



под редакцией
Шкарина Ю.П.



Измерения в ВЧ связи. Каналы и аппаратура

изд. 1

Москва 2014

с примерами
заполнения
Паспортов

Библиотека аnСом

**под редакцией
Шкарина Ю.П.**

Измерения в ВЧ связи. Каналы и аппаратура

изд. 1

Москва 2014

Измерения в ВЧ связи. Каналы и аппаратура

Содержание

1	Введение.....	7
2	Общие сведения	10
2.1	Основные положения, принятые в брошюре.....	10
2.1.1	Виды и особенности каналов (аппаратуры) ВЧ связи	10
2.1.2	Общее представление об организации и объемах измерений каналов ВЧ связи.....	11
2.1.3	Общее представление о паспортизации каналов ВЧ связи.....	11
2.2	Общие принципы организации измерений	12
2.3	Основы работы с измерительными приборами	17
2.3.1	Комплект «ВЧ лаборатория»	17
2.3.1.1	Анализатор ВЧ связи AnCom A-7/307.....	17
2.3.1.2	Измерительный генератор AnCom A11/G	24
2.3.1.3	Имитатор затухания и шума AnCom ИЗШ-75	26
2.3.2	Комплект «Лаборатория каналов связи»	28
2.3.2.1	Анализатор систем связи AnCom TDA-9.....	28
2.3.2.2	Анализатор цифровых каналов и трактов AnCom E-9	32
2.3.2.3	Анализатор релейщика AnCom P3A-Тест/GOOSE	35
3	Каналы между абонентскими интерфейсами аппаратуры уплотнения.....	37
3.1	Общее представление.....	37
3.2	Каналы передачи речи.....	37
3.2.1	Общее представление.....	37
3.2.2	Характеристики качества передачи речи.....	38
3.2.3	Тональные окончания каналов передачи речи	39
3.2.3.1	Особенности тональных окончаний в аналоговых ВЧ каналах	39
3.2.3.2	Особенности тональных окончаний в цифровых ВЧ каналах.....	42
3.2.3.3	Особенности тонального окончания – абонентская линия	45
3.2.3.4	Методы и методики измерения параметров качества речи на тональных окончаниях	45
3.2.4	Сигнализация в тональных окончаниях	49
3.2.4.1	Схемы построения систем связи	49
3.2.4.2	Сигнализация АДАСЭ	49
3.2.4.3	Сигнализация на абонентских линиях.....	50
3.2.4.4	Сигнализация E&M.....	52
3.2.5	Поток E1 – окончание каналов передачи речи.....	54
3.2.5.1	Общее представление	54
3.2.5.2	Методы и методики измерения параметров качества речи на окончаниях потока E1..	57
3.2.6	Ethernet (VoIP) – окончание каналов передачи речи	66
3.2.6.1	Общее представление	66
3.2.6.2	Методы и методики измерения параметров качества речи на окончаниях Ethernet..	67
3.2.7	Особенности составных каналов передачи речи.....	70
3.2.8	Качество обслуживания пользователей	70
3.2.8.1	Общее представление	70
3.2.8.2	Методы и методики измерения показателей качества обслуживания пользователей	71
3.3	Канал телемеханики	73
3.3.1	Общее представление.....	73
3.3.2	Тональный канал для внешних (выносных) модемов.....	73

3.3.2.1	Общее представление	73
3.3.2.2	Методы и методики измерения каналов телемеханики с надтональными окончаниями	74
3.3.3	Каналы ТМ с цифровыми интерфейсами	74
3.3.3.1	Общее представление	74
3.3.3.2	Коэффициент ошибок	75
3.3.3.3	Краевые искажения	76
3.3.3.4	Логика работы сигналов управления взаимодействием	79
3.3.3.5	Соответствие (ГОСТ Р МЭК 60870-5-101-2006)	79
3.3.3.6	Поддержка специфических протоколов ТМ	80
3.3.4	Особенности составных каналов передачи ТМ	81
3.3.5	Методы и методики измерения каналов телемеханики с цифровыми окончаниями	82
3.3.5.1	Коэффициент ошибок (для аналоговых и цифровых каналов)	82
3.3.5.2	Время передачи в канале ТМ	84
3.3.5.3	Соответствие (ГОСТ Р МЭК 60870-5-101-2006)	85
3.3.5.4	Краевые искажения	87
3.4	Каналы передачи данных (межмашинный обмен - ММО)	88
3.4.1	Общее представление	88
3.4.2	Тональный канал для внешних (выносных) модемов	88
3.4.2.1	Общее представление	88
3.4.2.2	Методы и методики измерения каналов ММО с тональными окончаниями	90
3.4.3	Каналы ММО с цифровыми окончаниями	90
3.4.3.1	Общие сведения	90
3.4.3.2	Каналы с интерфейсами RS-232, RS-422, RS-485	92
3.4.3.3	Методы и методики измерения асинхронных каналов с интерфейсами RS-232, RS-422, RS-485	96
3.4.3.4	Ethernet	98
3.4.3.5	Методы и методики измерения каналов с интерфейсом Ethernet	101
3.4.3.6	Интерфейс E1 (G.703.1)	106
3.4.3.7	Методы и методики измерения каналов ММО с интерфейсом E1	106
3.4.4	Особенности составных каналов передачи ММО	107
3.5	Канал передачи факсов	108
3.5.1	Общее представление	108
3.5.2	Особенности передачи факсов через аналоговый ВЧ канал	109
3.5.3	Особенности передачи факсов через цифровой ВЧ канал	109
3.5.4	Методы и методика измерения каналов передачи факсов	109
3.6	Канал передачи сигналов команд РЗ и ПА	110
3.6.1	Общие сведения	110
3.6.2	Характеристики входных окончаний передатчика	111
3.6.3	Характеристики выходных окончаний приемника	112
3.6.4	Временные и надежность характеристики	113
3.6.5	Методы измерения каналов передачи команд РЗ и ПА	114
3.6.5.1	Измерение минимального напряжения управляющего воздействия	114
3.6.5.2	Продолжительность передачи команд	115
3.6.5.3	Время передачи команды	115
3.6.5.4	Задержка начала передачи команды	115
3.6.5.5	Задержка приема команд в приемнике	115
3.6.5.6	Задержка на возврат замкнутых выходных цепей приемника	115
3.7	Канал передачи сигналов команд РЗ и ПА с Ethernet интерфейсом (цифровые подстанции МЭК 61850)	116
3.7.1	Общие сведения	116

3.7.2	GOOSE сообщения	118
3.7.3	Методы измерения канала передачи сигналов команд РЗ и ПА с Ethernet интерфейсом	119
3.7.3.1	Продолжительность передачи команд	119
3.7.3.2	Время передачи команды	119
3.7.3.3	Задержка начала передачи команды	120
3.7.3.4	Задержка приема команд в приемнике	120
3.7.3.5	Задержка на возврат замкнутых выходных цепей приемника (для «Традиционной подстанции» с приемной стороны)	120
3.7.4	Методика измерения канала передачи сигналов команд РЗ и ПА с Ethernet интерфейсом	120
3.7.4.1	Время передачи команды	121
3.7.4.2	Задержка начала передачи команды	121
3.7.4.3	Задержка приема команд в приемнике	121
4	Комбинированная ВЧ аппаратура уплотнения	122
4.1	Общее представление	122
4.2	Измерение параметров ВЧ канала	123
4.2.1	Измерение уровня выхода различных сигналов	123
4.2.2	Измерение уровня приема различных сигналов в ВЧ спектре	124
4.2.3	Измерение суммарного напряжения сигналов на входе приемного тракта	125
4.2.4	Измерение пределов работы АРУ	126
4.2.5	Измерение запаса по затуханию	127
4.2.5.1	Измерение запаса по затуханию в случае, если передача команд УПАСК не предусмотрена	127
4.2.5.2	Измерение запаса по затуханию в канале с передачей команд УПАСК	127
4.2.6	Соотношение уровня сигнала и широкополосной помехи	128
4.2.7	Соотношение уровня сигнала и узкополосной помехи от других каналов	129
4.2.8	Затухание несогласованности	130
4.3	Методика измерения параметров ВЧ канала	131
4.3.1	Измерение уровня выхода различных сигналов	131
4.3.2	Измерение уровня приема различных сигналов в ВЧ спектре	131
4.3.3	Измерение суммарного напряжения сигналов на входе приемного тракта	131
4.3.4	Измерение пределов работы АРУ для аналогового канала	132
4.3.5	Измерение запаса по затуханию для аналогового канала	132
4.3.6	Соотношение уровня сигнала и широкополосной помехи для аналогового канала	133
4.3.7	Соотношение уровня сигнала и узкополосной помехи от других каналов – для аналогового канала	133
4.3.8	Затухание несогласованности	134
4.3.8.1	Затухание несогласованности АУ относительно 75 Ом	134
4.3.8.2	Затухание несогласованности АУ относительно ВЧ тракта	134
4.4	Паспортизация каналов комбинированной ВЧ аппаратуры уплотнения	135
4.4.1	Общие соображения по паспортизации ВЧ каналов	135
4.4.2	Пример паспорта на комбинированную аппаратуру уплотнения и каналы ВЧ связи	136
4.5	Производители Комбинированной аппаратуры уплотнений и номенклатура их продукции	143
5	Комбинированная аппаратура передачи сигналов команд РЗ и ПА	157
5.1	Общее представление	157
5.2	Измерение параметров ВЧ канала	158
5.2.1	Измерение уровня выхода охранного сигнала и сигнала команды	158
5.2.2	Измерение уровня приема охранного сигнала и сигнала команды в ВЧ спектре	158
5.2.3	Измерение запаса по затуханию	158

