
Анализатор систем передачи и кабелей связи

AnCom A-7

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Состоит из 6 документов:

- Часть 1. Основные характеристики **AnCom A-7 (part 1)**
- Часть 2. Работа под управлением персонального компьютера **AnCom A-7 (part 2)**
- Часть 3. Работа в автономном режиме **AnCom A-7 (part 3)**
- Часть 4. Измерение кабелей связи местных телефонных сетей
Определение скоростного потенциала xDSL-линий **AnCom A-7 (part 4)**
- Часть 5. Измерение оборудования, линий и каналов связи по ВЧ-ВЛЭП **AnCom A-7 (part 5)**
- Часть 6. Измерение каналов частоты **AnCom A-7 (part 6)**

4221-009-11438828-03РЭ

- Часть 1. Основные характеристики
- Часть 2. Работа под управлением персонального компьютера
- Часть 3. Работа в автономном режиме
- Часть 4. Измерение кабелей связи местных телефонных сетей.
Определение скоростного потенциала xDSL-линий
- Часть 5. Измерение оборудования, линий и каналов связи по ВЧ-ВЛЭП
- Часть 6. Измерение каналов тональной частоты

2005

Анализатор систем передачи и кабелей СВЯЗИ

AnCom A-7

(part 1)

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

4221-009-11438828-03РЭ1

Часть 1. Основные характеристики

Документ **A7re1105**. Версия (июнь 2004) **D1.05**

2005

Содержание

1. Назначение анализатора.....	2
2. Состав анализатора.....	3
2.1 Внешний вид и соединители	3
2.2 Устройство и принцип работы	4
2.3 Схемы подключения.....	5
3. Технические характеристики.....	8
3.1 Измерительные сигналы, диапазоны частот и измеряемые параметры.....	8
3.2 Сигналы управления удаленным анализатором	9
3.3 Нормируемые характеристики генератора	10
3.4 Нормируемые характеристики измерителя.....	12
4. Использование по назначению	19
4.1 Электропитание и оперативная индикация состояния анализатора	19
4.1.1 Работа анализатора от встроенного аккумулятора	19
4.1.2 Обслуживание встроенного аккумулятора	20
4.1.3 Зарядка встроенного аккумулятора	20
4.2 Рабочий режим анализатора	21
4.3 Эксплуатационные ограничения при использовании, хранении и транспортировании.....	22
4.4 Техническое обслуживание	22
4.5 Контроль функционирования и поверка	23
4.6 Ремонт	23
4.7 Комплектность.....	23
4.8 Возможности подключения к объекту измерений.....	23
4.9 Программное обеспечение и особенности управления анализатором.....	23
4.9.1 Выбор режима анализатора - общие настройки	24
4.9.2 Настройка генератора - задание уровня	25
4.9.3 Настройка измерителя - автоматическое распознавание измерительных сигналов.....	25
4.9.4 Настройка измерителя - измерение уровня	25
4.9.5 Настройка измерителя - особенности селективного измерения уровня	26
4.9.6 Настройка измерителя - измерение взвешенных уровней	26
4.9.7 Настройка измерителя - измерение частотных характеристик передачи	26
4.9.8 Настройка измерителя - измерение частотных характеристик импеданса	27
4.9.9 Счет случайных событий – особенности организации и настройки.....	28
4.9.10 Использование сигнала ПСС – рефлектометрия и АЧХ по отраженному сигналу	31
4.9.11 Фазограммы селективных и взвешенных помех – основное назначение.....	31
4.9.12 Нормирование измеряемых параметров и характеристик.....	32
4.9.13 Особенности нормирования частотных характеристик затухания, защищенности и удельной скорости при определении скоростного потенциала линии	32
Приложения.....	34
Приложение 1. Определяемые анализатором параметры и характеристики	34

1. Назначение анализатора

Анализатор систем передачи и кабелей связи AnCom A-7 (далее – анализатор) предназначен для проведения измерений параметров групповых и линейных трактов аналоговых систем передачи, каналов тональной частоты, параметров металлических кабелей и абонентских линий передачи в диапазоне частот от 40 Гц до 4,096 МГц. Кроме того, анализатор может быть использован для испытаний оконечного оборудования связи, а так же совместно с дополнительными коммутационными устройствами для измерения оборудования, трактов и каналов систем ВЧ-связи в отрасли «Электроэнергетика».

Анализатор позволяет производить измерения в ручном и в автоматическом (путем исполнения сценария) режимах. Анализатор обеспечивает представление результатов в графической и табличной формах и, сопоставляя результаты с задаваемыми нормами, определяет факт соответствия и запас удовлетворения заданным нормам.

Анализатор обеспечивает нормирование, протоколирование и накопление получаемых результатов измерений и значений параметров настройки, что позволяет посредством специального программного обеспечения (СПО) и персонального компьютера (ПК) осуществлять вторичную обработку результатов измерений с сохранением их в долговременной памяти ПК, представлять результаты измерений на экране ПК и выводить результаты на бумажный носитель.

Анализатор А-7 изготавливается и поставляется в вариантах исполнения, различающихся следующими возможностями:

Возможности анализатора	Позиция в обозначении варианта исполнения	Значение позиции и описание возможностей		Примечания
Тактические возможности	A-----/----	A=1	Работа совместно с управляющим персональным компьютером (ПК) под управлением специального программного обеспечения (СПО)	При заказе анализатора с комбинированными возможностями значения соответствующих позиций складываются в восьмеричном формате
		A=2	Автономный режим (без оперативного применения ПК)	
Электропитание	-B-----/----	B=1	От сетевого адаптера питания	
		B=2	Наличие встроенного аккумулятора	
		B=4	Дополнительный режим электропитания	
Функциональный состав	--C----/----	C=1	Только генератор испытательных сигналов	
		C=2	Только измеритель	
Интерфейс	---D---/----	D=0	Отсутствие интерфейса	
		D=1	Стык C2 (RS-232 - последовательный COM-порт)	
		D=2	Дополнительный интерфейс	
Резерв	----E-/----	E=0	Позиция зарезервирована для дальнейшего использования	
Резерв	-----F/----	F=0	Позиция зарезервирована для дальнейшего использования	
Режимы измерений	-----/G--	G=0	Отсутствие взаимодействия с удаленным анализатором	
		G=1	Взаимодействие с удаленным анализатором	
		G=2	Измерения в автоматическом режиме по сценарию	
Резерв	-----/-H-	H=0	Позиция зарезервирована для дальнейшего использования	
Вариант комплектации	-----/---I	I=0	Только обязательные позиции	
		I=1	Адаптер универсальной последовательной шины (USB)	
		I=2	Принадлежности для проведения поверки	
		I=4	Дополнительные позиции	

Пример записи обозначения анализатора: "Анализатор AnCom A-7/133100/301".

2. Состав анализатора

2.1 Внешний вид и соединители

Внешний вид анализаторов А-7 представлен на следующих рисунках.

Подключение к объектам измерений осуществляется посредством коаксиальных или симметричных разъемов RТх и Тх.

Управляющий ПК подключается к разъему RS-232С.

Сетевой адаптер включается в сеть переменного напряжения и в гнездо Power анализатора.



Рис. 1. Анализатор AnCom A-7/1xxxxx/xxx.
Работа анализатора обеспечивается только совместно с управляющим ПК



Рис. 2. Анализатор AnCom A-7/3xxxxx/xxx.
Работа анализатора обеспечивается как совместно с управляющим ПК, так и в автономном режиме посредством встроенного компьютера



2.2 Устройство и принцип работы

Основные функциональные узлы анализатора и их взаимодействие отображает структурная схема анализатора.

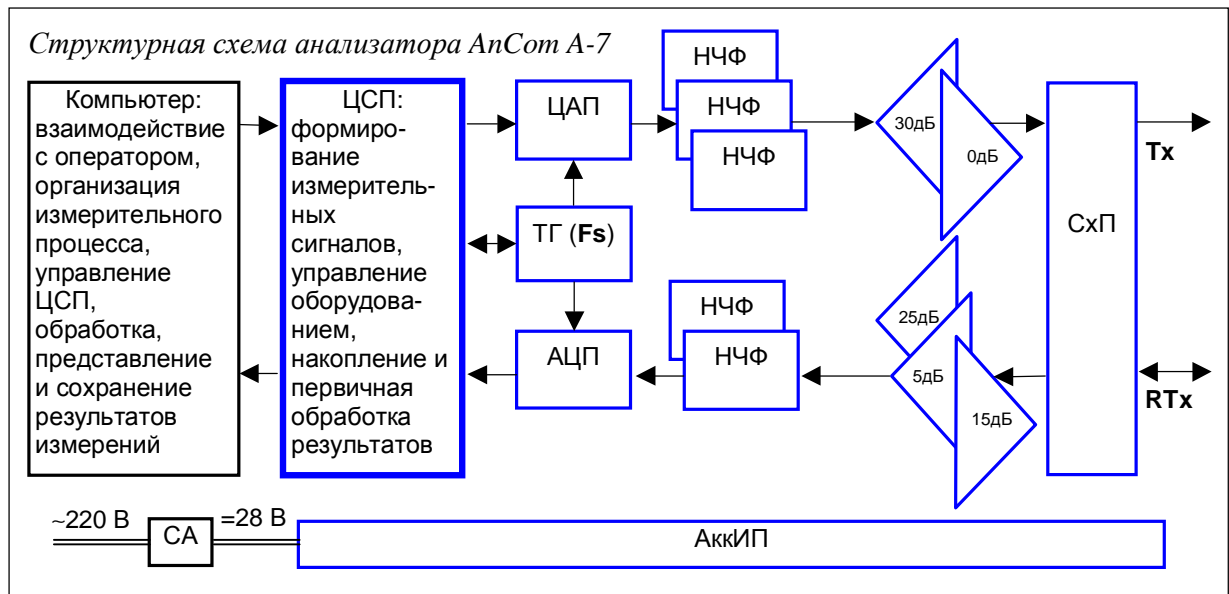


Рис. 3 Структурная схема анализатора

Встроенный аккумуляторный источник питания (АкИП) постоянного тока обеспечивает питанием все узлы анализатора, включая встроенный компьютер для вариантов исполнения AnCom A-7/3xxxx/xxx. Зарядка встроенного аккумулятора осуществляется от сети переменного тока с номинальным напряжением равным 220В посредством сетевого адаптера (СА).

Цифровой сигнальный процессор (ЦСП) является ядром анализатора и решает следующие задачи посредством загружаемой в его память программы:

- прием от управляющего компьютера управляющих команд; в результате исполнения команд осуществляется:
 - o управление тактовым генератором (ТГ) анализатора (частота квантования F_s определяется задаваемой максимальной частотой рабочего диапазона F_{max} , кГц);
 - o управление адаптером подключения, что обеспечивает:
 - § подключение соответствующих частоте квантования согласованных RLC-фильтров низких частот (НЧФ) по каналам формирования и приема измерительных сигналов,
 - § подключение дополнительных аттенуаторов и усилителей,
 - § выбор необходимой схемы подключения (СхП) анализатора к объекту измерений посредством разъемов RТх и Тх;
 - o расчет во встроенной памяти ЦСП волновой формы измерительных сигналов, которые должен формировать анализатор;
 - o настройка процедур обработки принимаемого измерительного сигнала;
- последовательная выдача значений отсчетов волновой формы формируемого сигнала в цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП) с частотой F_s позволяет в реальном времени генерировать на выходе анализатора необходимый измерительный сигнал;
- прием с частотой F_s последовательных значений отсчетов измеряемого сигнала от аналого-цифрового преобразователя (АЦП) с накоплением этих значений в памяти ЦСП позволяет в реальном времени осуществить первичную обработку данных АЦП;
- передача результатов первичной обработки в компьютер.

Компьютер может быть или персональным - ПК (AnCom A-7/1xxxx/xxx и AnCom A-7/3xxxx/xxx), или встроенным в анализатор (AnCom A-7/3xxxx/xxx). В любом случае компьютер обеспечивает:

- взаимодействие оператора с анализатором посредством клавиатуры и экрана;
- активацию взаимодействия компьютера и ЦСП, достигаемую загрузкой программы ЦСП;
- формирование управляющих команд для ЦСП;

- прием результатов первичной обработки от ЦСП;
- вторичную обработку принятых от ЦСП результатов первичной обработки;
- оперативное представление результатов измерений на экране;
- накопление результатов измерений в долговременной памяти.

2.3 Схемы подключения

Встроенный адаптер подключения позволяет реализовать различные схемы подключения анализатора к измеряемым объектам, выполняемые посредством симметричных трехполюсных розеток или коаксиальных разъемов Tx и RTx, расположенных на панели подключения анализатора. Панель подключения представлена на следующем рисунке.

