
ООО "Аналитик-ТС"

Анализаторы систем передачи и кабелей связи



AnCom A-7

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

4221-009-11438828-17РЭ-7-1

Основные характеристики

Документ A7_307_re1_304 (июль 2017)



Содержание

1.	Назначение анализаторов	3
2.	Состав анализатора	4
2.1	Внешний вид и панель подключения анализатора	4
2.2	Устройство и принцип работы	5
2.3	Схемы подключения	5
2.4	Подключение анализатора	7
2.5	Возможности подключения к объектам измерений	8
2.6	Рабочий режим анализатора	9
2.7	Средства защиты цепей анализатора по току и напряжению	9
2.8	Электропитание и оперативная индикация состояния анализатора	10
2.8.1	Индикация состояния источника питания	10
2.8.2	Обслуживание встроенного аккумулятора	10
2.8.3	Индикация состояния анализатора	10
3.	Технические характеристики	11
3.1	Возможности измерений и управления	11
3.1.1	Измерительные сигналы, диапазоны частот, измеряемые параметры	11
3.1.2	Управление удаленным анализатором – команды, сигналы и диапазоны частот	12
3.2	Метрологические характеристики генератора анализаторов	13
3.2.1	Сопrotивление и асимметрия генератора	13
3.2.2	Собственные шумы генератора	13
3.2.3	Частота сигнала генератора	14
3.2.4	Уровень сигналов генератора	14
3.2.5	Защищенность сигнала генератора	14
3.3	Метрологические характеристики измерителя анализаторов	15
3.3.1	Сопrotивление и асимметрия измерителя	15
3.3.2	Измерение уровня шума	15
3.3.3	Измерение частоты	16
3.3.4	Селективное измерение уровня сигнала	16
3.3.5	Измерение защищенности от суммарных помех	16
3.3.6	Измерение защищенности от нелинейных искажений	17
3.3.7	Измерение защищенности от нелинейных искажений по двухчастотному сигналу	17
3.3.8	Избирательность при селективных измерениях	17
3.3.9	Динамический диапазон при селективных измерениях	17
3.3.10	Измерение импульсных шумов	18
3.3.11	Измерение изменения частоты	18
3.3.12	Измерение частотной характеристики защищенности от помех	18
3.3.13	Измерение частотной характеристики затухания (АЧХ)	18
3.3.14	Измерение частотной характеристики затухания асимметрии	19
3.3.15	Измерение частотной характеристики группового времени прохождения (ГВП)	19
3.3.16	Измерение частотной характеристики модуля полного сопротивления, его действительной и мнимой составляющих	19
3.3.17	Измерение частотной характеристики фазового угла полного сопротивления	19
3.3.18	Измерение частотной характеристики затухания несогласованности	20
3.3.19	Измерение электрического сопротивления	20
3.3.20	Измерение электрической емкости	20
3.3.21	Измерение индуктивности	20
3.3.22	Измерение 4-полюсников и кабелей методом XX-K3	21
3.3.23	Динамический диапазон рефлектометра	22
3.3.24	Измерение задержки и расстояния рефлектометром	22
3.3.25	Измерение задержки между сигналами на входах RTx (RTx 75) и SYNC	22
3.3.26	Измерение тангенса угла диэлектрических потерь	23
3.3.27	Измерение добротности	23
3.3.28	Измерение фазограмм уровня	23
3.3.29	Измерение хронограмм уровня	23
3.4	Характеристики программного обеспечения анализаторов	23
4.	Использование по назначению	24
4.1	Эксплуатационные ограничения при использовании, хранении, транспортировании	24
4.2	Техническое обслуживание	24
4.3	Контроль функционирования, поверка, ремонт, комплектность	24
4.4	Программное обеспечение и особенности управления анализатором	25
4.4.1	Выбор режима анализатора - общие настройки	25

4.4.2	Настройка генератора - задание уровня. Единицы измерений дБм, дБмо и дБм0	26
4.4.3	Настройка измерителя - автоматическое распознавание измерительных сигналов	27
4.4.4	Настройка измерителя - измерение уровня. Единицы измерений дБм, дБмо и дБм0	27
4.4.5	Настройка измерителя - селективное измерение уровня в заданной полосе	27
4.4.6	Настройка измерителя - селективное измерение уровня в минимальной полосе.....	28
4.4.7	Настройка измерителя - измерение параметров сигнала в заданной полосе частот	28
4.4.8	Настройка измерителя - измерение взвешенных уровней.....	28
4.4.9	Настройка измерителя - измерение частотных характеристик передачи.....	28
4.4.10	Настройка измерителя - измерение частотных характеристик полного сопротивления.....	30
4.4.11	Анализ и счет случайных событий – организация и настройка	31
4.4.12	Сигнал ПСС – рефлектометрия, АЧХ по отражению, задержка распространения.....	34
4.4.13	Фазограмма – зависимость уровня помех от фазы сигнала промсети	34
4.4.14	Режим анализа «СуперСел»	35
4.4.15	Режим анализа сигнала на разъемах RTx по синхросигналу на разъеме SYNC.....	35
4.4.16	Формирование измеряемых параметров и характеристик.....	36
4.4.17	Определение скоростного потенциала произвольной цифровой линии	36
Приложение 1. Измерения по сигналу SIN		37
Приложение 2. Измерения по сигналу SIN2		39
Приложение 3. Измерения по МЧС. Частотные характеристики		40
Приложение 4. Измерения по ПСС. Рефлектометр.....		42
Приложение 5. Измерения в режиме Шум.....		44
Приложение 6. Измерения по режиму СуперСел		45
Приложение 7. Измерения с синхронизацией от SYNC		46

1. Назначение анализаторов

Анализаторы систем передачи и кабелей связи AnCom A-7 (далее – анализаторы, анализатор) предназначены для проведения измерений в полосе частот от 40 Гц до 4096 кГц:

- систем передачи АСП и ЦСП;
- каналов тональной частоты (ТЧ) – паспортизация каналов ТЧ;
- кабелей и цифровых абонентских линий - xDSL (скоростной потенциал линии, запас помехозащищенности - SNR Margin, мониторинг случайных событий, рабочее затухание - IL, спектральная плотность мощности - PSD, рефлектометрические измерения - TDR, затухание асимметрии - LB и несогласованности – RL);
- оборудования, трактов и каналов систем высокочастотной связи по линиям электропередачи (ВЧ связь по ЛЭП), передачи сигналов команд релейной защиты и противоаварийной автоматики (РЗ и ПА) и сигналов релейной защиты по воздушным линиям электропередач (ВЛЭП) и систем связи по распределительным кабельным сетям PLC.

Анализаторы обеспечивают:

- проведение измерений в ручном и автоматическом (путем исполнения сценария) режимах;
- представление результатов в графической и табличной формах;
- сопоставление результатов с задаваемыми нормам, чем определяется факт соответствия и запас удовлетворения заданным нормам;
- накопление получаемых результатов измерений и значений параметров настройки,
- представление результатов измерений на экране;
- вывод результатов в протокол.

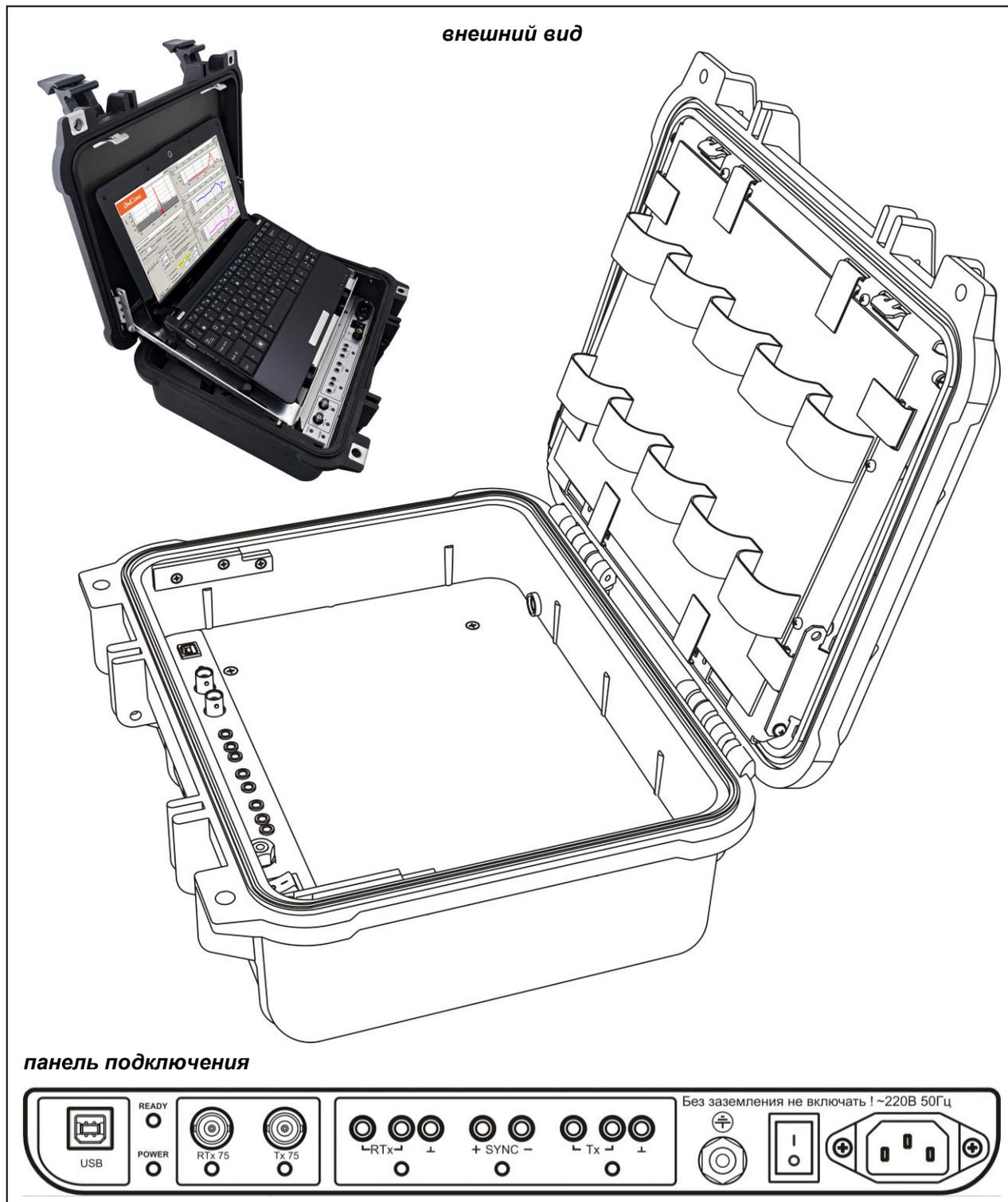
Анализаторы изготавливаются и поставляются в вариантах исполнения, различающихся возможностями, описанными в соответствующих частях руководства по эксплуатации (РЭ):

Возможности анализатора	Вариант исполнения (ABCDEF) / поставки (GHI)		При-меч.	
	Позиция	Значения позиции и описание возможностей		
Тактические	A-----/---	A=1	Работа совместно с управляющим ПК под управлением ПО	При заказе анализатора с комбинированными возможностями значения соответствующих позиций складываются в шестнадцатеричном формате
		A=2	Автономный режим без оперативного применения ПК	
		A=4	Автономный режим с применением встроенного в анализатор ПК	
		A=8	<i>Значение зарезервировано для дальнейшего использования</i>	
Электропитание	-B-----/---	B=1	От сетевого адаптера питания	
		B=2	Наличие встроенного аккумулятора	
		B=4	Дополнительный режим электропитания	
		B=8	Дополнительный внешний источник питания	
Функциональный состав	---C-----/---	C=1	Только генератор испытательных сигналов	
		C=2	Только измеритель	
		C=4	Дополнительный измерительный преобразователь	
		C=8	Дополнительный коммутатор	
Интерфейс	---D---/---	D=0	Отсутствие интерфейса	
		D=1	Стык C2 (RS-232 - последовательный COM-порт)	
		D=2	USB	
		D=4	Ethernet	
Код локализации	----E- /---	E=0	Нет локализации	
		E=1	Зона 1	
		E=2	Зона 2	
		E=8	Зона 8	
Резерв	-----F/---	F=0...8	<i>Позиция зарезервирована для дальнейшего использования</i>	
Режимы измерений	-----G--	G=0	Отсутствие взаимодействия с удаленным анализатором	
		G=1	Взаимодействие с удаленным анализатором	
		G=2	Измерения в автоматическом режиме по сценарию	
		G=4	<i>Значение зарезервировано для дальнейшего использования</i>	
Комплектация	-----H-	H=0	Только обязательные позиции	
		H=1	В комплект поставки включен ПК	
		H=2	Комплектация по заказной спецификации	
		H=4	Комплектация дополнительным оборудованием	
Комплектация дополнительными устройствами	-----I	I=0	Только обязательные позиции	
		I=1	Адаптер USB - встроенный или внешний	
		I=2	Система управления блоком коммутации	
		I=4	Блок коммутации - встроенный или внешний	
		I=8	<i>Значение зарезервировано для дальнейшего использования</i>	

Пример записи обозначения анализатора: "Анализатор AnCom A-7/533200/307".