5.2.4	Измерение чувствительности приемника для сигнала команд.....	159
5.2.5	Измерение отношения сигнал/помеха для широкополосной помехи	159
5.2.6	Измерение отношения сигнал/помеха для узкополосных помех	159
5.2.7	Измерение уровня принимаемого сигнала при срабатывании предупредительной и аварийной сигнализации	160
5.3	Методики измерения параметров ВЧ канала	161
5.3.1	Измерение уровня выхода охранного сигнала и сигнала команды.....	161
5.3.2	Измерение уровня приема охранного сигнала и сигнала команды в ВЧ спектре.....	161
5.3.3	Измерение запаса по затуханию	161
5.3.4	Измерение чувствительности приемника для сигнала команд.....	162
5.3.5	Измерение отношения сигнал/помеха для широкополосной помехи	162
5.3.6	Измерение отношения сигнал/помеха для узкополосных помех	162
5.3.7	Измерение уровня принимаемого сигнала при срабатывании предупредительной и аварийной сигнализации	163
5.4	Паспортизация аппаратуры и ВЧ каналов передачи сигналов команд РЗ и ПА.....	164
5.4.1	Общие соображения по паспортизации	164
5.4.2	Пример паспорта на аппаратуру и каналы передачи команд РЗ и ПА	164
5.5	Производители ВЧ аппаратуры передачи сигналов команд РЗ и ПА и номенклатура их продукции	170
6	Специализированная аппаратура ВЧ защит	181
6.1	Общее представление	181
6.2	Измерение параметров ВЧ канала	182
6.2.1	Уровень передачи сигнала ВЧ защиты	182
6.2.2	Измерение чувствительности приемника	182
6.2.3	Измерение запаса по затуханию	182
6.2.4	Измерение уровня приема сигнала защиты на ВЧ входе	182
6.2.5	Измерение уровня принимаемого сигнала при срабатывании предупредительной и аварийной сигнализации	183
6.2.6	Измерение отношения сигнал/помеха для узкополосных помех	183
6.3	Методика измерения ВЧ каналов	184
6.3.1	Уровень передачи сигнала ВЧ защиты	184
6.3.2	Измерение чувствительности приемника	184
6.3.3	Измерение запаса по затуханию	184
6.3.4	Измерение уровня приема сигнала защиты на ВЧ входе	185
6.3.5	Измерение уровня принимаемого сигнала при срабатывании предупредительной и аварийной сигнализации	185
6.3.6	Измерение отношения сигнал/помеха для узкополосных помех	185
6.4	Паспортизация каналов ВЧ защиты	186
6.4.1	Общие соображения по паспортизации	186
6.4.2	Пример паспорта на аппаратуру и каналы ВЧ защит	186
6.5	Производители аппаратуры ВЧ защиты и номенклатура их продукции	191
7	Заключение.....	197

1 Введение

Канал связи состоит из аппаратуры уплотнения (АУ), устанавливаемой по концам канала, и линии связи, соединяющей комплекты АУ между собой. В тракте передачи АУ осуществляются необходимые преобразования информационных сигналов, поступающих на пользовательские интерфейсы передающего конца, в форму, удобную для передачи по линии связи. В тракте приёма производится обратное преобразование сигналов, принимаемых из линии связи и передаваемых на пользовательские интерфейсы приёмного конца.

Линия связи является средой, по которой преобразованные сигналы передаются между ВЧ интерфейсами АУ, установленной в пунктах окончания канала.

Структурная схема канала ВЧ связи по ЛЭП с указанием его составных частей приведена на рисунке 1.1.

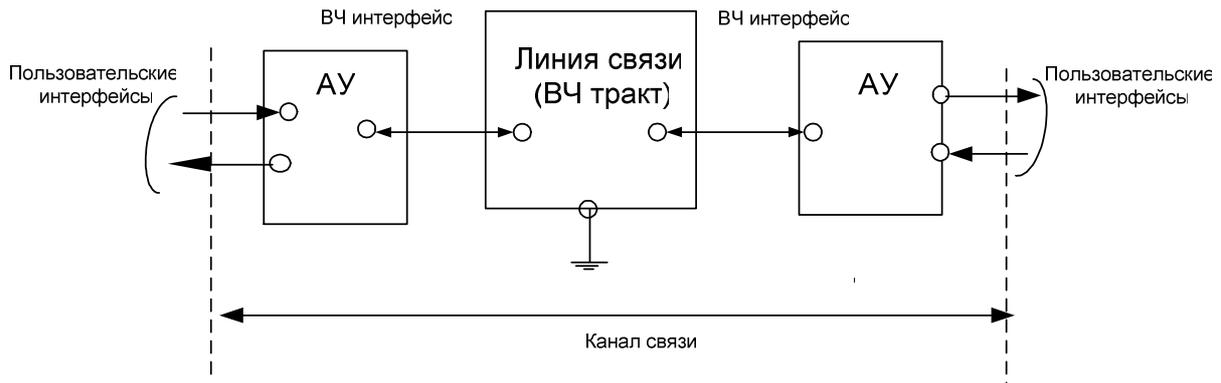


Рисунок 1.1. Структурная схема канала ВЧ связи по ЛЭП

Назовём «проводными» каналы, в которых в качестве среды передачи (линий связи) используются металлические провода. Каналы ВЧ связи по линиям электропередачи (далее каналы ВЧ связи) относятся к «проводным» каналам, так как в них в качестве среды передачи сигналов, используются провода линии электропередачи (ЛЭП). Такое использование ЛЭП вполне естественно, так как они соединяют между собой все электроэнергетические объекты, подлежащие управлению и требующие организации каналов связи.

В единой сети связи электроэнергетики (ЕССЭ) каналы ВЧ связи используются наряду с общепринятыми видами каналов, организованными по кабельным линиям связи, РРЛ, УКВ радиосвязи, спутниковой связи и ВОЛС.

Каналы ВЧ связи используются в ЕССЭ для управления технологическими процессами, как в нормальных условиях, так и при аварийных ситуациях. По этим каналам передаются все виды информации, необходимые для этого управления:

- Речь (телефонная связь);
- Сигналы телемеханики;
- Данные межмашинного обмена;
- Данные автоматизированной системы управления технологическими процессами (АСУ ТП);
- Данные автоматизированной информационно-измерительной системы коммерческого учета электроэнергии (АИИС КУЭ);
- Сигналы дифференциально-фазных защит и защит с ВЧ блокировкой (дистанционных и направленных);
- Команды УПАСК (релейной защиты (РЗ) и противоаварийной автоматики (ПА)).

Большинство ЛЭП напряжением 35 кВ и выше оборудованы каналами ВЧ связи. Общее число каналов ВЧ связи в электроэнергетике РФ примерно равно 60 тысяч.

Около 43% этого числа составляют каналы телефонной связи, передачи данных и сигналов ТМ. Согласно имеющимся данным число этих каналов составляет примерно 30 % от общего числа каналов этого назначения в ЕССЭ.

Остальные примерно 57% каналов ВЧ связи (из общего числа 60000) это специализированные каналы РЗ и ПА. Эти каналы составляют почти 100% общего числа каналов ЕССЭ, используемых для нужд РЗ и ПА.

Следует отметить, что к передаче сигналов РЗ и ПА предъявляются особые требования по надежности и времени передачи. Так, время передачи сигналов РЗ и ПА не должно превышать 20 - 50 мс при вероятности ложного действия от 10^{-2} до 10^{-3} и вероятности отказа от 10^{-3} до 10^{-6} .

Достоинствами использования ЛЭП для организации каналов связи является:

- Надежность среды передачи (используемые стальные и железобетонные опоры ВЛ и провода большого диаметра устойчивы к внешним воздействиям. Работа канала сохраняется даже при повреждении части фаз или тросов ВЛ);
- Направление потоков информации, используемой для оперативно-диспетчерского и административно-технологического управления, как правило, совпадает с направлениями линий электропередачи;
- Относительно низкая стоимость (сама линия связи оказывается бесплатной).

В тех случаях, когда объём передаваемой по каналу информации невелик, указанные достоинства позволяют каналам ВЧ связи конкурировать с другими видами каналов (в том числе и каналами, организованными по волоконно-оптическим кабелям).

Недостатками использования ЛЭП, как линии связи является:

- Наличие на ЛЭП неоднородностей, являющихся причиной появления стоячих волн, ухудшающих условия передачи сигналов;
- Затруднения при выборе рабочих полос частот для каналов, обусловленные:
 - Относительно высоким уровнем постоянно действующих широкополосных помех специфического вида (от короны на фазах ВЛ);
 - Относительно малым переходным затуханием между пунктами установки АУ разных каналов, работающих в разных местах общей электрической сети.

Качество передаваемой по ВЧ каналу информации в значительной степени зависит от того, насколько соответствуют параметры этого канала установленным нормам.

Наличие апробированных методов измерений нормируемых параметров каналов и методик их проведения является одним из условий, обеспечивающих необходимую надежность и достоверность передачи по каналам ВЧ связи информации. Это обуславливается тем, что только на основании результатов адекватных измерений можно правильно принять решение о соответствии параметров канала нормам и, при необходимости, найти причину их несоответствия нормам.

Целью настоящей брошюры является рассмотрение методов и методик проведения необходимых электрических измерений характеристик ВЧ каналов разного назначения. Предполагается, что измерения, как правило, проводятся различными приборами AnCom. В случаях, когда серийные приборы AnCom (специализированные средства измерений для электроэнергетики) пока не дают возможности измерений каких-либо параметров, описываются методы измерений этих параметров, дающие представление об измерениях с помощью неспециализированных приборов широкого профиля.

