

ВЫСШЕЕ

ОБРАЗОВАНИЕ

Э. Ф. Хамадулин

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ В ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

2-е издание

УМО ВО
РЕКОМЕНДУЕТ

 **юрайт**
издательство

Оглавление

Предисловие	9
Тема 1. Измерения в телекоммуникационных системах.....	11
1.1. Современное состояние измерений в телекоммуникационных системах связи	12
1.2. Классификация измерительной аппаратуры	14
Измерительное оборудование.....	14
Испытательное оборудование.....	14
Контрольное оборудование.....	15
1.3. Свойства классических средств измерений и предъявляемые к ним требования	16
1.4. Характеристики и классификация средств измерений современных телекоммуникаций	18
1.5. Метрологическое обеспечение современных телекоммуникаций...	19
Тема 2. Основные типы, параметры и характеристики сигналов в телекоммуникационных системах.....	21
2.1. Основные характеристики интерфейса E1.....	21
2.2. Нормы на стабильность частоты. Джиттер в системах E1.....	24
2.3. Идеализированные испытательные импульсные сигналы.....	25
2.4. Частотная и импульсная характеристики, спектральная плотность	26
2.5. Определение спектральной плотности при измерениях.....	26
2.6. Модельное представление параметров импульсных сигналов.....	27
2.7. Параметры динамических характеристик	29
Тема 3. Радиоизмерения	31
3.1. Классификация радиоизмерений	31
3.2. Измерение напряжения и силы тока	33
3.3. Методы измерений.....	37
Метод непосредственной оценки.....	38
Метод сравнения.....	38
3.4. Средства для измерения силы тока и напряжения	39
3.5. Электромагнитные приборы	46
3.6. Электродинамические приборы.....	49
3.7. Ферродинамические приборы	52
3.8. Электростатические приборы	52
3.9. Термоэлектрические приборы.....	53

3.10. Выпрямительные приборы	55
3.11. Аналоговые электронные вольтметры	57
3.12. Автокомпенсационные вольтметры	58
3.13. Особенности измерения токов и напряжений высоких частот	62
3.14. Термопреобразователи, работающие на высоких частотах	63
3.15. Основные составляющие погрешности измерения термопреобразователей	65
Температурная погрешность	65
Частотная погрешность	65
3.16. Многоэлементный термопреобразователь фирмы Fluke.....	66
3.17. Фотоэлектрические измерительные преобразователи тока	68
3.18. Электродинамические приборы	69
3.19. Масштабный измерительный преобразователь на основе пояса Роговского.....	71
3.20. Современные средства измерений силы переменного тока.....	72
Тема 4. Исследование формы и параметров сигнала	74
4.1. Принцип действия электронно-лучевой трубки	75
4.2. Матричная индикаторная панель.....	79
4.3. Типы осциллографов	80
Универсальные осциллографы.....	80
Цифровые осциллографы	81
Запоминающие цифровые осциллографы.....	83
Двухканальные и двухлучевые осциллографы	84
Скоростные осциллографы.....	84
Стробоскопические осциллографы.....	85
4.4. Способы отсчета напряжения и временных интервалов в осциллографах	87
Цифровое измерение мгновенных значений амплитуды и временных параметров сигнала на входе прибора	87
Измерение с помощью калиброванного напряжения по изображению на экране ЭЛТ	88
Компенсационный метод измерения периодического импульсного напряжения.....	89
Новые функциональные возможности осциллографов	89
Осциллографы с цифровыми измерительными блоками	90
Автоматизация осциллографических измерений	90
Цифровая коррекция погрешности при измерении параметров сигналов.....	91
Особенности и технические характеристики цифровых вычислительных осциллографов	92
4.5. Пример расчета суммарной погрешности при измерении электронно-лучевым осциллографом	93
Тема 5. Измерение параметров спектра радиосигналов	95
5.1. Характеристики спектра радиосигналов.....	95
5.2. Методы измерений характеристик спектра сигналов	97