2. Состав анализатора

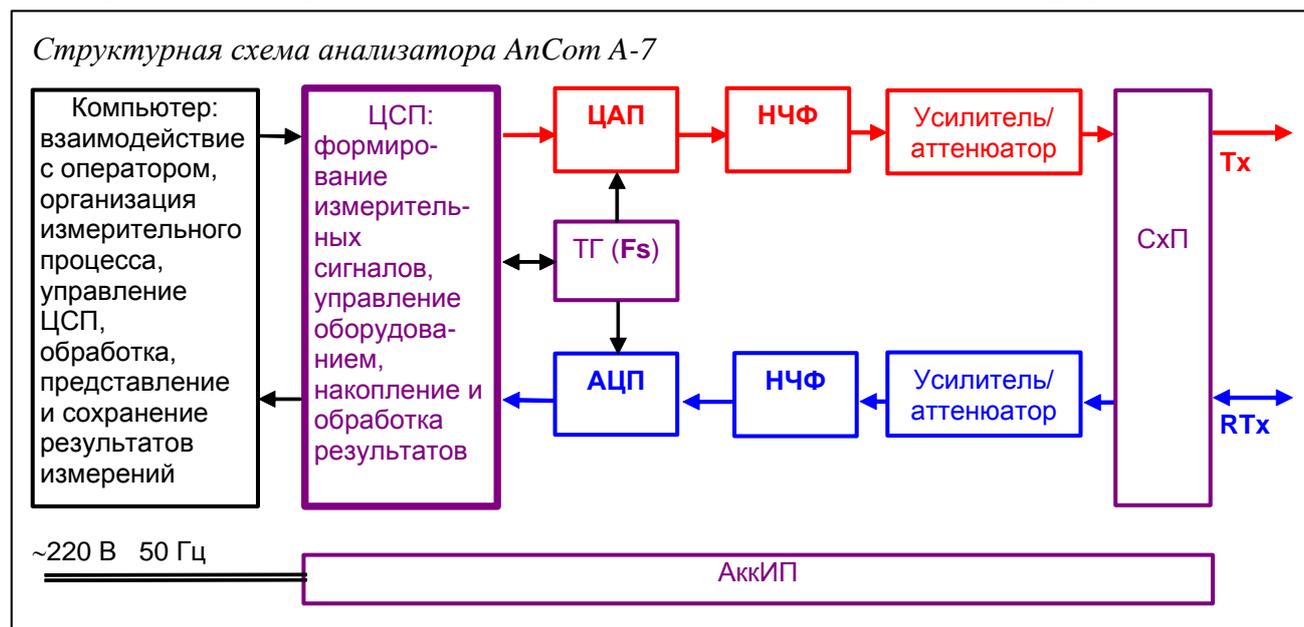
2.1 Внешний вид и панель подключения анализатора



Внешний вид анализатора и вид панели подключения представлены на рисунке.

2.2 Устройство и принцип работы

Функциональные узлы анализатора и их взаимодействие отображены на структурной схеме.



Структурная схема анализатора

Встроенный аккумуляторный источник питания (АккИП) постоянного тока обеспечивает питанием все узлы анализатора. Зарядка встроенного аккумулятора осуществляется от сети переменного тока с номинальным напряжением равным 220 В.

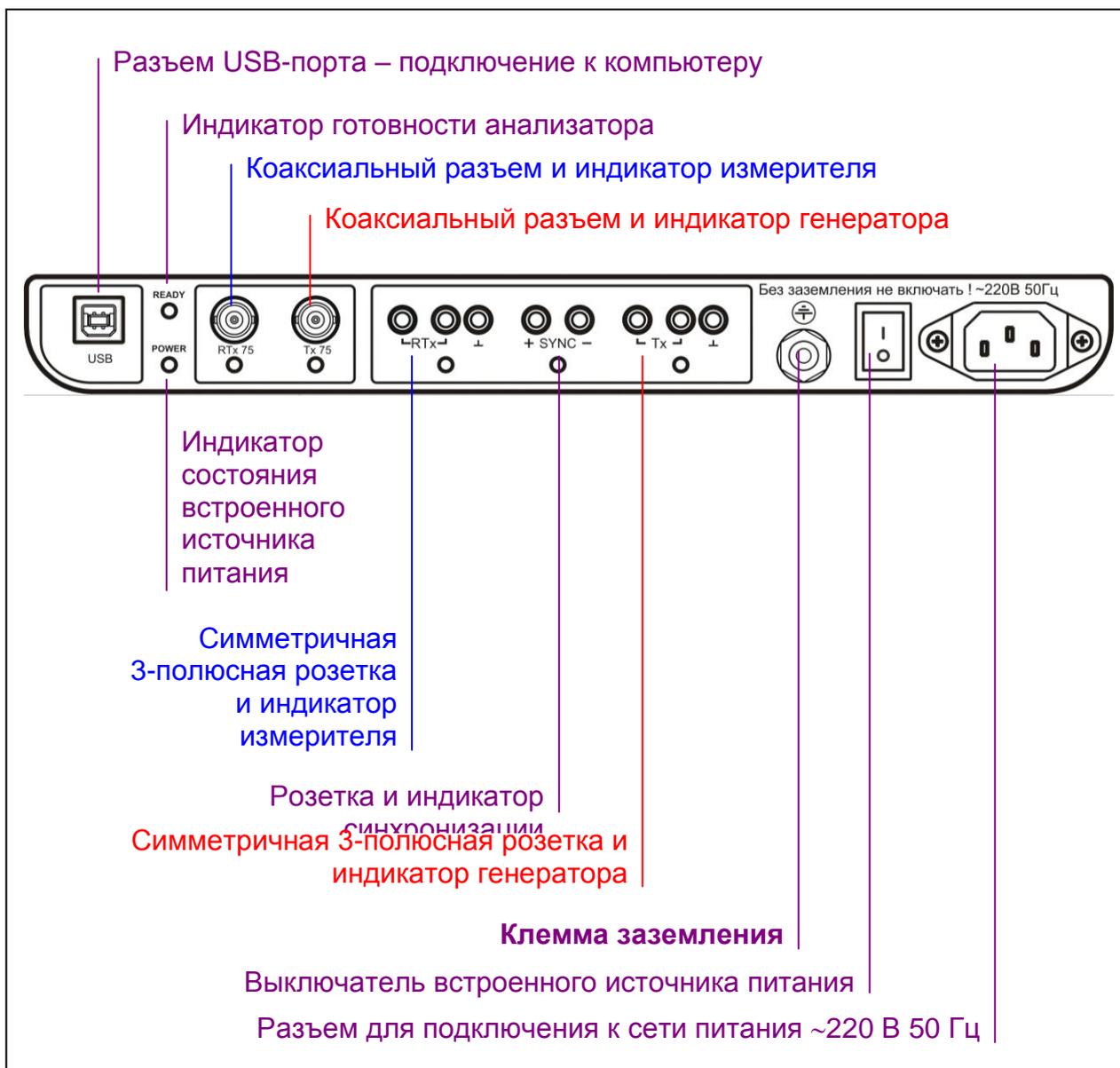
Цифровой сигнальный процессор – ЦСП – (Digital Signal Processor - DSP) является ядром анализатора и решает следующие задачи посредством загружаемой в его память программы:

- прием от управляющего компьютера управляющих команд; в результате исполнения команд осуществляется:
 - управление тактовым генератором (ТГ) анализатора (частота квантования F_s определяется задаваемой максимальной частотой рабочего диапазона $F_{max, кГц}$);
 - управление адаптером подключения, что обеспечивает:
 - подключение соответствующих частоте квантования согласованных фильтров низких частот (НЧФ) по каналам формирования и приема измерительных сигналов,
 - подключение дополнительных аттенюаторов и усилителей,
 - выбор необходимой схемы подключения (СхП) анализатора к объекту измерений посредством разъемов RTx 75, Tx 75, RTx и Tx;
 - расчет во встроенной памяти ЦСП волновой формы измерительных сигналов, которые должен формировать анализатор;
 - настройка процедур обработки принимаемого измерительного сигнала;
- последовательная выдача значений отсчетов волновой формы формируемого сигнала в цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП) с частотой F_s позволяет 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 осуществлять первичную обработку данных АЦП;
- передача результатов первичной обработки в компьютер, управляющий всеми узлами анализатора и обеспечивающий:
 - взаимодействие оператора с анализатором посредством клавиатуры и экрана;
 - взаимодействие 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.



Панель подключения анализатора

Следующие две таблицы представляют описания схем подключения анализатора к разъемам на панели подключения:

- генератор (**Г**) формирует волновую форму измерительного сигнала;
- измеритель (**И**) воспринимает волновую форму входного сигнала;
- величина собственного сопротивления генератора **Rген**:
 - устанавливается в зависимости от выбранного типа подключения (типа разъема - симметрично или коаксиально),
 - обеспечивается согласованное или «низкоомное»¹ подключение;
- величина собственного сопротивления измерителя **Rизм**:
 - устанавливается в зависимости от выбранного типа подключения (типа разъема - симметрично или коаксиально),
 - обеспечивается согласованное или «высокоомное»² подключение.

¹ При «низкоомном» подключении собственное сопротивление генератора существенно ниже величины возможного входного сопротивления измеряемых объектов.

² Собственное сопротивление измерителя при «высокоомном» подключении многократно превосходит величину возможного входного сопротивления измеряемых объектов.

Подключение к симметричным разъемам анализатора		
Обозначение типа подключения в ПО анализатора	Разъем(ы)	Подключение оборудования анализатора к разъему
2_Г_симм	RTx «бананы» 4 мм	2-проводно к RTx генератор (Г) согласованно или низкоомно
2_И_симм	RTx «бананы» 4 мм	2-проводно к RTx измеритель (И) согласованно или высокоомно
2_Г_И_симм	RTx «бананы» 4 мм	2-проводно к RTx генератора (Г) согласованно и измеритель (И) высокоомно (рефлектометр, измеритель импеданса)
3_Г_И	RTx «бананы» 4 мм	3-проводно к RTx подключены генератор (Г) и измеритель (И) по мостовой схеме для измерения затухания асимметрии согласно рек. МСЭ-Т О.9 (см. Рис. 1/О.9 Измерение затухания продольного перехода). Задействовано третье гнездо трехполюсной розетки \perp для подключения к анализатору общей точки измеряемого объекта (экрана кабеля)
4_Г_И_симм	Tx и RTx «бананы» 4 мм	4-проводно генератор (Г) к Tx согласованно/низкоомно и измеритель (И) к RTx согласованно/высокоомно (измерение 4-полюсников)

Подключение к коаксиальным разъемам анализатора		
Обозначение типа подключения в ПО анализатора	Разъем(ы)	Подключение оборудования анализатора к разъему
2_Г_коакс	RTx 75 коаксиально	2-проводное подключение к RTx 75 генератора (Г) согласованно/низкоомно
2_И_коакс	RTx 75 коаксиально	2-проводное подключение к RTx 75 измерителя (И) согласованно/высокоомно
2_Г_И_коакс	RTx 75 коаксиально	2-проводное подключение к RTx 75 генератора (Г) согласованно и измерителя (И) высокоомно (рефлектометр, измеритель импеданса)
4_Г_И_коакс	Tx 75 и RTx 75 коаксиально	4-проводное подключение генератора (Г) к Tx 75 согласованно/низкоомно и измерителя (И) к RTx 75 согласованно/высокоомно (измерение 4-полюсников)
4_коакс_мост	RTx 75 коаксиально	К RTx 75 подключены генератор (Г) и измеритель (И) по мостовой схеме для измерения затухания несогласованности по отношению к встроенной нагрузке равной 75 Ом

2.4 Подключение анализатора

Все подключения анализатора выполняются на панели подключения с применением комплектных кабелей и принадлежностей.

Питание анализатора осуществляется от сети переменного тока через разъем \sim 220В 50Гц посредством кабеля КР2-1. Подключение управляющего ПК к разъему **USB** анализатора выполняется кабелем **USB 2.0 A-B**. Заземление анализатора выполняется посредством клеммы заземления и кабеля заземления **K1**.

Подключение к объектам измерений осуществляется посредством коаксиальных или симметричных разъемов **RT 75**, **Tx 75**, **RTx** и **Tx** и разъема **SYNC** с использованием соответствующих кабелей и принадлежностей.

2.5 Возможности подключения к объектам измерений

Для подключения анализатора к объектам измерений используются следующие соединительные кабели и принадлежности³.

Наименование комплектующего изделия		Обозначение	Кол-во, шт.	Условие поставки	
Блок анализатора		A7-307	1	Обязательно	
Кабель питания A7-307		КП2-1	1	Обязательно	
Кабель USB 2.0 A-B		USB 2.0 A-B	1	Обязательно	
Кабель измерительный		КИ13	2	Обязательно	
Кабель измерительный коаксиальный		КИ9К	2	Обязательно	
Кабель измерительный коаксиальный		КИ10К	2	Обязательно	
Комплект принадлежностей для проведения периодической поверки	Нагрузка 75 Ом	P75K	1	Обязательно	
	Нагрузка 150 Ом	P150	1	Обязательно	
	Нагрузка 600 Ом	P600	1	Обязательно	
	Делитель 62/63,19	Д62/63.19	1	Обязательно	
Кабель заземления		K1	1	Обязательно	
Адаптер измерительный		АИ3	2	Обязательно	
Адаптер измерительный		АИ5	2	Обязательно	
Тройник коаксиальный		П1	2	Обязательно	
Переходник коаксиальный		П2	2	Обязательно	
Зажим "крокодил" большой		П3	4	Обязательно	
Зажим "крокодил" малый		П5	2	Обязательно	
Зажим "клипсы"		П6	4	Обязательно	
Эквиваленты ЛЭП для измерения характеристик ФП	Рлэп	310 Ом	P310	1	Обязательно
		330 Ом	P330	1	Обязательно
		450 Ом	P450	1	Обязательно
	Скс	3.2 нФ	K3.2	1	Обязательно
		4.4 нФ	K4.4	1	Обязательно
		4.65 нФ	K4.65	1	Обязательно
		6.4 нФ	K6.4	1	Обязательно
	7.0 нФ	K7.0	1	Обязательно	
Эквиваленты реакторов для измерения параметров элемента настройки ВЧЗ		0.10 мГн	И0.10	1	Обязательно
		0.25 мГн	И0.25	1	Обязательно
		0.50 мГн	И0.50	1	Обязательно
		1.00 мГн	И1.00	1	Обязательно
		1.50 мГн	И1.50	1	Обязательно
		2.00 мГн	И2.00	1	Обязательно
Укладка AnCom A-7/ВЧ	Кабель со стабильными L и C		КИ22	1	По заказу
	Нагрузка мощная 75 Ом		P75-60Вт	1...2	По заказу
	Делитель напряжения 100:1		Д7500/75К	1	По заказу
	Смеситель частот		См2х100к/10кК	1	По заказу
	Мегаомметр 200 МОм		МО	1	По заказу
	Источник питания 250 В		ИПН	1	По заказу
	Ампер-вольтметр		АВ	1	По заказу

³ Возможны изменения в комплектации. Актуальная комплектация зафиксирована в формуляре.

2.6 Рабочий режим анализатора

При использовании анализатора для проведения измерений его следует подключить к управляющему ПК посредством USB-кабеля и загрузить программное обеспечение. Допускается использование анализатора как в **режиме подготовки** (анализатор подключен к сети питания ~220 В 50 Гц), так и в **рабочем режиме** (анализатор отключен от сети питания).

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

Внимание! Перед включением в сеть анализатор должен быть заземлен с использованием кабеля заземления K1

2.7 Средства защиты цепей анализатора по току и напряжению

Для всех описанных выше схем подключения обеспечивается защита цепей анализатора по напряжению (в т.ч. от электростатических разрядов) и по току. Обеспечивается полное восстановление характеристик анализатора после срабатывания средств защиты и при условии отсутствия внешнего воздействия, которое привело к их срабатыванию.

