

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Донецкий государственный университет»

Факультет физико-технический
Кафедра радиофизики и инфокоммуникационных технологий



УТВЕРЖДАЮ

проректор

[Signature]

П.А. Машаров

«29» марта 2024 г.

МП

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ»

Укрупненная группа направлений подготовки	03.00.00 Физика и астрономия
Программа высшего образования	Программа магистратуры
Направление подготовки	03.04.03 Радиофизика
Магистерская программа	Радиофизика
Квалификация	Магистр
Форма обучения	Очная

Рабочая программа адаптирована для лиц
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Донецк 2024

Рабочая программа дисциплины «Методы обработки экспериментальных данных» для обучающихся по направлению подготовки 03.04.03 Радиофизика (Магистерская программа: Радиофизика), составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 03.04.03 Радиофизика, утвержденного приказом Министерством науки и высшего образования Российской Федерации от 07 августа 2020г. № 918(с изм. и доп.). Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06 апреля 2021 г. № 245 (с изм. и доп.), в соответствии с учебным планом, утвержденным Ученым советом ФГБОУ ВО «ДонГУ» для набора 2024 года.

Разработчик:

Ст. преподаватель
кафедры радиофизики
и инфокоммуникационных технологий

 В.В. Долбещенков


Рабочая программа утверждена на заседании кафедры радиофизики и
инфокоммуникационных технологий
Протокол от 26.03.2024 г. № 16

Заведующий кафедрой

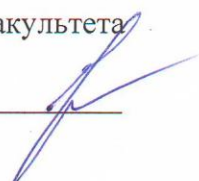
 В.В. Данилов

СОГЛАСОВАНО:


И.о. декана физико-технического факультета
28.03.2024 г.

 С.А. Фоменко

Учебно-методическая комиссия физико-технического факультета
Протокол от 27.03.2024 г. № 2
Председатель

 В. Н. Котенко

Руководитель основной профессиональной
образовательной программы
д-р тех. наук, проф.
26.03.2024 г.

 В.В. Данилов

1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1.1. Требования к предварительной подготовке обучающихся, предшествующие и сопутствующие дисциплины, на которых основывается изучение данной:

дисциплины программы бакалавриата: Математический анализ, Радиотехнические измерения, Теория вероятности и математическая статистика.

1.2. Освоение данной дисциплины полезно при прохождении практик и изучении дисциплин, в которых присутствуют экспериментальные исследования.

2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ / ПРАКТИКИ / КУРСОВОЙ РАБОТЫ / ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

2.1. Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы	03.04.03 Радиофизика (Магистерская программа: Радиофизика)
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.Б.М2.2. Методы обработки экспериментальных данных
Часть образовательной программы	Базовая часть
Количество зачетных единиц / всего часов	2 / 72

2.2. Распределение часов по формам и периодам обучения

Форма обучения	курс	семестр	Общее количество часов					Форма контроля
			лекционных	лабораторных	практических	самостоятельной работы + контроль	всего	
Очная	1	2	15	–	15	42	72	зачет

3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ / ПРАКТИКИ / КУРСОВОЙ РАБОТЫ / ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

Практическое овладение методами обработки экспериментальных данных.

4. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ КОМПОНЕНТА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ, ИХ ИНДИКАТОРЫ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Компетенции	Индикаторы	Результаты обучения
4.2. ОПК-3. Способен применять современные информационные технологии, использовать компьютерные сети и программные продукты для	ОПК-3.2. Владеет знаниями по использованию программных продуктов при решении задач профессиональной деятельности.	ОПК-3.2.1. Знает основные методы обработки экспериментальных данных. ОПК-3.2.2. Умеет использовать возможности программы Microsoft Excel для обработки экспериментальных данных. ОПК-3.2.3. Владеет практическими навыками обработки экспериментальных данных.

