

# Оглавление

Предисловие . . . . .	xi
<b>ГЛАВА 1. Основные понятия методов измерений . . . . .</b>	<b>1</b>
1.1. Введение . . . . .	1
1.2. Измерительная система общего вида . . . . .	2
1.3. Планирование эксперимента . . . . .	7
1.4. Калибровка . . . . .	18
1.5. Стандарты . . . . .	29
1.6. Представление данных . . . . .	38
1.7. Резюме . . . . .	39
<b>ГЛАВА 2. Статические и динамические характеристики сигналов . . . . .</b>	<b>53</b>
2.1. Введение . . . . .	53
2.2. Понятия входного и выходного сигналов . . . . .	53
2.3. Анализ сигналов . . . . .	58
2.4. Амплитуда и частота сигнала . . . . .	63
2.5. Преобразование Фурье и спектр частот . . . . .	78
2.6. Резюме . . . . .	86
<b>ГЛАВА 3. Поведение измерительной системы . . . . .</b>	<b>97</b>
3.1. Введение . . . . .	97
3.2. Общая модель измерительной системы . . . . .	98
3.3. Специальные случаи моделирования системы общего вида . . . . .	103
3.4. Передаточные функции . . . . .	126
3.5. Фазовая линейность . . . . .	128
3.6. Многофункциональные входы . . . . .	130
3.7. Связанные системы . . . . .	132
3.8. Резюме . . . . .	134
<b>ГЛАВА 4. Вероятность и статистика . . . . .</b>	<b>145</b>
4.1. Введение . . . . .	145
4.2. Теория статистических измерений . . . . .	146
4.3. Описание поведения генеральной совокупности . . . . .	154
4.4. Статистика наборов данных конечного размера . . . . .	159
4.5. Распределение $\chi^2$ . . . . .	166
4.6. Регрессионный анализ . . . . .	171

4.7.	Обнаружение значений в данных	180
4.8.	Требуемое количество измерений	181
4.9.	Моделирование Монте-Карло	183
4.10.	Резюме	186
<b>ГЛАВА 5.</b>	<b>Анализ погрешности</b>	<b>199</b>
5.1.	Введение	199
5.2.	Ошибки измерений	201
5.3.	Анализ погрешности на стадии проектирования	203
5.4.	Идентификация источников ошибок	208
5.5.	Систематические и случайные ошибки	210
5.6.	Анализ погрешности: распространение ошибок	213
5.7.	Анализ погрешности на продвинутой стадии	219
5.8.	Анализ погрешности кратных измерений	226
5.9.	Коррекция для коррелированных ошибок	241
5.10.	Несимметричный интервал систематической погрешности	243
5.11.	Резюме	245
<b>ГЛАВА 6.</b>	<b>Аналоговые электрические устройства и измерения</b>	<b>261</b>
6.1.	Введение	261
6.2.	Аналоговые устройства: измерение силы тока	262
6.3.	Аналоговые устройства: измерение напряжения	267
6.4.	Аналоговые устройства: измерение сопротивления	273
6.5.	Ошибки нагрузки и согласование импедансов	281
6.6.	Аналоговая обработка сигналов: усилители	286
6.7.	Аналоговая обработка сигналов: схемы специального назначения	291
6.8.	Аналоговая обработка сигналов: фильтры	296
6.9.	Заземления, экранирование и соединительные провода	309
6.10.	Резюме	313
<b>ГЛАВА 7.</b>	<b>Дискретизация, цифровые устройства и сбор данных</b>	<b>323</b>
7.1.	Введение	323
7.2.	Понятия, связанные с дискретизацией	324
7.3.	Цифровые устройства: биты и слова	334
7.4.	Передача цифровых данных: высокие и низкие сигналы	336
7.5.	Измерения напряжения	338
7.6.	Системы сбора данных	351
7.7.	Компоненты систем сбора данных	352
7.8.	Аналоговые коммуникации ввода-вывода	358
7.9.	Цифровая связь ввода-вывода	362
7.10.	Получение и обработка цифровых образов	370
7.11.	Резюме	373

ГЛАВА 8. Измерение температуры . . . . .	385
8.1. Введение . . . . .	385
8.2. Эталоны и определение температуры . . . . .	386
8.3. Термометрия, основанная на температурном расширении . . . . .	390
8.4. Термометрия, основанная на электрическом сопротивлении . . . . .	393
8.5. Термоэлектрическое измерение температуры . . . . .	409
8.6. Радиационное измерение температуры . . . . .	432
8.7. Физические ошибки при измерении температуры . . . . .	439
8.8. Резюме . . . . .	449
ГЛАВА 9. Измерение давления и скорости . . . . .	463
9.1. Введение . . . . .	463
9.2. Понятия, связанные с давлением . . . . .	463
9.3. Инструменты отсчёта давления . . . . .	467
9.4. Датчики давления . . . . .	477
9.5. Калибровка датчиков давления . . . . .	484
9.6. Измерение давления в движущихся текучих средах . . . . .	489
9.7. Моделирование давления, гидравлических и пневматических систем . . . . .	495
9.8. Проектирование и инсталляция: эффекты передачи . . . . .	495
9.9. Системы измерения скорости жидкости . . . . .	500
9.10. Резюме . . . . .	513
ГЛАВА 10. Измерения потоков . . . . .	523
10.1. Введение . . . . .	523
10.2. История вопроса . . . . .	524
10.3. Понятия расхода в потоке . . . . .	524
10.4. Объёмный расход в потоке через определение скорости . . . . .	526
10.5. Счётчики расхода на основе перепада давления . . . . .	528
10.6. Встраиваемые счётчики для объёмного потока . . . . .	551
10.7. Счётчики массового расхода . . . . .	562
10.8. Калибровка и стандарты для поверки расходомеров . . . . .	568
10.9. Оценка стандартного расхода в потоке . . . . .	569
10.10. Резюме . . . . .	570
ГЛАВА 11. Измерение деформации . . . . .	577
11.1. Введение . . . . .	577
11.2. Напряжение и деформация . . . . .	578
11.3. Резистивные датчики деформации . . . . .	580
11.4. Электрические схемы датчиков деформации . . . . .	589
11.5. Практические соображения, связанные с измерением деформации . . . . .	593
11.6. Погрешность поля при изменении деформации и температурная компенсация . . . . .	596
11.7. Оптические методы измерения деформации . . . . .	607

11.8. Резюме . . . . .	613
<b>ГЛАВА 12. Мехатроника: сенсоры, приводы и контрольные устройства . . . . .</b>	<b>623</b>
12.1. Введение . . . . .	623
12.2. Датчики . . . . .	623
12.3. Приводы . . . . .	656
12.4. Управляющие устройства . . . . .	665
12.5. Резюме . . . . .	686
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ А. Руководство к составлению технической документации . . . . .</b>	<b>693</b>
А.1. Руководство по подготовке технической документации . . . . .	694
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Данные о свойствах и коэффициенты пересчёта . . . . .</b>	<b>703</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ В. Основы преобразования Лапласа . . . . .</b>	<b>711</b>
В.1. Теорема о конечном значении . . . . .	712
В.2. Пары преобразования Лапласа . . . . .	712
<b>Глоссарий . . . . .</b>	<b>713</b>
<b>Предметный указатель . . . . .</b>	<b>729</b>
<b>Коэффициенты пересчёта . . . . .</b>	<b>741</b>
<b>Приставки для количественных утверждений . . . . .</b>	<b>745</b>