5.3. Средства измерений характеристик спектра.	
Классификация, основные характеристики	102
Анализаторы спектра параллельного действия	103
Гетеродинные анализаторы спектра последовательного типа	105
Анализаторы спектра на цифровом фильтре.....	116
Анализаторы спектра псевдопараллельного действия (анализаторы реального времени со сжатием временного масштаба)	118
Вычислительные анализаторы спектра	122
Тема 6. Измерение мощности.....	130
6.1. Основные характеристики и определения	130
6.2. Классификация методов измерения мощности	133
Методы измерения поглощаемой мощности.....	138
Измерение мощности с помощью терморезисторов.....	139
Болометры и их характеристики	139
Термисторы и их характеристики.....	142
Терморезисторные мосты.....	148
Погрешности терморезисторного метода	152
Термоэлектрический метод измерения мощности.....	153
Калориметрические методы измерения мощности	162
Тема 7. Радиочастотные измерения	166
7.1. Средства измерений напряженности электромагнитного поля ...	167
7.2. Измерители напряженности электромагнитных полей	169
7.3. Измерители напряженности слабых электромагнитных полей ...	169
7.4. Измерители напряженности сильных электромагнитных полей...	172
7.5. Измерительные приемники	175
7.6. Измерительные антенны.....	178
Штыревая антенна.....	178
Дипольная антенна.....	181
Логопериодическая антенна	184
Рамочная антенна.....	185
Рупорная антенна.....	187
Биконическая антенна	188
Тема 8. Измерение частоты	190
8.1. Основные определения	190
8.2. Резонансные частотомеры.....	191
8.3. Электронно-счетные частотомеры	194
Тема 9. Измерительные генераторы	199
9.1. Классификация и метрологические характеристики измерительных генераторов СВЧ	199
9.2. Принципы генерирования сигналов СВЧ.....	201
9.3. Типовые схемы генераторов сигналов СВЧ.....	206
9.4. Структурные схемы генераторов сигналов СВЧ	208

9.5. Цифровые измерительные генераторы низких частот	212
9.6. Генераторы шумовых сигналов	214
9.7. Импульсные генераторы	215
Тема 10. Измерение шумов и помех	218
10.1. Измерение коэффициента шума	218
10.2. Методы измерения шумовых параметров радиоэлектронных устройств	220
10.3. Измерители коэффициента шума	226
10.4. Помехи и шумы в каналах передачи информации	233
10.5. Измерение радиопомех	237
10.6. Измерение напряжения радиопомех	250
10.7. Измерение напряженности поля радиопомех	252
10.8. Методика измерения напряжения радиопомех	253
10.9. Методика измерения напряженности поля радиопомех	257
10.10. Измерение мощности радиопомех	258
Тема 11. Измерения в цифровых системах передачи	261
11.1. Работа мультиплексоров в цифровом потоке E1	262
11.2. Анализ процедур демультиплексирования	264
11.3. Измерение параметров физического уровня E1	266
11.4. Методы и принципы измерений в широкополосных сетях связи	269
11.5. Измерения, проводимые с остановкой связи	271
11.6. Измерение коэффициента ошибок сигнала АТМ и проверка функционирования системы передачи	273
11.7. Универсальный сетевой анализатор	274
11.8. Измерения в режиме асинхронной передачи по трактам ПЦИ и СЦИ	275
11.9. Тестирование соединений АТМ и определение заголовков	276
11.10. Измерение времени задержки прохождения ячеек по тракту ..	276
11.11. Ввод сигналов АТМ	278
11.12. Тестирование систем передачи АТМ без остановки связи	279
11.13. Анализ параметров абонентских каналов	281
11.14. Тестирование шлюза между локальной и магистральной сетями	281
11.15. Требования, предъявляемые к тестовому оборудованию АТМ...	282
Тема 12. Измерения на волоконно-оптических линиях связи	284
12.1. Измерение потерь на волоконно-оптической линии	285
12.2. Измерение коэффициента затухания оптической линии	287
12.3. Методы определения неоднородностей оптической линии	288
12.4. Характеристики оптических рефлектометров	291
Динамический диапазон	291
Мертвая зона	292

Разрешающая способность оптического рефлектометра	294
Точность измерений оптического рефлектометра	295
12.5. Функциональные параметры оптического рефлектометра	295
Длительность импульса	296
Длина волны	296
Диапазон	297
Интервал усреднения результатов	297
Параметры волокна	297
Выполнение измерений возвратных потерь	300
12.6. Измерение хроматической дисперсии волокна	300
12.7. Измерение поляризационной модовой дисперсии волокна	301
Интерферометрический метод	302
Метод анализа состояния поляризации	302
Метод фиксированного анализатора	302
12.8. Измерительная техника, используемая при эксплуатации	
ВОСП	303
Оптические измерители мощности	303
Стабилизированные источники оптического сигнала	305
Лазерные источники оптического сигнала	307
Светодиодные оптические источники	308
12.9. Визуальные дефектоскопы	308
12.10. Анализаторы затухания в оптической кабеле	309
12.11. Перестраиваемые оптические аттенюаторы	310
Литература	312
Новые издания по дисциплине «Методы и средства	
измерений в телекоммуникационных системах»	
и смежных дисциплинах	313