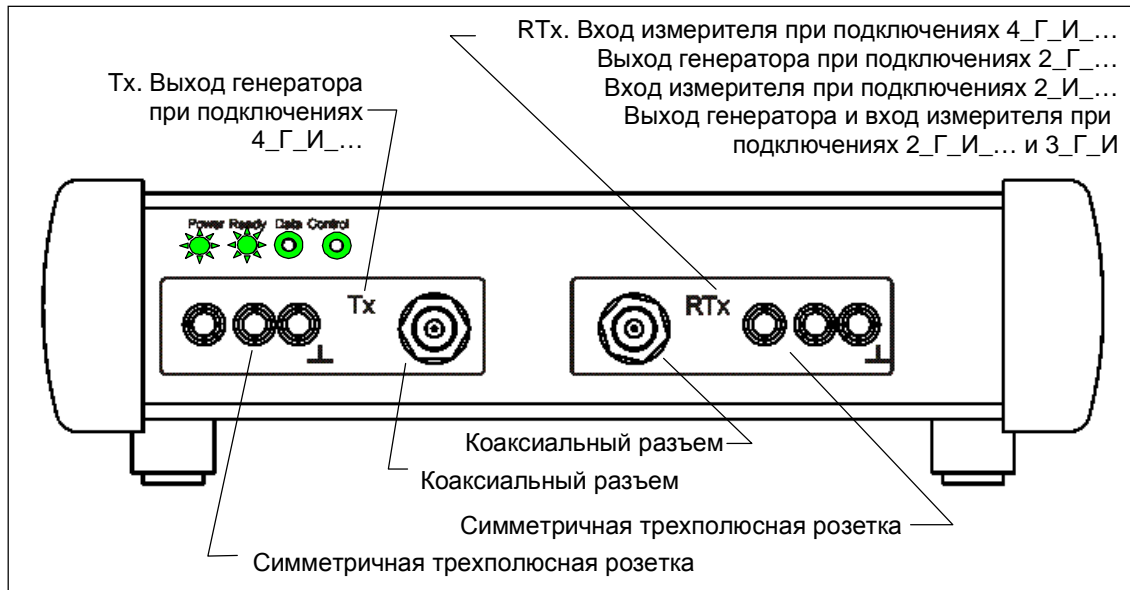


Рис. 4 Панель подключения анализатора

Следующие две таблицы представляют описания схем подключения анализатора к разъемам на панели подключения и содержат необходимые для представления о возможностях анализатора эквивалентные схемы генераторного выхода и измерительного входа анализатора¹. На эквивалентных схемах применены следующие обозначения:

- источник сигнала обозначен как (Г); источник формирует волновую форму измерительного сигнала напряжения как источник ЭДС;
- измеритель обозначен как (И) и воспринимает волновую форму входного сигнала напряжения;
- величина собственного сопротивления генератора **Rген** устанавливается в зависимости от типа разъема:
 - для симметричных розеток:
 - § **Rген** выбирается из ряда 100, 120, 135, 150, 600 Ом – согласованное подключение или
 - § **Rген** устанавливается «низкоомным»²;
 - для коаксиальных разъемов:
 - § **Rген** всегда равно 75 Ом и не может быть установлено «низкоомным».
- величина собственного сопротивления измерителя **Rизм** устанавливается в зависимости от типа разъема:
 - для симметричных розеток:
 - § **Rизм** выбирается из ряда 100, 120, 135, 150, 600 Ом – согласованное подключение или

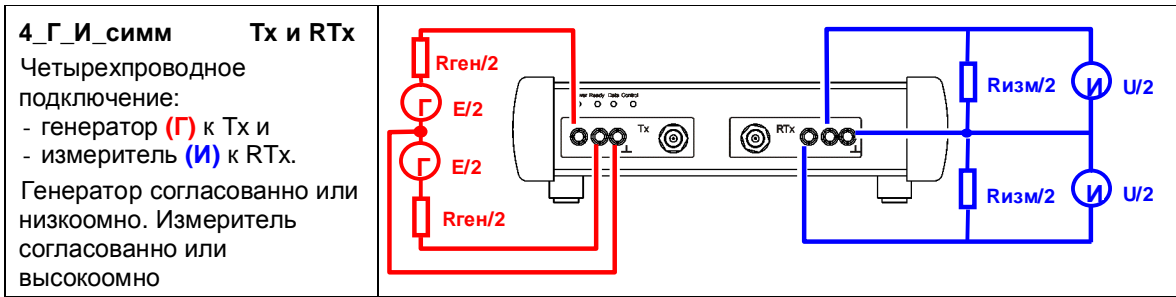
¹ Не следует принимать приводимые эквивалентные схемы собственно анализатора за схемы подключения к анализатору измеряемых объектов.

² При «низкоомном» подключении собственное сопротивление генератора существенно ниже величин возможных сопротивлений измеряемых объектов.

- § **Ризм** устанавливается «высокоомным»³;
- для коаксиальных разъемов:
- § **Ризм** всегда равно 75 Ом и не может быть установлено «высокоомным».

Возможности подключения к симметричным разъемам анализатора		
Подключение	Разъем(ы)	Эквивалентная схема анализатора
2_Г_симм	RTx	
2_И_симм	RTx	
2_Г_И_симм	RTx	
3_Г_И	RTx	

³ Собственное сопротивление измерителя при «высокоомном» подключении многократно превосходит величину возможных сопротивлений измеряемых объектов.



Возможности подключения к коаксиальным разъемам анализатора	
Подключение Разъем(ы)	Эквивалентная схема анализатора
<p>2_Г_коак RTx</p> <p>Двухпроводное подключение. Только генератор (Г) к RTx согласованно</p>	
<p>2_И_коак RTx</p> <p>Двухпроводное подключение. Только измеритель (И) к RTx согласованно</p>	
<p>2_Г_И_коак RTx</p> <p>Двухпроводное подключение. К RTx подключен генератор (Г) и измеритель (И). Генератор только согласованно. Измеритель только высокоомно</p>	
<p>4_Г_И_коак Tx и RTx</p> <p>Четырехпроводное подключение:</p> <ul style="list-style-type: none"> - генератор (Г) к Tx и - измеритель (И) к RTx. <p>Генератор только согласованно. Измеритель только согласованно</p>	

3. Технические характеристики

3.1 Измерительные сигналы, диапазоны частот и измеряемые параметры

Для измерения параметров и характеристик подключенных объектов анализатор формирует **измерительные сигналы** следующих типов.

Обозначение типа измерительного сигнала	Наименование и назначение измерительного сигнала
SIN	Гармонический. Применяется для измерения основных параметров (остаточное затухание, защищенность от взвешенных и невзвешенных помех, затухание и защищенность от переходных помех, защищенность от нелинейных искажений и т.д.)
SIN2	Двухчастотный. Сумма двух гармонических сигналов. Применяется для измерения защищенности от нелинейных искажений и изменения частоты в канале связи
МЧС	Многочастотный. Сумма гармонических сигналов, число которых более двух. Применяется для измерения частотных характеристик (АЧХ, ГВП, защищенность, затухание асимметрии, импеданс и т.д.)
ПСС	Псевдослучайный. Периодический сигнал, состоящий из импульсов переменной полярности и автокорреляционная функция которого близка к δ -функции. Применяется при рефлектометрических измерениях
ШУМ	Шумовой сигнал, спектральная плотность мощности которого не зависит от частоты в рабочей полосе частот. Может применяться для создания помех при испытаниях оборудования

Анализатор обеспечивает формирование измерительных сигналов и проведение измерений в следующих **рабочих диапазонах частот**, для каждого из которых определены минимальная и максимальная частоты диапазона.

Диапазоны рабочих частот анализатора, кГц			
Коаксиальный разъем		Симметричная трехполюсная розетка	
Минимальная частота диапазона	Максимальная частота диапазона	Минимальная частота диапазона	Максимальная частота диапазона
-	-	0,04	4
-	-	0,04	8
-	-	0,04	16
-	-	0,08	32
-	-	0,16	64
30	128	0,32	128
30	256	0,64	256
30	512	1,25	512
30	1024	2,5	1024
30	2048	5	2048
30	4096	10	4096

Анализатор производит измерения с усреднением результатов. Время усреднения задается в формате МИН:СЕК в диапазоне от 00:00 до 59:59.

Приложение 1 содержит список **измеряемых анализатором параметров и характеристик.**

3.2 Сигналы управления удаленным анализатором

Анализатор обеспечивает возможность управления удаленным анализатором. Управление осуществляется путем передачи по измеряемой линии (каналу) связи от ведущего анализатора к удаленному сигналу прерывания (BREAK) и командного многочастотного сигнала (КМЧС).

Сигнал BREAK представляет собой комбинацию последовательно передаваемых в линию двухчастотных сигналов (двухчастотные посылки из четырех возможных значений частот). Анализатор, принявший сигнал BREAK, считает себя ведомым (удаленным), блокирует собственный генератор, если он ранее был включен, и переходит к приему КМЧС.

Ведущий анализатор разбивает передаваемое сообщение на кадры, длина которых определяется заданной шириной полосы КМЧС⁴, и последовательно передает эти кадры ведомому. Передаче подлежат следующие сообщения:

- сконфигурировать ведомый анализатор в соответствии с настройками ведущего (способ подключения; настройки - общие, генератора, измерителя; параметры измеряемых сигналов – нормы, маски и т.д.),
- управление генератором удаленного,
- запрос результатов измерений от удаленного,
- результаты измерений от удаленного.

В следующей таблице представлены диапазоны частот передачи сигналов BREAK и КМЧС в зависимости от установленного диапазона частот:

- спектр сигнала BREAK располагается:
 - o в середине установленного диапазона частот при четырехпроводном подключении анализатора (4_Г_И... - измерение каналов связи) или
 - o в начале установленного частотного диапазона при двухпроводных способах подключения (измерение кабелей связи);
- спектр сигнала КМЧС может быть расположен в произвольном месте диапазона частот в рамках границ, определенных в таблице.

Макс. частота диапазона частот, кГц	Частоты сигнала BREAK в зависимости от подключения, кГц		Диапазон частот КМЧС, кГц				
	Двухпроводное (2_Г_..., 2_И_..., 2_Г_И_..., 3_Г_И)	Четырехпроводное (4_Г_И_...)	Шаг гармоник	Коаксиальный разъем		Симметричный разъем	
				Начальная частота	Конечная частота	Начальная частота	Конечная частота
4	0,11...0,17	1,94...2,00	0,009765625	-	-	0,009765625	4
8	0,21...0,33	3,89...4,00	0,01953125	-	-	0,01953125	8
16	0,43...0,66	7,77...8,01	0,0390625	-	-	0,0390625	16
32	0,86...1,33	15,6...16,0	0,078125	-	-	0,078125	32
64	1,72...2,66	31,1...32,0	0,15625	-	-	0,15625	64
128	3,44...5,31	62,2...64,1	0,3125	30,3125	128	0,3125	128
256	6,9...10,6	124,4...128,1	0,625	30,625	256	0,625	256
512	13,8...21,3	248,8...256,3	1,25	31,25	512	1,25	512
1024	27,5...42,5	497,5...512,5	2,5	42,5	1024	2,5	1024
2048	55...85	995...1025	5	45	2048	5	2048
4096	110...170	1990...2050	10	90	4096	10	4096

⁴ Каждый КМЧС состоит из N гармонических составляющих и статически модулирует данные очередного кадра данных (N=2+8(w+2), w – размер кадра в 16-ти битных словах). При этом две первые гармоники КМЧС являются пилот-сигналом, обеспечивающим фазовую синхронизацию на принимающей стороне; каждые два бита передаваемого сообщения кодируются изменением фазы (на 0\90\180\270 градусов) следующей гармоники относительно предыдущей; кадр сопровождается служебным словом (номер кадра в сообщении) и словом контрольной суммы.

3.3 Нормируемые характеристики генератора

Модуль полного входного сопротивления генератора ($R_{ген}$) и затухание асимметрии симметричного выхода генератора.

Тип выходного разъема	Номинальное значение $R_{ген}$, Ом	Допустимое отклонение $R_{ген}$ от номинала не более, % (соответствует коэффициенту отражения $k= R_{ген}-R_{ном} /(R_{ген}+R_{ном})\times 100\%$ не более, %)	Затухание асимметрии не менее, дБ
Коаксиальный	75	± 3 (1,5) только в диапазоне 30...2048 кГц	-
Симметричная трехполюсная розетка	100	± 3 (1,5)	43
	120	± 3 (1,5)	43
	135	± 3 (1,5)	43
	150	± 3 (1,5)	43
	600	± 3 (1,5)	43

Уровни измерительных сигналов, формируемых анализатором.

Тип выходного разъема	$R_{ген}$, Ом	Тип сигнала	Диапазон установки уровня, дБм	Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки уровня, дБ	Частотный диапазон, кГц
Коаксиальный	75	SIN	-40...+7	$\pm 0,2$	30...4096
		SIN2	-40...+4	$\pm 0,5$	
		МЧС	-40...0	$\pm 0,5$	
		ПСС	-40...+4	$\pm 0,5$	
Симметричная трехполюсная розетка	100	SIN	-40...+10	$\pm 0,2$	0,04...4096
	120	SIN2	-40...+7	$\pm 0,5$	
	135	МЧС	-40...+3	$\pm 0,5$	
	150	ПСС	-40...+8	$\pm 0,5$	
	600	SIN	-40...+4	$\pm 0,2$	0,04...256
		SIN2	-40...+1	$\pm 0,5$	
		МЧС	-40...-3	$\pm 0,5$	
		ПСС	-40...+2	$\pm 0,5$	
Здесь и далее уровень мощности сигнала L , дБм измеряется в децибелах относительно мощности равной 1 мВт					
Нестабильность уровня формируемого анализатором выходного гармонического сигнала (SIN) за каждые 8 часов непрерывной работы анализатора составляет не более 0,035 дБ					
Уровень L двухчастотного (SIN2) и многочастотного сигналов (МЧС) задается как уровень суммы гармонических составляющих. Уровни каждой i -й гармонической составляющей этих сигналов одинаковы и определяются по формуле $L_i = L - 10\lg(N)$, где N – количество гармоник ($N=2$ для SIN2)					
Амплитуда импульса ПСС в Вольтах определяется по формуле: $A, B = \sqrt{10^{L_{дБм}/10} \times R_{ген, кОм}}$					

Защищенность формируемого анализатором гармонического сигнала (SIN) с уровнем 0 дБм, измеряемая в децибелах как разность уровня гармонического сигнала и суммарного уровня сопровождающих помех в установленном диапазоне частот.

Максимальная частота установленного диапазона частот, кГц	Защищенность от сопровождающих помех не менее, дБ
4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, 512, 1024, 2048	60
4096	56

Частота формируемого гармонического сигнала (SIN).

Максимальная частота установленного диапазона частот, кГц	Диапазон установки частоты формируемого гармонического сигнала Fген, кГц		Предел абсолютной погрешности установки частоты не более, кГц
	Коаксиальный выход	Симметричная трехполюсная розетка	
4	-	0,04...4	$\pm(10 \times 10^{-6} \times F_{ген} + 0,00005)$
8		0,04...8	
16		0,04...16	
32		0,08...32	
64		0,16...64	
128	30...128	0,32...128	
256	30...256	0,64...256	
512	30...512	1,25...512	
1024	30...1024	2,5...1024	
2048	30...2048	5...2048	
4096	30...4096	10...4096	

Длительность минимального импульса, формируемого псевдослучайного сигнала (ПСС).

