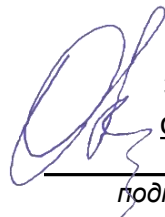


МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)



УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
оптики и спектроскопии
(Овчинников О.В.)
подпись, расшифровка подписи

14.06.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ФТД.02 Основы обработки экспериментальных данных

Код и наименование дисциплины в соответствии с Учебным планом

1. Шифр и наименование направления подготовки/специальности:

03.03.02 – Физика

2. Профиль подготовки /специализации/ магистерская программа:

Физика медицинских, лазерных технологий и наноматериалов

3. Квалификация (степень) выпускника: Высшее образование (бакалавр)

4. Форма образования: очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: кафедра оптики и спектроскопии

6. Составители программы: Овчинников Олег Владимирович, д.ф.-м.н., профессор, Леонова Лиана Юрьевна, к.ф.-м.н., доцент

7. Рекомендована: НМС физического факультета от 13.06.24 г. протокол № 6
(наименование рекомендующей структуры, дата, номер протокола)

8. Учебный год: 2026 / 2027

Семестр(-ы): 6

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Целями освоения учебной дисциплины являются: изучение базовых методов работы с экспериментальными данными, оценки погрешностей измерений и представления результатов работы в соответствии с современными стандартами оформления научных публикаций.

Задачи учебной дисциплины:

- изучить основные современные методы статистической обработки результатов экспериментов;
- описать основные подходы при проверке теоретических моделей, подразумевающих активное использование компьютерной техники и численных методов.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: часть, формируемая участниками образовательных отношений, блок ФТД (Факультативы).

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ОПК-2	Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	ОПК-2.1	Выбирает и использует соответствующие ресурсы, современные методики и оборудование для проведения экспериментальных исследований и измерений	Знать: <ul style="list-style-type: none">- Классификацию видов экспериментальных погрешностей;- Основные источники экспериментальных погрешностей;- Основные понятия теории вероятностей;- Основные понятия теории оценки параметров зависимостей Уметь: <ul style="list-style-type: none">- Оценивать наиболее существенные источники погрешностей;- Вычислять погрешность результата эксперимента по погрешностям исходных данных;- Оформлять результаты эксперимента в форме научного отчета;- Наглядно визуализировать результаты измерений в форме графиков;- Проводить расчёты по методам наименьших квадратов и хи-квадрат Владеть: <ul style="list-style-type: none">- Методами экспериментальной оценки погрешностей ;- Методами оценки и расчёта косвенных погрешностей;- Навыками наглядного представления результатов физического эксперимента;- Программными пакетами для базовой
		ОПК-2.2	Обрабатывает и представляет полученные экспериментальные данные для получения обоснованных выводов	

				обработки экспериментальных данных
--	--	--	--	------------------------------------

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час.(в соответствии с учебным планом) — 1 з.е. / 36 часа.

Форма промежуточной аттестации – зачет.

13. Виды учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость	
		Всего	По семестрам
			№ 6
Аудиторные занятия		16	16
в том числе:	лекции	16	16
	практические		
	лабораторные		
Самостоятельная работа		20	20
в том числе: курсовая работа (проект)			
Форма промежуточной аттестации <i>зачет</i>			
Итого:		36	36

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1. Лекции		
1.	Общие сведения о погрешностях	1. Классификация источников и типов погрешностей 2. Характеристики погрешностей. Доверительные интервалы
2.	Элементы теории вероятностей	1. Случайные величины. Основы теории вероятностей. 2. Нормальное распределение. Корреляции 3. Погрешности косвенных измерений. Результирующая погрешность опыта.
3.	Практическое применение методов оценки погрешностей	1. Оценка систематических погрешностей 2. Оценка случайных погрешностей и планирование эксперимента 3. Типичные ошибки в обработке результатов измерений
4.	Оценка параметров зависимостей	1. Проверка моделей и погрешности параметров 2. Методы минимума хи-квадрат и наименьших квадратов
5.	Представление результатов измерения	1. Написание и оформление отчетов 2. Построение графиков

		3. Доклад с презентацией и защита результатов работы
--	--	--

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	
1.	Общие сведения о погрешностях	2			4	6
2.	Элементы теории вероятностей	4			4	8
3.	Практическое применение методов оценки погрешностей	2			4	6
4.	Оценка параметров зависимостей	4			4	8
5.	Представление результатов измерения	4			4	8
	Итого:	16			20	36

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

- Изучение учебной, научной и методической литературы, материалов периодических изданий с привлечением электронных средств научной информации.

