

УДК 51(03)

ББК 22.1

Б48

Бёрд Дж.

Б48 Инженерная математика: Карманный справочник/Пер. с англ. — М.: ДМК Пресс. — 542 с.: ил. (Серия «Карманный справочник»).

ISBN 978-5-97060-501-1

Справочник содержит практически все разделы аппарата современной математики, которые используются в инженерном деле, такие как алгебра, геометрия, тригонометрия, теория матриц и детерминантов, булева алгебра и логические схемы, дифференциальное и интегральное исчисление, статистика и теория вероятностей, и т. д. Основные положения теории иллюстрируются многочисленными практическими примерами и задачами.

Будет полезен инженерно-техническим работникам, студентам и абитуриентам технических вузов и колледжей.

УДК 51.(03)

ББК 22.1

Все права защищены. Никакая часть этого издания не может быть воспроизведена в любой форме или любыми средствами, электронными или механическими, включая фотографирование, ксерокопирование или иные средства копирования или сохранения информации, без письменного разрешения издательства.

Настоящее издание «**Инженерная математика. Карманный справочник**» **Джона Бёрда** выполнено по договору с Elsevier Ltd, The Boulevard, Langford Lane, Kidlington, OX5 1GB, England

© John Bird

ISBN 978-0-41566-280-2 (англ.)

© Макет, Изд. дом «Додэка-XXI»

ISBN 978-5-97060-501-1 (рус.)

© Издание, ДМК Пресс, 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|---|----|
| Глава 1. Числа и алгебра | 16 |
| 1.1. Основы арифметики | 16 |
| 1.1.1. Арифметические действия | 16 |
| 1.1.2. Наибольший общий делитель и наименьшее общее кратное | 18 |
| 1.1.3. Порядок выполнения математических действий и скобки | 19 |
| 1.2. Дроби, десятичные дроби и проценты..... | 20 |
| 1.2.1. Дроби | 20 |
| 1.2.2. Отношение и пропорция..... | 22 |
| 1.2.3. Десятичные дроби | 23 |
| 1.2.4. Проценты..... | 25 |
| 1.3. Показатели степени и научная форма записи числа | 26 |
| 1.3.1. Показатели степени..... | 26 |
| 1.3.2. Обратная величина | 27 |
| 1.3.3. Корень квадратный | 27 |
| 1.3.4. Правила действий со степенями | 27 |
| 1.3.5. Научная форма записи числа | 29 |
| 1.4. Приближенные вычисления и вычисления формул..... | 31 |
| 1.4.1. Погрешности и аппроксимации | 31 |
| 1.4.2. Калькулятор..... | 32 |
| 1.4.3. Таблицы преобразований и диаграммы..... | 32 |
| 1.4.4. Вычисления формул..... | 33 |
| 1.5. Алгебра | 34 |
| 1.5.1. Основные действия | 34 |
| 1.5.2. Правила действий со степенями | 35 |
| 1.5.3. Вынесение общего множителя за скобки..... | 37 |
| 1.5.4. Основные правила и последовательность выполнения действий | 37 |
| 1.5.5. Прямая и обратная пропорциональность | 38 |
| 1.5.6. Деление многочленов..... | 39 |
| 1.5.7. Теорема о делении многочлена | 40 |
| 1.5.8. Теорема об остатке..... | 42 |
| 1.5.9. Непрерывные дроби | 43 |
| 1.6. Простые уравнения..... | 44 |
| 1.6.1. Выражения, уравнения и тождества | 44 |
| 1.6.2. Практические задачи с использованием простых уравнений | 46 |
| 1.7. Системы уравнений | 48 |
| 1.7.1. Введение в теорию систем уравнений | 48 |
| 1.7.2. Практические задачи, требующие решения систем уравнений | 50 |
| 1.8. Преобразование формул | 51 |
| 1.9. Квадратные уравнения..... | 54 |
| 1.9.1. Введение в теорию квадратных уравнений | 54 |
| 1.9.2. Решение методом разложения на множители..... | 55 |
| 1.9.3. Решение методом дополнения до полного квадрата | 56 |
| 1.9.4. Использование формулы корней квадратного уравнения | 58 |
| 1.9.5. Практические задачи, требующие решения квадратных уравнений | 59 |
| 1.9.6. Система из одного линейного и одного квадратного уравнения .. | 60 |