Максимальная частота установленного диапазона частот, кГц	Длительность минимального импульса ПСС не более, мкс
4	204,8
8	102,4
16	51,2
32	25,6
64	12,8
128	6,4
256	3,2
512	1,6
1024	0,8
2048	0,4
4096	0,2

Уровень собственных шумов на выходе заблокированного генератора.

Максимальная частота установленного диапазона частот, кГц	Максимально допустимый уровень собственного невзвешенного шума генератора, дБм		
	Коаксиальный выходной разъем	Симметричная трехполюсная выходная розетка	
		Rген=75 Ом	Rген=100\120\135\150 Ом
4	-	-94	-100
8		-94	-97
16		-92	-94
32		-90	-91
64		-88	-88
128	-89	-86	-85
256	-87	-84	-82
512	-85	-82	-
1024	-82	-79	
2048	-79	-76	
4096	-76	-73	

3.4 Нормируемые характеристики измерителя

Модуль полного выходного сопротивления ($R_{изм}$) и затухание асимметрии симметричного входа измерителя.

Тип входного разъема	Номинальное значение $R_{изм}$, Ом	Допустимое отклонение $R_{изм}$ от номинала не более, % (соответствует коэффициенту отражения не более, %)	Затухание асимметрии не менее, дБ
Коаксиальный	75	± 3 (1,5) только в диапазоне 30...2048 кГц	-
Симметричная трехполюсная розетка	100	± 3 (1,5)	43
	120	± 3 (1,5)	43
	135	± 3 (1,5)	43
	150	± 3 (1,5)	43
	600	± 3 (1,5)	43

Измерение уровня измерительных сигналов (Сигнал, дБм).

Тип входного разъема	$R_{изм}$, Ом	Тип сигнала	Диапазон измерения уровня, дБм	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения уровня при времени усреднения не менее 10 с	Частотный диапазон, кГц
Коаксиальный	75	SIN	-40...+7	$\pm 0,2$	30...2048
			-65...-40	$\pm 0,5$	
		SIN2	-50...+4	$\pm 0,5$	
		МЧС	-50...0	$\pm 0,5$	
		ПСС	-50...+4	$\pm 0,5$	
Симметричная трехполюсная розетка	100 120 135 150	SIN	-40...+10	$\pm 0,2$	0,04...4096
			-70...-40	$\pm 0,5$	
		SIN2	-50...+7	$\pm 0,5$	
		МЧС	-50...+3	$\pm 0,5$	
	ПСС	-50...+8	$\pm 0,5$		
	600	SIN	-40...+4	$\pm 0,2$	
			-70...-40	$\pm 0,5$	
			-90...-70	± 1	
		SIN2	-50...+1	$\pm 0,5$	
		МЧС	-50...-3	$\pm 0,5$	
ПСС		-50...+2	$\pm 0,5$		

Широкополосное измерение среднеквадратического уровня (Шум, дБм).

Максимальная частота установленного диапазона частот, кГц	Диапазон измерения уровня шума [дБм] и предел абсолютной погрешности измерения [дБ]					
	Коаксиальный входной разъем, Ризм=75 Ом	Симметричная трехполюсная входная розетка				
		Ризм=100\120\135\150 Ом		Ризм=600 Ом		
4 и 8			(-50...0)±1		(-97...-50)±2	(-50...-2)±1
16					(-95...-50)±2	
32					(-93...-50)±2	
64					(-91...-50)±2	
128	(-86...-50)±2	(-50...0)±1			(-89...-50)±2	(-103...-50)±2
256	(-84...-50)±2				(-87...-50)±2	(-101...-50)±2
512	(-82...-50)±2				(-85...-50)±2	(-99...-50)±2
1024	(-79...-50)±2				(-82...-50)±2	(-97...-50)±2
2048	(-76...-50)±2				(-79...-50)±2	(-95...-50)±2
4096	(-73...-50)±2				(-76...-50)±2	(-93...-50)±2

Селективное измерение среднеквадратического уровня (Селективные уровни, дБм).

Максимальная частота установленного диапазона частот, кГц	Диапазон измерения селективных уровней [дБм] и предел абсолютной погрешности измерения [дБ]								
	Коаксиальный входной разъем, Ризм=75 Ом	Симметричная трехполюсная входная розетка							
		Ризм=100\120\135\150 Ом		Ризм=600 Ом					
4 и 8			(-70...-40)±0,5	(-40...10)±0,2		(-109/-89...-70)±1	(-70...-40)±0,5	(-40...4)±0,2	
16						(-107/-87...-70)±1			(-115/-95...-70)±1
32						(-105/-85...-70)±1			(-113/-93...-70)±1
64						(-103/-83...-70)±1			(-111/-91...-70)±1
128	(-98...-65)±1	(-65...-40)±0,5	(-40...7)±0,2			(-109/-89...-70)±1			
256	(-95...-65)±1					(-101/-81...-70)±1			(-107/-87...-70)±1
512	(-93...-65)±1					(-99/-79...-70)±1			(105/-85...-70)±1
1024	(-91...-65)±1					(-97/-77...-70)±1			
2048	(-86...-65)±1					(-94/-74...-70)±1			
4096	(-83...-65)±1					(-91...-70)±1			
						(-88...-70)±1			

Примечание. Нижняя граница измеряемых значений уровня зависит от частоты:
 - в числителе - для частот не менее 3 кГц,
 - в знаменателе для полного диапазона частот.

Избирательность при измерении селективных уровней (Селективные уровни, дБм0).

Максимальная частота установленного диапазона частот, кГц	Диапазоны установки центральной частоты селекции Fc, кГц		Диапазон задания ширины полосы селекции B, кГц	Избирательность при отстройке частоты гармонического сигнала от установленной центральной частоты селекции при минимальной заданной ширине полосы селекции не более, кГц
	Симметричная розетка	Коаксиальный разъем		По уровню 60 дБ
4	0,04...4	-	0,0000610...3,9	±0,000625/±0,039
8	0,04...8	-	0,0001221...7,9	±0,00125/±0,078
16	0,04...16	-	0,0002441...15,9	±0,00250/±0,156
32	0,08...32	-	0,0004883...31,9	±0,00500/±0,313
64	0,16...64	-	0,0009756...63,8	±0,01000/±0,625
128	0,32...128	30...128	0,0009765...127,6	±0,01000/±1,250
256	0,64...256	30...256	0,0195313...255,3	±0,02000/±2,500
512	1,25...512	30...512	0,0390625...510,7	±0,04000/±5,000
1024	2,5...1024	30...1024	0,0781250...1021,5	±0,08000/±10,00
2048	5...2048	30...2048	0,1562500...2043,0	±0,16000/±20,00
4096	10...4096	30...4096	0,3125000...4086,0	±0,32000/±40,00

Примечание. Параметры избирательности определяются установленным разрешением спектра:
 - в числителе – для режима управления от ПК при установке минимального разрешения спектра,
 - в знаменателе – для автономного (без ПК) режима анализатора А-7/3xxxx/xxx.

Динамический диапазон при измерении селективных уровней (Селективные уровни, дБм0).

Диапазон измерения разности уровней двух гармонических сигналов (динамический диапазон), дБ	Предел абсолютной погрешности измерения разности уровней двух гармонических сигналов, дБ
0...50	±0,5
50...70	±1
70...80	±3

Измерение импульсных шумов (Макс.Шум, дБм0; режим измерения «Шум»).

Диапазон установки длительности временного интервала (периода) измерения импульсных шумов	Верхняя граница не менее, с		3600
	Нижняя граница не более, с		60
Порог анализа всплесков шума по уровню	Диапазон установки	Верхняя граница не менее, дБм	0
		Нижняя граница не более, дБм	-50
	Погрешность установки порога, дБ		±2

Измерение частоты (Частота,кГц) гармонического сигнала (SIN).

Максимальная частота установленного диапазона частот, кГц	Диапазон измерения частоты Физм, кГц		Предел абсолютной погрешности измерения частоты не более, кГц
	Коаксиальный вход	Симметричная трехполюсная розетка	
4		0,04...4	$\pm(10 \times 10^{-6} \times \text{Физм} + 0,00005)$
8		0,04...8	
16		0,04...16	
32		0,08...32	
64		0,16...64	
128		0,32...128	
256	30...256	0,64...256	
512	30...512	1,25...512	
1024	30...1024	2,5...1024	
2048	30...2048	5...2048	
4096	30...4096	10...4096	

Измерение защищенности гармонического сигнала (SIN) как выраженного в децибелах соотношения уровня гармонического сигнала и уровня шума в полосе, соответствующей выбранному диапазону частот, с подавлением измерительного гармонического сигнала (Сигнал/Шум,дБ).

Диапазон измерения защищенности, дБ	Предел абсолютной погрешности измерения, дБ
0...10	$\pm 2,5$
10...50	$\pm 1,5$

Измерение защищенности гармонического сигнала (SIN) от нелинейных искажений как выраженных в децибелах соотношений уровней гармонического сигнала (основной гармоник) и уровней второй и третьей гармоник (A2,дБ и A3,дБ).

Параметр защищенности от нелинейных искажений	A2 (защищенность от второй гармоник)	A3 (защищенность от третьей гармоник)
Диапазон измерений защищенности от нелинейных искажений, дБ	10...60	10...60
Предел абсолютной погрешности измерения нелинейных искажений, дБ	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$

Измерение защищенности двухчастотного сигнала (SIN2) от нелинейных искажений третьего порядка как выраженного в децибелах соотношения суммарного уровня составляющих двухчастотного сигнала с частотами F1 и F2 (F2>F1) и уровня продукта на частоте 2×F1-F2.

Параметр защищенности от нелинейных искажений	A3
Диапазон измерения защищенности от нелинейных искажений, дБ	15...60
Предел абсолютной погрешности измерения нелинейных искажений, дБ	± 1

Измерение изменения частоты в канале связи (Изм.частоты,Гц) по двухчастотному сигналу.

Максимальная частота установленного диапазона частот, кГц	Диапазон измерения изменения частоты по сигналу SIN2, Гц	Пределы допускаемой погрешности измерения изменения частоты
4	-18...+18	Не более $\pm 1\%$ относительно измеренного значения изменения частоты, но не менее $\pm 0,03$ Гц
8		
16		
32		
64	-100...+100	
128		
256		
512		
1024		
2048	-100...+100	
4096		

Измерение частотной характеристики защищенности гармонических составляющих сигнала МЧС (С/Ш,дБ) как выраженных в децибелах соотношений уровня каждой гармонической составляющей МЧС и уровня шума в соответствующей этой гармонике полосе частот.

Диапазон измерения частотной характеристики защищенности, дБ	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения защищенности, дБ
3...10	$\pm 2,5$
10...50	$\pm 1,5$

Измерение частотной характеристики затухания (АЧХ,дБ) по МЧС двумя способами:

- измерение затухания относительно заданного опорного уровня измерителя, что позволяет измерить вносимое затухание и переходное затухание,
- измерение неравномерности протекания частотной характеристики затухания относительно минимального затухания в диапазоне частот анализа или относительно затухания на заданной частоте, что позволяет измерить неравномерность протекания частотной характеристики затухания.

Диапазон измерения затухания, дБ	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, дБ
0...30	$\pm 0,3$
30...40	$\pm 0,6$
40...50	$\pm 1,5$

Измерение частотной характеристики затухания асимметрии нагрузки относительно общей точки по сигналу МЧС.

Максимальная частота установленного диапазона частот, кГц	Диапазон измерения частотной характеристики затухания асимметрии, дБ	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения затухания асимметрии, дБ
4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, 512, 1024, 2048, 4096	15...30	± 1
	30...50	± 5

Измерение частотной характеристики группового времени прохождения (ГВП,мкс) по сигналу МЧС осуществляется двумя способами:

- измерение ГВП относительно минимального значения в диапазоне частот анализа и
- измерение ГВП относительно времени на заданной частоте.

Максимальная частота установленного диапазона частот, кГц	Диапазон измерения ГВП, мкс	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, мкс
4	0...32000	±300
8	0...16000	±150
16	0...8000	±80
32	0...4000	±40
64	0...2000	±20
128	0...1000	±10
256	0...500	±5
512	0...250	±2,5
1024	0...125	±1,2
2048	0...60	±0,6
4096	0...30	±0,3

Измерение частотной характеристики импеданса (полного входного сопротивления подключенной к симметричному разъему RTx нагрузки Z, Ом) осуществляется с применением МЧС.

Rген, Ом	Максимальная частота установленного диапазона частот, кГц	Диапазон измерения импеданса, Ом	Пределы допускаемой относительной погрешности измерения импеданса, %
600	4, 8, 16, 32	100...1000	±3
		1000...3000	±10
100, 120, 135, 150	4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, 512, 1024, 2048	30...150	±3
		150...600	±6
	4096	30...150	±6
		150...600	±10

Измерение величины электрического сопротивления (Сопротивление, Ом) нагрузки, подключенной к симметричному разъему RTx, обеспечивается применением МЧС.

Rген, Ом	Максимальная частота установленного диапазона частот, кГц	Диапазон измерения сопротивления, Ом	Пределы допускаемой относительной погрешности измерения сопротивления, %
600	4	30...600	±2
		600...1000	±4
		1000...3000	±10

Измерение величины электрической емкости (С, нФ) нагрузки, подключенной к симметричному разъему RTx, производится с применением МЧС.

Rген, Ом	Максимальная частота установленного диапазона частот, кГц	Измери- тельная частота, кГц	Диапазон измерения электрической емкости, нФ	Пределы допускаемой относительной погрешности измерения емкости, %
600	4	1,02	100...3000	±10
	128	20	30...100	
		50...100	3...30	

Измерение защищенности сигнала от суммарного уровня отраженных сигналов (Сигнал/Отражения,дБ) производится по псевдослучайному сигналу (ПСС).

Максимальная частота установленного диапазона частот, кГц	Диапазон измерения защищенности от отраженных сигналов, дБ	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения защищенности от отражений, дБ
4, 8, 16, 32, 64	5...20	±1,5
128, 256, 512, 1024, 2048, 4096	5...50	±1,5

Измерение величины затухания отраженного импульса по характерному отражению на рефлектограмме с применением ПСС.