решения задач профессиональной деятельности.		
--	--	--

5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
Раздел 1. Методы обработки экспериментальных данных	
1. Введение. Основные понятия математической статистики	Наблюдение и эксперимент. Погрешности измерений. Случайные события и случайные величины. Вариационные ряды. Распределение вероятностей случайной величины. Графические представления анализа выборки. Функция распределения вероятностей непрерывной случайной величины Плотность распределения вероятностей
2. Выборочные характеристики экспериментальных данных	Математическое ожидание случайной величины. Множественность оценок математического ожидания. Дисперсия распределения случайной величины. Коэффициент вариации. Мода и медиана, как оценки математического ожидания. Средние значения, как оценки математического ожидания. Нормальное распределение. Доверительный интервал для математического ожидания.
3. Проверка соответствия выборки закону нормального распределения	Нормальное распределение в природе и технических процессах. Предварительная проверка на нормальность. Проверка статистических гипотез. Критерий Пирсона. Критерий Романовского. Приближенный критерий нормальности распределения.
4. Элементы теории погрешностей	Элементы теории погрешностей и математической обработки результатов измерений. Задачи измерений. Виды измерений. Виды погрешностей.
5. Обработка результатов измерений	Обработка результатов прямых измерений. Доверительный интервал, доверительная вероятность, коэффициент Стьюдента. Косвенные измерения. Алгоритм обработки косвенных измерений. Алгоритм обработки совокупных и совместных измерений. Определение грубых ошибок (промахов). Правило трех сигм, метод, основанный на использовании доверительного интервала.
6. Определение минимального количества измерений.	Определение минимального количества измерений. Методика определения минимального количества измерений для получения заданной погрешности и достоверности.

7. Корреляционная зависимость.	Регрессия. Уравнение регрессии. Линейная регрессия. Свойства коэффициента корреляции. Смысл коэффициента корреляции. Доверительный интервал для линейной. Нелинейная регрессия. Свойства корреляционного отношения. Параболическая регрессия. Гиперболическая регрессия.
8. Статистическая проверка гипотез.	Оценка статистической значимости коэффициента корреляции. Статистическая проверка гипотезы о теоретическом распределении. Построение кривой распределения по эмпирическим данным. Проверка гипотезы о нормальном распределении выборки.
9. Правила приближенных вычислений.	Приближенные числа, их округление и правильное написание. Погрешности округления. Вычисления с приближенными числами.

6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Форма обучения – очная, курс – 1, семестр – 2

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+К	Всего
Раздел 1. Методы обработки экспериментальных данных					
Введение. Основные понятия математической статистики	1		1	2	4
Выборочные характеристики экспериментальных данных	2		2	5	9
Проверка соответствия выборки закону нормального распределения	2		2	6	10
Элементы теории погрешностей	2		2	5	9
Обработка результатов измерений	2		2	6	10
Определение минимального количества измерений.	2		2	6	10
Корреляционная зависимость.	2		2	6	10
Статистическая проверка гипотез.	2		2	6	10
ИТОГО ПО КОМПОНЕНТУ ОПОП	15	–	15	42	72

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (СРЕДСТВА) ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7.1. Контрольные вопросы

Раздел 1

1. Понятия случайное событие и случайная величина. Вариационные ряды.
2. Распределение вероятностей случайной величины.
3. Гистограмма. Полигон частот, Кумулятивная кривая.
4. Функции распределения дискретной и непрерывной величин.
5. Понятие плотности распределения вероятностей.
6. Понятие математического ожидания случайной величины.

7. Дисперсия распределения случайной величины.
8. Моменты. Асимметрия. Эксцесс.
9. Классификация измерений по способу получения измеряемой величины. Определения и примеры.
10. Классификация измерений по точности оценивания погрешности.
11. Классификация погрешностей измерения.
12. Статические и динамические погрешности измерений.
13. Систематические погрешности, причины их возникновения.
14. Обнаружение и устранение систематических погрешностей.
15. Случайные погрешности, причины их возникновения.
16. Грубые погрешности и промахи, причины возникновения, способы устранения.
17. Устранение систематических погрешностей методом компенсации. Примеры.
18. Устранение систематических погрешностей методом замещения. Примеры.
19. Устранение систематических погрешностей методом противопоставления. Примеры.
20. Исключение переменной систематической погрешности.
21. Свойства случайных погрешностей.
22. Правило «трех сигм».
23. Среднее арифметическое. Свойства среднего арифметического.
24. Понятие средней квадратической погрешности.
25. Нормальный закон распределения погрешностей.
26. Распределение Стьюдента.
27. Распределение Пирсона.
28. Проверка нормальности распределения случайной величины. Критерий Пирсона.
29. Проверка нормальности распределения случайной величины при небольшом числе измерений.
30. Приближенные методы проверки нормальности распределения случайной величины.
31. Обнаружение грубых погрешностей.
32. Нахождение доверительных интервалов.
33. Обработка результатов прямых равноточных измерений.
34. Оценка точности прямых равноточных измерений.
35. Порядок обработки прямых равноточных измерений.
36. Понятие о неравноточных измерениях.
37. Понятие «вес».
38. Оценка точности неравноточных измерений по известным дисперсиям.
39. Порядок обработки неравноточных измерений.
40. Обработка и оценка результатов косвенных измерений.
41. Оценка точности двойных неравноточных измерений.
42. Оценка точности по разностям двойных неравноточных измерений.

8. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БАЛЛОВ, КОТОРЫЕ ПОЛУЧАЮТ ОБУЧАЮЩИЕСЯ

Общая оценка знаний обучающихся по дисциплине проводится по 100-балльной шкале исходя из максимума, приведенного в таблице ниже. Организационно-учебная работа в аудитории оценивается на основе таких критериев как посещаемость занятий, своевременное и качественное выполнение домашних заданий, активность во время проведения лекционных и практических занятий (участие в обсуждении текущего и пройденного материала, решение задач и т.п.).

8.1. Семестр 1

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1	Организационно-учебная работа в аудитории	10
	Самостоятельная работа	20
	Результаты практических занятий	30
ИТОГО		60
Зачет		40
Общий итог за семестр		100

Соответствие баллов оценке

Количество баллов из 100	ECTS	Оценка по пятибалльной шкале	
		Экзамен, дифференцированный зачет	Зачет
90-100	A	отлично	зачтено
80-89	B	хорошо	зачтено
75-79	C		зачтено
70-74	D	удовлетворительно	зачтено
60-69	E		зачтено
35-59	FX	неудовлетворительно	не зачтено
0-34	F		не зачтено

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Учебные занятия проводятся в корпусе №4 ДонГУ (г. Донецк, пр. Театральный, 13). Для проведения лекционных и практических занятий требуется аудитория, оборудованная меловой или маркерной доской, мультимедийный проектор и экран, ноутбук, комплект учебной мебели для студентов, рабочее место преподавателя, выход в Интернет – проводной или с использованием Wi-Fi.

Для самостоятельной работы используются текстовые и электронные ресурсы Научной библиотеки университета и других электронных библиотечных баз данных, учебно-методическое обеспечение, представленное в учебно-методическом кабинете Главного корпуса (ауд.405).

Обучающиеся имеют возможность использовать учебные материалы по дисциплине, размещенные на платформе Moodle Центра дистанционного образования ФГБОУ ВО «ДонГУ». При изучении дисциплины применяются электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

С использованием ресурсов платформы дистанционного образования осуществляется текущий контроль знаний обучающихся на основе тестирования и проверки результатов самостоятельной работы.

10. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

10.1. Основная литература

1. Маркин М.С. Основы теории обработки результатов измерений. – М.: Издательство стандартов, 1991, - 176 с.

2. Тихонов, А. Н. Статистическая обработка результатов экспериментов: [Учеб. пособие для вузов по специальности "Прикл. математика"] / А. Н. Тихонов, М. В. Уфимцев. - М.: Изд-во МГУ, 1988. - 174 с.

3. Деденко, Л. Г. Математическая обработка и оформление результатов эксперимента (в лабораториях общего физического практикума) / Л. Г. Деденко, В. В. Керженцев ; Под ред. А. Н. Матвеева. - М.: Изд-во Моск. ун-та, 1977. - 112 с.

10.2. Дополнительная литература

4. Спиридонов, В. П. Математическая обработка физико-химических данных / В. П. Спиридонов, А. А. Лопаткин. - Москва: Изд-во Моск. ун-та, 1970. - 220 с.
5. Румшинский, Л. З. Математическая обработка результатов эксперимента: справ. руководство / Л. З. Румшинский. - Москва: Наука, 1971. - 192 с.
6. В.И. Губин, В.Н. Осташков. Статистические методы обработки экспериментальных данных: Учеб. пособие для студентов технических вузов.— Тюмень: Изд-во «ТюмГНГУ», 2007.—202 с.

11. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. **Электронно-библиотечная система ДонГУ**: сайт / ФГБОУ ВО «ДонГУ». – Донецк, 2016- . – URL: <http://library.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
2. **Электронный каталог** Научной библиотеки ДонГУ: раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://library.donnu.ru/catalog/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: поиск свободный, электронные документы – для пользователей ДонГУ.
3. **Электронный архив ДонГУ**: раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://repo.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный.

12. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДонГУ № 46484614)
2. Microsoft Office (корпоративная лицензия ДонГУ № 46472919)
3. Microsoft Visual Studio (лицензия программы Dream Spark для высших учебных заведений)
4. Антивирус Касперского, Adobe Acrobat Reader, xPDF (лицензии GPL, Apache, BSD для свободного программного обеспечения).