| | |
|--|-----|
| 1.10. Неравенства | 60 |
| 1.10.1. Введение в теорию неравенств | 60 |
| 1.10.2. Некоторые простые правила | 60 |
| 1.10.3. Простые неравенства | 61 |
| 1.10.4. Неравенства, содержащие модуль | 61 |
| 1.10.5. Неравенства, содержащие отношения | 62 |
| 1.10.6. Неравенства, содержащие квадратичные функции | 63 |
| 1.10.7. Квадратичные неравенства | 64 |
| 1.10.8. Области | 65 |
| 1.11. Логарифмы | 66 |
| 1.11.1. Введение в теорию логарифмов | 66 |
| 1.11.2. Правила вычисления логарифмов | 67 |
| 1.11.3. Показательные уравнения | 68 |
| 1.11.4. Графики логарифмических функций | 69 |
| 1.12. Экспоненциальные функции | 70 |
| 1.12.1. Экспоненциальная функция | 70 |
| 1.12.2. Вычисление экспоненциальных функций | 70 |
| 1.12.3. Степенной ряд для e^x | 71 |
| 1.12.4. Графики экспоненциальных функций | 72 |
| 1.12.5. Натуральные логарифмы | 73 |
| 1.12.6. Вычисление натуральных логарифмов | 73 |
| 1.12.7. Законы роста и затухания | 74 |
| 1.13. Гиперболические функции | 76 |
| 1.13.1. Введение в теорию гиперболических функций | 76 |
| 1.13.2. Некоторые свойства гиперболических функций | 77 |
| 1.13.3. Графики гиперболических функций | 78 |
| 1.13.4. Гиперболические тождества | 79 |
| 1.13.5. Решение уравнений, содержащих гиперболические функции | 80 |
| 1.13.6. Разложение в ряд $\operatorname{ch} x$ и $\operatorname{sh} x$ | 81 |
| 1.14. Простейшие дроби | 82 |
| 1.15. Числовые последовательности | 86 |
| 1.15.1. Простые последовательности | 86 |
| 1.15.2. n -й член последовательности | 86 |
| 1.15.3. Арифметические прогрессии | 87 |
| 1.15.4. Геометрические прогрессии | 88 |
| 1.16. Биномиальные коэффициенты | 90 |
| 1.16.1. Треугольник Паскаля | 90 |
| 1.16.2. Биномиальное разложение | 91 |
| 1.16.3. Практические задачи с применением биномиальной теоремы | 93 |
| 1.17. Ряды Маклорена | 93 |
| 1.17.1. Введение | 93 |
| 1.17.2. Условия применения рядов Маклорена | 94 |
| 1.17.3. Примеры по рядам Маклорена с решениями | 95 |
| 1.17.4. Численное интегрирование с использованием рядов Маклорена | 96 |
| 1.17.5. Предельные значения | 97 |
| 1.18. Решение уравнений итеративными методами | 98 |
| 1.18.1. Введение в теорию итеративных методов | 98 |
| 1.18.2. Метод деления пополам | 99 |
| 1.18.3. Алгебраический метод последовательных приближений | 101 |
| 1.18.4. Метод Ньютона | 103 |
| 1.19. Системы счисления, используемые в информатике | 104 |
| 1.19.1. Десятичные и двоичные числа | 104 |

