

СРЕДНЕЕ
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ
ОБРАЗОВАНИЕ

В.И. Нефедов
А.С. Сигов
В.К. Битюков
Е.В. Самохина

ЭЛЕКТРОРАДИОИЗМЕРЕНИЯ



У Ч Е Б Н И К



ОГЛАВЛЕНИЕ

СПИСОК ОСНОВНЫХ СОКРАЩЕНИЙ	3
ОСНОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ	4
ПРЕДИСЛОВИЕ РЕДАКТОРА	6
ВВЕДЕНИЕ	8
Глава 1. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О МЕТРОЛОГИИ, ИЗМЕРЕНИЯХ И СРЕДСТВАХ ИЗМЕРЕНИЙ	14
1.1. Общие сведения	14
1.2. Измерения физических величин	15
1.3. Виды и методы измерений	25
1.4. Средства измерений и их классификация	31
1.5. Эталоны единиц электрических величин	38
1.6. Государственная система обеспечения единства измерений	42
Контрольные вопросы	48
Глава 2. ПОГРЕШНОСТИ И ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ	50
2.1. Общие сведения	50
2.2. Систематические погрешности	54
2.3. Случайные погрешности	57
2.4. Правила и формы представления результатов измерений	66
2.5. Метрологические характеристики средств измерений	68
2.6. Прямые измерения с многократными наблюдениями	73
2.7. Прямые однократные измерения	79
2.8. Косвенные измерения	83
2.9. Совместные измерения	86
2.10. Погрешность и неопределенность измерения	89
Контрольные вопросы	91
Глава 3. ИЗМЕРЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ И СИЛЫ ТОКА	93
3.1. Общие сведения	93
3.2. Приборы для измерения напряжения и силы тока	97
3.3. Компенсаторы постоянного тока	105
3.4. Аналоговые электронные вольтметры	107
3.5. Цифровые вольтметры	115
3.6. Техника измерения напряжения	127
3.7. Особенности измерения силы тока	130
Контрольные вопросы	132

Глава 4. ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ	133
4.1. Общие сведения	133
4.2. Измерительные генераторы гармонических колебаний	136
4.3. Цифровые измерительные генераторы низких частот	142
4.4. Генераторы качающейся частоты и сигналов специальной формы	144
4.5. Генераторы шумовых и шумоподобных сигналов	147
4.6. Стандарты и синтезаторы частоты	154
Контрольные вопросы	158
Глава 5. ИССЛЕДОВАНИЕ ФОРМЫ СИГНАЛОВ	159
5.1. Общие сведения	159
5.2. Универсальные осциллографы	161
5.3. Запоминающие осциллографы	173
5.4. Скоростные и стробоскопические осциллографы	178
5.5. Осциллографирование непрерывных и импульсных сигналов	181
5.6. Цифровые осциллографы	185
Контрольные вопросы	187
Глава 6. ИЗМЕРЕНИЕ ЧАСТОТЫ И ИНТЕРВАЛОВ ВРЕМЕНИ	189
6.1. Общие сведения	189
6.2. Резонансный и гетеродинный методы измерения частоты	192
6.3. Цифровой метод измерения частоты	196
6.4. Цифровой метод измерения интервалов времени	200
6.5. Автоматизация измерения частоты и интервалов времени	204
Контрольные вопросы	206
Глава 7. ИЗМЕРЕНИЕ ФАЗОВОГО СДВИГА	207
7.1. Общие сведения	207
7.2. Осциллографические методы измерения фазового сдвига	209
7.3. Метод преобразования фазового сдвига во временной интервал	215
7.4. Цифровые методы измерения фазового сдвига	217
7.5. Методы измерения фазового сдвига с преобразованием частоты	224
7.6. Измерение фазового сдвига фазовым детектором	226
Контрольные вопросы	228
Глава 8. ИЗМЕРЕНИЕ МОЩНОСТИ	229
8.1. Общие сведения	229
8.2. Измерение мощности в диапазонах низких и высоких частот	231
8.3. Измерение мощности СВЧ-колебаний	233
8.4. Измерение мощности лазерного излучения	243
8.5. Цифровые ваттметры	245
Контрольные вопросы	249
Глава 9. АНАЛИЗ СПЕКТРА СИГНАЛОВ	251
9.1. Общие сведения	251
9.2. Параллельный и последовательный методы анализа спектра	254
9.3. Цифровой анализ спектра	260

9.4. Анализаторы спектра на цифровых фильтрах	266
9.5. Измерение нелинейных искажений	268
Контрольные вопросы	271
Глава 10. ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ И ХАРАКТЕРИСТИК РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ	272
10.1. Общие сведения	272
10.2. Измерение активных сопротивлений	273
10.3. Мостовые измерители параметров элементов	277
10.4. Резонансный метод измерения параметров элементов	282
10.5. Цифровые средства измерения параметров элементов	284
10.6. Измерение амплитудно-частотных характеристик	292
10.7. Измерение параметров линейных СВЧ-устройств	296
Контрольные вопросы	308
Глава 11. ИЗМЕРЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ	309
11.1. Общие сведения	309
11.2. Измерение математического ожидания и дисперсии	313
11.3. Измерение распределения вероятностей	317
11.4. Измерение корреляционных функций	322
11.5. Спектральный анализ случайных процессов	329
Контрольные вопросы	330
Глава 12. ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ	332
12.1. Общие сведения	332
12.2. Измерительные системы	333
12.3. Виртуальные информационно-измерительные системы	339
12.4. Интеллектуальные измерительные системы	347
12.5. Интерфейсы	348
Контрольные вопросы	355
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	356
ПРИЛОЖЕНИЕ	357
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	374
ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ	375