В брошюре описываются методы и методики проведения измерений и даются рекомендации, как по организации этих измерений, так и по оценке полученных результатов. Кроме того, в брошюре даются рекомендации по составлению и заполнению паспорта на каналы и оборудование.

Структуру измерений, проводимых в ВЧ связи, можно охарактеризовать принципом «матрёшки», в которой:

- **Верхний уровень** (большая матрёшка) соответствует измерениям ВЧ канала, которые охватывают:
 - Измерения отдельных каналов, образованных между абонентскими интерфейсами двух полукомплектов АУ (для каждого из видов интерфейсов);
 - Измерения передаваемых и принимаемых сигналов на стыке АУ с ВЧ трактом;
 - Измерения полукомплектов самой аппаратуры АУ (отдельных узлов или в целом между абонентскими интерфейсами и ВЧ интерфейсом АУ);
- **Второй уровень** (первая вложенная матрёшка) соответствует измерениям ВЧ трактов;
- **Третий уровень** (последняя вложенная матрёшка) это измерения оборудования обработки и присоединения ВЧ трактов.

Этот же принцип «матрёшки» может и должен быть использован при составлении паспорта на канал, вторым и третьим уровнем которого должны быть, соответственно, паспорт на ВЧ тракт и паспорт на устройства обработки и присоединения.

В настоящей брошюре рассматривается проведение измерений и паспортизация на верхнем уровне. Проведение измерений и паспортизация на втором и третьем уровнях были рассмотрены в уже выпущенных брошюрах библиотеки AnCom серии «Измерения в ВЧ связи». Это, соответственно, брошюры «ВЧ тракт» и «Устройства обработки и присоединения».

Несколько слов о терминологии, принятой в настоящей брошюре.

Термин «канал» в литературе по ВЧ связи исторически используется для обозначения двух разных понятий:

- Понятие канала, по которому передаётся весь объём информации от всех имеющихся абонентских интерфейсов АУ, и который занимает в ВЧ области номинальную полосу частот передачи/приёма, равную $k \cdot 4$ кГц ($k=1,2,3..$)¹. Фактически этим термином описывается дуплексный канал связи между полуккомплектами АУ на уровне ВЧ интерфейсов;
- Понятие канала между соответствующими абонентскими интерфейсами АУ, по которому передается та или иная информация конкретного пользователя (речь – канал речи; телемеханика – канал телемеханики и т.д.).

Эта двойственность приводит к некоторой неопределённости при использовании термина «канал».

В настоящей брошюре для определенности принята следующая терминология:

- «Канал ВЧ связи» – термин, используемый только при описании общего понятия «канал», по которому в номинальной полосе передачи (приёма) в ВЧ области передаётся информация от всех пользовательских интерфейсов. Этот термин используется вне зависимости от типа оборудования, числа абонентских интерфейсов и вида передаваемой по ним информации;
- «Канал xxx», где xxx – указание на вид передаваемой информации. Этот термин, используется для обозначения канала, образованного между абонентскими интерфейсами данного вида передаваемой информации, а именно:
 - Канал речи (телефонный канал);
 - Канал телемеханики;
 - Канал передачи данных или канал межмашинного обмена;
 - Канал УПАСК (для передачи команд РЗ и ПА);
 - Канал ВЧ защиты.

¹ Для каналов ВЧ защит номинальная полоса частот равна 2 кГц.

2 Общие сведения

2.1 Основные положения, принятые в брошюре

В брошюре рассматриваются вопросы организации и проведения измерений каналов ВЧ связи, производимых при вводе каналов в эксплуатацию и их техническом обслуживании. В ней приводятся так же рекомендации по оценке полученных при измерениях результатов.

Положения, принятые в брошюре, основаны и в полной мере соответствуют стандарту организации ОАО «ФСК ЕЭС»: СТО 56947007-33.060.40.178-2014 «Технологическая связь. Руководство по эксплуатации каналов высокочастотной связи по линиям электропередачи 35-750 кВ» (дата введения СТО: 21.05.2014). Далее в тексте ссылки на этот стандарт будут даваться в виде «СТО по эксплуатации». В отдельных местах используются положения СТО 56947007-33.060.40.177-2014 «Технологическая связь. Типовые технические требования к аппаратуре высокочастотной связи по линиям электропередачи» (дата введения СТО: 21.05.2014). Далее в тексте ссылки на этот стандарт будут даваться в виде «СТО типовых технических требований».

2.1.1 Виды и особенности каналов (аппаратуры) ВЧ связи

Разделение каналов ВЧ связи (и аппаратуры, используемой для организации этих каналов) на виды можно производить по-разному. Основой этого разделения являются критерии, по которым выявляется принадлежность канала (аппаратуры) к тому или иному виду.

Если за критерий принять число и вид передаваемых сигналов, то разделение каналов производится на:

- Специализированные каналы (аппаратура), использующие номинальную полосу частот для передачи одного вида информации. Обычно это каналы ВЧ защиты и, в какой-то мере, каналы УПАСК;
- Комбинированные каналы (аппаратура), использующие номинальную полосу частот для передачи нескольких видов информации.

Если за критерий принять метод разделения передаваемых в пределах номинальной полосы частот сигналов от разных интерфейсов, то разделение каналов производится на:

- Комбинированные аналоговые каналы (аппаратура): Комбинированные каналы (аппаратура), использующие номинальную полосу частот для передачи сигналов различных пользовательских интерфейсов с разделением их в частотной области (частотное разделение сигналов или ЧРС). Часто эти каналы называют просто «аналоговые каналы»;
- Комбинированные цифровые каналы (аппаратура): Комбинированные каналы (аппаратура), использующие номинальную полосу частот для передачи сигналов различных пользовательских интерфейсов с разделением этих сигналов во временной области (временное разделение сигналов или ВРС). Часто эти каналы называют просто «цифровые каналы»;
- Комплексные каналы (аппаратура): Комбинированные каналы (аппаратура), в которых одна часть номинальной полосы частот передачи/приёма используется для передачи информации с ЧРС, а другая часть с ВРС.

Примечание: В трактах передачи и приёма АУ и аналогового и цифрового ВЧ каналов для преобразования сигналов из вида, поступающего на пользовательские интерфейсы, в вид, передаваемый по линии связи (и обратное преобразование), как правило, используется цифровая обработка сигналов. Однако, использование для преобразования сигналов такой обработки не может быть основанием к определению типа (аналогового или цифрового) канала. Основанием для этого является только принятый метод разделения сигналов передаваемой в линию связи информации.

Специализированные каналы ВЧ связи используются для:

- Передачи блокирующих сигналов дифференциально-фазных защит, дистанционных и направленных защит с ВЧ блокировкой – так называемые каналы ВЧ защиты;
- Передачи команд (так называемые каналы УПАСК²):
 - Релейной защиты (отключающих, разрешающих, ускоряющих и блокирующих);
 - Противоаварийной и другой автоматики.

² Строго говоря, каналы УПАСК с передачей команд противоаварийной информации являются комбинированными, так как по ним может передаваться и телемеханическая информация о предаварийном режиме. Кроме того, имеется комбинированный канал для одновременной передачи в номинальной полосе частот сигналов ВЧ защит и команд УПАСК.

Комбинированные каналы ВЧ связи (аналоговые, цифровые и комплексные) предназначены для одновременной передачи нескольких видов информации. Обычно это сигналы речи (с телефонной сигнализацией), данные, телемеханика, факс. Кроме того, они могут использоваться и для передачи команд УПАСК. При этом передача команд УПАСК производится с отключением на короткое время всех или части сигналов, передаваемых в канале ЧРС или ВРС. Частоты сигналов команд УПАСК располагаются в полосе частот отключаемых сигналов, а их уровень определяется той частью мощности передатчика, которая использовалась отключенными сигналами.

2.1.2 Общее представление об организации и объёмах измерений каналов ВЧ связи

Брошюра в максимальной степени охватывает задачи, связанные с измерениями аппаратуры уплотнения и канала в целом, встречающиеся у пользователей при эксплуатации каналов ВЧ связи, в том числе при:

- Приемке и вводе в эксплуатацию каналов ВЧ связи;
- Периодическом техническом обслуживании оборудования;
- **Внеочередных измерениях, производимых для определения причин несоответствия параметров канала нормам.**

При этом считается, что организация работ по техническому обслуживанию аппаратуры ВЧ каналов производится в соответствии с Регламентом обслуживания, утвержденным руководством предприятия, и определяющим:

- Организационные мероприятия по техническому обслуживанию в соответствии с СТО по эксплуатации;
- Взаимодействие между различными службами (подразделениями), эксплуатирующими аппаратуру, а также при необходимости с другими заинтересованными организациями.

Считается так же, что периодичность и объем измерений при проведении всех видов технического обслуживания каналов ВЧ связи и аппаратуры соответствуют указаниям СТО по эксплуатации.

2.1.3 Общее представление о паспортизации каналов ВЧ связи

Паспорт канала ВЧ связи является одной из важнейших частей технической документации, в которой приводятся необходимые данные по рассматриваемому каналу и образующей его аппаратуре. Эксплуатационная надежность каналов ВЧ связи по ЛЭП в значительной мере определяется качеством этой документации и уровнем организации технического обслуживания канала и входящего в него оборудования.

В паспорт канала ВЧ связи по ЛЭП должны входить составными частями:

- Паспорт канала ВЧ связи, содержащий данные об используемой аппаратуре уплотнения и о параметрах каналов связи всех используемых пользовательских интерфейсов. Состав этой части паспорта рассматривается в главах 4 – 6 настоящей брошюры;
- Паспорт на ВЧ тракт, состав которого приведён в брошюре «Измерения в ВЧ связи. ВЧ тракт»;
- Паспорта на устройства обработки и присоединения (ВЧЗ, ФП, КС, ВЧ кабель, РФ), состав которых приведён в брошюре «Измерения в ВЧ связи. Устройства обработки и присоединения».