- Подготовка к лекционным занятиям.

В ходе подготовки к текущим аттестациям и промежуточной аттестации студенту рекомендуется активно использовать электронный образовательный портал Moodle – электронная среда дисциплины, с предоставлением презентаций лекций, заданий для выполнения лабораторных работ, дополнительного теоретического материала и нормативно-правовых документов по темам и перечней вопросов для подготовки к текущим аттестациям и промежуточной аттестации. Также студенту рекомендуется использовать весь набор методов и средств современных информационных технологий для изучения отечественной и зарубежной литературы по дисциплине, оценки и анализа ее текущего состояния и перспектив развития. Ему предоставляется возможность работать в компьютерных классах факультета (313а аудитория), иметь доступ к Интернет-ресурсам и электронной почте, использовать имеющиеся на кафедре оптики и спектроскопии физического факультета информационные технологии, использовать ресурсы Зональной научной библиотеки ВГУ, в том числе электронно-библиотечные системы.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1.	Моделирование и визуализация экспериментальных данных: лабораторный практикум : [16+] / авт.-сост. Е.В. Крахоткина ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Северо-Кавказский федеральный университет. – Ставрополь : Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ), 2018. – 125 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=563171 (дата обращения: 28.10.2020). – Библиогр. в кн. – Текст : электронный.
2.	Хименко, В.И. Случайные данные: структура и анализ / В.И. Хименко. – Москва : Техносфера, 2017. – 424 с. : ил., табл., схем. – (Мир фотоники). – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=496479 (дата обращения: 28.10.2020).

28.10.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-94836-497-1. – Текст : электронный.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1.	Тейлор Дж. Введение в теорию ошибок. — Москва : Мир, 1985.
2.	Зайдель А.Н. Погрешности измерений физических величин. — Ленинград : Наука, 1985.
3.	Худсон Д. Статистика для физиков. — Москва : Мир, 1970.
4.	Идье В., Драйард Д., Джеймс Ф., Рус М., Садуле Б. Статистические методы в экспериментальной физике. — Москва : Атомиздат, 1976.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)*:

№ п/п	Источник
1	Поисковая система e-library.ru
2	Поисковая система google.ru
3	Архив научных журналов http://arch.neicon.ru/
4	Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Библиотека http://window.edu.ru/
5	Электронный каталог ЗНБ ВГУ https://www.lib.vsu.ru/
6	ЭБС "Издательства "Лань" https://e.lanbook.com
7	ЭБС "Университетская библиотека online" https://biblioclub.lib.vsu.ru
8	Национальный цифровой ресурс "РУКОНТ" https://rucont.ru
9	Электронная библиотека Попечительского совета механико-математического факультета МГУ lib.mechmat.ru
10	Виртуальная обучающая среда Moodle < https://edu.vsu.ru >

* Вначале указываются ЭБС, с которыми имеются договора у ВГУ, затем открытые электронно-образовательные ресурсы