| | |
|---|------------|
| 1.19.2. Преобразование двоичных чисел в десятичные..... | 104 |
| 1.19.3. Преобразование десятичных чисел в двоичные..... | 105 |
| 1.19.4. Преобразование десятичного числа в двоичное через десятичное | 106 |
| 1.19.5. Шестнадцатеричные числа | 107 |
| 1.19.6. Преобразование из шестнадцатеричной системы в десятичную | 108 |
| 1.19.7. Преобразование из десятичной системы в шестнадцатеричную | 109 |
| 1.19.8. Преобразование из двоичной системы в шестнадцатеричную..... | 110 |
| 1.19.9. Преобразование из шестнадцатеричной системы в двоичную..... | 110 |
| Глава 2. Определение длин, площадей и объемов | 111 |
| 2.1. Площади плоских фигур | 111 |
| 2.1.1. Свойства четырехугольников..... | 111 |
| 2.1.2. Площади плоских фигур | 112 |
| 2.1.3. Площади подобных фигур | 116 |
| 2.2. Круг и его свойства | 117 |
| 2.2.1. Введение | 117 |
| 2.2.2. Свойства кругов..... | 117 |
| 2.2.3. Длина дуги и площадь сектора..... | 119 |
| 2.2.4. Уравнение окружности..... | 120 |
| 2.3. Объемы простых тел..... | 122 |
| 2.3.1. Объемы и площади поверхностей правильных тел..... | 122 |
| 2.3.2. Объемы и площади поверхностей усеченных пирамид и конусов | 126 |
| 2.3.3. Шаровой слой и шаровой пояс..... | 127 |
| 2.3.4. Объемы подобных тел | 129 |
| 2.4. Площади неправильных фигур, объемы неправильных тел | 130 |
| 2.4.1. Площади неправильных фигур | 130 |
| 2.4.2. Нахождение объемов неправильных тел с использованием формулы Симпсона | 132 |
| 2.4.3. Правило призм для определения объемов | 133 |
| 2.4.4. Средняя величина сигнала..... | 134 |
| Глава 3. Геометрия и тригонометрия | 138 |
| 3.1. Геометрия и треугольники..... | 138 |
| 3.1.1. Единицы измерения углов | 138 |
| 3.1.2. Виды и свойства углов..... | 139 |
| 3.1.3. Свойства треугольников..... | 140 |
| 3.1.4. Конгруэнтные треугольники | 142 |
| 3.1.5. Подобные треугольники | 142 |
| 3.1.6. Построение треугольников | 143 |
| 3.2. Введение в тригонометрию | 145 |
| 3.2.1. Теорема Пифагора | 145 |
| 3.2.2. Тригонометрические функции острых углов | 146 |
| 3.2.3. Дробные и иррациональные формы записи тригонометрических величин | 148 |
| 3.2.4. Решение прямоугольных треугольников..... | 149 |
| 3.2.5. Угол места и угол понижения..... | 149 |
| 3.2.6. Вычисление тригонометрических функций..... | 151 |
| 3.3. Декартовы и полярные координаты | 153 |
| 3.3.1. Введение | 153 |
| 3.3.2. Переход из декартовой в полярную систему координат | 153 |
| 3.3.3. Переход из полярной в декартову систему координат..... | 154 |
| 3.3.4. Использование функций калькулятора $R \rightarrow P$ и $P \rightarrow R$ | 156 |
| 3.4. Треугольники и некоторые их практические применения..... | 156 |