При наличии внешнего воздействия по току или напряжению, вызывающего срабатывание средств защиты, возможна фиксация анализатором перегрузки измерительного входа.

2.8 Электропитание и оперативная индикация состояния анализатора

2.8.1 Индикация состояния источника питания

Электропитание анализатора обеспечивается от встроенного аккумуляторного источника питания, заряжаемого от сети переменного тока через разъем ~220В 50Гц	
Индикатор	Состояние анализатора
Power= Зеленый	Питание от встроенного аккумулятора, напряжение в норме – рабочий режим анализатора. Не менее 5 часов
Power= Красный	Питание от аккумулятора, напряжение не в норме
Power= Оранже мигает	Зарядка аккумулятора от сети ~220В 50Гц. Не более 12 часов
Power= Оранже	Зарядка аккумулятора завершена

2.8.2 Обслуживание встроенного аккумулятора

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

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

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

2.8.3 Индикация состояния анализатора

Индикация готовности анализатора	
Индикатор	Состояние анализатора
Ready= не горит	анализатор не готов (программа не загружена)
Ready= Зеленый	программа загружена, анализатор готов к работе
Индикация подключения генератора и измерителя к коаксиальным разъемам анализатора	
Индикатор	Состояние Генератора и Измерителя
RTx 75 = не горит	измеритель и/или генератор не подключены
RTx 75 = Оранже	генератор подключен и заблокирован
RTx 75 = Оранже мигает	генератор подключен и активирован
RTx 75 = Зеленый	измеритель готов
RTx 75 = Зеленый мигает	генератор подключен и заблокирован, измеритель готов
RTx 75 = Зеленый/Оранже мигает	генератор подключен и активирован, измеритель готов
Tx 75 = не горит	генератор не подключен
Tx 75 = Оранже	генератор подключен и заблокирован
Tx 75 = Оранже мигает	генератор подключен и активирован
Индикация подключения генератора и измерителя к симметричным разъемам анализатора	
Индикатор	Состояние Генератора и Измерителя
RTx = не горит	измеритель и/или генератор не подключены
RTx = Оранже	генератор подключен и заблокирован
RTx = Оранже мигает	генератор подключен и активирован
RTx = Зеленый	измеритель готов
RTx = Зеленый мигает	генератор подключен и заблокирован, измеритель готов
RTx = Зеленый/Оранже мигает	генератор подключен и активирован, измеритель готов
Tx = не горит	генератор не подключен
Tx = Оранже	генератор подключен и заблокирован
Tx = Оранже мигает	генератор подключен и активирован
Индикация подключения входа синхронизации SYNC	
SYNC = не горит	вход синхронизации не активирован
SYNC = Зеленый/Оранже мигает	ожидание сигнала синхронизации

3. Технические характеристики

3.1 Возможности измерений и управления

3.1.1 Измерительные сигналы, диапазоны частот, 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 постоянна в рабочем диапазоне 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
0,32	128	0,32	128
0,64	256	0,64	256
1,25	512	1,25	512
2,50	1024	2,50	1024
5,00	2048	5,00	2048
10,00	4096	10,00	4096

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

В Приложениях дан список **изменяемых анализатором параметров и характеристик**.

3.1.2 Управление удаленным анализатором – команды, сигналы и диапазоны частот

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

Сигнал BREAK представляет собой комбинацию последовательно передаваемых в линию двухчастотных сигналов (двухчастотные послышки 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 команды и сообщения:

- **конфигурировать удаленный** (ведомый) анализатор; при этом параметры настройки удаленного анализатора устанавливаются такими же как параметры ведущего по:
 - o способ подключения,
 - o настройки - общие, генератора, измерителя,
 - o параметры измеряемых сигналов – нормы, маски и т.д.;
- **управлять генератором** удаленного анализатора – тип сигнала, уровень, частоты;
- **запросить результаты** измерений, полученные удаленным;
- **результаты измерений** от удаленного - передаются удаленным ведущему после запроса.

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.

Максим. частота диапазона частот, кГц	Частоты сигнала BREAK в зависимости от подключения, кГц		Диапазон частот КМЧС, кГц			
	Двух-проводное (2_Г_..., 2_И_..., 2_Г_И_..., 3_Г_И)	Четырех-проводное (4_Г_И_...)	Шаг гармоник	Коаксиальный разъем	Симметричный разъем	Диапазон, рекомендуемый к установке при измерении кабелей связи
4	0,11...0,17	1,94...2,00	0,00977	-	0,00977...4	0,47852...3,22266
8	0,21...0,33	3,89...4,00	0,01953	-	0,01953...8	3,76953...8,0
16	0,43...0,66	7,77...8,01	0,03906	-	0,03906...16	7,53906...16,0
32	0,86...1,33	15,6...16,0	0,07813	-	0,07813...32	15,07813...32,0
64	1,72...2,66	31,1...32,0	0,15625	-	0,15625...64	30,15625...64,0
128	3,44...5,31	62,2...64,1	0,3125	30,3125...128	0,3125...128	40,3125...75,625
256	6,9...10,6	124,4...128,1	0,625	30,625...256	0,625...256	40,625...81,25
512	13,8...21,3	248,8...256,3	1,25	31,25...512	1,25...512	41,25...102,5
1024	27,5...42,5	497,5...512,5	2,5	42,5...1024	2,5...1024	42,5...145
2048	55...85	995...1025	5	45...2048	5...2048	45...170
4096	110...170	1990...2050	10	90...4096	10...4096	90...340

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.

3.2 Метрологические характеристики генератора анализаторов

Метрологические характеристики генератора представлены для трех вариантов поставки анализаторов. Настоящая часть относится к варианту А-7/307.

3.2.1 Сопротивление и асимметрия генератора

Модуль полного сопротивления – импеданса (Z_e) выхода генератора и затухание асимметрии симметричного выхода генератора:

Тип выходного разъема	Номинальное сопротивление генератора $Z_{гн}$, Ом	Макс. частота диапазона, кГц	Режим подключения			
			Согласованный		Затухание асимметрии не менее, дБ	Выходное сопротивление $Zг$ не более, Ом
			Отклонение ⁵ Z_e от $Z_{гн}$ $\delta Z_e = \frac{Z_e - Z_{гн}}{Z_{гн}} \times 100\%$ не более, %			
			Вариант поставки анализатора			
		/301, /311	/307			
Коаксиал.	75	1024	±3	±3	-	3
		2048	±3	±3	-	-
		4096	±6	±6	-	6
Симметр. 3-полюсн. розетка	100, 120, 135	2048	±3	±3	43	3
		4096	±6	±6		
	150 ⁶	2048	±3	±3	43	3
		4096	±6	±6		
	600	256	±3	±3	43	3
		1024	-	±3		

3.2.2 Собственные шумы генератора

Уровень собственных шумов на выходе заблокированного генератора:

Максимальная частота установленного диапазона частот, кГц	Уровень собственного невзвешенного шума генератора, не более, дБм			
	Коаксиальный выходной разъем	Симметричная 3-полюсная выходная розетка в зависимости от варианта поставки анализатора		
		$Z_{гн}=75$ Ом	$Z_{гн}=100\backslash 120\backslash 135\backslash 150$ Ом	$Z_{гн}=600$ Ом
	/301, /311			/307
4	-	-94	-100	-100
8	-	-94	-97	-97
16	-	-92	-94	-94
32	-	-90	-91	-91
64	-	-88	-88	-88
128	-88	-86	-85	-85
256	-85	-84	-82	-82
512	-81	-82	-	-79
1024	-69	-79	-	-76
2048	-66	-76	-	-
4096	-63	-73	-	-

$$^5 \text{ Коэф. отражения } k_e = \frac{|Z_e - Z_{гн}|}{Z_e + Z_{гн}} \times 100, \%. \text{ Затухание несогласован. } A_{нс_e} = 20 \lg \left(\frac{Z_e + Z_{гн}}{|Z_e - Z_{гн}|} \right), \text{ дБ}$$

Отклонению сопротивления генератора $\delta Z_e = 3\%$ соответствуют $k_e = 1,5\%$ и $A_{нс_e} = 36,5 \text{ дБ}$.

Отклонению сопротивления генератора $\delta Z_e = 6\%$ соответствуют $k_e = 3,0\%$ и $A_{нс_e} = 30,5 \text{ дБ}$.

⁶ Генератор включается в низкоомном режиме. Во внешней цепи последовательно за каждой клеммой RTx или Tx устанавливается комплектная нагрузка с номинальным сопротивлением $R_{гн}/2=75$ Ом. Сопротивление генератора устанавливается равным 150 Ом. Уровень генератора задается на 6,021 дБ выше необходимого уровня P_n , что обеспечивает формирование уровня P_n на нагрузке, если ее величина равна 150 Ом. Сигнал снимается с выходных клемм нагрузок $R_{гн}/2$.

3.2.3 Частота сигнала генератора

Диапазон и погрешность установки частоты формируемых генератором гармонических сигналов (SIN):

Диапазон установки частоты, кГц	Разрешение при задании частоты F _{гн} в зависимости от типа сигнала, не более, кГц		Предел абсолютной погрешности установки частоты
	SIN	СуперСел	
до 4	0,00001	-	±2×10 ⁻⁶ ×F _{гн}
до 8	0,00002	-	
до 16	0,00005	-	
до 32	0,0001	-	
до 64	0,0002	-	
до 128	0,0005	-	
до 256	0,001	-	
до 512	0,002	-	
до 1024	0,005	0,001	
до 2048	0,010	0,002	
до 4096	0,020	0,004	

3.2.4 Уровень сигналов генератора

Диапазон и погрешность установки с шагом не более 0,01 дБ уровня формируемых генератором измерительных сигналов типов SIN и ШУМ:

Измерительный сигнал	Тип выходного разъема	Z _{гн} , Ом	Вариант поставки	Диапазон частот, кГц	Диапазон задания уровня, дБм	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, дБ
SIN и сигналы на основе SIN	Коаксиальный	75	/301, /311	30...4096	-40...+7	±0,2
			/307	1...2048	-40...0	
				1...4096	0...+22	±0,5
	Симметричная 3-полюсная розетка	100, 120, 135, 150	/301, /311	0,04...2048	-40...+10	
				0,04...4096		±0,5
			/307	0,04...2048	-40...+24	±0,2
		0,04...4096		-40...+19	±0,5	
		600	/301, /311	0,04...256	-40...+4	±0,2
				0,04...512		±0,5
	/307		0,04...1024	-40...+19	±0,5	
ШУМ	Коаксиальный	75	/301, /311	1024	-50...0	±0,2
			/307	1024	-50...+14	
	Симметричная 3-полюсная розетка	100, 120, 135, 150	/301, /311	1024	-70...+3	±0,5
			/307	1024	-70...+16	
		600	/301, /311	256	-70...-2	±0,5
	/307		256	-70...+11		
					1024	

3.2.5 Защищенность сигнала генератора

Защищенность формируемого генератором гармонического сигнала (SIN), измеряемая в децибелах как разность уровня гармонического сигнала и суммарного уровня сопровождающих помех в установленном диапазоне частот:

Максимальная частота установленного диапазона частот, кГц	2048	4096
Защищенность от сопровождающих помех сигнала с уровнем 0 дБм не менее, дБ	60	56

3.3 Метрологические характеристики измерителя анализаторов

Метрологические характеристики генератора представлены для трех вариантов поставки анализаторов. Настоящая часть относится к варианту А-7/307.

3.3.1 Сопротивление и асимметрия измерителя

Модуль полного сопротивления – импеданс (Z_u) входа измерителя и затухание асимметрии симметричного входа измерителя:

Тип входного разъема	Номинальное сопротивление измерителя $Z_{ин}$, Ом	Макс. частота диапазона, кГц	Режим подключения				
			Согласованный			Затухание асимметрии не менее, дБ	Высокоомный
			Отклонение Z_u от $Z_{ин}$ $\delta Z_u = \frac{Z_u - Z_{ин}}{Z_{ин}} \times 100\%$ не более, %				
			Вариант поставки анализатора				
/301, /311	/307						
Коаксиал. RTx (RTx 75)	75	1024	± 3	± 3	-	10	
		2048	± 3	± 3	-	-	
		4096	± 6	± 6	-	3,5	
Симметр. 3-полюс. розетка RTx	100, 120, 135	1024	± 3	± 3	43	20	
		2048	± 3	± 3	43	-	
		4096	± 6	± 6	43	7	
	150 ⁸	1024	± 3	± 3	43	20	
		2048	± 3	± 3	43	-	
		4096	± 6	± 6	43	7	
	600	256	± 3	± 3	43	20	
		1024	-	± 3	43		
	SYNC		128	-	-	-	100
1024			-	-	-	30	

3.3.2 Измерение уровня шума

Измерение среднеквадратичных широкополосных (без взвешивания) и взвешенных уровней:

Макс. частота установ. диап. частот, кГц	Диапазон измерения уровня шума (дБм) и предел абсолютной погрешности измерения, \pm дБ в зависимости от варианта поставки									
	Коаксиал. вх. разъем $Z_{ин}=75$ Ом		Симметричная 3-полюсная входная розетка $Z_{ин}=100\backslash 120\backslash 135\backslash 150$ Ом				$Z_{ин}=600$ Ом			
			/301, /311, /307		/307		/301, /311		/307	
	/301, /311, /307	/307	/301, /311, /307	/307	/301, /311	/307	/301, /311	/307		
4	-	-	(-97...-70) ± 1	(0...+27) $\pm 0,5$	(-103...-70) ± 1	(-103...-70) ± 1	(-103...-70) ± 1	(-103...-70) ± 1	(0...+22) ± 1	
8	-	-	(-97...-70) ± 1		(-103...-70) ± 1	(-103...-70) ± 1	(-103...-70) ± 1	(-103...-70) ± 1		
16	-	-	(-95...-70) ± 1		(-101...-70) ± 1	(-101...-70) ± 1	(-101...-70) ± 1	(-101...-70) ± 1		
32	-	-	(-93...-70) ± 1		(-99...-70) ± 1	(-99...-70) ± 1	(-99...-70) ± 1	(-99...-70) ± 1		
64	-	-	(-91...-70) ± 1		(-97...-70) ± 1	(-97...-70) ± 1	(-97...-70) ± 1	(-97...-70) ± 1		
128	(-86...-50) ± 1	(0...+30) $\pm 0,5$	(-89...-70) ± 1		(-95...-70) ± 1	(-95...-70) ± 1	(-95...-70) ± 1	(-95...-70) ± 1		
256	(-83...-50) ± 1		(-87...-70) ± 1		(-93...-70) ± 1	(-93...-70) ± 1	(-93...-70) ± 1	(-93...-70) ± 1		
512	(-70...-50) ± 1		(-85...-70) ± 1		-	(-90...-70) ± 1	(-90...-70) ± 1	(-90...-70) ± 1		
1024	(-63...-50) ± 1		(-82...-70) ± 1		-	(-87...-70) ± 1	(-87...-70) ± 1	(-87...-70) ± 1		
2048	(-62...-50) ± 1		(-79...-70) ± 1		-	-	-	-		
4096	(-60...-50) ± 1		(-74...-70) ± 1	-	-	-	-			

Представлен взвешивающий псофометрический фильтр, соответствующий рекомендации МСЭ-Т О.41 (TABLE 1/O.41 Telephone circuit psophometer weighting coefficients and limits).