Максимальная частота установленного диапазона частот, кГц	Диапазон измерения затухания импульса (динамический диапазон рефлектометра), дБ	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения затухания импульса, дБ
4, 8, 16, 32, 64	5...40	±1,5
128, 256	5...50	±1,5
	50...70	±3
512, 1024, 2048	5...50	±1,5
	50.....80	±3
4096	5...50	±1,5
	50...70	±3

Измерение задержки приема отраженного сигнала [мкс] (задержка_импульса) и расстояния до неоднородности [м] (удаление=задержка×скорость_распространения) по характерному отражению на рефлектограмме с применением ПСС.

Максимальная частота установленного диапазона частот, кГц	Разрешение представления рефлектограммы не более, мкс	Диапазон и пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения задержки, мкс	Диапазон и пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения расстояния до неоднородности по отражению при типовых значениях устанавливаемой в диапазоне 1...300 м/мкс скорости распространения волны, м	
			150×0,85=127,5 м/мкс	150×0,65=97,5 м/мкс
4	102,4	(500...97280)±51,2		
8	51,2	(250...48640)±25,6		
16	25,6	(120...24320)±12,8		
32	12,8	(60...12160)±6,4		
64	6,4	(30...6080)±3,2	(3830...775200)±520	(2940...592000)±320
128	3,2	(15...3040)±1,6	(1920...387600)±210	(1470...296000)±160
256	1,6	(7...1520)±0,8	(893...193800)±104	(683...148000)±80
512	0,8	(3...760)±0,4	(383...96900)±52	(300...74000)±40
1024	0,4	(1,5...380)±0,2	(192...48450)±26	(150...37000)±20
2048	0,2	(0,8...190)±0,1	(102...24220)±13	(78...18500)±10
4096	0,1	(0,5...95)±0,05	(64...12100)±6	(50...9260)±5

Время задержки импульса, отраженного от неоднородности кабеля при рефлектометрических измерениях (измерениях на отражение), определяется по формуле $T=2 \times L/V$, где:

- L – расстояние до неоднородности, коэффициент 2 соответствует двукратному пробегу сигнала от анализатора до неоднородности и обратно к анализатору,
- V=C×K – скорость распространения электромагнитной волны в кабеле,
- C – скорость электромагнитной волны в вакууме,
- K – коэффициент укорочения (зависит от эффективной диэлектрической проницаемости диэлектрика изоляции между проводниками кабеля).

Из приведенной формулы следует формула для определения расстояния до неоднородности $L=T \times (V/2) = T \times V_{псс}$, где $V_{псс} = C/2 \times K$ есть скорость распространения сигнала ПСС при измерении на отражение. Приведенные в таблице данные соответствуют двум типовым значениям коэффициента укорочения K=0,85 и K=0,65.

4. Использование по назначению

4.1 Электропитание и оперативная индикация состояния анализатора

Электропитание анализатора обеспечивается от встроенного аккумуляторного источника питания постоянного тока или комплектного сетевого адаптера.

Сетевой адаптер:

- должен подключаться к сети питания переменного тока
 - o с напряжением 187...242 В,
 - o с частотой (50±2,5) Гц,
 - o при коэффициенте нелинейных искажений не более 10%;
- мощность, потребляемая от сети переменного тока сетевым адаптером с подключенным анализатором в рабочем режиме, не превышает 25 Вт.

4.1.1 Работа анализатора от встроенного аккумулятора

При регулярном использовании анализатор характеризуется следующими временными параметрами работы от встроенного аккумуляторного источника питания.

Режим анализатора		Длительность режима, часов
Зарядка встроенного аккумулятора		Сетевой адаптер подключен Не более 12
Рабочий режим анализатора	для вариантов исполнения анализатора AnCom A-7/1xxxxx/xxx	Сетевой адаптер отключен, анализатор включен, активировано взаимодействие управляющего ПК и анализатора, включены генератор и измеритель Не менее 8
	для вариантов исполнения анализатора AnCom A-7/3xxxxx/xxx	Сетевой адаптер отключен, анализатор включен, включены генератор и измеритель Не менее 5

Состояние анализатора в вариантах исполнения AnCom A-7/3xxxxx/xxx отображается средствами встроенного индикатора.

Отображение состояния анализатора в вариантах исполнения AnCom A-7/1xxxxx/xxx обеспечивается посредством четырех светодиодов Power, Ready, Data и Control.

Взаимодействие управляющего ПК и анализатора	Сетевой адаптер	Состояние светодиода	Состояние анализатора или функционального узла анализатора		
Взаимодействие с ПК отсутствует	Подключен	Power=Зеленый	Зарядка встроенного аккумулятора		
		Ready=Погашен			
ПК подключен, программа загружена, взаимодействие установлено	Подключен	Power=Желтый	Режим подготовки анализатора	Питание анализатора обеспечивается от сетевого адаптера	
		Power=Зеленый	Рабочий режим анализатора	Питание анализатора обеспечивается от встроенного аккумулятора	
	Отключен	Power=Красный мигает	Напряжение аккумулятора ниже нормы. Необходимо подключение сетевого адаптера для зарядки аккумулятора		
		Отключен или подключен	Ready=Зеленый		ЦСП готов к работе
	Ready=Красный		Авария ЦСП Необходим ремонт анализатора		
	Control=Зеленый мигает		Контрольный индикатор передачи управляющих команд в ЦСП из ПК		
	Data=Зеленый мигает	Контрольный индикатор передачи результатов измерений из ЦСП в ПК			

4.1.2 Обслуживание встроенного аккумулятора

Через каждые два года длительного хранения встроенный аккумулятор анализатора должен быть подвергнут обязательной зарядке.

Продолжительность зарядки при длительном хранении и перед использованием после снятия с хранения должна составлять не менее 24 часов.

4.1.3 Зарядка встроенного аккумулятора

Подключение анализатора к питающей сети осуществляется в соответствии с представленной схемой.

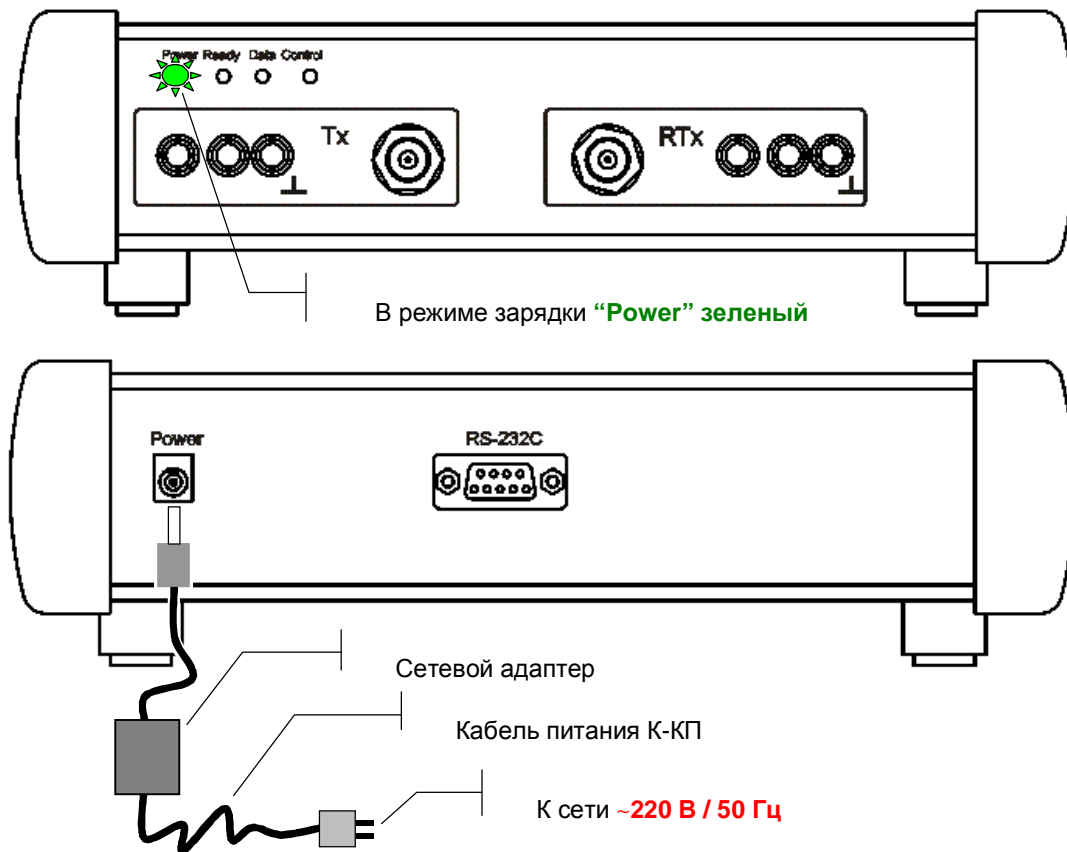


Рис. 5 Подключение анализатора AnCom A-7/1xxxx/xxx в режиме зарядки аккумулятора

Режим зарядки встроенного аккумулятора имеет следующие особенности:

- анализатор AnCom A-7/1xxxx/xxx:
 - o зарядка осуществляется только в **выключенном** состоянии анализатора при подключении сетевого адаптера к анализатору;
 - o включение режима зарядки контролируется по индикатору **Power**, который должен гореть зеленым цветом как это показано на рисунке;
- анализатор AnCom A-7/3xxxx/xxx:
 - o зарядка осуществляется только во **включенном** состоянии анализатора при подключении сетевого адаптера к анализатору;
 - o уровень зарядки аккумулятора индицируется на экране анализатора; процесс контроля и зарядки аккумулятора детально описан в третьей части руководства по эксплуатации.

Внимание! Для обеспечения требований электробезопасности и электромагнитной совместимости подключение сетевого адаптера анализатора к сети питания должно производиться с применением только трехполюсной розетки, провод заземления которой должен быть действительно заземлен.

4.2 Рабочий режим анализатора

При использовании анализатора для проведения измерений его следует подключить к управляющему ПК в соответствии с представленной ниже схемой и загрузить программное обеспечение. Допускается использование анализатора как в **режиме подготовки** (сетевой адаптер включен в сеть 220В/50Гц и подключен к анализатору), так и в **рабочем режиме** (сетевой адаптер отключен от анализатора).

В режиме подготовки питание анализатора обеспечивается непосредственно от сетевого адаптера, встроенный аккумулятор не задействуется. Режим подготовки может быть использован, например, в учебно-тренировочных целях, так как при питании от сетевого адаптера на выходе генератора и на входе измерителя могут наблюдаться дополнительные помехи, что скажется на возможностях измерения низких уровней в широкой полосе.

Внимание! Выполнение измерений должно производиться в рабочем режиме, при котором питание анализатора обеспечивается от встроенного аккумулятора, что способствует снижению уровня собственных и проникающих шумов и помех в цепях генератора и измерителя анализатора.

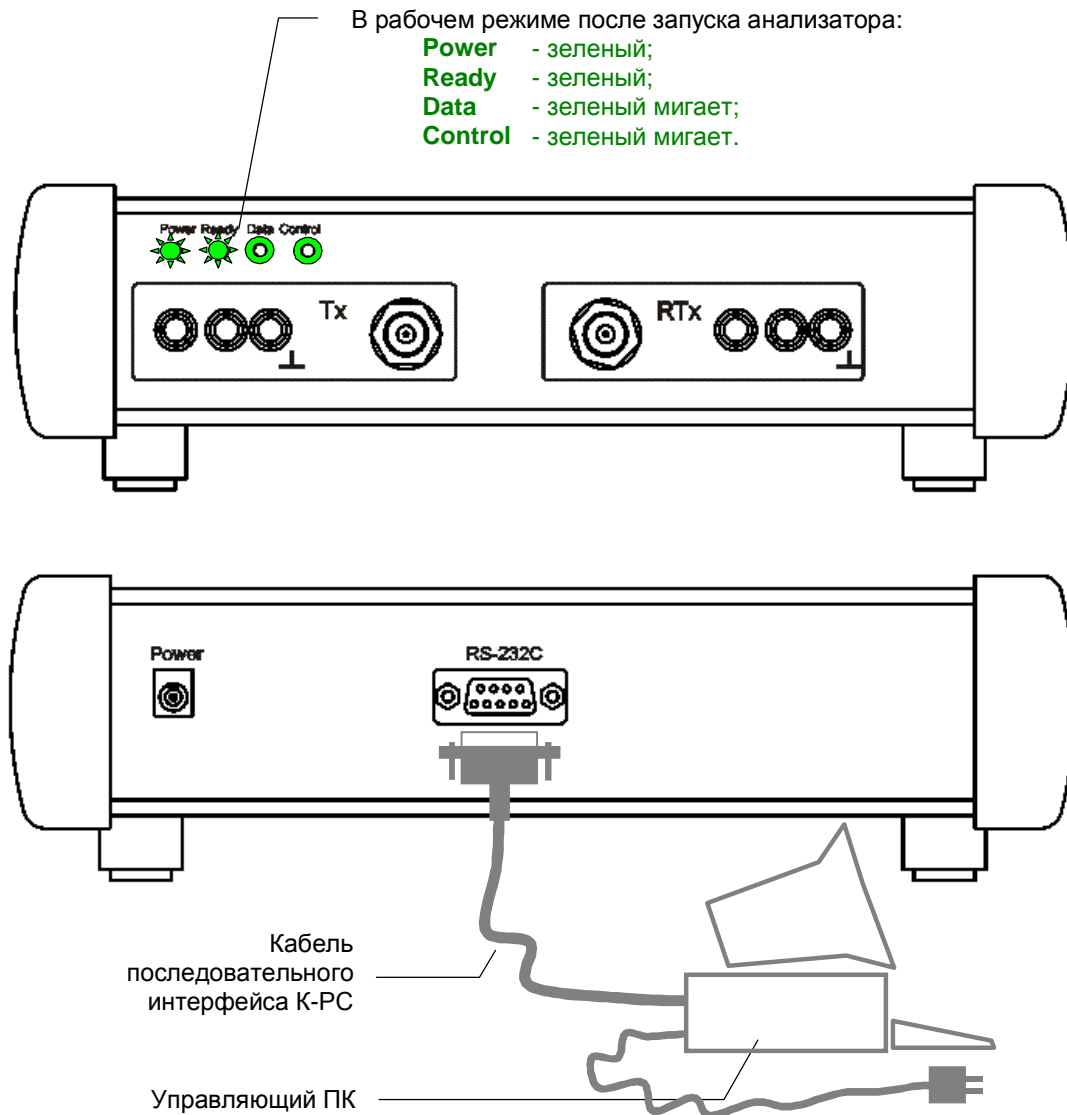


Рис. 6 Подключение анализатора AnCom A-7/1xxxx/xxx в рабочем режиме

Внимание! Управляющий анализатором ПК (за исключением ноутбука) должен подключаться к заземленной трехполюсной розетке, провод заземления которой должен быть действительно заземлен.