| | |
|--|------------|
| 3.4.1. Теоремы синусов и косинусов | 156 |
| 3.4.2. Площадь треугольника | 157 |
| 3.4.3. Практические задачи с использованием тригонометрии..... | 159 |
| 3.5. Тригонометрические кривые | 161 |
| 3.5.1. Графики тригонометрических функций | 161 |
| 3.5.2. Углы произвольной величины..... | 161 |
| 3.5.3. Построение синусоиды и косинусоиды | 165 |
| 3.5.4. Синусоидальные и косинусоидальные графики..... | 166 |
| 3.5.5. Периодические функции и период | 167 |
| 3.5.6. Синусоида вида $A \sin(\omega t \pm \alpha)$ | 171 |
| 3.6. Тригонометрические тождества и уравнения | 174 |
| 3.6.1. Тригонометрические тождества | 174 |
| 3.6.2. Тригонометрические уравнения | 175 |
| 3.7. Тригонометрические и гиперболические функции | 179 |
| 3.7.1. Гиперболические тождества..... | 181 |
| 3.8. Формулы сложения..... | 183 |
| 3.8.1. Формулы сложения углов | 183 |
| 3.8.2. Преобразование $a \sin \omega t + b \cos \omega t$ к виду $R \sin(\omega t + \alpha)$ | 184 |
| 3.8.3. Двойные углы | 187 |
| 3.8.4. Замена произведения синусов и косинусов на сумму или разность | 188 |
| 3.8.5. Замена суммы или разности синусов и косинусов на произведение | 189 |
| Глава 4. Графики | 190 |
| 4.1. Прямолинейные графики..... | 190 |
| 4.1.1. Введение в теорию графиков..... | 190 |
| 4.1.2. Прямолинейный график | 191 |
| 4.1.3. Общие правила, которые следует соблюдать при построении графиков | 193 |
| 4.1.4. Практические задачи, включающие прямолинейные графики... .. | 193 |
| 4.2. Приведение нелинейных законов в линейную форму | 196 |
| 4.2.1. Нахождение закона | 196 |
| 4.2.2. Нахождение законов, содержащих логарифмы | 198 |
| 4.3. Графики в логарифмических осях..... | 202 |
| 4.3.1. Логарифмический масштаб..... | 202 |
| 4.3.2. Графики вида $y = ax^n$ | 202 |
| 4.3.3. Графики вида $y = ab^x$ | 205 |
| 4.3.4. Графики вида $y = ae^{kx}$ | 205 |
| 4.4. Графические методы решения уравнений | 207 |
| 4.4.1. Графические методы решения систем уравнений | 207 |
| 4.4.2. Графические методы решения квадратных уравнений | 208 |
| 4.4.3. Графические методы решения систем, состоящих из линейного и квадратного уравнений | 213 |
| 4.4.4. Графические методы решения кубических уравнений..... | 214 |
| 4.5. Кривые в полярных координатах | 216 |
| 4.6. Функции и их графики..... | 223 |
| 4.6.1. Стандартные кривые..... | 223 |
| 4.6.2. Простые преобразования..... | 224 |
| 4.6.3. Периодические функции | 229 |
| 4.6.4. Непрерывные и разрывные функции | 229 |
| 4.6.5. Четные и нечетные функции | 230 |
| 4.6.6. Обратные функции | 230 |
| 4.6.7. Обратные тригонометрические функции | 232 |

| | |
|--|------------|
| 4.6.8. Асимптоты | 233 |
| 4.6.9. Краткое руководство по построению графиков..... | 236 |
| Глава 5. Векторы | 237 |
| 5.1. Векторы..... | 237 |
| 5.1.1. Введение | 237 |
| 5.1.2. Сложение векторов..... | 237 |
| 5.1.3. Разложение векторов..... | 241 |
| 5.1.4. Разность векторов..... | 242 |
| 5.1.5. Относительная скорость | 245 |
| 5.2. Сложение колебаний | 246 |
| 5.2.1. Сложение двух гармонических функций | 246 |
| 5.2.2. Построение гармонических функций | 247 |
| 5.2.3. Отыскание фазовых векторов посредством вычисления..... | 249 |
| 5.3. Скалярное и векторное произведения | 251 |
| 5.3.1. Тройка единичных векторов | 251 |
| 5.3.2. Скалярное произведение двух векторов..... | 252 |
| 5.3.3. Направляющие косинусы | 255 |
| 5.3.4. Практические применения скалярного произведения..... | 255 |
| 5.3.5. Векторное произведение | 256 |
| 5.3.6. Практическое применение векторного произведения | 259 |
| Глава 6. Комплексные числа | 260 |
| 6.1. Комплексные числа | 260 |
| 6.1.1. Комплексные числа в декартовой системе координат | 260 |
| 6.1.2. Комплексная плоскость..... | 261 |
| 6.1.3. Сложение и вычитание комплексных чисел | 262 |
| 6.1.4. Умножение и деление комплексных чисел | 262 |
| 6.1.5. Комплексные уравнения..... | 263 |
| 6.1.6. Полярная форма записи комплексных чисел | 263 |
| 6.1.7. Умножение и деление в полярной форме..... | 265 |
| 6.1.8. Применение комплексных чисел | 266 |
| 6.2. Теорема Муавра..... | 268 |
| 6.2.1. Введение | 268 |
| 6.2.2. Степени комплексных чисел | 268 |
| 6.2.3. Корни комплексных чисел..... | 269 |
| 6.2.4. Экспоненциальная форма записи комплексного числа..... | 270 |
| Глава 7. Матрицы и детерминанты..... | 273 |
| 7.1. Теория матриц и детерминантов..... | 273 |
| 7.1.1. Матричная форма записи..... | 273 |
| 7.1.2. Сложение, вычитание и умножение матриц | 274 |
| 7.1.3. Единичная матрица | 276 |
| 7.1.4. Детерминант матрицы 2×2 | 276 |
| 7.1.5. Обратная матрица 2×2 | 276 |
| 7.1.6. Детерминант матрицы 3×3 | 277 |
| 7.1.7. Обратная матрица 3×3 | 278 |
| 7.2. Решение систем уравнений методом матриц и детерминантов..... | 279 |
| 7.2.1. Решение методом матриц..... | 279 |
| 7.2.2. Решение методом детерминантов..... | 283 |
| 7.2.3. Решение с использованием правила Крамера | 286 |
| 7.2.4. Решение методом Гаусса..... | 288 |
| Глава 8. Булева алгебра и логические схемы | 290 |
| 8.1. Булева алгебра | 290 |
| 8.1.1. Булева алгебра и переключательные схемы | 290 |