2.2 Общие принципы организации измерений

В современной аппаратуре имеется полезная возможность оценки некоторых параметров канала встроенными в аппаратуру средствами. Однако надо всегда помнить, что это только оценка рассматриваемого параметра, часто основанная на интерпретации результатов измерения другого параметра. Примером этого может быть оценка соотношения сигнал/шум для цифрового потока. Эта оценка обычно производится по результатам измерения отклонения положения точек в сигнальном созвездии QAM от их нормального расположения. Производится это на основании рассмотрения канала организованного по неискажающей линии при воздействии помех типа белого шума. Реально ВЧ тракт никак нельзя назвать неискажающей линией, а воздействие помех от короны отличается от воздействия помех типа белого шума из-за зависимости среднеквадратичного напряжения от фазы напряжения промышленной частоты.

При измерениях, связанных с поиском причин несоответствия какого-либо параметра нормам, план измерений должен составляться на основании анализа аварийной сигнализации и списка событий, зафиксированного ПО аппаратуры.

Рассматриваемые в брошюре методики проведения измерений предполагают применение приборов, имеющих официальный статус средства измерения. Приборы должны иметь «Свидетельство об утверждении типа средств измерений», выданное Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии, включены в Государственный реестр средств измерений и допущены к применению в Российской Федерации. На момент применения средства измерения должны быть соответствующим образом поверены.

В СТО по эксплуатации приведены требования:

- К методам измерений, проводимым при проверке соответствия параметров каналов ВЧ связи нормам;
- К используемым измерительным приборам. При этом оговаривается, что при выборе измерительных приборов предпочтение следует отдавать специализированным измерительным комплексам.

Измерительные приборы, выпускаемые фирмой ООО «Аналитик-ТС», и рекомендуемые в брошюре для измерения, полностью соответствуют требованиям, предъявляемым СТО.

Приборы фирмы Аналитик-ТС объединены в два комплекта оборудования:

- Комплект «ВЧ лаборатория»: AnCom A-7/307, AnCom A11/G, AnCom ИЗШ-75;
- Комплект «Лаборатория каналов связи»: AnCom TDA-9, AnCom E-9, AnCom P3A-Тест/GOOSE, AnCom AT-9.

Рассмотрим требования СТО по эксплуатации и соответствие им приборов AnCom подробнее (таблица 2.1):

Таблица 2.1 Соответствие приборов AnCom требованиям СТО по эксплуатации

Требования СТО по эксплуатации к средствам измерения (СИ)	Прибор ООО «Аналитик-ТС»	Соответствие прибора требованиям СТО
Генератор синусоидальных сигналов	AnCom A-7/307	Соответствует для НЧ и ВЧ диапазонов
	AnCom A11/G	Соответствует для ВЧ диапазона
	AnCom TDA-9	Соответствует для НЧ диапазона
Избирательный измеритель уровня	AnCom A-7/307	Соответствует для НЧ и ВЧ диапазонов (для измерения рабочего затухания между удаленными объектами необходимо два прибора)
Анализатор спектра	AnCom A-7/307	Соответствует для НЧ и ВЧ диапазонов
	AnCom TDA-9	Соответствует для НЧ диапазона
Делитель напряжения (для измерения высоких уровней с помощью избирательного измерителя уровня)	Встроен в AnCom A-7/307 и AnCom ИЗШ-75	Соответствует
Измеритель затухания несогласованности	AnCom A-7/307	Соответствует

Мост полных сопротивлений (проводимостей)	AnCom A-7/307	Мост используется для измерения параметров R, X и Y. AnCom A-7/307 осуществляет измерения без дополнительного моста
Магазин затухания	AnCom ИЗШ-75	Соответствует
Цифровой осциллограф	AnCom A-7/307	Частичное удовлетворение требований, рекомендуется применение универсальных приборов
Измеритель краевых искажений	–	В разработке
Тестер цифрового потока	AnCom E-9	Соответствует в части всех видов измерения потока E1 (2048 кбит/с)
	AnCom P3A-Тест /GOOSE	Соответствует в части Ethernet (МЭК 61850)
	–	В части проверки RS232, RS485 – в разработке
Измеритель качества передачи речи	AnCom TDA-9	Соответствует
Мегаомметр	–	Рекомендуется применение универсальных приборов
Установка для испытания прочности изоляции	–	
Источник постоянного напряжения регулируемый	–	
Амперметр – вольтметр многопредельный	–	
Требования СТО типовые технические требования к СИ	Прибор ООО «Аналитик-ТС»	Соответствие прибора требованиям СТО
Измеритель затухания асимметрии	AnCom TDA-9	Соответствует
Усилитель мощности	AnCom ИЗШ-75	Формирование необходимого уровня шума обеспечивается за счет ограничения полосы формирования
Псофометр	AnCom TDA-9	Соответствует
Генератор белого шума	AnCom ИЗШ-75	Соответствует
Частотомер	AnCom A-7/307	Частичное удовлетворение требований (один вход), рекомендуется применение универсальных приборов
Фазорегулятор (в составе испытательного комплекса релейной защиты)	–	В разработке
Устройство управления передачей и фиксации приема команд	–	В разработке
Коммутатор сигнала, коммутатор шума	AnCom ИЗШ-75	Соответствует (коммутатор встроен в прибор)

В брошюре рассматриваются измерения:

- Параметров каналов разного назначения, организованных между входными и выходными пользовательскими интерфейсами аппаратуры уплотнения. Эти измерения рассматриваются в главе 3 брошюры;
- Параметров, характеризующих помехозащищенность и надежность каналов. Эти измерения рассматриваются в главах 4 - 6 брошюры. В этих главах при описании методик проведения измерений введено понятие погодных условий. Используются две градации погодных условий:
 - Хорошие погодные условия подразумевают солнечную или малооблачную погоду без осадков;
 - Плохие погодные условия подразумевают осадки в виде сильного дождя или снега.

Интерфейсы различных видов аппаратуры, которые используются при проведении измерений, представлены на рисунках (2.1 – 2.4).

На рисунке 2.1 показаны интерфейсы комбинированной аналоговой АУ.

Пользовательские интерфейсы

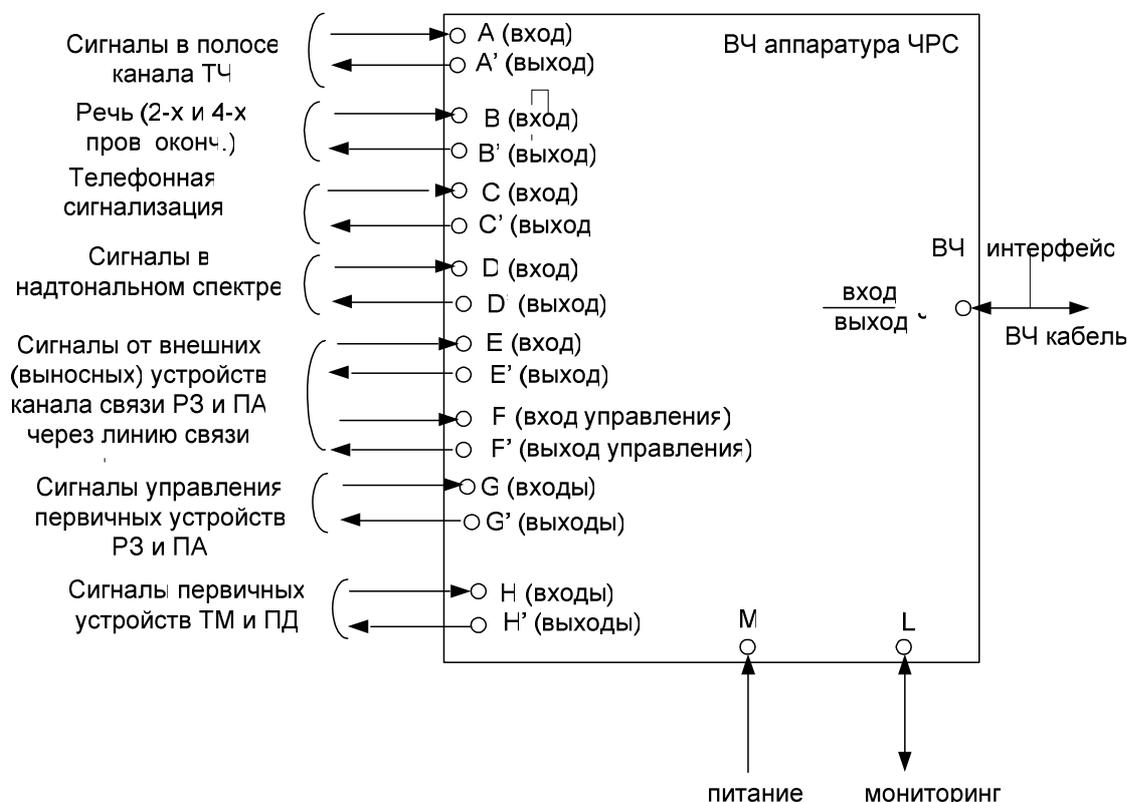


Рисунок 2.1. Цепи интерфейсов комбинированной аппаратуры с ЧРС

Показанный на рисунке 2.1 интерфейс А предназначен для использования 4-х проводного окончания канала ТЧ; интерфейс G имеется только при наличии в АУ встроенных модулей (блоков) передачи команд УПАСК; интерфейс Н имеется только при наличии в АУ встроенных модемов для передачи данных и сигналов ТМ.