4.3 Эксплуатационные ограничения при использовании, хранении и транспортировании

Внимание! Не допускается использование анализатора в следующих случаях.

Недопустимые подключения входов/выходов анализатора (Tx и RTx)	Ограничения применения и рекомендации
Не допускается подключение к объекту, уровень сигнала от которого превышает значение +25 дБм	Не допускается подключение анализатора к: <ul style="list-style-type: none"> - розетке промышленной сети 220 В/50 Гц; - абонентским окончаниям телефонной сети общего пользования (ТфОП); - проводным линиям, по которым осуществляется подача дистанционного питания постоянного или переменного тока. Перед подключением анализатора следует убедиться в отсутствии на входных/выходных клеммах объекта: <ul style="list-style-type: none"> - постоянного напряжения более 1 В, - переменного напряжения более 5 В
Не допускается подключение к объекту, на входных/выходных клеммах которого имеется постоянное напряжение	
Не допускается использование анализатора при таком его подключении к измеряемому объекту, при котором в цепи, образованной входом/выходом анализатора (Tx и RTx) и объектом возможно протекание постоянного тока	
Не допускается подключение к объекту без предварительного обеспечения стекания электростатического потенциала	Непосредственно перед подключением анализатора к объекту следует кратковременно замкнуть между собой подключаемые окончания объекта

Внимание! Эксплуатация анализатора должна производиться с учетом следующих требований к внешним воздействиям.

Наименование допустимого внешнего воздействия	Рабочие условия применения анализатора и хранения анализатора в штатной упаковке	Предельные условия транспортирования анализатора в штатной упаковке
Диапазон температур окружающего воздуха, °С	+5...+40	-25...+55
Влажность окружающего воздуха при температуре 25°С не более, %	90	95
Атмосферное давление, кПа (мм рт.ст)	70...106,7 (537...800)	70...106,7 (537...800)
Транспортная тряска	-	80±120 ударов в минуту с максимальным ускорением 30 м/с ² ; продолжительность воздействия 1 час

4.4 Техническое обслуживание

Техническое обслуживание анализатора состоит в проведении контроля функционирования анализатора перед каждым его применением.

Непрохождение анализатором контроля функционирования является основанием для предъявления рекламации и обращения на предприятие-изготовитель анализатора для выполнения ремонта.

4.5 Контроль функционирования и поверка

Контроль функционирования анализатора производится перед каждым его применением согласно раздела "Опробование" методики поверки 4221-009-11438828-03МП.

Анализатор подвергается первичной и периодическим поверкам в соответствии с методикой поверки 4221-009-11438828-03МП.

4.6 Ремонт

Ремонт анализатора осуществляется предприятием-изготовителем. Адрес предприятия-изготовителя приведен в соответствующем разделе формуляра 4221-009-11438828-03ФО.

4.7 Комплектность

Комплектность анализатора определяется соответствующим разделом формуляра 4221-009-11438828-03ФО.

4.8 Возможности подключения к объекту измерений

Для подключения анализатора к объекту измерений следует использовать только комплектные соединительные кабели и принадлежности.

Внимание! Применение соединительных кабелей, не входящих в комплект анализатора, категорически не рекомендуется.

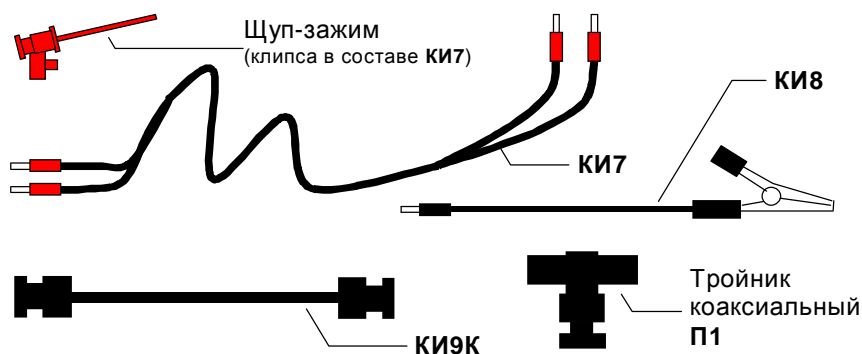


Рис. 7 Соединительные кабели и принадлежности

Подключение анализатора к объекту измерений осуществляется со стороны панели подключения (см. главу 2.3). Подключение производится посредством соединительного кабеля КИ7 со штеккерами типа "банан" или посредством соединительного кабеля КИ9К с разъемом типа BNC.

Подключение анализатора к двухпроводной линии производится с помощью кабеля КИ7 (штекеры типа "банан") или кабеля КИ9К (разъем типа BNC), присоединяемых к гнездам **RTx**.

При подключении к четырехпроводной линии (каналу) генераторная пара (вход канала) подключается к гнездам к **Tx**, а измерительная пара (выход канала) - к **RTx**.

При измерении затухания асимметрии необходимо задействовать кабель КИ7, соединив им два левых гнезда трехполюсной розетки **RTx** с балансными цепями измеряемого объекта. Кроме этого необходимо проводом КИ8 соединить третье гнездо трехполюсной розетки **RTx** и общую точку измеряемого объекта (экран кабеля, точка сигнального нуля оборудования).

Для удобства выполнения подключений могут быть использованы:

- щупы-зажимы (клипсы), соединяемые с штырями кабеля КИ7 и
- коаксиальные тройники П1, соединяемые с разъемами кабеля КИ9К.

4.9 Программное обеспечение и особенности управления анализатором

Программное обеспечение анализатора реализует все его свойства по управлению, формированию измерительных сигналов, измерению параметров и характеристик, их оперативному представлению и протоколированию.

Состав и возможности программного обеспечения детально описаны в соответствующих частях руководства по эксплуатации. В настоящем разделе будут описаны особенности управления анализатором.

Анализатор обеспечивает формирование периодических измерительных сигналов (SIN, SIN2, МЧС, ПСС)⁵, указанных в п.3.1.

Измерение параметров и характеристик объектов измерения осуществляется путем измерения искажений этих же измерительных сигналов. При этом анализатор автоматически осуществляет распознавание типа измерительного сигнала.

Для измерения протяженных объектов в удаленной точке может быть установлен ведомый анализатор, управляемый ведущим анализатором. Для передачи команд управления в этом случае применяется измеряемая линия (канал) связи. Ведущий анализатор обеспечивает установление соединения с ведомым, конфигурирование ведомого (задание параметров генератора и активация генератора, задание параметров измерителя), запрос и прием результатов измерения. Для управления удаленным анализатором применяются описанные выше сигналы (см. п.3.2).

4.9.1 Выбор режима анализатора - общие настройки

Анализатор может функционировать в двух основных режимах:

- счет случайных событий и
- прецизионный анализ.

Прецизионный анализ⁶ – в этом режиме:

- **ЦСП анализатора** (см. п.2.2) накапливает в быстродействующей оперативной памяти массив данных, поступающих от АЦП (16 разрядов) и соответствующих волновой форме сигнала на измерительном входе анализатора;
 - o длина массива данных АЦП может быть выбрана из следующего ряда значений **Нацп={2048, 4096, 8128, 16384, 32768}**,
 - o массив данных АЦП передается в компьютер для последующей обработки;
- **компьютер** анализатора осуществляет **преобразование Фурье** массива АЦП, в результате чего обеспечивается представление входного сигнала в спектральной форме:
 - o величина разрешения представления спектра определяется по формуле **Разрешение спектра, кГц = (2,5 x Fmax, кГц) / Нацп**, где **Fmax, кГц** – максимальная частота установленного рабочего диапазона частот,
 - o на основе представления спектра с заданным разрешением определяются измеряемые параметры (уровни, затухание, частота, защищенность и т.д.);
- **уменьшение Разрешения спектра**⁷ сопровождается повышением избирательности, что позволяет:
 - o получить более детальное представление спектра за счет увеличения количества спектральных линий,
 - o уменьшить эффективную полосу селекции при селективном измерении уровня,
 - o уменьшить погрешность измерения уровня гармонических составляющих сигналов,
 - o уменьшить погрешность измерения частотных характеристик,
 - o уменьшить погрешность измерения частоты и погрешность измерения изменения частоты в канале связи.
- **анализатор не выполняет счет случайных событий.**

Счет случайных событий⁸ – в этом режиме (детальнее см. п.4.9.9):

- **ЦСП анализатора** выполняет:
 - o обработку сигнала на основе накопления и преобразования по Фурье данных АЦП (16 разрядов) с длиной буфера равной 1024 слова, при этом **выполняется анализ и счет случайных событий**, что выражается в измерении на заданном временном интервале объединения:

⁵ Дополнительно анализатор способен формировать шумовой сигнал (ШУМ), который может быть применен, например, при испытаниях оконечного оборудования.

⁶ Режим прецизионного анализа обеспечивается только для анализатора, функционирующего под управлением ПК.

⁷ Увеличение количества спектральных линий (то есть уменьшение разрешения спектра) сопровождается увеличением интервала времени между моментами представления результатов измерений до 3...5 с. По этой причине рекомендуется устанавливать малое разрешение спектра только тогда, когда это действительно необходимо.

⁸ Анализатор в автономном режиме функционирует только в режиме счета случайных событий.

- § минимального уровня сигнала SIN (перерывы связи),
- § максимального уровня шума при анализе сигналов SIN и ШУМ (всплески шума),
- § минимальной защищенности при анализе сигналов SIN и МЧС;
- передачу в компьютер данных анализа случайных событий;
- накопление и передачу в компьютер массива данных АЦП с минимальной длиной $N_{aцп}=2048$;
- **компьютер** анализатора:
 - на основе данных анализа случайных событий ведет счет случайных событий на интервале времени, определяемом нормой таймера анализа случайных событий,
 - представляет данные анализа и счета случайных событий,
 - осуществляет преобразование Фурье массива АЦП и на основе представления спектра с разрешением, определяемым минимальной длиной массива данных АЦП (то есть при минимальном количестве спектральных линий), рассчитывает и представляет параметры входного сигнала (уровни, затухание, частота, защищенность и т.д.).

4.9.2 Настройка генератора - задание уровня

Уровень формируемых анализатором измерительных сигналов (SIN, SIN2, МЧС, ПСС, ШУМ) задается относительно опорного уровня **Lген,дБм0**, величина которого определяется и задается в форме настройки генератора в зависимости от измерительной задачи.

Величина фактического уровня (в дБм⁹) на выходе анализатора **Lген,дБм=Lген,дБм0+Lген,дБм0¹⁰** определяется для заданной нагрузки **Rген,Ом**, причем может быть выбран согласованный или низкоомный режим подключения генератора:

- **при согласованном** подключении генератора:
 - фактическая величина собственного сопротивления генератора может быть выбрана из предопределенного ряда значений {75, 100, 120, 135, 150, 600} Ом,
 - уровень выходного сигнала в нагрузке соответствует заданному значению **Lген,дБм** только тогда, когда сопротивление нагрузки в точности равно заданному значению **Rген,Ом**, выбранному равным собственному сопротивлению генератора;
- **при низкоомном** подключении генератора¹¹:
 - собственное сопротивление генератора не превышает величины 5 Ом,
 - уровень выходного сигнала в нагрузке соответствует заданному значению **Lген,дБм** тогда, когда сопротивление нагрузки равно заданному значению **Rген,Ом**, которое в этом случае может быть выбрано в пределах 30...1500 Ом.

4.9.3 Настройка измерителя - автоматическое распознавание измерительных сигналов

Анализатор автоматически распознает измерительный сигнал, определяя тип фактически присутствующего на входе измерителя сигнала. Сигнал (SIN, SIN2, МЧС, ПСС) распознается только в том случае, если его уровень и защищенность в заданном **Диапазоне частот анализа, кГц**¹² превышают заданные в форме настройки измерителя параметры настройки:

- **Минимальный уровень сигнала, дБм0** и
- **Минимальная защищенность сигнала, дБ.**

В противном случае тип сигнала распознается как ШУМ¹³.

4.9.4 Настройка измерителя - измерение уровня

Уровень **Lизм,дБм0** измеряемых анализатором сигналов или шума, а так же селективно измеренный уровень определяется относительно опорного уровня **Lизм,дБм0**, задаваемого в форме настройки измерителя в зависимости от измерительной задачи.

⁹ Исчисляемый в дБм уровень определяется в децибелах относительно мощности равной 1 мВт, то есть: $P, дБм = 10 \times \lg(P, мВт / 1 мВт)$, где $P, мВт = 1000 \times U, В^2 / R, Ом$, $U, В$ – среднеквадратичное значение напряжения (Вольт) на активной нагрузке $R, Ом$ (Ом).

¹⁰ Если опорный уровень задан равным 0 дБм0, то заданный (или измеренный) в дБм0 уровень равен уровню в дБм.

¹¹ Низкоомный режим действителен только для способов подключения 2_Г_симм и 4_Г_И_симм

¹² Сигнал ПСС является исключением – он распознается независимо от заданной полосы анализа.

¹³ Задание величины Минимального уровня сигнала заведомо выше ожидаемого значения входного уровня блокирует алгоритм распознавания, то есть сигнал всегда будет распознан как ШУМ.