| | |
|--|------------|
| 8.1.2. Упрощение булевых выражений..... | 294 |
| 8.1.3. Законы и правила булевой алгебры..... | 295 |
| 8.1.4. Законы Моргана..... | 296 |
| 8.1.5. Карты Карно | 297 |
| 8.2. Логические схемы и элементы..... | 302 |
| 8.2.1. Логические схемы | 302 |
| 8.2.2. Элемент И | 302 |
| 8.2.3. Элемент ИЛИ..... | 302 |
| 8.2.4. Элемент НЕ..... | 303 |
| 8.2.5. Элемент И-НЕ | 303 |
| 8.2.6. Элемент ИЛИ-НЕ..... | 303 |
| 8.2.7. Комбинирование логических схем..... | 304 |
| 8.2.8. Универсальные логические элементы..... | 306 |
| Глава 9. Дифференциальное исчисление | 310 |
| 9.1. Введение в теорию дифференцирования | 310 |
| 9.1.1. Введение в математический анализ | 310 |
| 9.1.2. Функциональное обозначение | 310 |
| 9.1.3. Угол наклона кривой..... | 310 |
| 9.1.4. Определение производной | 312 |
| 9.1.5. Дифференцирование $y = ax^n$ по общему правилу | 314 |
| 9.1.6. Дифференцирование синусоидальных и косинусоидальных функций | 314 |
| 9.1.7. Дифференцирование e^{ax} и $\ln ax$ | 317 |
| 9.2. Методы дифференцирования | 318 |
| 9.2.1. Дифференцирование часто встречающихся функций | 318 |
| 9.2.2. Производная произведения..... | 319 |
| 9.2.3. Дифференцирование частного | 320 |
| 9.2.4. Функция от функции | 321 |
| 9.2.5. Последовательное дифференцирование | 322 |
| 9.2.6. Дифференцирование гиперболических функций | 322 |
| 9.3. Некоторые применения производных | 324 |
| 9.3.1. Скорость изменения | 324 |
| 9.3.2. Скорость и ускорение | 324 |
| 9.3.3. Экстремумы..... | 326 |
| 9.3.4. Процедура нахождения и классификации точек покоя | 327 |
| 9.3.5. Решение практических задач с использованием максимальных и минимальных значений | 328 |
| 9.3.6. Касательные и нормали | 330 |
| 9.3.7. Малые приращения | 332 |
| 9.4. Дифференцирование параметрических уравнений..... | 332 |
| 9.4.1. Введение | 332 |
| 9.4.2. Некоторые стандартные параметрические уравнения | 333 |
| 9.4.3. Дифференцирование по параметру..... | 334 |
| 9.5. Дифференцирование неявных функций | 335 |
| 9.5.1. Неявные функции..... | 335 |
| 9.5.2. Дифференцирование неявных функций..... | 336 |
| 9.5.3. Дифференцирование неявных функций, содержащих произведения и частные | 336 |
| 9.5.4. Дальнейшее дифференцирование неявных функций | 337 |
| 9.6. Логарифмическое дифференцирование | 337 |
| 9.6.1. Введение в логарифмическое дифференцирование | 337 |
| 9.6.2. Логарифмические законы..... | 338 |
| 9.6.3. Дифференцирование логарифмических функций | 338 |

