

ББК 87.256.631я73  
Р 125

Рецензенты:

канд. техн. наук, зав. каф. ВТ НГТУ *А.А. Якименко*  
канд. физ.-мат. наук, доцент каф. ЗИ НГТУ *Ю.А. Котов*

Работа подготовлена на кафедре вычислительной техники для студентов, обучающихся по направлению магистерской подготовки 09.04.04 «Программная инженерия», рекомендована для курса «Методология научных исследований»

**Рабинович Е.В.**

Р 125 Методология научных исследований : учебное пособие / Е.В. Рабинович. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2021. – 100 с.

ISBN 978-5-7782-4345-3

Учебное пособие преследует цель кратко изложить суть ряда математических методов обработки экспериментальной информации, используемых в научных исследованиях. Кратко знакомит с современными методами нелинейной динамики.

Материал пособия будет полезен при подготовке магистерской диссертации.

ББК 87.256.631я73

**Рабинович Евгений Владимирович**

**МЕТОДОЛОГИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

**Учебное пособие**

Выпускающий редактор *И.П. Брованова*  
Корректор *Л.Н. Кинит*  
Компьютерная верстка *Н.В. Гаврилова*

Налоговая льгота – Общероссийский классификатор продукции  
Издание соответствует коду 95 3000 ОК 005-93 (ОКП)

---

Подписано в печать 28.01.2021. Формат 60 × 84 1/16. Бумага офсетная  
Тираж 40 экз. Уч.-изд. л. 5,81. Печ. л. 6,25. Изд. № 218/20. Заказ № 186. Цена договорная

---

Отпечатано в типографии  
Новосибирского государственного технического университета  
630073, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20

ISBN 978-5-7782-4345-3

© Рабинович Е.В., 2021  
© Новосибирский государственный  
технический университет, 2021

## ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ.....	3
1.1. Методы эмпирического исследования .....	5
1.2. Методы теоретического познания .....	8
2. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТОВ.....	14
2.1. Приближение сигналов рядами Тейлора.....	15
2.2. Интерполяция и экстраполяция сигналов.....	17
2.3. Интерполирование с помощью полиномов Чебышева.....	18
2.4. Сплайновая интерполяция сигналов .....	20
2.5. Спектральный метод интерполяции сигналов.....	21
2.6. Интерполяционный ряд Котельникова–Шеннона.....	24
2.7. Методика аппроксимации эмпирических данных.....	25
3. СТАТИСТИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ ОШИБОК .....	30
3.1. Статистические характеристики ошибок.....	30
3.2. Линейное преобразование ошибок .....	33
3.2.1. Линейное преобразование ошибок скалярных величин .....	33
3.2.2. Линейное преобразование ошибок векторных величин .....	34
3.3. Перенос ошибки. Прямая задача теории ошибок.....	35
3.4. Обратная задача теории ошибок.....	39
4. СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОЦЕНИВАНИЯ .....	42
4.1. Линейная оценка параметра .....	43
4.1.1. Независимые и равноточные наблюдения .....	44
4.1.2. Независимые и неравноточные наблюдения .....	45
4.2. Дисперсия ошибок линейных оценок.....	46
4.2.1. Независимые и равноточные наблюдения .....	47
4.2.2. Независимые и неравноточные наблюдения .....	47
4.3. Оценка дисперсии единицы веса по данным наблюдений.....	48
4.4. Выбор весов .....	51

5. МЕТОД НАИМЕНЬШИХ КВАДРАТОВ .....	52
5.1. Применение МНК к линейным функциям .....	53
5.2. Ковариационная матрица ошибок неизвестных .....	55
5.3. Вычисление ошибок неизвестных .....	58
5.4. Приведение уравнений МНК с неравноточными наблюдениями к равноточным .....	61
6. РЕГРЕССИЯ .....	63
6.1. Детерминированные и статистические зависимости .....	63
6.2. Корреляция и коэффициент корреляции .....	64
6.3. Уравнения регрессии .....	66
6.3.1. Линейная регрессия .....	67
6.3.2. Полиномиальная регрессия .....	70
6.3.3. Нелинейная регрессия .....	72
6.4. Сглаживание данных .....	73
6.5. Предсказание зависимостей .....	74
7. ИНТЕРВАЛЬНЫЕ ОЦЕНКИ .....	75
7.1. Понятие о распределении ошибок. Вероятность .....	75
7.1.1. Свойства функции распределения .....	75
7.2. Основные законы распределения .....	77
7.2.1. Равномерное распределение .....	77
7.2.2. Нормальное распределение. Правило «трех сигм» .....	78
7.2.3. Распределение Стьюдента. Интервальное оценивание в случае малой выборки .....	81
7.2.4. Распределение Пирсона. Интервальная оценка дисперсии .....	82
8. КРАТКОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О МЕТОДАХ НЕЛИНЕЙНОЙ ДИНАМИКИ .....	83
8.1. Динамический хаос .....	84
8.2. Самоорганизация и хаотизация .....	91
8.3. Диссипативные системы .....	94
Краткий список имен знаменитых ученых .....	96
Библиографический список .....	98