Величина фактического уровня (в дБм) на выходе анализатора $L_{изм,дБм} = L_{изм,дБм0} + R_{изм,Ом}$ определяется для заданной нагрузки $R_{изм,Ом}$, причем может быть выбран согласованный или высокоомный режим подключения измерителя:

- при **согласованном** подключении измерителя:
 - o фактическая величина собственного сопротивления измерителя может быть выбрана из предопределенного ряда {75, 100, 120, 135, 150, 600} Ом,
 - o уровень входного сигнала $L_{изм,дБм}$ определяется для нагрузки, образованной измерительным входом анализатора;
- при **высокоомном** подключении измерителя¹⁴:
 - o собственное сопротивление измерителя составляет не менее 20 кОм,
 - o измеренный уровень входного сигнала $L_{изм,дБм}$ определяется для нагрузки, подключенной параллельно входу анализатора, и соответствует истинному значению тогда, когда сопротивление нагрузки равно заданному значению $R_{изм,Ом}$, которое в этом случае может быть выбрано в пределах 30...1500 Ом.

4.9.5 Настройка измерителя - особенности селективного измерения уровня

Анализатор производит распознавание типа измерительного сигнала и определяет параметры и характеристики только в **Диапазоне частот анализа, кГц** задаваемом в форме настройки измерителя. Диапазон частот анализа может быть определен любым из двух возможных способов:

- заданием **начальной и конечной частот** диапазона или
- заданием **центральной частоты и ширины полосы селекции**.

При выполнении **селективного измерения уровня в значимой полосе частот** (например, в полосе с шириной 4 кГц при установленном диапазоне рабочих частот до 1024 кГц) рекомендуется произвести следующие установки в форме настройки измерителя:

- Минимальный уровень сигнала, дБм0 = максимально возможное значение,
- Минимальная защищенность сигнала, дБ = максимально возможное значение.

При указанных настройках независимо от фактического типа входного сигнала анализатор будет распознавать его как ШУМ. Отсчет показаний следует производить по параметру **Шум, дБм0** измеряемого сигнала ШУМ.

При выполнении **селективного измерения уровня в минимально возможной полосе частот** ширина полосы селекции может быть формально задана равной 0 кГц. При этом фактическая ширина полосы определяется установленным разрешением спектра (см. п.4.9.1). Рекомендуются следующие установки в форме настройки измерителя:

- Минимальный уровень сигнала, дБм0 = минимально возможное значение,
- Минимальная защищенность сигнала, дБ - не принимается во внимание при заданной равной 0 кГц полосе селекции.

Приведенные настройки всегда обеспечат распознавание входного сигнала как гармонического. Отсчет показаний следует производить по параметру **Сигнал, дБм0** измеряемого сигнала SIN.

4.9.6 Настройка измерителя - измерение взвешенных уровней

Измерение взвешенных уровней обеспечивается заданием частотной характеристики взвешивающего фильтра, в качестве которого может быть выбран, например, псофометрический фильтр. Частотная характеристика взвешивания задается по точкам, сохраняется как файл и используется путем объявления ее имени в форме настройки измерителя. Отсчет показаний производится по параметру **Взв.Шум, дБм0** при измерении сигнала SIN или ШУМ'a. Кроме того для SIN может быть получено соотношение **Сиг/взв.шум, дБ**.

4.9.7 Настройка измерителя - измерение частотных характеристик передачи

Измерение частотных характеристик передачи объекта (четырёхполюсника) осуществляется с применением сигнала МЧС. При этом определяются частотные характеристики затухания, группового времени прохождения, защищенности и максимально возможной теоретической удельной скорости передачи. При измерении частотных характеристик по МЧС следует устанавливать равными:

- полосу частот сигнала МЧС, формируемого генератором (возможно удаленным) и
- полосу частот анализа, определяемую заданием диапазона частот анализа измерителя.

¹⁴ **Высокоомный режим** действителен только для способов подключения **2_И_симм** и **4_Г_И_симм**, а так же автоматически устанавливается при подключениях **2_Г_И_симм** и **2_Г_И_коакс**, при которых нагрузкой измерителя является собственное сопротивление параллельно подключенного генератора.

АЧХ, дБ - частотная характеристика затухания. Определяется по измеренным значениям уровня гармоник МЧС и может быть построена одним из трех способов, определенном в форме настройки измерителя:

- относительно **Опорного уровня** – в этом случае затухание каждой гармоники МЧС определяется следующим образом:
 - o предполагается, что на стороне генератора уровень МЧС задан равным 0 дБМ0, а задание фактически необходимого уровня осуществляется установкой соответствующего значения опорного уровня генератора,
 - o уровни всех генерируемых гармоник МЧС равны и уровень каждой *i*-й гармоники МЧС определяется формулой: $L_{\text{ген МЧС } i, \text{дБМ0}} = L_{\text{ген МЧС, дБМ0}} - 10 \times \lg(N)$, где $L_{\text{ген МЧС, дБМ0}}$ – заданный уровень МЧС на стороне генератора;
 - o уровни гармоник МЧС $L_{\text{изм МЧС } i, \text{дБМ0}}$ определяются на стороне измерителя в полосе частот анализа относительно опорного уровня измерителя¹⁵;
 - o затухание относительно опорного уровня определяется для каждой *i*-й гармоники МЧС как разность уровней $L_{\text{ген МЧС } i, \text{дБМ0}} - L_{\text{изм МЧС } i, \text{дБМ0}}$;
- относительно **Минимального затухания** – в этом случае в диапазоне частот анализа определяются минимальное затухание и соответствующая частота; АЧХ пересчитывается так, чтобы на частоте минимального затухания значение АЧХ равнялось бы нулю;
- относительно **Затухания на опорной частоте** – в этом случае АЧХ вычисляется так, чтобы на заданной опорной частоте значение затухания было бы равно нулю.

ГВП, мкс - частотная характеристика группового времени прохождения определяется как производная по круговой частоте частотной характеристики начальной фазы гармоник МЧС. ГВП может быть построена одним из двух способов, определенном в форме настройки измерителя:

- относительно **Минимального времени прохождения** – в этом случае в диапазоне частот анализа определяются минимальное время прохождения и частота минимального времени прохождения, после чего характеристика ГВП пересчитывается так, чтобы на частоте минимального времени прохождения значение ГВП было бы равно нулю;
- относительно **Времени прохождения на опорной частоте** – ГВП пересчитывается так, чтобы на заданной опорной частоте значение ГВП равнялось бы нулю.

С/Ш, дБ - частотная характеристика защищенности - зависимость от частоты защищенности каждой гармоники сигнала МЧС, определяемой соотношением уровней гармоники МЧС и суммарного уровня помех в частотном интервале от этой гармоники до следующей.

бит - частотная характеристика максимально возможной теоретической удельной скорости передачи (бит/Гц)¹⁶; в каждой точке частотного диапазона удельная скорость вычисляется по формуле Шеннона $\text{бит} = \log_2(10^{(\text{С/Ш, дБ}/10)} + 1)$; при этом учитываются следующие ограничения:

- простое ограничение характеристики удельной скорости нормой сверху (см. п.4.9.12); это позволяет точно имитировать возможности конкретного оконечного оборудования в задачах определения скоростного потенциала цифровой линии,
- ограничение частотной характеристики удельной скорости частотной характеристикой рабочего затухания, нормированной, в свою очередь, нормой сверху; эта возможность позволяет введением нормы максимально допустимого затухания имитировать влияние ограниченной чувствительности приемников на скоростной потенциал цифровой линии.

4.9.8 Настройка измерителя - измерение частотных характеристик импеданса

Измерение частотных характеристик полного сопротивления (импеданса) выполняется только в режиме подключения **2_Г_И_симм** (см. п.2.3) при включении генератора **МЧС**. При этом:

- полоса частот анализа автоматически устанавливается равной полосе МЧС и
- определяются частотные характеристики:
 - o активной (**R, Ом**) и реактивной (**X, Ом**) составляющих полного сопротивления,
 - o модуля (**Z, Ом = $\sqrt{R^2 + X^2}$**) и фазы (**Ф, град = $\arctg(X / R)$**) - угол между векторами напряжения и тока на клеммах измеряемого объекта) полного сопротивления,
 - o коэффициента (**Кнс, %**) и (**Анс, дБ**) затухания несогласованности,
 - o эффективной электрической емкости (**C, нФ**).

Измеритель импеданса откалиброван на предприятии-изготовителе. Результаты калибровки сохраняются в энергонезависимой памяти анализатора, что позволяет применять анализатор для измерения частотных характеристик импеданса объектов связи. При этом метрологические

¹⁵ Учет диаграммы уровней канала связи может быть осуществлен установкой соответствующих значений опорных уровней генератора и измерителя.

¹⁶ Скоростной потенциал цифровой линии определяется интегрированием частотной характеристики удельной скорости в диапазоне частот передачи.

характеристики измерителя импеданса (см. п.3.4) обеспечиваются непосредственно на разъеме RТх анализатора и не учитывают параметры элементов коммутации.

Компенсация фактических значений сопротивления, емкости и индуктивности элементов коммутации осуществляется при оперативной автоматической калибровке измерителя импеданса.

Последовательность действий оператора и ход оперативной автоматической калибровки измерителя импеданса	
Установить необходимый диапазон рабочих частот и режим подключения 2_Г_И_смм	
Подключить к анализатору коммутационные элементы ¹⁷	
Обеспечить холостой ход (XX) на концах соединительных проводов	
Настроить параметры и включить генератор МЧС	Анализатор, распознав МЧС и обнаружив на концах соединительных проводов XX ¹⁸ , перейдет в режим калибровки измерителя импеданса в режиме XX ¹⁹ , что будет отражено в соответствующем окне
	Выполнив калибровку в режиме XX, анализатор в соответствующем окне запросит установку короткого замыкания (КЗ) на концах соединительных проводов
Обеспечить режим КЗ на концах соединителей	Анализатор, обнаружив на концах соединительных проводов КЗ, перейдет в режим калибровки измерителя импеданса в режиме КЗ ²⁰ , что будет отражено в соответствующем окне
	Выполнив калибровку в режиме КЗ, анализатор в соответствующем окне сообщит об успешном завершении калибровки ²¹ и перейдет в режим измерения импеданса
Подключить концы соединительных проводов к измеряемому объекту. Настроить режим индикации, протоколирования и нормирования измеряемых параметров и характеристик. Считывать и протоколировать показания.	

4.9.9 Счет случайных событий – особенности организации и настройки

Анализатор обеспечивает анализ и счет случайных событий с использованием гармонического (SIN) и многочастотного (МЧС) измерительных сигналов, а так же при измерении шума (ШУМ). При выполнении анализа случайных событий ЦСП анализатора (см. п.2.2) постоянно обрабатывает входной сигнал в заданной полосе частот анализа, определяя уровень сигнала (SIN), уровень шума (SIN и ШУМ) и защищенность (SIN и МЧС) следующим образом:

- **интервал объединения случайных событий**²² разбивается на множество подинтервалов с длительностью равной **DTсч, мс**;
- длительность подинтервала **DTсч, мс** определяется формулой $DTсч, мс = 1024 / (2,5 \times Fmax, кГц)$, где **Fmax, кГц** – максимальная частота установленного рабочего диапазона частот;
- на каждом подинтервале **DTсч, мс** выполняется измерение:
 - o среднеквадратичного уровня сигнала:
 - § для SIN учитывается уровень мощности в узкой полосе с центральной частотой равной частоте гармонического сигнала,
 - o среднеквадратичного уровня шума:

¹⁷ Суммарное сопротивление элементов коммутации не должно превышать 5 Ом; суммарная емкость элементов коммутации не должна превышать 300 пФ (для контроля емкости и сопротивления элементов коммутации может быть использован анализатор А-7).

¹⁸ Если XX не будет обнаружен в течении 4...12 с, то анализатор перейдет в режим измерения импеданса и заблокирует возможность автоматической калибровки измерителя импеданса.

¹⁹ В процессе калибровки по XX определяются и компенсируются емкость коммутационных элементов и учитываются неидеальность амплитудно- и фазочастотных характеристик генератора и измерителя.

²⁰ В процессе калибровки в КЗ определяются и компенсируются сопротивление и индуктивность коммутационных элементов.

²¹ Калибровка может быть выполнена и в ином порядке: сначала - КЗ, затем - XX. Результаты оперативной автоматической калибровки измерителя импеданса не сохраняются в энергонезависимой памяти анализатора.

²² Величина интервала объединения случайных событий задается в форме настройки измерителя.

- § для SIN уровень шума определяется в заданной полосе частот анализа с подавлением гармонического сигнала на его частоте,
- § для ШУМ уровень шума определяется в заданной полосе частот анализа,
- защищенности сигнала:
 - § для SIN защищенность определяется разностью среднеквадратичных уровней сигнала и шума,
 - § для МЧС определяется защищенность каждой гармоники и учитывается наихудшая;
- на каждом **интервале объединения случайных событий** проводится мониторинг, который заключается в определении на интервале объединения:
 - минимального уровня сигнала **Мин.Сигн.,дБм0** (для SIN),
 - максимального уровня шума **Макс.Шум,дБм0** (для SIN и ШУМ),
 - минимальной защищенности **Мин.Сигн/шум,дБ** (для SIN и МЧС);
- значения **Мин.Сигн.,дБм0**, **Макс.Шум,дБм0** и **Мин.Сигн/шум,дБ** сопоставляются с нормами (порогами), по результатам сопоставления считаются факты нарушения порогов и определяется процент интервалов объединения²³, испорченных всплесками шума, перерывами связи или снижениями защищенности.

Для активации анализа и счета случайных событий следует:

- установить режим счета случайных событий анализатора (см. п.4.9.1),
- настроить параметры измеряемого сигнала:
 - следует выбрать индицируемые параметры и задать для них нормативы,
 - причем анализ случайных событий активируется только при установленном флаге индикации таймера случайных событий «Таймер,с» соответствующего измерительного сигнала при обязательном указании для него нормы снизу (Мин);
- обеспечить работу измерителя, для чего следует:
 - установить параметры распознавания измерительного сигнала (см. п.4.9.3),
 - подать на вход RTx один из названных выше сигналов,
 - причем анализ случайных событий с применением гармонического сигнала (SIN) производится только при дискретных²⁴ значениях частоты сигнала, определяемых формулой²⁵ $F_{sin,кГц} = (2,5 \times F_{max,кГц}) / 1024 \times (K \pm 0,005)$, где **K** – целое в диапазоне **2...409**.