| | |
|--|-----|
| 9.6.4. Дифференцирование $[f(x)]^x$ | 339 |
| 9.7. Дифференцирование обратных тригонометрических и гиперболических функций | 340 |
| 9.7.1. Обратные функции..... | 340 |
| 9.7.2. Дифференцирование обратных тригонометрических функций .. | 341 |
| 9.7.3. Логарифмическая форма обратных гиперболических функций .. | 343 |
| 9.7.4. Дифференцирование обратных гиперболических функций | 344 |
| 9.8. Нахождение частных производных | 346 |
| 9.8.1. Введение в теорию частных производных..... | 346 |
| 9.8.2. Частные производные первого порядка | 346 |
| 9.8.3. Частные производные второго порядка | 347 |
| 9.9. Полный дифференциал, скорость изменения и приращения | 349 |
| 9.9.1. Полный дифференциал..... | 349 |
| 9.9.2. Скорость изменения..... | 349 |
| 9.9.3. Малые приращения | 350 |
| 9.10. Экстремумы и седловые точки функций двух переменных | 351 |
| 9.10.1. Функции двух независимых переменных..... | 351 |
| 9.10.2. Максимумы, минимумы и седловые точки | 352 |
| 9.10.3. Процедура определения максимумов, минимумов и седловых точек функций двух переменных | 353 |
| Глава 10. Интегральное исчисление | 358 |
| 10.1. Введение в теорию интегрирования | 358 |
| 10.1.1. Процесс интегрирования | 358 |
| 10.1.2. Общая формула интегралов от ax^n | 359 |
| 10.1.3. Стандартные интегралы | 359 |
| 10.1.4. Определенные интегралы..... | 361 |
| 10.2. Интегрирование алгебраической подстановкой | 362 |
| 10.2.1. Введение..... | 362 |
| 10.2.2. Алгебраическая подстановка | 363 |
| 10.2.3. Замена пределов | 364 |
| 10.3. Тригонометрические и гиперболические подстановки | 365 |
| 10.4. Интегрирование разложением на простейшие дроби | 369 |
| 10.4.1. Введение..... | 369 |
| 10.4.2. Линейные сомножители..... | 370 |
| 10.4.3. Повторяющиеся линейные сомножители | 370 |
| 10.4.4. Квадратичные сомножители | 371 |
| 10.5. Подстановка $t = \operatorname{tg} \theta/2$ | 372 |
| 10.6. Интегрирование по частям | 374 |
| 10.7. Формула понижения степени | 377 |
| 10.7.1. Введение..... | 377 |
| 10.7.2. Использование формулы понижения степени для нахождения интегралов вида $\int x^n e^x dx$ | 377 |
| 10.7.3. Использование формулы понижения степени для нахождения интегралов вида $\int x^n \cos x dx$ | 378 |
| 10.7.4. Использование формулы понижения степени для нахождения интегралов вида $\int x^n \sin x dx$ | 379 |
| 10.7.5. Использование формулы понижения степени для интегрирования выражений вида $\int \sin^n x dx$ | 379 |
| 10.7.6. Использование формулы понижения степени для интегрирования выражений вида $\int \cos^n x dx$ | 380 |
| 10.7.7. Еще одна формула понижения степени | 382 |
| 10.8. Численное интегрирование | 382 |
| 10.8.1. Введение..... | 382 |