⁷ Отклонению сопротивления измерителя $\delta Z_u = 3\%$ соответствуют $k_u = 1,5\%$ и $A_{нс_u} = 36,5\text{дБ}$.

Отклонению сопротивления измерителя $\delta Z_u = 6\%$ соответствуют $k_u = 3,0\%$ и $A_{нс_u} = 30,5\text{дБ}$.

⁸ Измеритель включается в высокоомном режиме. Во внешней цепи параллельно клеммам RTx устанавливается комплектная нагрузка с номинальным сопротивлением $R_n=150$ Ом (75+75 Ом), на которой рассеивается мощность измеряемого сигнала. Сопротивление измерителя устанавливается равным 150 Ом.

3.3.3 Измерение частоты

Измерение частоты гармонического сигнала:

Диапазон значений измеряемой частоты F_i гармонического сигнала в соответствии с п. 0	Предел абсолютной погрешности измерения частоты, не более	$\pm 2 \times 10^{-6} \times F_i$
---	---	-----------------------------------

3.3.4 Селективное измерение уровня сигнала

Измерение уровня сигнала типа SIN как среднеквадратичного селективного уровня:

Тип входного разъема	$Z_{ин}, \text{ Ом}$	Диапазон измерения уровня в зависимости от варианта поставки анализатора, дБм		Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения уровня	
		/301, /311	/307	Погрешность, дБ	Частотный диапазон, кГц
Коаксиальный	75	-40...+7	-	$\pm 0,2$	30.....2048
		-65...-40	-	$\pm 0,5$	30.....4096
		-	-40...+45	$\pm 0,2$	1.....2048
		-	-65...-40	$\pm 0,5$	1.....4096
Симметричная 3-полюсная розетка	100, 120, 135, 150	-40...+10	-	$\pm 0,2$	0,04.....2048
		-70...-40	-	$\pm 0,5$	0,04.....4096
		-40...+10	-40...+35	$\pm 0,2$	0,04.....2048
		-70...-40	-70...-40	$\pm 0,5$	0,04.....4096
		-	-110...-70	$\pm 1,0$	0,04.....4096
	600	-40...+4	-	$\pm 0,2$	0,04..256
		-70...-40	-	$\pm 0,5$	0,04..256
		-90...-70	-	$\pm 1,0$	0,04..256
		-	-40...+29	$\pm 0,2$	0,04...512
		-	-70...-40	$\pm 0,5$	0,04.....1024
-	-110...-70	$\pm 1,0$	0,04.....1024		

3.3.5 Измерение защищенности от суммарных помех

Измерение защищенности гармонического сигнала (SIN) как выраженное в децибелах соотношение уровня гармонического сигнала и суммарного уровня помех в полосе, соответствующей выбранному диапазону частот, с подавлением измерительного гармонического сигнала (Сигнал/Шум):

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

3.3.6 Измерение защищенности от нелинейных искажений

Измерение защищенности гармонического сигнала (SIN) от нелинейных искажений:

- как соотношение уровня гармонического сигнала (основной гармоники) и уровня второй гармоники, выраженное в децибелах A2,дБ,
- как соотношение уровней гармонического сигнала и третьей гармоники A3,дБ:

Параметр защищенности от нелинейных искажений	A2 (защищенность от 2-й гармоники)	A3 (защищенность от 3-й гармоники)
Диапазон измерений защищенности от нелинейных искажений, дБ	10...60	10...60
Предел абсолютной погрешности измерения нелинейных искажений, дБ	±0,5	±0,5

3.3.7 Измерение защищенности от нелинейных искажений по двухчастотному сигналу

Измерение защищенности двухчастотного сигнала (SIN2) от нелинейных искажений третьего как соотношение суммарного уровня составляющих двухчастотного сигнала с частотами F1 и F2 (F2>F1) и уровня продукта на частоте 2×F1-F2, выраженное в децибелах (A3,дБ):

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

3.3.8 Избирательность при селективных измерениях

Избирательность при измерении анализатором селективных уровней:

Измерительный сигнал	Максим. частота установл. диапазона частот, кГц	Ширина полосы селекции, кГц		Избирательность при отстройке от частоты гармонического сигнала не более чем на, кГц	
		Минимальная	Максимальная	По уровню 3 дБ	По уровню 60 дБ
SIN, SIN2, МЧС, ШУМ, SYNC	4	0,002	3,1	±0,002	±0,006
	8	0,004	7,0	±0,004	±0,012
	16	0,008	15,0	±0,008	±0,024
	32	0,016	31,0	±0,016	±0,045
	64	0,032	61,0	±0,032	±0,090
	128	0,032	100,0	±0,025	±0,090
	256	0,064	230,0	±0,050	±0,180
	512	0,128	490,0	±0,100	±0,360
СуперСел	1024	0,001	0,5	±0,001	±0,003
	2048	0,500	2020,0	±0,400	±1,440
SIN, SIN2, МЧС, ШУМ, SYNC	4096	1,000	4070,0	±0,800	±2,880

3.3.9 Динамический диапазон при селективных измерениях

Динамический диапазон при измерении анализатором селективных уровней:

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

3.3.10 Измерение импульсных шумов

Измерение импульсных шумов:

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

3.3.11 Измерение изменения частоты

Измерение изменения частоты в канале связи по двухчастотному сигналу (SIN2):

Максимальная частота установленного диапазона частот, кГц	Диапазон измерения изменения частоты SF, Гц	Пределы абсолютной погрешности измерения изменения частоты, не более, Гц
4, 8, 16	-18...+18	±(1×10 ⁻² ×SF+0,03)
32, 64, 128, 256, 512, 1024, 2048	-100...+100	
4096	-100...+100	±(1×10 ⁻² ×SF+0,06)

3.3.12 Измерение частотной характеристики защищенности от помех

Измерение частотной характеристики защищенности гармонических составляющих сигнала МЧС от помех как выраженное в децибелах соотношение уровня каждой гармонической составляющей МЧС и уровня помех в соответствующей этой гармонике полосе частот:

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

3.3.13 Измерение частотной характеристики затухания (АЧХ)

Измерение затухания и частотной характеристики затухания (АЧХ) осуществляется относительно заданных опорных уровней генератора и измерителя, что позволяет измерить в т.ч. вносимое (рабочее) затухание и переходное затухание.

Для определения неравномерности АЧХ обеспечивается возможность ее пересчета относительно:

- минимального затухания в диапазоне частот анализа,
- максимального затухания в диапазоне частот анализа,
- относительно затухания на заданной частоте диапазона частот анализа:

Измерительный сигнал на основе SIN	Макс. частота, кГц	Подключение (тип разъема анализатора)		Диапазон измерения затухания, дБ	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения затухания в зависимости от варианта поставки, дБ	
		коакс	симм		/301, /311	/307
Мастер Частоты	до 128	да	да	-30...50	±0,3	±0,3
		да	да	50.....70	-	±1,5
		да	да	70...118	-	±2,0
Мастер Частоты, СуперСел	до 1024	да	да	-30...50	±0,3	±0,3
		да	да	50.....70	-	±1,5
		нет	да	70...100	-	±2,0
Мастер Частоты	до 2048	да	да	-30...50	±0,3	±0,3
		да	да	50.....70	-	±1,5
		нет	да	70...90	-	±2,0
Мастер Частоты	до 4096	да	да	-30...50	±1,5	±1,5
		да	да	50.....70	-	±1,5
		нет	да	70...80	-	±2,0

3.3.14 Измерение частотной характеристики затухания асимметрии

Измерение частотной характеристики затухания асимметрии нагрузки относительно общей точки в соответствии с рекомендацией МСЭ-Т О.9 (4.1 longitudinal conversion loss (LCL)):

Макс. частота, кГц	Диапазон измерения частотной характеристики затухания асимметрии, дБ	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения затухания асимметрии, дБ
До 4096	4...30	±1
	30...50	±2

3.3.15 Измерение частотной характеристики группового времени прохождения (ГВП)

Измерение ГВП следующими способами:

- измерение ГВП относительно минимального значения в диапазоне частот анализа,
- измерение ГВП относительно максимального значения в диапазоне частот анализа,
- измерение ГВП относительно времени на заданной частоте:

Верхнее значение диапазона измерения ГВП 0...Dmax в режиме измерения относительно минимального значения ГВП в зависимости от максимальной частоты измерительного диапазона, устанавливаемой из ряда Fmax=4, 8, 16,...4096 кГц		Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения ГВП в зависимости от типа разъема анализатора - ΔD, мкс	
Fmax, кГц	Dmax=128000/Fmax, мкс	коаксиально ±Dmax/100	симметрично ±Dmax/500
4	32000	320	64
8	16000	160	32
16	8000	80	16
32	4000	40	8
64	2000	20	4
128	1000	10	2
256	500	5	1
512	250	2,5	0,5
1024	125	1,25	0,25
2048	62,5	0,625	0,125
4096	31,25	0,3125	0,0625

3.3.16 Измерение частотной характеристики модуля полного сопротивления, его действительной и мнимой составляющих

Измерение частотной характеристики модуля $Z(f)=|R(f)+jX(f)|$ и составляющих $R(f)$ и $X(f)$ полного входного сопротивления (импеданса) подключенной к симметричному разъему RTx или RTx 75 комплексной нагрузки с номинальными значениями $Z_n(f)=|R_n(f)+jX_n(f)|$, $R_n(f)$, $X_n(f)$:

Макс. частота, кГц	Диапазон измерений модуля импеданса $Z(f)$, Ом, активной составл. имп. $R(f)$, Ом, реактивной сост. имп. $X(f)$, Ом	Пределы допускаемой относительной погрешности измерения $\delta Z(f)= Z(f)-Z_n(f) /Z_n(f)*100, \%$ $\delta R(f)= R(f)-R_n(f) /Z_n(f)*100, \%$ $\delta X(f)= X(f)-X_n(f) /Z_n(f)*100, \%$	
		/301, /311, /307 на RTx 75	/307 на RTx
до 1024	0,3...3	-	±3
	3...30	-	±1
	30...1000	±3	±1
	1000...3000	±6	±1
	3000...30000	-	±3
до 4096	1...30	-	±5
	30...150	±6	±2
	150...600	±10	±2
	600...10000	-	±5

3.3.17 Измерение частотной характеристики фазового угла полного сопротивления

Измерение частотной характеристики фазового угла полного сопротивления (угла между векторами $R(f)$ и $jX(f)$):

Макс. частота, кГц	Диапазон измерения фазового угла Φ , град	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения фазового угла, град		
		/301, /311	/307 на RTx 75	/307 на RTx
до 1024	-90...90	-	±5	±2
до 4096	-90...90	-	±5	±5

3.3.18 Измерение частотной характеристики затухания несогласованности

Измерение частотной характеристики затухания несогласованности сопротивления подключенной к симметричному разъему RTx или RTx 75 нагрузки:

Макс. частота, кГц	Диапазон измерения затухания несогласованности Анс, дБ	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения затухания несогласованности, дБ	
		/301, /311	/307
до 1024	1.....20	-	±1
	20.....40	-	±2
до 4096	8...20	-	±2
	20...30	-	±4

3.3.19 Измерение электрического сопротивления

Измерение величины электрического сопротивления нагрузки, подключенной к симметричному разъему RTx (характеристики соответствуют условиям ГОСТ Р МЭК 60079-25-2012):

Диапазон измерения сопротивления R, Ом	Пределы допускаемой относительной погрешности измерения сопротивления, %	
	/301, /311	/307
0,3...3	-	±3
3...30	-	±1
30...300	±2	±1
300...1000	±4	±1
1000...3000	±10	±1
3000...30000	-	±3

3.3.20 Измерение электрической емкости

Измерение величины электрической емкости нагрузки, подключенной к симметричному разъему RTx (характеристики соответствуют условиям ГОСТ Р МЭК 60079-25-2012):

Диапазон измерения электрической емкости C при соотношении активной и реактивной составляющих импеданса измеряемой нагрузки (тангенс угла диэлектрических потерь) $\text{tg}\delta = R/ X \times 100$ не более 100%, нФ	Пределы допускаемой относительной погрешности измерения емкости, %	
	/301, /311	/307
0,1...1	-	±3
1...3	-	±1
3...3000	±10	±1
3000...10000	-	±3

3.3.21 Измерение индуктивности

Измерение величины индуктивности нагрузки, подключенной к симметричному разъему RTx (характеристики соответствуют условиям ГОСТ Р МЭК 60079-25-2012):

Диапазон измерения индуктивности L при соотношении реактивной и активной составляющих импеданса измеряемой нагрузки (добротности) $Q = X/R$ не менее 0,01, мкГн	Пределы допускаемой относительной погрешности измерения индуктивности, %	
	/301, /311	/307
10...100	-	±3
100...3000	±10	±1
3000...1000000	-	±1

3.3.22 Измерение 4-полюсников и кабелей методом ХХ-КЗ

Измерение собственных частотных характеристик (ЧХ) 4-полюсника и кабеля методом ХХ-КЗ (холостого хода – короткого замыкания) по ГОСТ 27893.

Измерение ЧХ собственного импеданса $Z_b(f)$ 4-полюсников (кабелей) методом ХХ-КЗ в соответствии п. 3.3.16.

Измерение ЧХ фазового угла $\Phi(f)$ 4-полюсников (кабелей) методом ХХ-КЗ в соответствии с п. 3.3.17.

Измерение сопротивления R , электрической ёмкости C , индуктивности L методом ХХ-КЗ в соответствии с условиями по п. 3.3.19, п. 3.3.20, п. 3.3.21 соответственно.