Максимальная частота установленного рабочего диапазона частот Fmax, кГц	Шаг измерения уровней и защищенности при анализе и счете случайных событий DTсч, мс	Допустимые значения частоты гармонического сигнала (SIN) при анализе и счете случайных событий Fsin, кГц		
		Диапазон дискретных значений, кГц		Допустимое отклонение от дискретного значения, ±кГц
		Границы диапазона	Шаг в диапазоне	
4	102,4	0,01953.....3,99414	0,00977	0,0000488
8	51,2	0,03906.....7,98828	0,01953	0,0000977
16	25,6	0,07812.....15,97656	0,03906	0,0001953
32	12,8	0,15625.....31,95313	0,07813	0,0003906
64	6,4	0,31250.....63,90625	0,15625	0,0007813
128	3,2	0,62500.....127,81250	0,31250	0,0015625
256	1,6	1,25000.....255,62500	0,62500	0,0031250
512	0,8	2,50000.....511,25000	1,25000	0,0062500
1024	0,4	5,00000...1022,50000	2,50000	0,0125000
2048	0,2	10,00000...2045,00000	5,00000	0,0250000
4096	0,1	20,00000...4090,00000	10,00000	0,0500000

Настройка параметров измеряемого сигнала при счете случайных событий заключается в следующем:

²³ При задании величины интервала объединения случайных событий равной 1 с будет определен «Процент секунд», испорченных всплесками шума, перерывами или снижением защищенности.

²⁴ В режиме счета случайных событий генератор анализатора формирует гармонический сигнал (SIN), частота которого точно соответствуют значениям указанного дискретного ряда

²⁵ В режимах подключения 2_И_коакс, 2_Г_И_коакс, 4_Г_И_коакс частота $F_{sin,кГц} > 30$ кГц.

- для **ШУМ**'а счет случайных событий состоит в анализе всплесков шума - анализатор постоянно измеряет уровень шума в заданной полосе анализа и представляет максимальный шум в конце каждого истекшего интервала объединения; настройка счета при этом состоит в следующем²⁶:
 - **Таймер,с** **обязательно**²⁷ установить минимально допустимое значение (норма снизу); это значение будет использовано в качестве нормированного интервала анализа и счета случайных событий:
 - § до истечения интервала счета будет осуществляться получение, представление и анализ максимального уровня шума на интервале объединения;
 - § по достижении таймером нормы анализ случайных событий будет остановлен;
 - **Макс.Шум,дБм0** установить максимально допустимое значение (норма сверху); значение нормы будет использовано в качестве порога по уровню; превышение максимальным уровнем шума порога будет учитываться при счете всплесков шума и при расчете процента интервалов объединения, испорченных всплесками шума;
 - **Макс.Шум, событий** установить максимально допустимое значение (норма сверху); это значение будет использовано в качестве порога, превышение которого к моменту истечения интервала счета случайных событий будет представлено как факт несоответствия измеренного объекта норме по всплескам шума;
 - **Макс.Шум,%** установить максимально допустимое значение (норма сверху); это значение будет использовано в качестве порога, превышение которого к моменту истечения интервала счета случайных событий будет представлено как факт несоответствия измеренного объекта норме по всплескам шума;
- для **МЧС** счет случайных событий состоит в анализе снижений защищенности гармоник МЧС в заданной полосе частот анализа; при анализе по МЧС постоянно измеряется защищенность каждой гармоники МЧС и представляется минимальная защищенность гармоники и ее частота в конце каждого истекшего интервала объединения; настройка счета при этом состоит в следующем²⁸:
 - **Таймер,с** **обязательно** установить минимально допустимое значение (норма снизу);
 - **Мин.Сигн/шум,дБ** установить минимально допустимое значение (норма снизу); значение нормы будет использовано в качестве порога по защищенности; снижение защищенности ниже порога будет учитываться при счете событий снижения защищенности и при расчете процента интервалов объединения, испорченных снижением защищенности;
 - **Мин.Сигн/шум,событий** установить макс. допустимое значение (норма сверху);
 - **Мин.Сигн/шум,%** установить макс. допустимое значение (норма сверху);
- для **SIN** при счете случайных событий анализируется и максимальный уровень шума в заданной полосе анализа (всплески шума), и минимальный уровень гармонического сигнала (перерывы связи), и снижение защищенности гармонического сигнала. Анализатор при таком анализе постоянно измеряет и представляет эти параметры в конце каждого истекшего интервала объединения; настройка счета заключается в следующем:
 - **Таймер,с** **обязательно** установить минимально допустимое значение (норма снизу);
 - **Мин.Сигн.,дБм0** установить минимально допустимое значение (норма снизу); это значение будет использовано в качестве порога

²⁶ Полные наименования и описания параметров приведены в Приложении 1.

²⁷ Если норма для таймера не установлена, то анализ и счет случайных событий не выполняется.

²⁸ Описания параметров настройки для МЧС и SIN аналогичны параметрам для ШУМ'а и поэтому будут даны в сокращенной форме.

- **Мин.Сигн.,событий** счета перерывов связи; снижение уровня сигнала ниже порога будет учитываться при счете событий снижения уровня сигнала и при расчете процента интервалов объединения, испорченных снижением сигнала;
- **Мин.Сигн.,%** установить макс. допустимое значение (норма сверху);
- **Макс.Шум,дБм0** установить макс. допустимое значение (норма сверху); установить максимально допустимое значение (норма сверху); это значение будет использовано в качестве порога счета всплесков шума; превышение уровня шума выше порога будет учитываться при счете событий всплесков шума и при расчете процента интервалов объединения, испорченных всплесками шума;
- **Макс.Шум,событий** установить макс. допустимое значение (норма сверху);
- **Макс.Шум,%** установить макс. допустимое значение (норма сверху);
- **Мин.Сигн/шум,дБ** установить минимально допустимое значение (норма снизу); значение нормы будет использовано в качестве порога по защищенности; снижение защищенности ниже порога будет учитываться при счете событий снижения защищенности и при расчете процента интервалов объединения, испорченных снижением защищенности;
- **Мин.Сигн/шум,событий** установить макс. допустимое значение (норма сверху);
- **Мин.Сигн/шум,%** установить макс. допустимое значение (норма сверху).

4.9.10 Использование сигнала ПСС – рефлектометрия и АЧХ по отраженному сигналу

Псевдослучайный сигнал (ПСС) применяется в следующих задачах²⁹:

- режимы подключения анализатора **двухпроводные** - 2_Г_И_симм или 2_Г_И_коакс:
 - определение дефектов кабелей по отраженному сигналу:
 - § результаты представляются на рефлектограммах в зависимости от расстояния до неоднородности, которое определяется задержкой отраженного сигнала и заданной в форме настройки измерителя **половиной скорости** распространения электромагнитной волны в кабеле;
 - построение частотной характеристики передачи (АЧХ, дБ) по отражению от конца:
 - § на удаленном конце кабеля должен быть обеспечен **холостой ход (XX)**,
 - § АЧХ определяется как половина разности спектров мощности переданного и отраженного от XX сигналов³⁰;
- режимы подключения **четырёхпроводные** - 4_Г_И_симм или 4_Г_И_коакс:
 - определение времени прохождения сигнала в линии (канале, тракте) связи:
 - § дополнительно представляются рефлектограммы, по оси абсцисс которых отложено расстояние, определяемое задержкой сигнала и заданной **скоростью** распространения волны;
 - определение расстояния до места явного перехода (NEXT) сигнала с пары на пару в многопарном кабеле:
 - § оси абсцисс рефлектограмм градуируются в единицах расстояния до места явного перехода, определяемого задержкой сигнала и заданной **половиной скорости** распространения волны в кабеле.

4.9.11 Фазограммы селективных и взвешенных помех – основное назначение

При распознавании входного сигнала как ШУМ'а анализатор в режиме прецизионного анализа (см. п.4.9.1) может представить фазограммы³¹, то есть зависимости селективного уровня,

²⁹ Подробности применения сигнала ПСС приведены в частях руководства, касающихся измерения кабелей.

³⁰ Если измеряемый кабель существенно неоднородный, то отражения от неоднородностей могут быть ложно восприняты как отражения от XX на конце кабеля. По этой причине при определении частотной характеристики кабеля в рефлектометрическом режиме (по ПСС) следует дополнительно убедиться в том, что отражение от конца кабеля носит характер отражения от XX (импульс отражения положительный), превосходит по величине все прочие положительные импульсы, находится именно на удалении, соответствующем заранее приблизительно известной длине кабеля.

³¹ Описание условий выполнения построения фазограмм представлены в части руководства по эксплуатации, посвященной описанию СПО для персонального компьютера.

измеренного в заданной полосе частот анализа, или взвешенного уровня от фазы сигнала опорной частоты, заданной в форме настройки измерителя.

Основным назначением фазограмм является выяснение наличия или отсутствия зависимости уровня помех в заданной полосе частот от фазы частоты промышленной сети (0,050 кГц).

Синхронизирующий сигнал опорной частоты должен находиться в спектре сигнала, поданного на входной разъем (RTx) анализатора. Это должно быть обеспечено внешними по отношению к анализатору аппаратными средствами³².

4.9.12 Нормирование измеряемых параметров и характеристик

Нормирование результатов измерений осуществляется заданием норм снизу и сверху:

- для измеренных значений параметров («Частота,кГц», «Сигнал,дБм0», «Сигн/Шум,дБ»,...) задаются числовые значения норм, которые используются следующим образом:
 - o если **Параметр>Норма_сверху** или **Параметр<Норма_снизу**, то измеренное значение параметра не соответствует норме - «**Отметка соответ.**»=«**Ненорма**»,
 - o для исчисляемых в децибелах (дБ, дБм0) параметров величина **min((Норма_сверху - Параметр),(Параметр - Норма_снизу))** отображается как запас выполнения нормы - «**Запас**»;
- для измеренных значений характеристик («Сел.уровни,дБм0», «АЧХ,дБ», «ГВП,мкс»,...) в качестве норм задаются соответствующие маски³³, которые определяют нормы в табличной форме (например, частота-затухание) и используются следующим образом:
 - o если в области определения измеренных значений характеристики **Характеристика>Маска_сверху**³⁴ или **Характеристика<Маска_снизу**, то считается, что измеренная характеристика не соответствует норме и тогда:
 - § значение характеристики определяется равным «**Ненорма**»,
 - § значение параметра «**Отметка соответ.**»=«**Ненорма**»;
 - o для исчисляемых в децибелах (дБ, дБм0) характеристик во всей области определения аргумента измеренной характеристики рассчитывается величина **min((Маска_сверху - Характеристика),(Характеристика - Маска_снизу))**; эта величина отображается как запас выполнения нормы - «**Запас**»;
- среднее арифметическое величин запасов для группы одновременно измеряемых параметров и характеристик определяет значение параметра «**Качество,дБ**».

4.9.13 Особенности нормирования частотных характеристик затухания, защищенности и удельной скорости при определении скоростного потенциала линии

Скоростной потенциал **R_kbitps** линии (канала) определяется интегрированием удельной скорости по спектру в полосе частот передачи на основе измеренной частотной характеристики (ЧХ) защищенности **SNR_met_dB[F]** (**F** – частота) с учетом заданных норм ЧХ³⁵:

- норма сверху на ЧХ рабочего затухания - **A_dB_max[F]**,
- норма сверху на ЧХ удельной скорости - **R_bit_max[F]**,
- норма снизу на ЧХ защищенности - **SNR_dB_min[F]**.

Значение защищенности **SNR_dB**, применяемое для расчета ЧХ удельной скорости **R_bit[F]**, равно измеренному **SNR_met_dB[F]**, но не превышает величину **SNR_dB_max**, соответствующую максимально возможной удельной скорости **R_bit_max[F]**. При этом принимаются во внимание:

³² Подробности применения фазограмм и описание соответствующего дополнительного оборудования синхронизации приведены в части руководства по эксплуатации, описывающей применение анализатора при измерении оборудования и трактов ВЧ-связи по ВЛЭП.

³³ Маска задается в виде таблицы и определяет зависимость нормы от аргумента. В качестве аргумента выступает частота (кГц) для частотных характеристик и спектрограмм, расстояние (м) – для рефлектограмм, время (мкс) – для осциллограмм, угол (град.) – для фазограмм. Интерполяция таблицы – линейная первого порядка. Маски сохраняются как файлы. Имя файла может быть сформировано произвольным образом; рекомендуется отражать в имени файла источник нормы. Одна и та же маска может быть использована в качестве нормы снизу и/или нормы сверху.

³⁴ Исключение составляет частотная характеристика удельной скорости передачи (бит) - для характеристики удельной скорости норма сверху является и ограничением сверху.

³⁵ Если какая-либо из норм (или все) не задана, то и соответствующий ей учет не производится. В этом случае определяется максимально возможная скорость передачи без учета ограничений, накладываемых характеристиками реального оборудования цифрового уплотнения.

- ограничение приемника системы передачи по чувствительности, то есть максимальному преодолеваемому затуханию с сохранением возможности приема на максимальной скорости (учитывается измеренная ЧХ затухания - **A_met_dB[F]**) и
- неравномерность спектра сигнала передатчика (учитывается соответствующей коррекцией нормы ЧХ защищенности - **SNR_dB_min[F]**).