Интерфейсы внешних блоков УПАСК, используемых для передачи команд по каналу с комбинированной аналоговой аппаратурой при разнесённом варианте работы, показаны на рисунке 2.1,а.

Пользовательские интерфейсы

Интерфейс линии связи с АУ

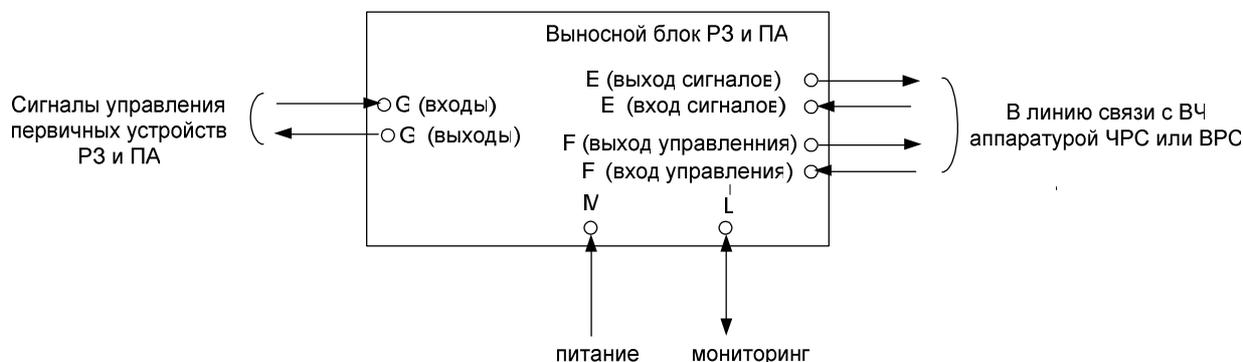


Рисунок 2.1,а. Цепи интерфейсов выносного блока РЗ и ПА

На рисунке 2.2 показаны интерфейсы комбинированной цифровой АУ.

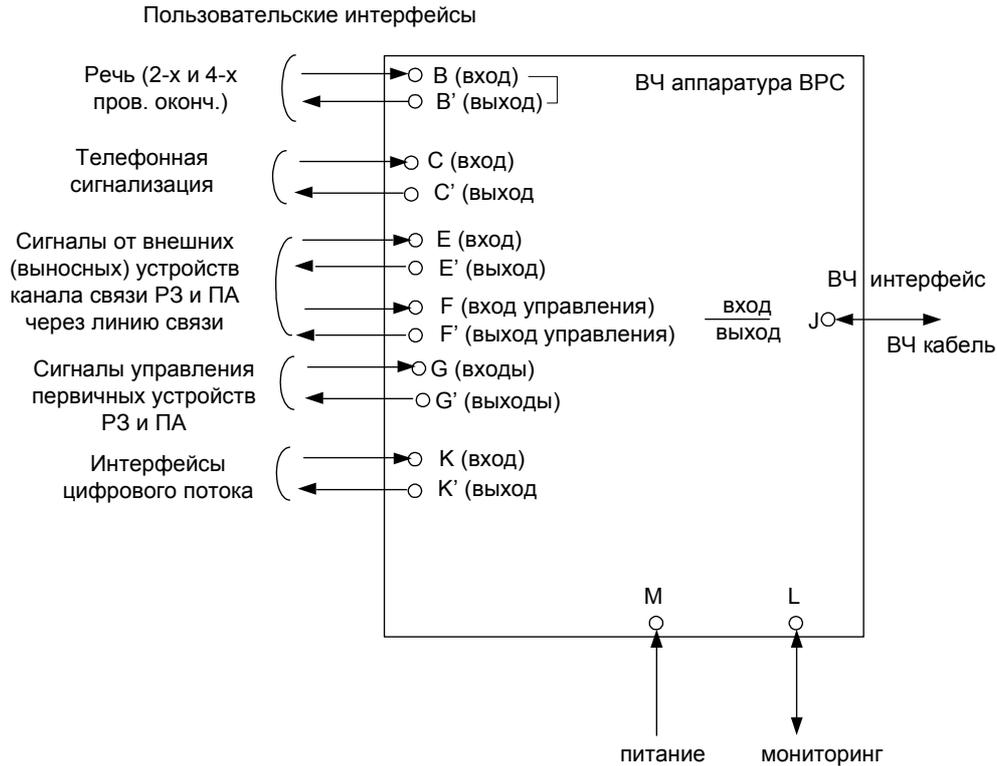


Рисунок 2.2. Цепи интерфейсов комбинированной аппаратуры с ВРС

Показанный на рисунке 2.2 интерфейс G имеется только при наличии в АУ встроенных модулей (блоков) передачи команд УПАСК.

Интерфейсы внешних блоков УПАСК, используемых для передачи команд по каналу с комбинированной цифровой аппаратурой при разнесённом варианте работы, показаны на рисунке 2.1,а.

На рисунке 2.3 показаны интерфейсы специализированной аппаратуры ВЧ защит.

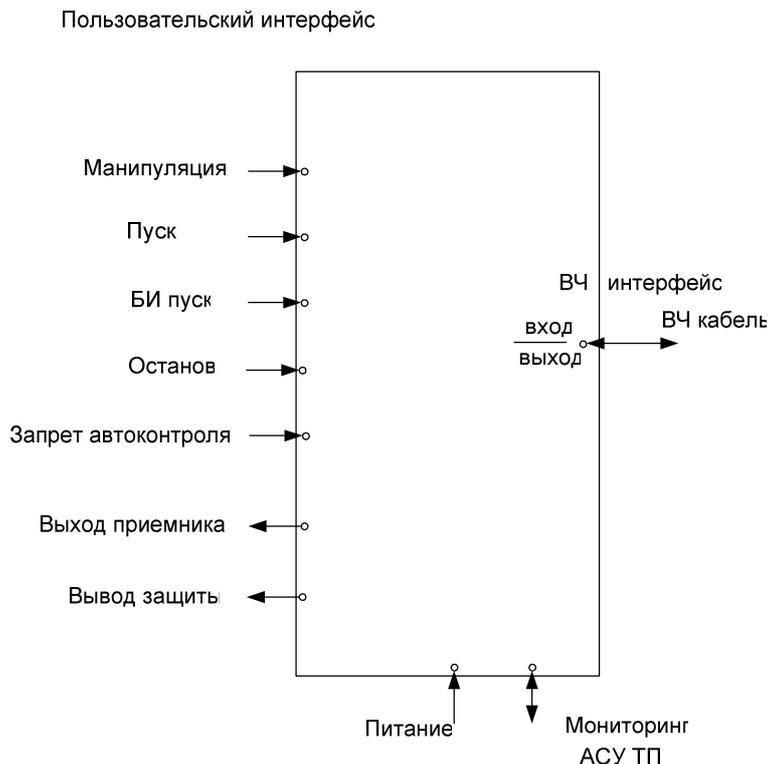


Рисунок 2.3. Цепи интерфейса специализированной аппаратуры каналов ВЧ защит.

Показанные на рисунке 2.3 составляющие пользовательского интерфейса соединяют АУ с устройством релейной защиты, которое и является пользователем информации, передаваемой по каналу ВЧ защиты.

На рисунке 2.4 показаны интерфейсы специализированной аппаратуры УПАСК.

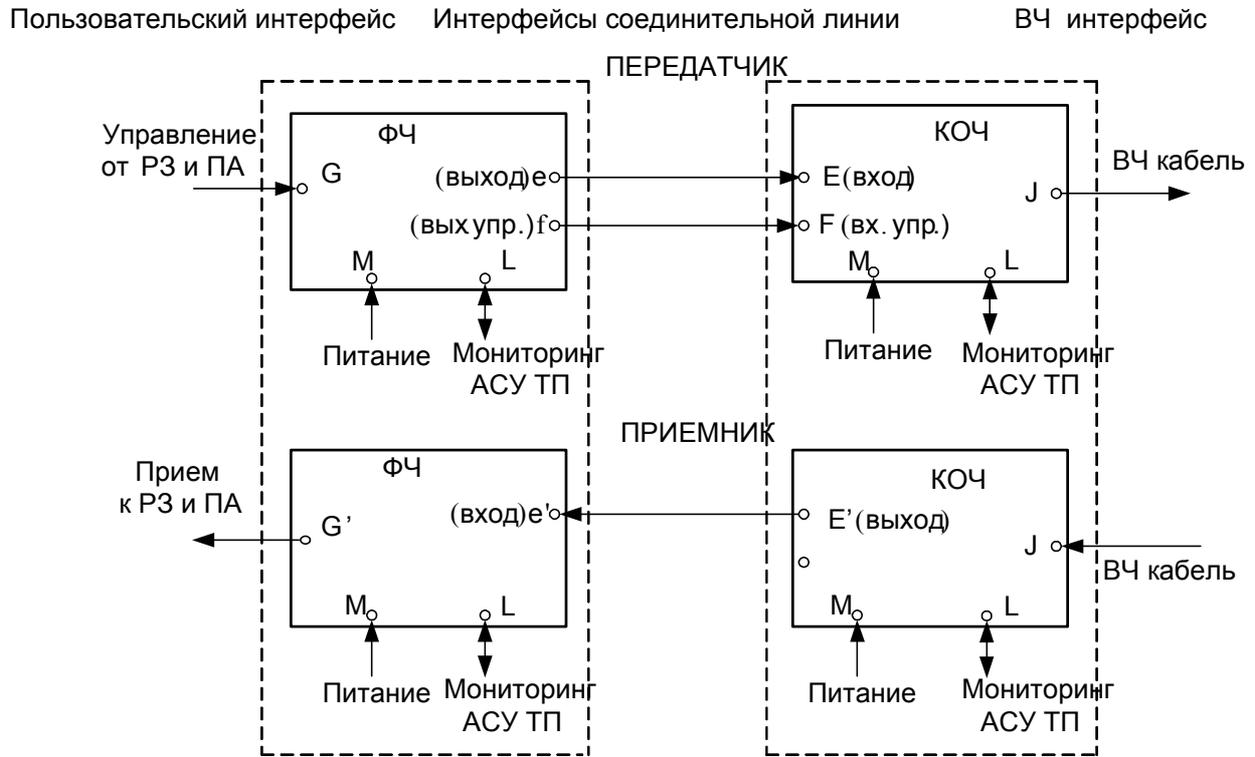


Рисунок 2.4. Цепи интерфейсов аппаратуры УПАСК (симплексный вариант). ФЧ – формирующая часть; КОЧ – каналобразующая часть.