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1.	Обработка результатов учебного эксперимента : учебно-методическое пособие. / Попов П. В., Нозик А. А. — Москва : МФТИ, 2020. — 48 с.
2.	Цикл видео-лекций "Обработка результатов эксперимента" https://www.youtube.com/watch?v=xVbW6dcCcDU&list=PLtkGmqQ5HKX5P1EgmQcoWB1q48pfAWyET
3.	Математическая обработка результатов измерений в лабораторном практикуме по курсу общей физики [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие : [для студ. 1-2 к. очной и 1-3 к. оч-но-заочной формы обучения физ. фак., для направлений: 03.03.03 - Радиофизика и электроника, 03.03.02 - Физика, 11.03.02 - Электроника и нанoeлектроника, 14.03.02 - Ядерная физика и техно-логии] / Воронеж. гос. ун-т ; сост.: О.М. Голицына , А.В. Меремьянин, В.Е. Рисин .— Электрон. текстовые дан. — Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2015 .— Загл. с титул. экрана .— Электрон. версия печ. публикации .— Свободный доступ из интрасети ВГУ .— Текстовый файл .— Windows 2000; Adobe Acrobat Reader. <URL: http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m15-221.pdf >.
4.	Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы обучающимися в бакалавриате по направлению "Физика" [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие : [для студ. 4-го курса направления 03.03.02 Физика] / Сост.: Л.Ю. Леонова, Л.В. Титова ; Воронеж. гос. ун-т .— Электрон. текстовые дан. — Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2019.

17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)

В учебном процессе используются следующие образовательные технологии. По образовательным формам: лекционные и практические занятия. Преобладающими методами и приемам обучения являются: объяснительно-иллюстративные (объяснение, показ – демонстрация учебного материала и др.); активные (анализ учебной и научной литературы, составление схем и др.) и интерактивные, в том числе и групповые (взаимное обучение в форме подготовки и обсуждения докладов); информационные; мультимедийные (работа с сайтами академических структур, научно-исследовательских организаций, электронных библиотек и др., разработка презентаций, сообщений и докладов, работа с электронными обучающими программами и т.п.).

Организационная структура лекционного занятия: 1. Формулировка темы, целей занятия, постановка проблемного вопроса. 2. Разъяснение вопросов теоретического и практического плана для решения поставленной проблемы. 3. Рассмотрение путей решения проблемного вопроса на конкретных примерах. 4. Заключение, формулировка выводов. 5. Формулировка задания для самостоятельной домашней работы. Озвучивание темы следующего занятия.

Текущий контроль проводится путем проверки конспектов лекций, входного контроля (в виде самостоятельных и контрольных работ, докладов и рефератов).

При реализации дисциплины с использованием дистанционных образовательных технологий используются инструменты электронной информационно-образовательной среды ВГУ «Электронный университет ВГУ» (<https://edu.vsu.ru>) и/или «MOOC ВГУ» (<https://mooc.vsu.ru>), сервисы видеоконференций (BigBlueButton, Zoom, Discord и др.), электронная почта, мессенджеры и соцсети.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

*Ноутбук Asus, с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ВГУ, Проектор BenQ MS 612ST, Доска магнитно-маркерная 100*200. Программное обеспечение: ОС Windows (WinPro 8 RUS Upgrd OLP NL Acdmc), Microsoft Office (OfficeSTD 2013 RUS OLP NL Acdmc). Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ». Office Standard 2019 Single OLV NL Each AcademicEdition Additional Product. Программный комплекс для ЭВМ - MathWorks. Система инженерного моделирования ANSYS HF Academic Research.*

Реализация дисциплины с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий осуществляется через образовательный портал "Электронный университет ВГУ" (<https://edu.vsu.ru>).

19. Фонд оценочных средств:

19.1 Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС (средства оценивания)
ПК-4.2. Определяет степень достоверности результатов экспериментальных спектральных исследований и составляет реестр параметров наноструктурных материалов	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Классификацию видов экспериментальных погрешностей; - Основные источники экспериментальных погрешностей; - Основные понятия теории вероятностей; - Основные понятия теории оценки параметров зависимостей <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Оценивать наиболее существенные источники погрешностей; - Вычислять погрешность результата эксперимента по погрешностям исходных данных; - Оформлять результаты эксперимента в форме научного отчета; - Наглядно визуализировать результаты измерений в форме графиков; - Проводить расчёты по методам наименьших квадратов и хи-квадрат <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Методами экспериментальной оценки погрешностей ; - Методами оценки и расчёта косвенных погрешностей; - Навыками наглядного представления результатов физического эксперимента; - Программными пакетами для базовой обработки экспериментальных данных 	<p>Этапы 1-6 Общие сведения о погрешностях Элементы теории вероятностей Практическое применение методов оценки погрешностей Оценка параметров зависимостей Представление результатов измерения</p>	Устный опрос
ПК-6.1. Производит анализ исходных требований к параметрам разрабатываемых приборов квантовой электроники и фотоники на основе наноструктурных материалов	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Классификацию видов экспериментальных погрешностей; - Основные источники экспериментальных погрешностей; - Основные понятия теории вероятностей; - Основные понятия теории оценки параметров зависимостей <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Оценивать наиболее существенные источники погрешностей; - Вычислять погрешность результата эксперимента по погрешностям исходных данных; - Оформлять результаты эксперимента в форме научного отчета; - Наглядно визуализировать результаты измерений в форме графиков; - Проводить расчёты по методам наименьших квадратов и хи-квадрат <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Методами экспериментальной оценки погрешностей ; - Методами оценки и расчёта косвенных погрешностей; - Навыками наглядного представления результатов физического эксперимента; - Программными пакетами для базовой обработки экспериментальных данных 	<p>Этапы 1-6 Общие сведения о погрешностях Элементы теории вероятностей Практическое применение методов оценки погрешностей Оценка параметров зависимостей Представление результатов измерения</p>	Устный опрос

19.2. Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Для оценивания результатов обучения на зачете используются следующие показатели:

1. Уровень знаний: знание учебного материала и владение понятийным аппаратом теории познания; знание методов анализа проблемных ситуаций как системы, способность выявлять ее составляющие и связи между ними; знание методов определения пробелов в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, и проектирует процессы по их устранению;

2. Логика рассуждений: логичность рассуждений, осуществление последовательного анализа проблемы, обоснованность выводов.

3. Уровень понимания: целостное, многостороннее видение проблемы, способность выделять существенные характеристики рассматриваемой проблемы.

4. Умения: умение связывать теорию с практикой; умение иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований; умение применять полученные знания для решения гносеологических задач

5. Навыки владения: владение способами философской и общенаучной методологии, владение понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), способность иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
<i>Посещение лабораторных занятий. Правильно и вовремя выполненные лабораторные задания. Правильные ответы на контрольные вопросы во время зачета.</i>	<i>Повышенный базовый и пороговый уровни</i>	<i>зачтено</i>
<i>Систематические пропуски занятий без уважительных причин. Невыполненные лабораторные задания. Неверно сформулированные ответы на контрольные вопросы во время зачета.</i>	–	<i>незачтено</i>

19.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

19.3.1 Перечень теоретических вопросов к зачету:

1. Классификация погрешностей по типу и источникам
2. Нормальное распределение и его свойства, доверительные интервалы
3. Сложение независимых погрешностей
4. Вычисление косвенных погрешностей
5. Основные положения и пределы применимости метода наименьших квадратов
6. Основные положения и пределы применимости метода хи-квадрат

19.3.2 Примеры практических заданий к зачету

В эксперименте по измерению ускорения свободного падения с помощью математического маятника:

1. представьте оформленный по образцу отчет о проделанной работе;
2. проанализируйте источники случайных погрешностей в эксперименте;
3. проанализируйте источники систематических погрешностей в эксперименте;
4. оцените точность измерения конечного значения ускорения свободного падения;
5. выявите источники погрешностей, дающие наибольший вклад;
6. по результатам измерений сделайте вывод о применимости формулы периода колебаний математического маятника;
7. предложите способ улучшить точность получаемых результатов.

19.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме: *устного опроса (индивидуальный опрос, фронтальная беседа, доклады)*. Критерии оценивания приведены выше.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний. При оценивании используются количественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены выше.