| | |
|--|------------|
| 10.8.2. Правило трапеций | 383 |
| 10.8.3. Правило прямоугольников | 384 |
| 10.8.4. Правило Симпсона | 386 |
| 10.9. Площади под и между кривыми | 388 |
| 10.9.1. Площадь под кривой | 388 |
| 10.9.2. Площадь между кривыми | 392 |
| 10.10. Среднее и среднее квадратичное значения | 394 |
| 10.10.1. Среднее значение | 394 |
| 10.10.2. Среднее квадратичное значение | 396 |
| 10.11. Объемы тел вращения | 397 |
| 10.12. Центры тяжести простых фигур | 400 |
| 10.12.1. Центры тяжести | 400 |
| 10.12.2. Статический момент площади | 400 |
| 10.12.3. Центр тяжести фигуры, ограниченной кривой и осью x | 400 |
| 10.12.4. Центр тяжести площади, ограниченной кривой и осью y | 402 |
| 10.12.5. Теорема Паппа | 404 |
| 10.13. Моменты инерции правильных плоских фигур | 406 |
| 10.13.1. Моменты инерции | 406 |
| 10.13.2. Радиус инерции | 407 |
| 10.13.3. Теорема о параллельных осях | 408 |
| 10.13.4. Теорема о перпендикулярных осях | 409 |
| Глава 11. Дифференциальные уравнения | 414 |
| 11.1. Общие понятия | 414 |
| 11.1.1. Семейство кривых | 414 |
| 11.1.2. Дифференциальные уравнения | 414 |
| 11.1.3. Разделение переменных | 415 |
| 11.2. Однородные дифференциальные уравнения первого порядка | 419 |
| 11.2.1. Введение | 419 |
| 11.2.2. Процедура решения дифференциальных уравнений вида $P(dy/dx) = Q$ | 419 |
| 11.3. Линейные дифференциальные уравнения первого порядка | 420 |
| 11.3.1. Введение | 420 |
| 11.3.2. Процедура решения дифференциальных уравнений вида $dy/dx + Py = Q$ | 422 |
| 11.4. Однородные дифференциальные уравнения второго порядка | 423 |
| 11.4.1. Введение | 423 |
| 11.4.2. Процедура решения дифференциальных уравнений вида $a(d^2y/dx^2) + b(dy/dx) + cy = 0$ | 424 |
| 11.5. Неоднородные дифференциальные уравнения второго порядка | 427 |
| 11.5.1. Общее решение однородного уравнения и частное решение неоднородного уравнения | 427 |
| 11.5.2. Процедура решения дифференциальных уравнений вида $a(d^2y/dx^2) + b(dy/dx) + cy = f(x)$ | 428 |
| 11.6. Численное решение дифференциальных уравнений первого порядка | 432 |
| 11.6.1. Введение | 432 |
| 11.6.2. Метод Эйлера | 433 |
| 11.6.3. Усовершенствованный метод Эйлера | 436 |
| Глава 12. Статистика и теория вероятностей | 440 |
| 12.1. Представление статистических данных | 440 |
| 12.1.1. Некоторые статистические термины | 440 |
| 12.1.2. Представление несгруппированных данных | 441 |
| 12.1.3. Процентная диаграмма | 443 |