Как правило, аппаратуры УПАСК является симплексной, а показанные на рисунке 2.4 части ФЧ и КОЧ являются блоками одной аппаратуры. Поэтому показанный на рисунке интерфейс соединительной линии является «внутренним» интерфейсом и измерениям не подлежит.

2.3 Основы работы с измерительными приборами

2.3.1 Комплект «ВЧ лаборатория»

2.3.1.1 Анализатор ВЧ связи AnCom A-7/307

СТО по эксплуатации устанавливает требования к параметрам измерительных приборов, предназначенных для измерения ВЧ и НЧ каналов:

- Общие требования:
 - Погрешность установки частоты не более $\pm (2 \cdot 10^{-6} F + 0,02)$ Гц;
 - Погрешность формирования и измерения уровня не более $\pm 0,2$ дБ;
- Общие требования для ВЧ диапазона частот:
 - Диапазон частот 16...1000 кГц;
 - Номинальное внутреннее сопротивление для коаксиального выхода 75 Ом и нулевое (не более 3 Ом);
- Общие требования для НЧ диапазона частот:
 - Диапазон частот НЧ 0,04...4 кГц;
 - Номинальное внутреннее сопротивление для симметричного выхода 600 Ом и нулевое (не более 3 Ом).

Анализатор AnCom A-7/307 соответствует требованиям, предъявляемым к нескольким приборам:

- **Генератор синусоидальных сигналов** (НЧ и ВЧ диапазоны):
 - Мощность не менее +10 дБм;
 - Возможность совместного с ИИУ измерения ЧХ в автоматическом режиме;
- **Избирательный измеритель уровня** (НЧ и ВЧ диапазоны):
 - Тип детектора – детектор среднеквадратичных значений;
 - Избирательность: широкополосные измерения и измерения в узкой полосе частот не более 25 Гц;
 - Диапазон измерения уровней:
 - Нижняя граница – не более -80 дБм (для НЧ диапазона) и не более -50 дБм (для ВЧ диапазона);
 - Верхняя граница – не менее +15 дБм;
 - Возможность усреднения результатов измерений;
 - Возможность совместного с Генератором измерения ЧХ в автоматическом режиме;
- **Анализатор спектра** (НЧ и ВЧ диапазоны):
 - Спектральное разрешение не более 10 Гц;
 - Диапазон измерения уровней: нижняя граница – не более -40 дБм, верхняя граница не менее +15 дБм;
 - Возможность определения в заданной полосе частот мощности измеренного спектра;
 - Возможность усреднения результатов измерений;
- **Делитель напряжения** (ВЧ диапазон для измерения высоких уровней с помощью избирательного измерителя уровня):
 - Максимальное напряжение синусоидального сигнала на входе 100 В;
 - Коэффициент деления 40 дБ с погрешностью не более 0,2 дБ;
 - Номинальное входное сопротивление – не менее 20 кОм;
- **Измеритель затухания несогласованности** (НЧ и ВЧ диапазон):
 - Тип измерительного входа: коаксиальный и симметричный;
 - Диапазон измерения затухания несогласованности: нижняя граница не более 4 дБ, верхняя граница не менее 30 дБ;
- **Мост полных сопротивлений (проводимостей)** (ВЧ диапазон):
 - Диапазон измерения сопротивления (модуль): нижняя граница не более 10 Ом, верхняя граница – не менее 10 кОм;
 - Погрешность измерения фазового угла сопротивления не более пяти градусов.

Назначение анализатора

Анализатор AnCom A-7/307 (рисунок 2.3.1) ориентирован на измерения в области ВЧ связи по ЛЭП и предназначен для проведения измерений в полосе частот до 1 МГц в системах связи по воздушным линиям электропередачи (ВЛ) и до 4 МГц в системах связи по распределительным кабельным линиям (КЛ):



Рисунок 2.3.1. Анализатор ВЧ связи AnCom A-7/307

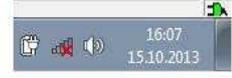
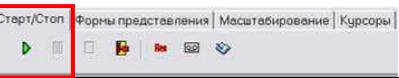
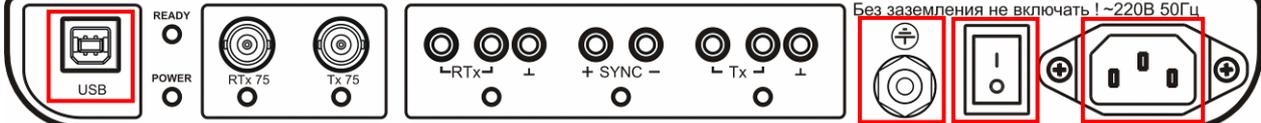
- ВЧ трактов (в том числе составных): без вывода из эксплуатации, с частичным или полным выводом элементов тракта из эксплуатации, при различных схемах организации тракта (фаза-земля, фаза-фаза, грозозащитные тросы, расщепленная фаза);
- Оборудования обработки и присоединения: высокочастотных заградителей (ВЧЗ) с элементами настройки, фильтров присоединения (ФП), разделительных фильтров (РФ), ВЧ кабелей, емкостных и индуктивных устройств присоединения к распределительным сетям 6-10 кВ;
- Комплексного оборудования цифровой и аналоговой ВЧ связи, ВЧ защит, ВЧ терминалов РЗ и ПА, и модемов для распределительных сетей 6-10 кВ;
- Аналоговых каналов, в том числе тональной частоты (ТЧ), образованных оборудованием ВЧ связи.

Измерительные возможности анализатора

Возможности анализатора AnCom A-7/307 позволяют в т.ч. производить измерения параметров, характеризующих все вышеперечисленные системы связи:

- **Частотные характеристики рабочего и внесенного затухания** – селективный измеритель и генератор (встроенный или удаленный с автоматической синхронизацией);
- **Частотные характеристики затухания несогласованности** – измерительный мост полного сопротивления с возможностью измерения затухания несогласованности между ВЧ кабелем и ВЧ оборудованием;
- **Частотные характеристики полного сопротивления** – измеритель полного сопротивления;
- **Уровень и частота характерных гармонических составляющих спектра** – селективный измеритель с заданным усреднением;
- **Дефектоскопия ВЧ кабеля** – рефлектметр;
- **Характеристики сквозного тракта передачи между НЧ и ВЧ стыками оборудования** – перенос спектра генератора или измерителя из НЧ области в ВЧ и обратно;
- **Панорама частотного спектра сигналов (помех)** – сканирование селективным измерителем в заданной полосе частот с заданным усреднением, выделением максимального гармонического сигнала и расчетом соотношения сигнал/шум;
- **Зависимость среднеквадратичного напряжения шума** в заданной полосе частот от фазы напряжения промышленной частоты с синхронизацией с источником промышленной сети 50 Гц;
- **Контроль формирования сигналов РЗ и ПА** – осциллограммы формируемых ВЧ сигналов с синхронизацией по первичными сигналами РЗ и ПА.

Включение анализатора

<p>Включить анализатор в сеть (не обязательно – анализатор может работать автономно)</p>	<p>Перед включением в сеть анализатор должен быть заземлен</p> 
<p>Включить нетбук в сеть (не обязательно – нетбук может работать автономно)</p>	 <p>Индикаторы «вилка» показывают, что анализатор и/или нетбук питаются от сети</p>
<p>Подключить анализатор к нетбуку через кабель USB A-B</p>	
<p>Включить питание нетбука и запустить управляющее ПО на нетбуке</p>	 <ul style="list-style-type: none"> • Ярлык находится на рабочем столе нетбука • Серийный номер анализатора в левом нижнем углу управляющего ПО свидетельствует о правильном подключении анализатора к нетбуку
<p>Произвести старт анализатора</p>	 <p>Кнопка «Старт» должна мигать при правильном включении анализатора</p>
	

Загрузка измерительных задач (заводские и пользовательские конфигурации)

Совокупность значений параметров настройки анализатора может быть сохранена и воспроизведена как уникальная конфигурация (рисунок 2.3.2):

- Количество сохраненных конфигураций не ограничено;
- Конфигурирование обеспечивает возможность создания библиотек типовых измерительных решений;
- В составе анализатора поставляются типовые конфигурации, сценарии и маски, предназначенные в т.ч. для измерений в области ВЧ связи.

Конфигурация – сохраненные измерительные и пользовательские настройки анализатора, предназначенные для оперативного решения определенной измерительной задачи.