То есть:

```
for(F=F0, R_kbitps=0; F<=F1; F+=dF_kHz) // анализ в полосе частот F0...F1, dF_kHz=шаг МЧС
{SNR_dB=SNR_met_dB[F]; // защищенность для расчета скорости=измеренной
SNR_dB_max=10.*log10(pow(2.,R_bit_max[F])+1.); // защищен., соотв.макс.удельн.скорости
if(SNR_met_dB[F]<SNR_dB_min[F]) dB_SNR=SNR_dB_min[F]-SNR_met_dB[F]; // защищенность мала
if(A_met_dB[F] >A_dB_max[F]) dB_A =A_met_dB[F] -A_dB_max[F]; // затухание велико
if(dB_A>dB_SNR) SNR_dB_max=SNR_dB_max-dB_A; // меньшее зло (ограничение по защищенности
else SNR_dB_max=SNR_dB_max-dB_SNR; // или по затуханию) поглощается большим
if(SNR_dB>SNR_dB_max) SNR_dB=SNR_dB_max; // коррекция расчетной защищен. по ограничениям
R_bit[F]=3.32193*log10(pow(10.,SNR_dB/10.)+1.); // ф-ла Шеннона; 3.32193=1/log10(2.)
R_kbitps+=R_bit[F]*dF_kHz;} // интегрирование в полосе частот F0...F1 с шагом dF_kHz
```

Приложения

Приложение 1. Определяемые анализатором параметры и характеристики

Измерения по гармоническому сигналу (SIN)	
Обозначение	Описание
Качество,дБ	Показатель качества; определяется по формуле: $Q=(Q1+Q2+\dots+Qi+\dots+Qn)/n$, где: Qi – запас удовлетворения нормам i -го нормируемого параметра; $Qi=\min(Q_{\min_i}, Q_{\max_i})$ $Q_{\min_i}=(Pi-N_{\min_i})$ – запас удовлетворения норме снизу (Q_{\min_i} не учитывается, если нормирование снизу не задано) $Q_{\max_i}=(N_{\max_i}-Pi)$ - запас удовлетворения норме сверху (Q_{\max_i} не учитывается, если нормирование сверху не задано) Pi - измеренное значение i -го параметра N_{\min_i} - Норма_снизу N_{\max_i} - Норма_сверху
Отметка соответ.	Отметка соответствия всем заданным нормам
Частота,кГц	Частота гармонического сигнала
Сигнал,дБм0	Текущий уровень гармонического сигнала относительно заданного опорного уровня измерителя. Равен уровню в дБм при задании Опорный уровень,дБм0=0
Ср.уровень, дБм0	Средний уровень гармонического сигнала на текущем интервале измерения
СКО_уровня, дБ	Среднеквадратическое отклонение текущего уровня сигнала от среднего уровня
Затухание, дБ	Затухание гармонического сигнала относительно заданного опорного уровня измерителя: Затухание,дБ=-Сигнал,дБм0
Шум,дБм0	Уровень шума в полосе анализа с подавлением сигнала (шум с тоном). $\text{Шум,дБм0}=\text{Сигнал,дБм0}-\text{Сигн/шум,дБм0}$
Взв.шум,дБм0	Уровень взвешенного шума с подавлением сигнала (взвешенный шум с тоном). Вычисляется исходя из частотного спектра шума с взвешиванием по заданной характеристике взвешивания
Сигн/шум,дБ	Защищенность сигнала в полосе анализа - соотношение уровня гармонического сигнала и уровня шума в полосе анализа с подавлением сигнала
Сигн/взв.шум, дБ	Защищенность сигнала от взвешенных шумов - соотношение уровня сигнала и уровня взвешенного шума с подавлением сигнала
A2,дБ	Затухание 2-й гармоники относительно основной
A3,дБ	Затухание 3-й гармоники относительно основной
A23,дБ	Затухание суммарных гармонических искажений (затухание суммы 2-й и 3-й гармоник относительно основной)
K2,%	Коэффициент 2-й гармоники
K3,%	Коэффициент 3-й гармоники
K23,%	Коэффициент суммарных гармонических искажений

Таймер,с	Таймер отсчета времени анализа случайных событий при измерениях по гармоническому сигналу
Мин.Сигн., дБм0	Минимальное значение уровня сигнала на интервале объединения; минимально допустимое значение этого параметра - 'Мин.Сигн.,дБм0\Норма_снизу' - используется как порог анализа при подсчете 'Мин.Сигн.,событий' и 'Мин.Сигн.,%'
Мин.Сигн., событий	Счетчик фактов снижения минимального значения уровня сигнала 'Мин.Сигн.,дБм0' ниже порога 'Мин.Сигн.,дБм0\Норма_снизу' на интервале анализа 'Таймер,с'
Мин.Сигн.,%	Процент интервалов объединения со снижением минимального значения уровня сигнала 'Мин.Сигн.,дБм0' ниже порога 'Мин.Сигн.,дБм0\Норма_снизу'
Макс.Шум, дБм0	Максимальное значение уровня шума на интервале объединения; максимально допустимое значение этого параметра - 'Макс.Шум,дБм0\Норма_сверху' - используется как порог анализа при подсчете 'Макс.Шум,событий' и 'Макс.Шум,%'
Макс.Шум, событий	Счетчик фактов превышения максимальным значением уровня шума 'Макс.Шум,дБм0' порога 'Макс.Шум,дБм0\Норма_сверху' на интервале анализа 'Таймер,с'
Макс.Шум,%	Процент интервалов объединения с превышением максимальным значением уровня шума 'Макс.Шум,дБм0' порога 'Макс.Шум,дБм0\Норма_сверху'
Мин.Сигн/шум, дБ	Минимальное значение соотношения сигнал/шум на интервале объединения; минимально допустимое значение этого параметра - 'Мин.Сигн/шум,дБ\Норма_снизу' - используется как порог анализа при подсчете 'Мин.Сигн/шум,событий' и 'Мин.Сигн/шум,%'
Мин.Сигн/шум, событий	Счетчик фактов снижения минимального соотношения сигнал/шум 'Мин.Сигн/шум,дБ' ниже порога 'Мин.Сигн/шум,дБ\Норма_снизу' на интервале анализа 'Таймер,с'
Мин.Сигн/шум,%	Процент интервалов объединения со снижением минимального значения сигнал/шум 'Мин.Сигн/шум,дБ' ниже порога 'Мин.Сигн/шум,дБ\Норма_снизу'
Сел.уровни, дБм0	Диаграмма селективных уровней в диапазоне частот
Сел.взв.уровни, дБм0	Диаграмма селективных взвешенных уровней в диапазоне частот
Осциллограмма	Осциллограмма сигнала
АЧХ	Частотная характеристика затухания. Измеряется почастотно
АХ	Амплитудная характеристика. Определяется как зависимость разности уровней измеренного и генератора от уровня генератора, изменяющегося в заданных пределах

Измерения по двухчастотному сигналу (SIN2)	
Обозначение	Описание
Качество,дБ	Показатель качества. Определяется аналогично тому, как это описано для SIN
Отметка соответ.	Отметка соответствия всем заданным нормам
Частота1,кГц	Частота 1-й составляющей двухчастотного сигнала (f_1)
Частота2,кГц	Частота 2-й составляющей двухчастотного сигнала ($f_2, f_2 > f_1$)
Изм.частоты,Гц	Изменение частоты в канале связи по двухчастотному сигналу
Уровень1,дБм0	Уровень 1-й составляющей двухчастотного сигнала
Уровень2,дБм0	Уровень 2-й составляющей двухчастотного сигнала
Сигнал,дБм0	Уровень двухчастотного сигнала
Шум,дБм0	Уровень шума в полосе анализа с подавлением двухчастотного сигнала
Сигн/шум,дБ	Защищенность двухчастотного сигнала - соотношение суммарного уровня двухчастотного сигнала и уровня шума в полосе анализа с подавлением двухчастотного сигнала
A3,дБ	Затухание нелинейных искажений 3-го порядка. Определяется как разность селективно измеренных уровней: уровня двухчастотного сигнала с частотами F_1 и F_2 и уровня продукта на частоте ($2 \times F_1 - F_2$)
K3,%	Коэффициент нелинейных искажений 3-го порядка. Определяется отношением действующих значений селективно измеренных напряжений на частоте ($2 \times F_1 - F_2$) и двухчастотного сигнала с частотами F_1 и F_2
Сел.уровни,дБм0	Диаграмма селективных уровней в диапазоне частот
Сел.взв.уровни, дБм0	Диаграмма селективных взвешенных уровней в диапазоне частот
Осциллограмма	Осциллограмма сигнала

Измерения по многочастотному сигналу (МЧС)	
Обозначение	Описание
Качество,дБ	Показатель качества. Определяется аналогично тому, как это описано для SIN
Отметка соответ.	Отметка соответствия всем заданным нормам
Сигнал,дБм0	Суммарный уровень гармоник МЧС в полосе анализа
Шум,дБм0	Суммарный уровень шума в полосе анализа с подавлением гармоник МЧС
Сигн/шум,дБ	Защищенность МЧС в полосе анализа равная среднему арифметическому выраженных в дБ значений защищенности гармоник МЧС в полосе анализа
Скорость,кбит/с	Скоростной потенциал - возможная скорость передачи данных в заданной полосе частот анализа с учетом возможно заданных ограничений частотных характеристик нормами сверху (удельная скорость передачи, затухание) и нормой снизу (защищенность)
Макс.Затухание,дБ	Максимальное затухание гармоник МЧС в полосе анализа
Макс.Затухание,кГц	Частота гармоник МЧС с максимальным затуханием
Сопротивление,Ом	Входное электрическое сопротивление подключенной нагрузки
Таймер,с	Таймер отсчета времени анализа случайных событий при измерениях по МЧС
Мин.Сигн/шум, дБ	Минимальная защищенность гармоник МЧС в полосе анализа; минимально допустимое значение этого параметра - 'Мин.Сигн/шум,дБ\Норма_снизу' - используется как порог анализа при счете 'Мин.Сигн/шум,событий' и 'Мин.Сигн/шум,%'
Мин.Сигн/шум, кГц	Частота гармоник МЧС с минимальной защищенностью
Мин.Сигн/шум, событий	Счетчик фактов снижения минимального соотношения защищенности 'Мин.Сигн/шум,дБ' ниже порога 'Мин.Сигн/шум,дБ\Норма_снизу' на интервале анализа 'Таймер,с'
Мин.Сигн/шум,%	Процент интервалов объединения со снижением минимального значения защищенности 'Мин.Сигн/шум,дБ' ниже порога 'Мин.Сигн/шум,дБ\Норма_снизу'
АЧХ,дБ	Частотная характеристика затухания
ГВП,мкс	Частотная характеристика группового времени прохождения
С/Ш,дБ	Частотная характеристика защищенности (сигнал/шум)
Бит	Частотная характеристика удельной скорости передачи. Определяется частотной характеристикой защищенности; размерность бит/Гц
R,Ом	Частотная характеристика активной составляющей полного сопротивления подключенной нагрузки
X,Ом	Частотная характеристика реактивной составляющей полного сопротивления подключенной нагрузки
Z,Ом	Частотная характеристика модуля полного сопротивления подключенной нагрузки
Ф,град	Частотная характеристика фазового угла между напряжением и током в подключенной нагрузке
Кнс,%	Частотная характеристика затухания несогласованности: $K_{отр} = \frac{ R+jX-R_{изм} }{ R+jX+R_{изм} } \times 100\%$
Анс,дБ	Частотная характеристика затухания несогласованности: $A_{отр} = 20 \times \log_{10} \left(\frac{ R+jX+R_{изм} }{ R+jX-R_{изм} } \right)$
С,нФ	Частотная характеристика эффективной емкости подключенной нагрузки
Сел.уровни, дБм0	Диаграмма селективных уровней в диапазоне частот
Сел.взв.уровни, дБм0	Диаграмма селективных взвешенных уровней в диапазоне частот
Осциллограмма	Осциллограмма сигнала

Измерения по псевдослучайному сигналу (ПСС)	
Обозначение	Описание
Качество,дБ	Показатель качества. Определяется аналогично тому, как это описано для SIN
Отметка соответ.	Отметка соответствия всем заданным нормам
Сигнал,дБм0	Уровень псевдослучайного сигнала
Отражения, дБм0	Суммарный уровень отражений
Сигн/отражения, дБ	Защищенность псевдослучайного сигнала от отражений (сигнал/отражения)
Рефлектограмма, дБм0	Рефлектограмма уровней отраженных сигналов
Рефлектограмма, %	Рефлектограмма амплитуд отраженных сигналов относительно амплитуды основного сигнала
Сел.уровни,дБм0	Диаграмма селективных уровней в диапазоне частот
Сел.взв.уровни, дБм0	Диаграмма селективных взвешенных уровней в диапазоне частот
Осциллограмма	Осциллограмма сигнала
АЧХ	Частотная характеристика затухания. Определяется как разность спектров основного и отраженного от XX на конце кабеля сигналов

Измерения в отсутствие измерительного сигнала или при нераспознавании сигнала (ШУМ)	
Обозначение	Описание
Качество,дБ	Показатель качества. Определяется аналогично тому, как это описано для SIN
Отметка соответ.	Отметка соответствия всем заданным нормам
Шум,дБм0	Уровень шума (собственный шум канала связи)
Взв.шум,дБм0	Уровень взвешенного шума
Таймер,с	Таймер отсчета времени анализа случайных событий при измерении шума
Макс.Шум,дБм0	Максимальное значение уровня шума на интервале объединения; максимально допустимое значение этого параметра - 'Макс.Шум,дБм0\Норма_сверху' - используется как порог анализа при подсчете 'Макс.Шум,событий' и 'Макс.Шум,%'
Макс.Шум, событий	Счетчик фактов превышения максимальным значением уровня шума 'Макс.Шум,дБм0' порога 'Макс.Шум,дБм0\Норма_сверху' на интервале анализа 'Таймер,с'
Макс.Шум,%	Процент интервалов объединения с превышением максимальным значением уровня шума 'Макс.Шум,дБм0' порога 'Макс.Шум,дБм0\Норма_сверху'
Сел.уровни,дБм0	Диаграмма селективных уровней в диапазоне частот
Сел.взв.уровни, дБм0	Диаграмма селективных взвешенных уровней в диапазоне частот
Осциллограмма	Осциллограмма сигнала с возможностью наложения маски
Фазограмма(сел), дБм0	Селективный уровень как функция фазы сигнала опорной частоты
Фазограмма(взв), дБм0	Взвешенный уровень как функция фазы сигнала опорной частоты