| | |
|--|------------|
| 12.1.4. Представление группированных данных | 445 |
| 12.2. Меры среднего значения и дисперсии | 449 |
| 12.2.1. Меры центральной частоты | 449 |
| 12.2.2. Среднее, медиана и мода для дискретных данных | 450 |
| 12.2.3. Среднее значение, медиана и мода для группированных данных | 451 |
| 12.2.4. Гистограмма | 452 |
| 12.2.5. Среднее квадратичное отклонение для дискретных данных | 453 |
| 12.2.6. Среднее квадратичное отклонение для группированных данных | 455 |
| 12.2.7. Квартили, децили и перцентили | 456 |
| 12.3. Теория вероятностей | 457 |
| 12.3.1. Введение в теорию вероятностей | 457 |
| 12.3.2. Законы действий с вероятностями | 458 |
| 12.4. Биномиальное распределение и распределение Пуассона | 461 |
| 12.4.1. Биномиальное распределение | 461 |
| 12.4.2. Отбраковка в промышленности | 462 |
| 12.4.3. Распределение Пуассона | 463 |
| 12.5. Нормальное распределение | 465 |
| 12.5.1. Введение в теорию нормального распределения | 465 |
| 12.5.2. Признаки нормального распределения | 469 |
| 12.6. Линейная корреляция | 471 |
| 12.6.1. Введение | 471 |
| 12.6.2. Формула смешанных моментов для определения коэффициента линейной корреляции | 472 |
| 12.6.3. Значимость коэффициента корреляции | 474 |
| 12.7. Линейная регрессия | 474 |
| 12.7.1. Введение в линейную регрессию | 474 |
| 12.7.2. Линейная регрессия методом наименьших квадратов | 475 |
| 12.8. Теория выборок и оценок | 477 |
| 12.8.1. Введение | 477 |
| 12.8.2. Выборочное распределение | 478 |
| 12.8.3. Выборочное распределение средних значений | 478 |
| 12.8.4. Оценка параметров совокупности по выборке большого размера | 482 |
| 12.8.5. Оценка среднего значения совокупности, если известно среднее квадратичное отклонение совокупности | 484 |
| 12.8.6. Оценка среднего значения и среднего квадратичного отклонения совкупности по выборочным данным | 486 |
| 12.8.7. Оценка среднего значения совокупности по выборке малого размера | 488 |
| Глава 13. Преобразования Лапласа | 492 |
| 13.1. Введение в теорию преобразования Лапласа | 492 |
| 13.1.1. Введение | 492 |
| 13.1.2. Определение преобразования Лапласа | 492 |
| 13.1.3. Линейность преобразования Лапласа | 493 |
| 13.1.4. Преобразования Лапласа от элементарных функций | 493 |
| 13.2. Свойства преобразований Лапласа | 495 |
| 13.2.1. Преобразование Лапласа от $e^{at}f(t)$ | 495 |
| 13.2.2. Преобразования Лапласа от функций вида $e^{at}f(t)$ | 495 |
| 13.2.3. Преобразования Лапласа для производных | 496 |
| 13.2.4. Теоремы о начальном и конечном значениях | 497 |
| 13.3. Обратное преобразование Лапласа | 498 |

| | |
|---|------------|
| 13.3.1. Определение обратного преобразования Лапласа..... | 498 |
| 13.3.2. Обратное преобразование Лапласа от элементарных функций .. | 499 |
| 13.3.3. Обратное преобразование Лапласа с использованием простейших дробей | 500 |
| 13.4. Решение дифференциальных уравнений с помощью преобразования Лапласа | 502 |
| 13.4.1. Введение | 502 |
| 13.4.2. Процедура решения дифференциальных уравнений с использованием преобразования Лапласа | 502 |
| 13.5. Решение систем дифференциальных уравнений с помощью преобразования Лапласа | 504 |
| 13.5.1. Введение | 504 |
| 13.5.2. Процедура решения систем уравнений с использованием преобразования Лапласа | 505 |
| Глава 14. Ряды Фурье..... | 508 |
| 14.1. Ряды Фурье периодических функций с периодом 2π..... | 508 |
| 14.1.1. Введение | 508 |
| 14.1.2. Периодические функции | 508 |
| 14.1.3. Ряды Фурье | 509 |
| 14.2. Ряды Фурье непериодических функций в диапазоне 2π..... | 513 |
| 14.2.1. Разложение непериодических функций | 513 |
| 14.3. Ряды Фурье четных и нечетных функций на полупериоде | 515 |
| 14.3.1. Четные и нечетные функции | 515 |
| 14.3.2. Разложение в ряд Фурье по косинусам | 516 |
| 14.3.3. Разложение в ряд Фурье по синусам | 517 |
| 14.3.4. Ряд Фурье на полупериоде | 518 |
| 14.4. Ряд Фурье для произвольного интервала | 521 |
| 14.4.1. Разложение периодической функции с периодом L | 521 |
| 14.4.2. Ряд Фурье на полупериоде для функций, заданных в интервале L | 523 |
| 14.5. Численные методы гармонического анализа | 525 |
| 14.5.1. Введение | 525 |
| 14.5.2. Гармонический анализ информации, представленной в табличной или графической форме | 525 |
| 14.5.3. Рассуждения о сложных колебаниях | 530 |