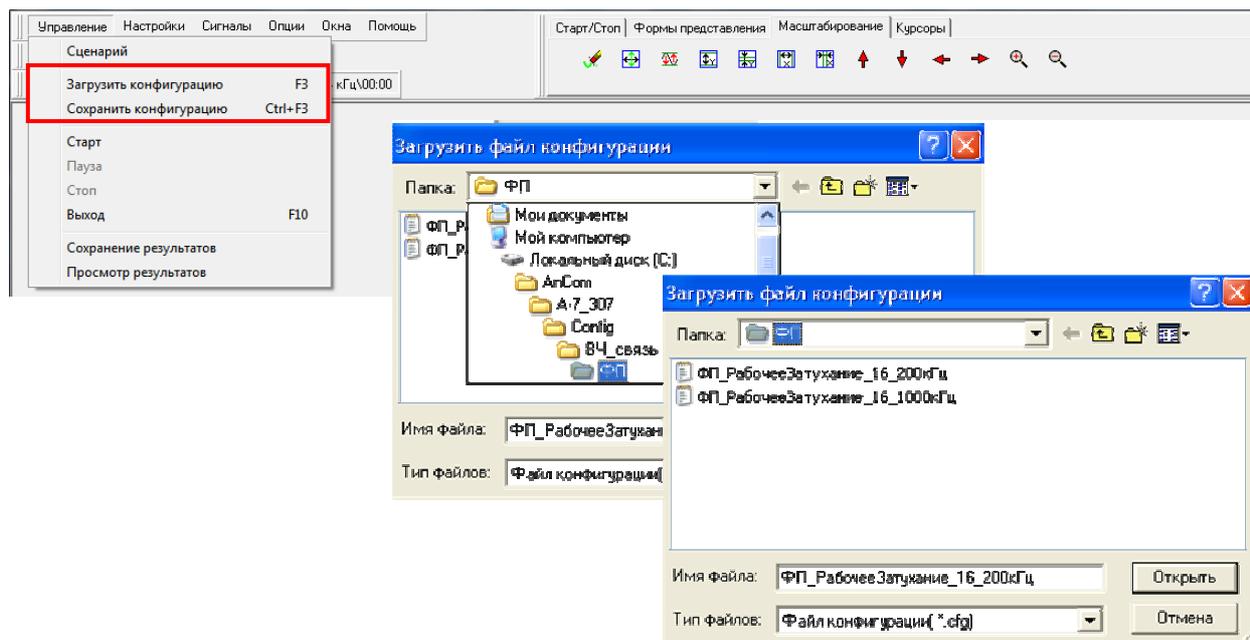


Рисунок 2.3.2. Загрузка файла конфигурации

- Создание/редактирование/загрузка конфигураций является основным приемом работы с анализатором;
- Конфигурации, описанные в настоящем издании, размещены в папке AnCom\A-7_307\Config\ВЧ_связь\;
- Загрузка конфигурации производится из меню Управление → Загрузить конфигурацию (F3);
- Сохранение изменений, внесенных в конфигурацию, производится из меню Управление → Сохранить конфигурацию (Ctrl+F3); в окне «Запись состояния генератора» (рисунок 2.3.3) указать Генератор → Блокировка;
- Сохранять изменения рекомендуется под новым информативным именем («Сохранить как...») в той же папке, откуда загружалась оригинальная конфигурация.

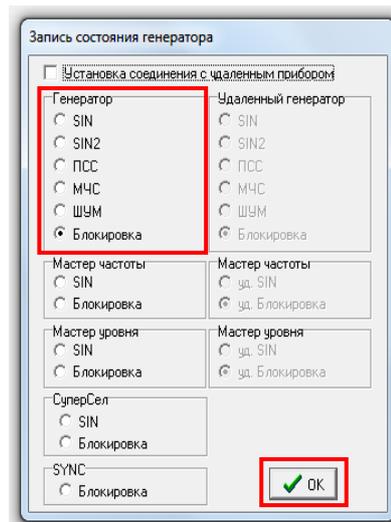


Рисунок 2.3.3. Запись состояния генератора

Для загрузки описанных ниже конфигураций, обновите управляющее ПО анализатора AnCom A-7/307

Сохранение результатов измерений

Рисунок – для последующей вставки в графические и текстовые редакторы:

- По окончании измерений, вызвать меню графика двойным кликом (левая клавиша мыши) по полю графика и выбрать «Сохранить график в файле» (рисунок 2.3.4);

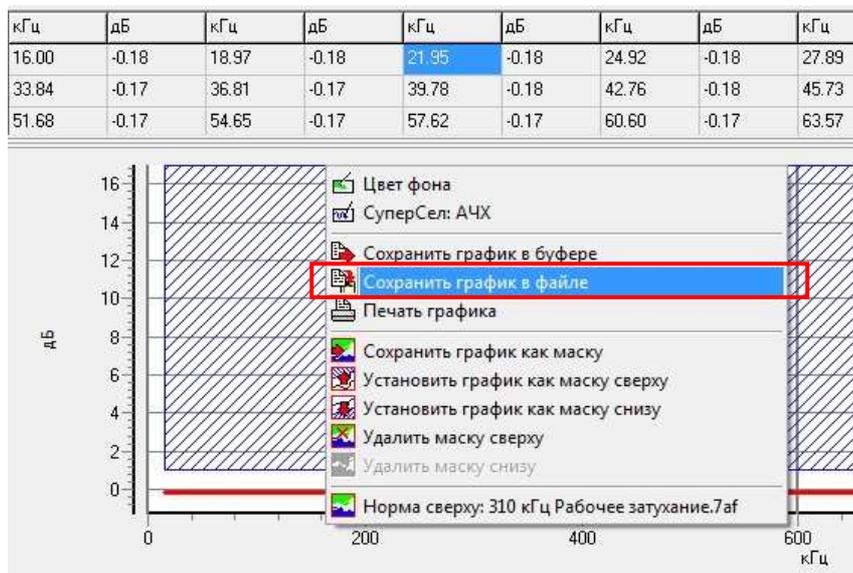


Рисунок 2.3.4. Сохранить график в файле

- Для оперативного добавления графика в графический или текстовый редактор (через команду «Вставить из буфера») – выбрать «Сохранить график в буфере».

Таблица – для последующего экспорта и вторичной обработки в табличных (Excel) и математических редакторах:

- По окончании измерений, вызвать меню таблицы двойным кликом (левая клавиша мыши) по полю таблицы и выбрать «Сохранить таблицу в файле» (рисунок 2.3.5).

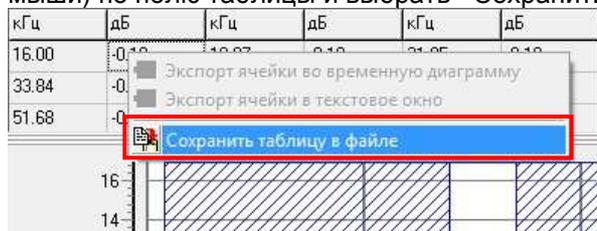


Рисунок 2.3.5. Сохранить таблицу в файле

Маска – для последующего сопоставления с результатами новых измерений:

- По окончании измерений, вызвать меню графика двойным кликом (левая клавиша мыши) по полю графика и выбрать «Сохранить график как маску» (рисунок 2.3.6);
- Для оперативного сопоставления полученного результата с результатами последующего измерения – выбрать «Установить график как маску сверху/снизу».

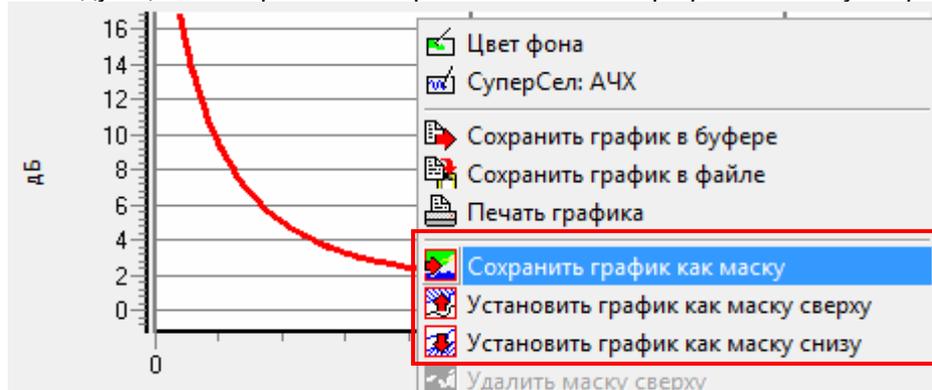


Рисунок 2.3.6. Установить график как маску сверху/снизу

HTML-протокол – открываемый в браузере и готовый к распечатке отчет: графики, таблицы, соответствие норме и настройки анализатора. Рекомендуется как основной тип протокола, т.к. позволяет сохранить логически связанные данные о настройках прибора и полученных результатах:

- По окончании измерений нажать на кнопку «сохранение результатов измерений в протоколе» (рисунок 2.3.7, а);

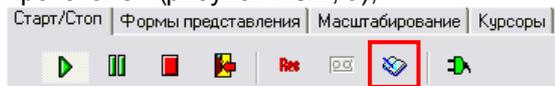


Рисунок 2.3.7, а

- Ввести краткий комментарий к результатам измерений и нажать кнопку «Сохранить протокол» (рисунок 2.3.7, б);

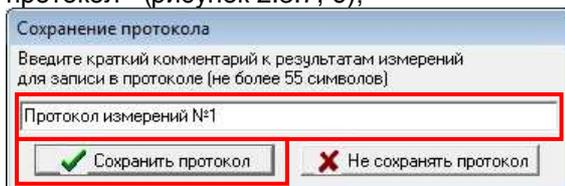


Рисунок 2.3.7, б

- По завершении сеанса работы (кнопка «Стоп»), выбрать место сохранения html-протокола (рисунок 2.3.7, в).