Измерение ЧХ собственного группового времени прохождения ГВП в соответствии с условиями по п. 3.3.15,

Измерение ЧХ собственного затухания – АЧХ методом ХХ-КЗ:

Макс. частота, кГц	Диапазон измерения собственного затухания A , дБ	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения собственного затухания ΔA 4-полюсника (кабеля) методом ХХ-КЗ в зависимости от варианта поставки анализатора, дБ	
		/301, /311	/307
До 1024	0...10	$\pm 0,3$	$\pm 0,05$
	10...20	$\pm 0,3$	$\pm 0,10$
	20...30	$\pm 0,5$	$\pm 0,15$
	30...35	-	$\pm 0,30$
	35...40	-	$\pm 1,00$
До 4096	0...20	$\pm 0,5$	$\pm 0,20$
	20...30	$\pm 2,0$	$\pm 1,00$

Для кабелей измеренные характеристики 4-полюсника автоматически пересчитываются в погонные собственные характеристики кабеля с учетом заданной длины кабеля $L_{каб}$ в метрах:

Параметры 4-полюсника				Погонные параметры кабеля		
Обозначение, единицы измерений, пункт ТУ, погрешность: Δ - абсолютная, δ - относительная				Обозначение и единицы измерений, формулы расчета погрешности (Δ - абсолютная, δ - относительная)		
АЧХ	A , дБ	3.3.13	ΔA , дБ	коэффициент затухания	$a(f)$, дБ/км	$\Delta a(f) = \Delta A * 1000 / L_{каб}$, дБ/км
ГВП	D , мкс	3.3.15	ΔD , мкс	коэффициент фазы	$b(f)$, рад/км	$\delta b(f) = \pm 1\%$
модуль импеданса	Z , Ом	3.3.16	ΔZ , Ом	модуль собств. импеданса	$Z_b(f)$, Ом	$\Delta Z_b(f) = \Delta Z$, Ом
фаза импеданса	Φ , град	3.3.17	$\Delta \Phi$, град	фаза собствен. импеданса	$\Phi(f)$, град	$\Delta \Phi(f) = \Delta \Phi$, град
сопротивление	R , Ом	3.3.19	δR , %	погонное сопротивление	$R_c(f)$, Ом/км	$\delta R_c = \delta R$, %
ёмкость	C , нФ	3.3.20	δC , %	погонная емкость	$C_c(f)$, нФ/км	$\delta C_c = \delta C$, %
индуктивность	L , мкГн	3.3.21	δL , %	погонная индуктивность	$L_c(f)$, мкГн/км	$\delta L_c = \delta L$, %

3.3.23 Динамический диапазон рефлектометра

Измерение величины затухания отраженного импульса по характерному отражению на рефлектограмме обеспечивается в динамическом диапазоне:

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, 512, 1024, 2048, 4096	5...50	±1,5
	50...70	±3

3.3.24 Измерение задержки и расстояния рефлектометром

Измерение задержки приема отраженного сигнала и расстояния до неоднородности по характерному отражению на рефлектограмме:

Макс. частота установ. диап. частот, кГц	Разрешение представления рефлектограммы не более, мкс	Диапазон и пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения задержки, мкс	Диапазоны и пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения расстояния по отражению от неоднородности при типовых значениях устанавливаемой в диапазоне 1...300 м/мкс скорости распространения электромагнитной волны, м	
			Коэф. укорочения=1,0 Скорость=150 м/мкс - воздушные линии	Коэф. укорочения=1,5 Скорость=100 м/мкс - кабели с ПЭ-изоляцией
4	102,4	(500...97280)±51,2	(75000...14592000)±7680	(50000...9728000)±5120
8	51,2	(250...48640)±25,6	(37500...7296000)±3840	(25000...4864000)±2560
16	25,6	(120...24320)±12,8	(18000...3648000)±1920	(12000...2432000)±1280
32	12,8	(60...12160)±6,4	(9000...1824000)±960	(6000...1216000)±640
64	6,4	(30...6080)±3,2	(4500...912000)±480	(3000...608000)±320
128	3,2	(15...3040)±1,6	(2250...456000)±240	(1500...304000)±160
256	1,6	(7...1520)±0,8	(1050...228000)±120	(700...152000)±80
512	0,8	(3...760)±0,4	(450...114000)±60	(300...76000)±40
1024	0,4	(1,5...380)±0,2	(225...57000)±30	(150...38000)±20
2048	0,2	(0,8...190)±0,1	(120...28500)±15	(80...19000)±10
4096	0,1	(0,5...95)±0,05	(75...14250)±7,5	(50...9500)±5

3.3.25 Измерение задержки между сигналами на входах RTx (RTx 75) и SYNC

Измерение задержки между сигналом на входе RTx (RTx 75) и сигналом на входе SYNC анализатора варианта поставки анализатора /307:

Максимальная частота диапазона, кГц	Диапазон и пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения задержки при выбранном предельном разрешении спектра, мкс
128	(-100000...100000)±30
256	(-50000...50000)±30
512	(-25000...25000)±30
1024	(-12500...12500)±30
2048	(-6250...6250)±30
4096	(-3125...3125)±30

⁹ Если фронт сигнала на разъеме SYNC предшествует фронту сигнала на разъеме RTx (RTx 75), то задержка считается положительной. В противном случае (опережение) задержка считается отрицательной.

3.3.26 Измерение тангенса угла диэлектрических потерь

Измерение величины тангенса угла диэлектрических потерь ($tg\delta$) емкостной нагрузки, подключенной к симметричному разъему RTx. Тангенс угла потерь измеряется в процентах (так принято в электроэнергетике) и определяется по формуле $tg\delta, \% = R / |X| \times 100$, где $X < 0$ - реактивная, а R - активная составляющие импеданса нагрузки при последовательной схеме замещения $Z = R + jX$:

Диапазон измерения тангенса угла диэлектрических потерь $tg\delta, \%$	k сведению – в единицах $tg\delta, ед.$	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения тангенса угла диэлектрических потерь, %	
		/301, /311	/307
0,1...100	0,001...1,000	-	$\pm 0,10 \times tg\delta$

3.3.27 Измерение добротности

Измерение величины добротности (Q) индуктивной нагрузки, подключенной к симметричному разъему RTx. Добротность измеряется в единицах и определяется по формуле $Q = X / R$, где $X > 0$ - реактивная, а R - активная составляющие импеданса нагрузки при последовательной схеме замещения $Z = R + jX$:

Диапазон измерения добротности $Q, ед.$	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения добротности, ед.	
	/301, /311	/307
0,01...1000	-	$\pm 0,10 \times Q$

3.3.28 Измерение фазограмм уровня

Измерение фазограмм уровня как зависимости широкополосного по п. 3.3.2 и селективного уровня по п. 3.3.4 от фазы опорного сигнала. Диапазон частот опорного сигнала - от 0,041 до 0,500 кГц:

Диапазон частот опорного сигнала, кГц	Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения нулевого значения начальной фазы опорного сигнала, град
от 0,041 до 0,060 включительно	$\pm 0,5$
от 0,060 до 0,500	$\pm 1,0$

3.3.29 Измерение хронограмм уровня

Измерение хронограмм уровня как зависимости широкополосного по п. 3.3.2 и селективного уровня по п. 3.3.4 от времени. Диапазон развертки хронограмм - от 5 до 1800 с:

Диапазон развертки хронограмм, с	Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения времени на хронограмме, с
от 5 до 1800	± 1

3.4 Характеристики программного обеспечения анализаторов

ПО анализаторов состоит из ПО персонального компьютера (ПО ПК), встроенного ПО DSP, встроенного ПО DSP СуперСел и встроенного ПО ARM. Встроенное ПО защищено от непреднамеренных и преднамеренных изменений, и его запись осуществляется в процессе производства. Доступ к процессору исключен конструкцией анализаторов. ПО ПК устанавливается с машинного носителя. Защита ПО анализаторов от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует уровню «высокий» согласно Р 50.2.077-2014. Идентификационные данные ПО:

Идентификацион. данные (признаки)	Значение			
Варианты поставки А-7/301 и А-7/311				
Наименование ПО	ПО ПК	ПО DSP	ПО DSP СуперСел	ПО ARM (А-7/301)
Идентификацион. наименование ПО	A7.exe	A7.i00	A7_sst.i00	A7.bin
Номер версии (идентиф. номер) ПО	V5	F3	F3	A4
Цифровой идентификатор ПО	-	-	-	-
Вариант поставки А-7/307				
Наименование ПО	ПО ПК	ПО DSP	ПО DSP СуперСел	
Идентификацион. наименование ПО	A7_307.exe	A7_307.i00	A7_307_sst.i00	
Номер версии (идентиф. номер) ПО	V6	F4	F4	
Цифровой идентификатор ПО	-	-	-	

Возможности ПО применительно к вариантам А-7/301 и А-7/311 описаны в части руководства по эксплуатации 4221-009-11438828-17РЭ-7-2 РЭ.

4. Использование по назначению

4.1 Эксплуатационные ограничения при использовании, хранении, транспортировании

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 +35 дБм	Не допускается подключение анализатора к: - 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: - постоянного напряжения более 1 В, - переменного напряжения более 15 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 для снятия электростатического заряда следует кратковременно замкнуть между собой и «на землю» подключаемые окончания объекта

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

Наименование допустимого внешнего воздействия	Рабочие условия применения 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 макс. ускорением 30 м/с ² при длительности до 1 часа

4.2 Техническое обслуживание

Техническое обслуживание анализатора состоит в проведении контроля функционирования (см. ниже) анализатора перед каждым его применением.

Получение неудовлетворительных результатов контроля функционирования является основанием для предъявления рекламации и обращения на предприятие-изготовитель анализатора для выполнения ремонта.

4.3 Контроль функционирования, поверка, ремонт, комплектность

Контроль функционирования анализатора производится перед каждым его применением согласно раздела "Опробование" методики поверки 4221-009-11438828-17МП.

Анализатор подвергается первичной и периодическим поверкам в соответствии с методикой поверки 4221-009-11438828-17МП.

Ремонт анализатора осуществляется предприятием-изготовителем. Адрес предприятия-изготовителя приведен в соответствующем разделе формуляра.

Комплектность анализатора определяется соответствующим разделом формуляра.

4.4 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)¹⁰, 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).

4.4.1 Выбор режима анализатора - общие настройки

Анализатор может функционировать в двух основных режимах:

- счет случайных событий и
- прецизионный анализ.

Прецизионный анализ – 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}**¹¹,
 - 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**¹² обеспечивается выбором большего значения длины массива данных АЦП¹³ и способствует пропорциональному повышению 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.
- **анализ случайных событий не выполняется.**

¹⁰ Дополнительно анализатор способен формировать шумовой сигнал (ШУМ), который может быть применен, например, при испытаниях оконечного оборудования.

¹¹ Анализатор, функционирующий в автономном режиме (не под управлением ПК), обрабатывает массивы данных АЦП только с длиной **Нацп=2048**.

¹² Увеличение количества спектральных линий (то есть уменьшение разрешения спектра) сопровождается снижением скорости представления результатов измерений. По этой причине рекомендуется устанавливать малое разрешение спектра только тогда, когда это действительно необходимо.

¹³ Увеличение длины анализируемого массива данных АЦП приводит к снижению быстродействия анализатора.

Счет случайных событий – в этом режиме (детальнее см. п.4.9.11):

- **ЦСП анализатора** выполняет:
 - 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** (см. п.4.9.11), что выражается в измерении на заданном временном интервале объединения:
 - 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 длиной **Нацп=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 - **Нацп=2048** (то есть при минимальном количестве спектральных линий), рассчитывает и представляет параметры входного сигнала (уровни, затухание, частота, защищенность и т.д.);
- **анализ спектра** с прецизионным (малым) разрешением не выполняется.

4.4.2 Настройка генератора - задание уровня. Единицы измерений дБм, дБмо и дБм0

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

Величина фактического уровня (**Л,дБм¹⁴**) на выходе анализатора зависит от заданного уровня (**Л,дБм0**), установленного опорного уровня (**Опора,дБмо**) и определяется формулой¹⁵:

$$L,дБм = L,дБмо + L,дБм0$$

Этот уровень задается для установленной в форме настройки генератора нагрузки **Импеданс,Ом**, причем может быть выбран согласованный или низкоомный режим подключения генератора:

- **при согласованном** подключении генератора:
 - фактическая величина собственного сопротивления генератора может быть выбрана из predetermined ряда значений {75, 100, 120, 135, 600} Ом,
 - уровень выходного сигнала в нагрузке соответствует заданному значению **Л,дБм** только тогда, когда сопротивление нагрузки в точности равно заданному значению **Импеданс,Ом**, выбранному равным собственному сопротивлению генератора;
- **при низкоомном** подключении генератора:
 - собственное сопротивление генератора мало,
 - уровень выходного сигнала в нагрузке соответствует заданному значению **Л,дБм** тогда, когда сопротивление нагрузки равно заданному значению **Импеданс,Ом**.

¹⁴ 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).

¹⁵ Если опорный уровень генератора (**Лген,дБмо**) задан равным **0 дБмо**, то заданный в **дБм0** уровень (**Лген,дБм0**) равен уровню в **дБм**.

4.4.3 Настройка измерителя - автоматическое распознавание измерительных сигналов

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 (**F0** и **F1**) или
- заданием **центральной частоты** и **ширины полосы селекции** (**Fc** и **B**).

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 (**Сигнал,дБм0**) и защищенность (**Сигн/Шум,дБ**) в заданном **Диапазоне частот анализа, кГц**¹⁶ превышают заданные в форме настройки измерителя параметры настройки **Миним.уровень сигнала,дБм0** и **Миним.защищенность сигнала,дБ**:

- **Сигнал,дБм0 > Миним.уровень сигнала,дБм0** и
- **Сигн/Шум,дБ > Миним.защищенность сигнала,дБ**.

В противном случае тип сигнала распознается как **ШУМ**¹⁷.

4.4.4 Настройка измерителя - измерение уровня. Единицы измерений дБм, дБм0 и дБм0

Уровень **Лизм,дБм0** измеряемых анализатором сигналов, или шума, или составляющих спектра определяется относительно опорного уровня **Лизм,дБм0**, задаваемого в форме настройки измерителя в зависимости от измерительной задачи.

