выборок случайных чисел и их последующая статистическая обработка.



## **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Самостоятельная работа учащихся обеспечивается лекционными материалами, методическими указаниями, индивидуальными заданиями и шаблонами для оформления отчетов по самостоятельной работе., которые загружаются преподавателем в ЭИОС.

## **7. Характеристика оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Промежуточная и итоговая аттестации по дисциплине производятся с помощью компьютерного тестирования на платформе Online Test Pad по оригинальной базе тестов.

### **Шкала оценивания компетенций:\_\_\_**

– Зачтено обучающийся правильно, четко, аргументировано и в полном объеме изложил содержание теоретических зачетных (экзаменационных) вопросов, успешно выполнил практические задания, убедительно ответил на все дополнительные вопросы, показал высокий уровень сформированных компетенций;

– Не зачтено - обучающийся не изложил содержания основных положений теоретических зачетных вопросов, неправильно выполнил практическое задание, испытывал серьезные затруднения при ответах на дополнительные вопросы, не показал пороговый уровень сформированных компетенций:

«Типовые варианты тестовой работы представлены в фонде оценочных средств (Приложение 2)».)

## **8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **Основная литература:**

1. Медведев П. В. , Федотов В. А. Математическое планирование эксперимента: учебное пособие. [Электронный ресурс]. <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=481785> (02.04.2019).

2. Годлевский, Владимир Александрович. Введение в анализ экспериментальных данных: учебное пособие / В. А. Годлевский ; Иван. гос. ун-т. — Иваново : ИвГУ, 1993. — 167 с. — ISBN 5-230-02231-0.

### **Дополнительная литература:**

1. Моисеев, Н.Г. Теория планирования и обработки эксперимента: учебное пособие / Н.Г. Моисеев, Ю.В. Захаров; Поволжский государственный технологический университет. - Йошкар-Ола : ПГТУ, 2018. - 124 с. : ил. [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=494313> (02.04.2019).

2. Щурин, К.В. Методика и практика планирования и организации эксперимента: практикум: учебное пособие / К.В. Щурин, Д.А. Косых ; Минобрнауки РФ Российской Федерации, ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет». - Оренбург : Оренбургский гос. ун-т, 2012. - 185 с. : ил. - Библиогр.: с. 177-178 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=260761> (02.04.2019).

Система электронной поддержки образовательного процесса «Мой университет» <https://uni.ivanovo.ac.ru>

Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru);

<http://lib.ivanovo.ac.ru/index.php/polnotekstovye-resursy/ebs-universitetskaya-biblioteka>

Электронная библиотека ИвГУ <http://lib.ivanovo.ac.ru/index.php/polnotekstovye-resursy/elibnew>

Электронный каталог НБ ИвГУ <http://lib.ivanovo.ac.ru/index.php/ek>



Основная профессиональная образовательная программа  
03.04.02 Физика  
(Физика функциональных материалов и наноматериалов)

---

Программное обеспечение: операционная система Microsoft Windows, пакет офисных программ Microsoft Office и(или) LibreOffice, интернет-браузер Microsoft Edge и(или) Yandex Browser. Интернет-портал для учебного тестирования «Online Test Pad» и набор оригинальных вопросов к тесту.

## **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Учебные аудитории:

- для проведения занятий лекционного типа с комплектом специализированной учебной мебели и техническими средствами обучения, служащими для предоставления учебной информации большой аудитории;
- для проведения занятий семинарского типа, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации с комплектом специализированной учебной мебели и техническими средствами обучения;
- Лаборатория, оснащенная лабораторным оборудованием, комплектом специализированной учебной мебели и техническими средствами обучения.

Помещение для самостоятельной работы, оснащенное комплектом специализированной учебной мебели, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в ЭИОС.

Демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия для занятий лекционного типа, обеспечивающие тематические иллюстрации:

**Автор(ы) рабочей программы дисциплины:** профессор, доктор технических наук, профессор Годлевский Владимир Александрович

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры фундаментальной физики и нанотехнологии 28 августа 2024 г., протокол № 1

**Приложение 1. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

**Приложение 2. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.**