Величина фактического уровня (**Лизм,дБм**) на входе анализатора зависит от измеренного уровня (**Лизм,дБм0**), установленного опорного уровня (**Лизм,дБм0**) и вычисляется по формуле¹⁸:

$$\text{Лизм,дБм} = \text{Лизм,дБм0} + \text{Лизм,дБм0}$$

Этот уровень мощности определяется для заданной нагрузки **Импеданс,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 значений {75, 100, 120, 135, 600} Ом,
 - o уровень входного сигнала **Лизм,дБм** определяется для нагрузки, образованной измерительным входом анализатора;
- **при высокоомном** подключении измерителя:
 - o собственное сопротивление измерителя высокое,
 - o измеренный уровень входного сигнала **Лизм,дБм** определяется для нагрузки, подключенной параллельно входу анализатора, и соответствует истинному значению тогда, когда сопротивление нагрузки равно заданному значению **Импеданс,Ом**.

4.4.5 Настройка измерителя - селективное измерение уровня в заданной полосе

При выполнении **селективного измерения уровня в заданной полосе частот**, например, в полосе с шириной 4 кГц при установленном диапазоне рабочих частот равном 1024 кГц, в форме настройки измерителя рекомендуется установить:

- **Миним.уровень сигнала,дБм0 = 80 дБм0** – порог анализа задан заведомо выше возможного значения измеренного уровня – распознавание типа сигнала блокировано;
- **Диапазон частот анализа, кГц**:
 - o **F0** = начало полосы, например, 640 кГц,
 - o **F1** = конец полосы, например, 644 кГц.

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

- **Шум, дБм0** - уровень, измеренный в полосе **F0...F1**.

¹⁶ Сигнал ПСС является исключением – он распознается независимо от заданной полосы анализа.

¹⁷ Задание величины **Миним.уровень сигнала,дБм0** заведомо выше ожидаемого значения входного уровня блокирует алгоритм распознавания, то есть сигнал всегда распознается как ШУМ.

¹⁸ Если опорный уровень измерителя (**Лизм,дБм0**) задан равным **0 дБм0**, то измеренный в **дБм0** уровень (**Лизм,дБм0**) равен уровню в **дБм**.

4.4.6 Настройка измерителя - селективное измерение уровня в минимальной полосе

При выполнении селективного измерения уровня в минимально возможной полосе частот ширина полосы анализа может быть задана равной минимально возможному значению, которое, в свою очередь, не может быть определено менее установленного разрешения спектра (см. п.4.9.1). Например, требуется измерить уровень на частоте 640 кГц в условиях наличия значительных помех. При этом рекомендуются следующие установки в форме настройки измерителя:

- **Миним.уровень сигнала,дБм0** = -140 дБм0 – порог распознавания задан заведомо ниже возможного уровня сигнала;
- **Диапазон частот анализа, кГц:**
 - o **центр Fc** = необходимое значение – центральная частота полосы анализа, например, 640 кГц;
 - o **полоса В = Разрешение спектра** – заданная ширина полосы анализа равна установленному разрешению спектра¹⁹ (например, **полоса В=0,078 кГц** при установке **Разрешение спектра=0,078 кГц**, соответствующем минимально возможному для диапазона рабочих частот 1024 кГц).

Указанные настройки всегда приведут к распознаванию входного сигнала как гармонического. Отсчет показаний следует производить по параметрам измеряемого сигнала **SIN**:

- **Сигнал, дБм0** - уровень, измеренный в полосе $F_c - B/2 \dots F_c + B/2$;
- **Частота, кГц** – фактическая частота измеренного сигнала.

4.4.7 Настройка измерителя - измерение параметров сигнала в заданной полосе частот

При выполнении измерений параметров сигнала в заданной полосе частот, например, в полосе 640,6...643,7 кГц при установленном диапазоне 1024 кГц, в форме настройки измерителя рекомендуется установить:

- **Миним.уровень сигнала,дБм0** = пороговое значение,дБм0 – измерительный сигнал будет распознан только в том случае, когда его уровень превысит заданный порог;
- **Миним.защищенность сигнала,дБ** = пороговое значение,дБ – сигнал будет распознан только если его защищенность в заданной полосе превысит заданный порог;
- **Диапазон частот анализа, кГц:**
 - o **F0** = начало полосы, например, 640,6 кГц,
 - o **F1** = конец полосы, например, 644,7 кГц.

При указанных настройках будет производиться распознавание измерительного входного сигнала. Отсчет показаний следует производить по параметрам, представляемым в зависимости от типа распознанного сигнала. Так, если был распознан гармонический сигнал (**SIN**), то могут быть определены, например, следующие его параметры:

- **Частота, кГц** - частота гармонического сигнала, распознанного в полосе **F0...F1**;
- **Сигнал, дБм0** - уровень гармонического сигнала;
- **Шум, дБм0** - уровень шума в полосе **F0...F1** с подавлением гармонического сигнала²⁰;
- **Сиг/Шум, дБ** - соотношение уровней сигнала и шума²¹;
- **A2, дБ и A3, дБ** - соотношения уровней сигнала и его второй и третьей гармоник²².

4.4.8 Настройка измерителя - измерение взвешенных уровней

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

4.4.9 Настройка измерителя - измерение частотных характеристик передачи

Измерение частотных характеристик передачи объекта (четырёхполюсника) осуществляется с применением сигнала МЧС. При этом определяются частотные характеристики затухания, группового

¹⁹ При возникновении необходимости проведения измерений в узкой полосе следует предварительно выбрать соответствующее разрешение спектра, а затем задать ширину полосы анализа равной разрешению спектра.

²⁰ Уровень шума будет измерен только в том случае, если в заданной полосе анализа укладывается более 16 величин установленного разрешения спектра, то есть **Шум,дБм0** измеряется, если **(F1-F0)/Разрешение спектра > 16**. Поэтому для обеспечения измерения защищенности сигнала в заданной узкой полосе следует предварительно установить разрешение спектра **Разрешение спектра < (F1-F0)/16**. Если продукты сопровождающих помех (модуляции, нелинейных искажений) попадают в полосу **F0...F1**, то их уровень учитывается в **Шум,дБм0**.

²¹ Защищенность сигнала от шума **Сиг/Шум, дБ** будет измерена только, если измерен **Шум, дБм0**.

²² Защищенность сигнала от второй **A2, дБ** или третьей **A2, дБ** гармоники измеряется только в том случае, если частота второй или третьей гармоники попадают в полосу анализа **F0...F1**.

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.

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:
 - предполагается, что на стороне генератора уровень МЧС задан равным 0 дБм0, а задание фактически необходимого уровня осуществляется установкой соответствующего значения опорного уровня генератора,
 - 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;
 - уровни гармоник МЧС $L_{\text{изм МЧС } i, \text{дБм0}}$ определяются на стороне измерителя в полосе частот анализа относительно опорного уровня измерителя²³;
 - 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 удельной скорости передачи (бит/Гц)²⁴; в каждой точке частотного диапазона удельная скорость вычисляется по формуле Шеннона $\text{бит} = \log_2(10^{(C/Ш, \text{дБ}/10 \text{ дБ})} + 1)$; при этом учитываются следующие ограничения:

- простое ограничение характеристики удельной скорости нормой сверху (см. п.4.9.16); 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 учитывать влияние ограниченной чувствительности приемника конкретного оконечного оборудования на скоростной потенциал цифровой линии.

²³ Учет диаграммы уровней канала связи может быть осуществлен установкой соответствующих значений опорных уровней генератора и измерителя.

²⁴ Скоростной потенциал цифровой линии определяется интегрированием частотной характеристики удельной скорости в диапазоне частот передачи.

4.4.10 Настройка измерителя - измерение частотных характеристик полного сопротивления

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 характеристики измерителя импеданса (см. п.3.4) обеспечиваются непосредственно **на разъеме RTx** 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 по МЧС
Подключить к анализатору коммутационные элементы и соединительные провода ²⁵
Обеспечить холостой ход (XX) на концах соединительных проводов
Настроить анализатор и включить генератор МЧС ²⁶ или загрузить соответствующую конфигурацию
Анализатор, распознав МЧС и обнаружив на концах соединительных проводов XX ²⁷ , перейдет в режим калибровки измерителя импеданса в режиме XX ²⁸ , 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 ²⁹ , что будет отражено в соответствующем окне
Выполнив калибровку в режиме КЗ, анализатор в соответствующем окне сообщит об успешном завершении калибровки ³⁰ и перейдет в режим измерения импеданса ³¹
Подключить концы соединительных проводов к измеряемому объекту. После подключения или при изменении параметров объекта для ускорения считывания усредняемых анализатором показаний следует выполнить «Рестарт». Считывать и протоколировать показания.

²⁵ Суммарное сопротивление элементов коммутации и соединительных проводов не должно превышать 5 Ом; суммарная емкость элементов коммутации и соединительных проводов может быть использован анализатор А-7).

²⁶ Установить необходимый диапазон рабочих частот и режим подключения 2_Г_И_симм; настроить режимы индикации, протоколирования и нормирования измеряемых параметров и характеристик; настроить Генератор - уровень и диапазон частот МЧС; настроить Измеритель - максимальный и минимальный уровень, минимальная защищенность и время усреднения, которое рекомендуется задавать в диапазоне 5...20 с.

²⁷ Если XX не будет обнаружен в течении 4 с, то анализатор перейдет в режим измерения импеданса и заблокирует возможность автоматической калибровки измерителя импеданса - в этом случае для проведения калибровки импеданса следует повторно включить генератор МЧС.

²⁸ В процессе калибровки по XX определяются и компенсируются емкость коммутационных элементов и учитываются неидеальность амплитудно- и фазочастотных характеристик генератора и измерителя.

²⁹ В процессе калибровки в КЗ определяются и компенсируются сопротивление и индуктивность коммутационных элементов.

³⁰ Калибровка может быть выполнена и в ином порядке: сначала - КЗ, затем - XX.

³¹ Результаты оперативной автоматической калибровки измерителя импеданса не сохраняются в энергонезависимой памяти анализатора.

4.4.11 Анализ и счет случайных событий – организация и настройка

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**³² разбивается на множество измерительных подинтервалов с длительностью равной $\Delta T_{сч}, мс$;
- длительность **измерительного микроинтервала** $\Delta T_{сч}, мс$ определяется формулой $\Delta T_{сч}, мс = 1024 / (2,5 \times F_{max}, кГц)$, где $F_{max}, кГц$ – максимальная частота установленного рабочего диапазона частот;
- на каждом микроинтервале $\Delta T_{сч}, мс$ выполняется измерение, соответствующее типу измерительного сигнала:
 - o для **SIN** определяются:
 - среднеквадратичный уровень гармонического сигнала в узкой полосе с центральной частотой равной частоте гармонического сигнала,
 - среднеквадратичный уровень шума определяется в заданной полосе частот анализа с подавлением гармонического сигнала на его частоте,
 - защищенность определяется разностью среднеквадратичных уровней сигнала и шума;
 - o для **ШУМ** определяется:
 - среднеквадратичный уровень шума в заданной полосе частот анализа;
 - o для **МЧС** определяется:
 - защищенность каждой гармоники как разность среднеквадратичных уровней гармоники и шума в прилегающей к ней области частот; учитывается наихудшее значение защищенности;
- на каждом **интервале объединения случайных событий** проводится мониторинг, который заключается в определении на интервале объединения:
 - o для **SIN**:
 - минимального уровня сигнала **Мин.Сигн.,дБм0**,
 - максимального уровня шума **Макс.Шум,дБм0**,
 - минимальной защищенности **Мин.Сигн/шум,дБ**;
 - o для **ШУМ**:
 - максимального уровня шума **Макс.Шум,дБм0**;
 - o для **МЧС**:
 - минимальной защищенности **Мин.Сигн/шум,дБ**;
- значения **Мин.Сигн.,дБм0**, **Макс.Шум,дБм0** и **Мин.Сигн/шум,дБ** сопоставляются с нормами (порогами), по результатам сопоставления определяются:
 - o количество фактов нарушения порогов и
 - o процент интервалов объединения³³, испорченных всплесками шума, перерывами связи или снижениями защищенности.

³² Величина интервала объединения случайных событий задается в форме настройки измерителя.

³³ При задании величины интервала объединения случайных событий равной 1 с (рекомендуется) будет определен «Процент секунд», испорченных всплесками шума, перерывами или снижением защищенности.

Для активации анализа и счета случайных событий следует:

- установить режим счета случайных событий анализатора (см. п.4.9.1),
- настроить параметры измеряемого сигнала:
 - o следует выбрать индицируемые параметры и задать для них нормативы,
 - o 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:
 - o установить параметры распознавания измерительного сигнала (см. п.4.9.3),
 - o подать на вход RTx один из названных выше сигналов,
 - o причем анализ случайных событий с применением гармонического сигнала (SIN) производится только при дискретных³⁴ значениях частоты сигнала, определяемых формулой³⁵ $F_{\text{sin,кГц}} = \Delta F_{\text{,кГц}} \times K$, где $\Delta F=2,5 \times F_{\text{max,кГц}} / 1024$ - дискретность ряда, K – целое в диапазоне 2...409; допустимое отклонение фактического значения частоты от значений дискретного ряда должно составлять не более $\pm 0,005 \times \Delta F_{\text{,кГц}}$.

Максимальная частота установленного рабочего диапазона частот $F_{\text{max, кГц}}$	Длительность измерительного микроинтервала при анализе и счете случайных событий $\Delta T_{\text{сч, мс}}$	Допустимые значения частоты гармонического сигнала (SIN) при анализе и счете случайных событий $F_{\text{sin, кГц}}$		
		Диапазон дискретных значений, кГц		Допустимое отклонение от дискретного значения, \pm 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 анализе и счете случайных событий заключается в следующем:

- 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 следующем³⁶:
 - o **Таймер,с** **обязательно**³⁷ 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;
 - o **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;

³⁴ В режиме счета случайных событий генератор анализатора формирует гармонический сигнал (SIN), частота которого точно соответствуют значениям указанного дискретного ряда. Поэтому применение генераторов, отличных от анализатора AnCom A-7, для обеспечения анализа случайных событий по гармоническому сигналу категорически не рекомендуется.

³⁵ В режимах подключения 2_И_коакс, 2_Г_И_коакс, 4_Г_И_коакс частота $F_{\text{sin,кГц}} > 30$ кГц.

³⁶ Полные наименования и описания параметров приведены в Приложении 1.

³⁷ Если норма для таймера не установлена, то анализ и счет случайных событий не выполняется.

- **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 следующем³⁸:
 - **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 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.,событий** установить макс. допустимое значение (норма сверху);
 - **Мин.Сигн.,%** установить макс. допустимое значение (норма сверху);
 - **Макс.Шум,дБм0** 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).

³⁸ Описания параметров настройки для МЧС и SIN аналогичны параметрам для ШУМ'а и поэтому будут даны в сокращенной форме.

4.4.12 Сигнал ПСС – рефлектометрия, АЧХ по отражению, задержка распространения

Псевдослучайный сигнал (ПСС) применяется в следующих задачах³⁹:

- **двухпроводное подключение** – один анализатор - 2_Г_И_симм или 2_Г_И_коакс:
 - дефектоскопия по отражениям от неоднородностей:
 - рефлектограммы представляют отраженный сигнал в зависимости от расстояния до неоднородности, определяемом измеряемой задержкой отраженного сигнала и заданной в форме настройки измерителя **скоростью** распространения сигнала,
 - **скорость** должна быть задана равной **половине** скорости распространения электромагнитной волны в кабеле;
 - анализ характеристик передачи по отражению сигнала от удаленного окончания⁴⁰:
 - частотная характеристика передачи (АЧХ по отраженному сигналу)⁴¹,
 - длина линии (по задержке отраженного сигнала),
 - коэффициент затухания на частоте 300 кГц,
 - для пары симметричного кабеля (2_Г_И_симм):
 - диаметр сечения жилы пары,
 - погонная емкость и сопротивление⁴²,
 - скоростные потенциалы цифровых линий⁴³.
- **четырёхпроводное подключение** – один анализатор - 4_Г_И_симм или 4_Г_И_коакс:
 - определение времени прохождения сигнала в линии (канале, тракте) связи, оба окончания которой доступны в точке установки анализатора:
 - используются рефлектограммы, по оси абсцисс которых отложено расстояние, определяемое измеряемой задержкой и заданной **скоростью**,
 - **скорость** задается равной скорости сигнала в направляющей системе;
 - 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 измеряемой задержкой и **скоростью**,
 - **скорость** задается равной скорости распространения волны в кабеле;
- **двухпроводное подключение** – два анализатора – генераторный (2_Г_симм или 2_Г_коакс) и измерительный (2_И_симм или 2_И_коакс):
 - определение измерительным анализатором задержки и уровня отраженных от неоднородностей линии сигналов, сопровождающих прием полезного сигнала:
 - используются рефлектограммы, ось абсцисс которых размечена с учетом заданной **скорости** распространения сигнала,
 - **скорость** задается равной **половине** скорости сигнала в кабеле,
 - верхняя граница полосы анализа в этом случае должна быть задана равной максимальной рабочей частоте установленного диапазона.

4.4.13 Фазограмма – зависимость уровня помех от фазы сигнала помехи

При распознавании входного сигнала как ШУМ анализатор в режиме прецизионного анализа (см. п.4.9.1) может представить фазограммы, то есть зависимости селективного уровня, измеренного в заданной полосе частот анализа, или взвешенного уровня от фазы сигнала синхронизации, значение опорной частоты которого задается в форме настройки измерителя.

Основным назначением фазограмм является определение зависимости уровня помех в заданной полосе частот анализа от фазы частоты промышленной сети (0,050 кГц).

Для успешного построения фазограмм должен быть выполнен ряд условий, увязывающих диапазон рабочих частот, диапазон частот анализа, разрешение спектра и частоту сигнала синхронизации⁴⁴. Синхронизирующий сигнал вводится как сигнал, поступающий на вход питания анализатора 220В 50Гц⁴⁵.

³⁹ Подробности применения сигнала ПСС приведены в частях РЭ, касающихся измерения кабелей.

⁴⁰ На удаленном окончании кабеля должен быть обеспечен **холостой ход** (ХХ). Отражения от неоднородностей могут быть ложно восприняты как отражения от ХХ на конце кабеля. Поэтому при определении характеристик передачи по отражению от ХХ следует убедиться в том, что измеренная длина линии соответствует учетным данным.

⁴¹ АЧХ определяется как половина разности спектров переданного и отраженного от ХХ сигналов.

⁴² При условии, что не ранее чем за 4 минуты были измерены емкость и сопротивление шлейфа

⁴³ При условии, что не ранее чем за 4 минуты был измерен спектр шума в точке подключения

⁴⁴ Условия построения фазограмм подробно изложены во 2-й части настоящего РЭ.

⁴⁵ Подробности применения фазограмм приведены в 5-й части настоящего РЭ.

4.4.14 Режим анализа «СуперСел»

В режиме анализа «СуперСел» анализатор выполняет измерение уровня с заданной полосой селекции. При этом (подробности см. в РЭ-7-2, РЭ-7-5, РЭ-7-7) обеспечивается:

- построение частотных характеристик:
 - o затухания (АЧХ),
 - o импеданса, коэффициента и затухания несогласованности,
 - o сопротивления, емкости, индуктивности,
 - o коэффициента затухания и фазы методом ХХ-КЗ;
- циклическое сканирование спектра в заданной полосе частот с определением значений:
 - o селективных уровней (спектра),
 - o частоты и уровня максимальной спектральной составляющей,
 - o уровня шума с подавлением сигнала (шум с тоном) и
 - o защищенности (соотношения сигнал/шум).
- последовательное измерение уровней на заданных частотах.

Метрологические характеристики анализатора при измерении частотных характеристик, частоты, селективных уровней, сигнала и шума, а так же защищенности соответствуют характеристикам представленным выше в настоящей части РЭ.

При выполнении индивидуальной калибровки анализаторов фактические метрологические характеристики представляются в соответствующем протоколе.

4.4.15 Режим анализа сигнала на разъемах RTx по синхросигналу на разъеме SYNC

В режиме анализа «SYNC» анализатор синхронизирует обработку сигнала на входе RTx (симметрично) или разъеме RTx 75 (коаксиально) с фактом события синхронизации на входе SYNC.

Параметры входа SYNC:

- | | |
|---|----------------------------|
| - полярность напряжения | с учетом маркировки входа, |
| - исходное значение напряжения | не более +1 В, |
| - максимальное напряжение | не менее +250 В, |
| - входное сопротивление | не менее 100 кОм, |
| - минимальный интервал следования импульсов | не менее 200 мс. |

Событие синхронизации на входе SYNC возникает при следующих условиях:

- превышение напряжением порога срабатывания +3 В,
- срабатывание по фронту положительному или отрицательному.

Если сигнал синхронизации на разъеме SYNC обнаружен, то анализатор представляет осциллограмму сигнала на разъеме RTx (RTx 75) в соответствии с одной из выбранных схем синхронизации (подробности см. в РЭ-7-2), что позволяет анализировать:

- процесс на разъеме RTx, предшествующий поступлению сигнала на SYNC, или
- развитие процесса на разъеме RTx, происходящее после прохождения сигнала SYNC.

С использованием данных осциллограммы, выполняется определение:

- селективных уровней (спектр),
- частоты и уровня максимальной спектральной составляющей,
- уровня шума с подавлением сигнала (шум с тоном) и
- защищенности (соотношения сигнал/шум).

Метрологические характеристики анализатора при измерении частоты, уровня сигнала и шума, а так же защищенности соответствуют характеристикам, представленным в настоящей части РЭ.

4.4.16 Формирование 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 маски⁴⁶, которые определяют нормы в табличной форме (например, частота-затухание) и используются следующим образом:
 - o если в области определения измеренных значений характеристики **Характеристика>Маска_сверху**⁴⁷ 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»;
- наименьшая величина запаса в группе одновременно измеряемых параметров и характеристик определяет значение параметра «**Качество,дБ**».

4.4.17 Определение скоростного потенциала произвольной цифровой линии

Скоростной потенциал **R_kbps** произвольной цифровой линии (канала) определяется интегрированием удельной скорости в полосе частот передачи (F0...F1) на основе измеренной частотной характеристики (ЧХ) защищенности с учетом заданных норм ЧХ⁴⁸:

```
SNR_dB[F]; //измеренная ЧХ защищенности
SNR_dB_min[F]; //норма снизу на ЧХ защищенности
A_dB[F]; //измеренная ЧХ рабочего затухания
A_dB_max[F]; //норма сверху на ЧХ рабочего затухания
R_bit_max[F]; //норма сверху на ЧХ удельной скорости

for(F=F0, R_kbps=0.; F<F1; f+=dF) //цикл интегрирования в полосе приема
{SNR_dB=SNR_dB[F]-SNR_dB_min[F]; //защищенность=измеренное_значение-норма_снизу
dA_dB=A_dB[F]-A_dB_max[F]; //превышение значением затухания нормы
if(dA_dB>0.) SNR_dB-=dA_dB; //коррекция защищенности (учет чувствительности)
R_bit[F]=3.32193*log10(pow(10.,SNR_dB/10.)+1.); //удельная скорость
if(R_bit[F]>R_bit_max[F]) R_bit[F]=R_bit_max[F]; //моделируемое оборудование
R_kbps+=R_bit[F]*dF;} //интегрирование скорости в полосе приема
```

⁴⁶ 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.

⁴⁷ Исключение составляет частотная характеристика удельной скорости передачи (бит) - для характеристики удельной скорости норма сверху является и ограничением сверху.

⁴⁸ 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 моделируемого оборудования цифрового уплотнения.

Приложение 1. Измерения по сигналу SIN

Измерения по гармоническому сигналу SIN – затухание, защищенность от шума и нелинейных искажений, анализ случайных событий (перерывы и всплески шума), амплитудная характеристика, амплитудно-частотная характеристика почастотно	
Обозначение	Описание
Качество,дБ	Показатель качества, определяемый по формуле: $Q = \min(Q_1, Q_2, \dots, Q_i, \dots, Q_n)$, где: Q_i – запас удовлетворения нормам i -го нормируемого параметра; $Q_i = \min(Q_{\min_i}, Q_{\max_i})$ $Q_{\min_i} = (P_i - N_{\min_i})$ – запас удовлетворения норме снизу (не учитывается, если нормирование снизу не задано) $Q_{\max_i} = (N_{\max_i} - P_i)$ - запас удовлетворения норме сверху (не учитывается, если нормирование сверху не задано) P_i - значение i -го параметра, измеряемого в дБ или дБм0 N_{\min_i} - Норма_снизу N_{\max_i} - Норма_сверху n – количество нормированных параметров, участвующих в оценке качества
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

Приложение 2. Измерения по сигналу SIN2

Измерения по двухчастотному сигналу SIN2 – защищенность от нелинейных искажений, изменение частоты	
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 (f1)
Частота2,кГц	Частота 2-й составляющей двухчастотного сигнала (f2, f2>f1)
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 F1 и F2 и уровня продукта на частоте (2×F1-F2)
K3, %	Коэффициент нелинейных искажений 3-го порядка. Определяется отношением действующих значений селективно измеренных напряжений на частоте (2×F1-F2) и двухчастотного сигнала с частотами F1 и F2
Сел.уровни,дБм0	Диаграмма селективных уровней в диапазоне частот
Сел.взв.уровни,дБм0	Диаграмма селективных взвешенных уровней в диапазоне частот
Осциллограмма	Осциллограмма сигнала
A21,дБ	Затухание 2-й составляющей двухчастотного сигнала относительно 1-й составляющей

Приложение 3. Измерения по МЧС. Частотные характеристики

Измерения по многочастотному сигналу МЧС – частотные характеристики передачи и отражения, импеданс, сопротивление, емкость, анализ случайных событий (изменение защищенности), скорость передачи данных		
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	
C(1.02кГц),нФ	Эффективная электрическая емкость на частоте 1.02кГц	
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 коэффициента отражения: $Кнс = \frac{ R + jX - R_{изм} }{ R + jX + R_{изм} } \times 100\%$	R _{изм} – номинальное значение сопротивления нагрузки, к которой подключен измеритель; задается как параметр настройки измерителя; используется для расчета коэффициента и затухания отражения
Анс,дБ	Частотная характеристика затухания несогласованности: $Анс = 20 \times \log_{10} \left(\frac{ R + jX + R_{изм} }{ R + jX - R_{изм} } \right)$	
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	

Затухание(300кГц),дБ	Рабочее затухание на частоте 300кГц
Длина(ТП-0.5мм),м	Эффективная длина линии по затуханию. Рассчитана по измеренному на частоте 300кГц затуханию для условного кабеля типа ТП с диаметром жил 0.5мм, коэффициент затухания которого принят равным 9.9дБ/км
ADSL_dn,кбит/с	Скоростной потенциал ADSL, downstream, +20.4dBm, 138...1104kHz, max=8bit/bin, SNR-margin=6dB
ADSL_dn,%	Отношение скоростного потенциала ADSL_dn и Нормы скорости. Норма(АЧХ, Помехи ETSI-B, в 10-парн.пучке до 3 ADSL)
ADSL2_dn,кбит/с	Скоростной потенциал ADSL2, downstream, +20.4dBm, 138...1104kHz, max=12bit/bin, SNR-margin=6dB
ADSL2_dn,%	Отношение скоростного потенциала ADSL2_dn и Нормы скорости. Норма(АЧХ, Помехи ETSI-B, в 10-парн.пучке до 3 ADSL2)
ADSL2p_dn,кбит/с	Скоростной потенциал ADSL2+, downstream, +20.4dBm, 138...2208kHz, max=12bit/bin, SNR-margin=6dB
ADSL2p_dn,%	Отношение скоростного потенциала ADSL2+_dn и Нормы скорости. Норма(АЧХ, Помехи ETSI-B, в 10-парн.пучке до 3 ADSL2+)
ADSL_up,кбит/с	Скоростной потенциал ADSL, upstream, +12.5dBm, 26...138kHz, max=6bit/bin, SNR-margin=6dB
ADSL_up,%	Отношение скоростного потенциала ADSL_up и Нормы скорости. Норма(АЧХ, Помехи ETSI-B, в 10-парн.пучке до 3 ADSL)
ADSL2_up,кбит/с	Скоростной потенциал ADSL2, upstream, +12.5dBm, 26...138kHz, max=9bit/bin, SNR-margin=6dB
ADSL2_up,%	Отношение скоростного потенциала ADSL2_up и Нормы скорости. Норма(АЧХ, Помехи ETSI-B, в 10-парн.пучке до 3 ADSL2)
ADSL2p_up,кбит/с	Скоростной потенциал ADSL2+, upstream, +12.5dBm, 26...138kHz, max=9bit/bin, SNR-margin=6dB
ADSL2p_up,%	Отношение скоростного потенциала ADSL2+_up и Нормы скорости. Норма(АЧХ, Помехи ETSI-B, в 10-парн.пучке до 3 ADSL2+)
SHDSL,кбит/с	Скоростной потенциал SHDSL, 16-TCPAM, +13.5dBm, SNR-margin=6dB
SHDSL,%	Отношение скоростного потенциала SHDSL_16-TCPAM и Нормы скорости. Норма(АЧХ, Помехи ETSI-B, в 10-парн.пучке до 3 SHDSL)
SHDSL.bis,кбит/с	Скоростной потенциал SHDSL.bis, 32-TCPAM, +13.5dBm, SNR-margin=6dB
SHDSL.bis,%	Отношение скоростного потенциала SHDSL_32-TCPAM и Нормы скорости. Норма(АЧХ, Помехи ETSI-B, в 10-парн.пучке до 3 SHDSL)
ADSL4_dn,кбит/с	Скоростной потенциал ADSL4, downstream, +20.4dBm, 138...4416kHz, max=12bit/bin, SNR-margin=6dB
ADSL4_dn,%	Отношение скоростного потенциала ADSL4_dn и Нормы скорости. Норма(Длина, Диаметр, Помехи ETSI-B, в 10-парн.пучке до 3 ADSL4)
ADSL4_up,кбит/с	Скоростной потенциал ADSL4, upstream, +12.5dBm, 26...138kHz, max=9bit/bin, SNR-margin=6dB
ADSL4_up,%	Отношение скоростного потенциала ADSL4_up и Нормы скорости. Норма(Длина, Диаметр, Помехи ETSI-B, в 10-парн.пучке до 3 ADSL4)

Приложение 4. Измерения по ПСС. Рефлектометр

Измерения по псевдослучайному сигналу ПСС – рефлектометр, АЧХ и скорость передачи данных по отражению	
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,дБ	Рефлектограмма уровня отраженного сигнала относительно уровня помех с учетом знака – положительные значения уровня соответствуют отражению, знак которого совпадает со знаком основного импульса (отражение от разрыва или XX на конце линии), отрицательные значения уровня соответствуют отражению с противоположным знаком (отражение от замыкания жил или КЗ на конце линии)
Рефлектограмма,%	Рефлектограмма амплитуды отраженного сигнала 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,дБ	Частотная характеристика затухания. Определяется как разность спектров основного и отраженного от XX на конце кабеля сигналов
Задерж.Отр.ХХ,мкс	Задержка сигнала, отраженного от XX на удаленном окончании
Затухание(300кГц),дБ	Рабочее затухание на частоте 300кГц. Рассчитано по сигналу отражения от XX
ДлинаЛинии,м	Длина линии по задержке отражения. Рассчитана по задержке отражения от XX и заданной скорости распространения сигнала
ДиаметрЖилы,мм	Диаметр жилы. Распознан как наиболее подходящий для кабеля с полиэтиленовой изоляцией жил по затуханию на частоте 300кГц и по задержке отражения от XX. Выбран из ряда 0.32, 0.4, 0.5, 0.64, 0.9, 1.2 мм
Погон.Затух(300кГц), дБ/км	Частота 300кГц. Коэффициент затухания. Рассчитан по сигналу отражения от XX и длине линии по задержке отражения от XX
Погон.Затух(300кГц), %	Частота 300кГц. Относительное отклонение коэффициента затухания от номинала, определенного по Диаметру жилы: 0.32, 0.4, 0.5, 0.64, 0.9, 1.2 мм; 17.60, 12.9, 9.9, 7.23, 5.0, 4.4 дБ/км
Погон.Сопрот.,Ом/км	Погонное сопротивление шлейфа. Рассчитано по заранее измеренному сопротивлению шлейфа и длине линии по задержке отражения от XX
Погон.Сопрот.,%	Относительное отклонение погонного сопротивления шлейфа от номинала, определенного по Диаметру жилы: 0.32, 0.4, 0.5, 0.64, 0.9, 1.2 мм; 432, 278, 180, 110, 56.8, 31.6 Ом/км
Погон.Емкость,нФ/км	Погонная емкость. Рассчитана по заранее измеренной на частоте 1.02кГц емкости и длине линии по задержке отражения от XX
Погон.Емкость,%	Относительное отклонение погонной емкости от номинала 45 нФ/км
ADSL_dn,кбит/с	Скоростной потенциал ADSL, downstream, +20.4dBm, 138...1104kHz, max=8bit/bin, SNR-margin=6dB. Рассчитан по заранее измеренному спектру помех и АЧХ
ADSL_dn,%	Отношение скоростного потенциала ADSL_dn и Нормы скорости. Норма(Длина, Диаметр, Помехи ETSI-B, в 10-парн.пучке до 3 ADSL)
ADSL2_dn,кбит/с	Скоростной потенциал ADSL2, downstream, +20.4dBm, 138...1104kHz, max=12bit/bin, SNR-margin=6dB. Рассчитан по заранее измеренному спектру помех и АЧХ
ADSL2_dn,%	Отношение скоростного потенциала ADSL2_dn и Нормы скорости. Норма(Длина, Диаметр, Помехи ETSI-B, в 10-парн.пучке до 3 ADSL2)
ADSL2p_dn,кбит/с	Скоростной потенциал ADSL2+, downstream, +20.4dBm, 138...2208kHz, max=12bit/bin, SNR-margin=6dB. Рассчитан по заранее измеренному спектру помех и АЧХ

ADSL2p_dn,%	Отношение скоростного потенциала ADSL2+_dn и Нормы скорости. Норма(Длина, Диаметр, Помехи ETSI-B, в 10-парн.пучке до 3 ADSL2+)
ADSL_up,кбит/с	Скоростной потенциал ADSL, upstream, +12.5dBm, 26...138kHz, max=6bit/bin, SNR-margin=6dB. Рассчитан по заранее измеренному спектру помех и АЧХ
ADSL_up,%	Отношение скоростного потенциала ADSL_up и Нормы скорости. Норма(Длина, Диаметр, Помехи ETSI-B, в 10-парн.пучке до 3 ADSL)
ADSL2_up,кбит/с	Скоростной потенциал ADSL2, upstream, +12.5dBm, 26...138kHz, max=9bit/bin, SNR-margin=6dB. Рассчитан по заранее измеренному спектру помех и АЧХ
ADSL2_up,%	Отношение скоростного потенциала ADSL2_up и Нормы скорости. Норма(Длина, Диаметр, Помехи ETSI-B, в 10-парн.пучке до 3 ADSL2)
ADSL2p_up,кбит/с	Скоростной потенциал ADSL2+, upstream, +12.5dBm, 26...138kHz, max=9bit/bin, SNR-margin=6dB. Рассчитан по заранее измеренному спектру помех и АЧХ
ADSL2p_up,%	Отношение скоростного потенциала ADSL2+_up и Нормы скорости. Норма(Длина, Диаметр, Помехи ETSI-B, в 10-парн.пучке до 3 ADSL2+)
SHDSL,кбит/с	Скоростной потенциал SHDSL, 16-TCPAM, +13.5dBm, SNR-margin=6dB. Рассчитан по заранее измеренному спектру помех и АЧХ
SHDSL,%	Отношение скоростного потенциала SHDSL_16-TCPAM и Нормы скорости. Норма(Длина, Диаметр, Помехи ETSI-B, в 10-парн.пучке до 3 SHDSL)
SHDSL.bis,кбит/с	Скоростной потенциал SHDSL.bis, 32-TCPAM, +13.5dBm, SNR-margin=6dB. Рассчитан по заранее измеренному спектру помех и АЧХ
SHDSL.bis,%	Отношение скоростного потенциала SHDSL_32-TCPAM и Нормы скорости. Норма(Длина, Диаметр, Помехи ETSI-B, в 10-парн.пучке до 3 SHDSL)
ADSL4_dn,кбит/с	Скоростной потенциал ADSL4, downstream, +20.4dBm, 138...4416kHz, max=12bit/bin, SNR-margin=6dB. Рассчитан по заранее измеренному спектру помех и АЧХ
ADSL4_dn,%	Отношение скоростного потенциала ADSL4_dn и Нормы скорости. Норма(Длина, Диаметр, Помехи ETSI-B, в 10-парн.пучке до 3 ADSL4)
ADSL4_up,кбит/с	Скоростной потенциал ADSL4, upstream, +12.5dBm, 26...138kHz, max=9bit/bin, SNR-margin=6dB. Рассчитан по заранее измеренному спектру помех и АЧХ
ADSL4_up,%	Отношение скоростного потенциала ADSL4_up и Нормы скорости. Норма(Длина, Диаметр, Помехи ETSI-B, в 10-парн.пучке до 3 ADSL4)

Приложение 5. Измерения в режиме Шум

Измерения в отсутствие измерительного сигнала, или при нераспознавании сигнала, или при параметрической блокировке распознавания сигнала **ШУМ** – уровень в полосе частот, взвешенный уровень, фазограмма уровня, анализ случайных событий (всплески шума)

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

Приложение 6. Измерения по режиме СуперСел

Измерения в режиме с повышенным спектральным разрешением **СуперСел** – затухание, защищенность в заданной полосе, частотные характеристики передачи и отражения, импеданс, сопротивление, емкость, тангенс потерь, индуктивность, добротность, панорама помех, уровни на заданных частотах

Обозначение	Описание	
Качество,дБ	Показатель качества. Определяется аналогично тому, как это описано для SIN	
Отметка соответ.	Отметка соответствия всем заданным нормам	
Селективно,дБм0	Диаграмма селективных уровней в диапазоне частот	
Селективно взв.,дБм0	Диаграмма селективных взвешенных уровней	
Частота,кГц	Частота гармонического сигнала	
Сигнал,дБм0	Уровень гармонического сигнала	
Затухание,дБ	Затухание гармонического сигнала относительно опорного уровня измерителя	
Шум,дБм0	Уровень шума в полосе сканирования с подавлением сигнала (шум с тоном) при распознавании сигнала	
Взв. шум,дБм0	Уровень взвешенного шума	
Сигн/шум,дБ	Защищенность сигнала в полосе анализа с подавлением сигнала	
Сигн/взв. шум,дБ	Защищенность сигнала от взвешенных шумов	
АЧХ,дБ	Затухание	рабочее при 4-пров. подключении 4-полюсника собственное при 2-проводном подключении методом ХХ-КЗ на вых. клеммах 4-полюсника
ГВП,мкс	Групповое время прохождения	собственное при 2-проводном подключении методом ХХ-КЗ на вых. клеммах 4-полюсника
R,Ом	Активная составляющая полного сопротивления	
X,Ом	Реактивная составляющая полного сопротивления	
Z,Ом	Модуль полного сопротивления (импеданса)	
Ф,град	Угол между напряжением и током	
Анс,дБ	Затухание несогласованности	по отношению к задаваемому сопротивлению
Кнс, %	Кнс, % = $ R+jX-R_{изм} / R+jX+R_{изм} *100\%$	Кнс, % = $ R+jX-R_{изм} / R+jX+R_{изм} *100\%$
Сопротивление,Ом	Сопротивление постоянному току	
C(1.02кГц),нФ	Эффективная электрическая емкость на частоте 1.02кГц	
C,нФ	Эффективная электрическая емкость	
tgδ, %	Тангенс угла диэлектрических потерь в процентах	
L,мкГн	Эффективная индуктивность	
Q,ед	Добротность	
Сел. уровни,дБм0	Диаграмма селективных уровней в диапазоне частот	
Сел. взв. уровни,дБм0	Диаграмма селективных взвешенных уровней	
a(f),дБ/км	Кэффициент затухания	Последовательно: холостой ход (ХХ); короткое замыкание (КЗ)
b(f),рад/км	Кэффициент фазы	
v(f),м/мкс	Скорость распространения	
Zв(f),Ом	Модуль импеданса	
Ф(f),град	Угол между напряж. и током	
ФизмСс,кГц	Частота измерения емкости	
C(ФизмСс),нФ	Эффективная электрическая емкость	
tgδ(ФизмСс), %	Тангенс угла диэлектрических потерь в процентах	
Сс(ФизмСс),нФ/км	Погонная емкость	
Rс,Ом/км	Погонное сопротивление	
ФизмLс,кГц	Частота измерения индуктивности	по ХХ на дальнем конце кабеля
L(ФизмLс),мкГн	Эффективная индуктивность	
Q(ФизмLс),ед.	Добротность	
Lс(ФизмLс),мкГн/км	Погонная индуктивность	
Lс/Rс(ФизмLс),мкГн/Ом	Соотношение погонных индуктивности и сопротивления	
Панорама,дБм0	Диаграмма помех в диапазоне частот. При активизации 2-х курсоров выделенная ими область спектра используется для заполнения Таблицы спектральных фрагментов, характеризуемых центральной частотой и суммарным уровнем. Условия распознавания фрагмента: все фрагменты распознаются внутри области частот между курсорами, все спектральные составляющие фрагмента должны быть выше нижнего курсора, все спектральные составляющие фрагмента должны быть ниже верхнего курсора.	

Обязательно задание известной физической длины кабеля

Приложение 7. Измерения с синхронизацией от SYNC

Измерения при анализе сигнала на разъеме **RTx** при синхронизации сигналом на разъеме **SYNC**

Обозначение	Описание		
Качество,дБ	Показатель качества. Определяется аналогично тому, как это описано для SIN		
Отметка соответ.	Отметка соответствия всем заданным нормам		
SYNC_Сигнал,событий	Счетчик фактов событий синхронизации на входе SYNC. Событием является обнаружение: положительного фронта импульса или отрицательного фронта импульса. Вид события синхронизации выбирается настройкой режима SYNC		
SYNC_Длительность,мкс	Длительность импульса на входе SYNC		
SYNC_Таймер	Время между двумя последними событиями на входе SYNC		
Осциллограмма	Осциллограмма сигнала, поступающего на вход RTx. Нулевая отметка времени на Осциллограмме соответствует моменту события синхронизации на входе SYNC. Активация 2-х курсоров – выделен Фрагмент сигнала от курсора - до курсора. Активация 1-го курсора – выделен Фрагмент сигнала от курсора вправо до конца. В отсутствие курсоров - выделенный Фрагмент соответствует Осциллограмме. Для выделенного Фрагмента сигнала определяются Спектр фрагмента и Параметры Фрагмента		
Сел.уровни,дБм0	Диаграмма селективных уровней в диапазоне частот	Спектр фрагмента	Соответствуют выделенному на Осциллограмме временному Фрагменту сигнала , поступающего на вход RTx
Частота,кГц	Частота	максимальной частотной составляющей Спектра	
Сигнал,дБм0	Уровень		
Шум,дБм0	Уровень шума в полосе анализа с подавлением максимальной частотной составляющей Спектра		Параметры фрагмента
Сигн/шум,дБ	Защищенность максимальной частотной составляющей Спектра		