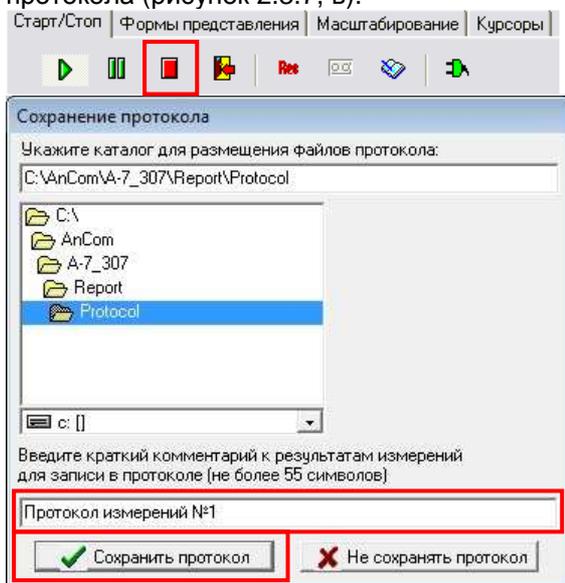


Рисунок 2.3.7, в

В файле – сохранение результатов измерения в файле («видео ролик») – для последующего воспроизведения процесса измерения:

- Перед запуском измерения нажать кнопку «сохранение результатов измерения в файл» (рисунок 2.3.8, а);

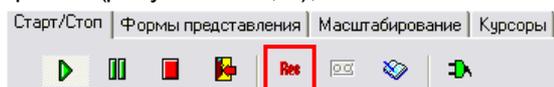


Рисунок 2.3.8, а

- По завершении сеанса работы (кнопка «Стоп»), выбрать место сохранения файла результатов (рис. 2.3.8, б, в);

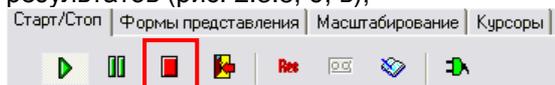


Рисунок 2.3.8, б

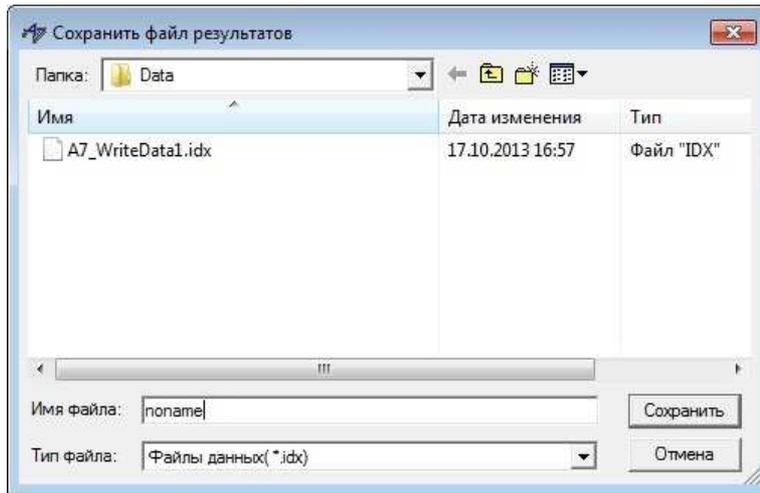


Рисунок 2.3.8, в

- Для просмотра сохраненных результатов измерений нажать кнопку «воспроизведение результатов измерения из файла» (рис. 2.3.8, г).

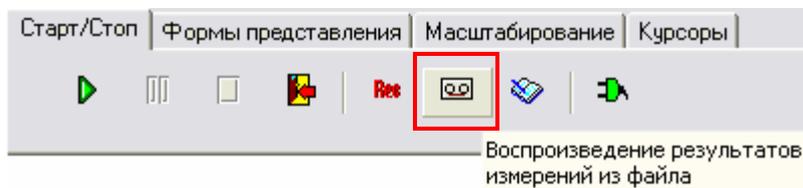


Рисунок 2.3.8, г

2.3.1.2 Измерительный генератор AnCom A11/G

СТО по эксплуатации устанавливает требования к **Генератору синусоидальных сигналов** (ВЧ диапазон), которым соответствует измерительный генератор AnCom A11/G:

- Диапазон частот 16...1000 кГц;
- Мощность не менее +10 дБм;
- Номинальное внутреннее сопротивление для коаксиального выхода 75 Ом и нулевое (не более 3 Ом);
- Погрешность установки частоты не более $\pm (2 \cdot 10^{-6} F + 0,02)$ Гц;
- Погрешность формирования уровня не более $\pm 0,2$ дБ.

Назначение генератора

Генераторы AnCom A11/G (рисунок 2.3.9) предназначены для формирования электрического измерительного синусоидального сигнала и обеспечивают проведение измерений характеристик линейных и сетевых трактов систем передачи, кабелей связи, пассивного и активного оборудования в т.ч. оборудования и систем ВЧ связи по ЛЭП. Диапазон воспроизводимых частот генератора составляет от 10 до 1024 кГц.



Рисунок 2.3.9. Измерительный генератор AnCom A11/G

Измерительные возможности анализатора

- Диапазон установки частоты 10...1024 кГц, шаг 1 Гц;
- Диапазон установки уровня, шаг 0,001 В / 0,1 дБм:
 - На 75 Ом – 0,004...3,28 В / -35...20 дБм;
 - Низкоомно – 0,008...6,52 В / -29...26 дБм;
- Задание уровня сигнала в дБм/дБ/дБм0/В/мВ;
- Подключение с генерацией сигнала:
 - Согласованно, 75 Ом;
 - Низкоомно, <3 Ом;
- Подключение с блокировкой сигнала:
 - Согласованно, 75 Ом;
 - Холостой ход, >20 кОм;
 - Короткое замыкание, <3 Ом;
- Продолжительность автономной работы – не менее 10 часов.

Автономная работа в условиях открытых распределительных устройств

Генератор A11/G является компактным устройством и состоит из двух модулей:

- Устройство управления – мобильное устройство типа смартфон или планшет с операционной системой Android;
- Блок генератора A11/G, взаимодействующий с устройством управления посредством Bluetooth-радиоинтерфейса.

Генератор A11/G оснащен встроенной аккумуляторной батареей, что обеспечивает работу в автономном режиме. При работе без смартфона, Блок генератора воспроизводит сигнал с заранее заданными значениями уровня и частоты.

Настройка генератора

Настройка основных и дополнительных параметров генератора обеспечивается посредством доступа к системе меню, доступ к пунктам которой осуществляется через позиции главного меню (рисунок 2.3.10).

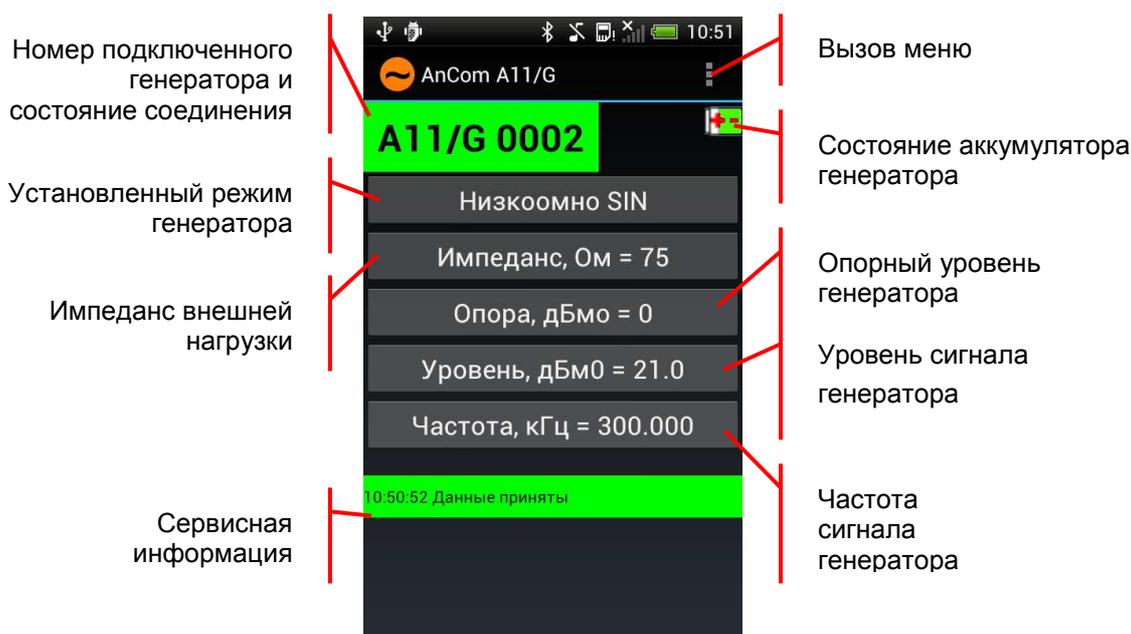


Рисунок 2.3.10. Позиции главного меню

Установленный режим генератора (режим подключения генератора):

- «Согласованно БЛК 75 Ом» – Согласованное подключение – $R_{\text{вых}}=R_{\text{вх}}=75$ Ом, генерация сигнала БЛОКИРОВАНА;
- «Согласованно SIN 75 Ом» – Согласованное подключение – $R_{\text{вых}}=R_{\text{вх}}=75$ Ом, генерация сигнала ВКЛЮЧЕНА;
- «Низкоомно БЛК» – Низкоомное подключение, генерация сигнала БЛОКИРОВАНА;
- «Низкоомно SIN» – Низкоомное подключение, генерация сигнала ВКЛЮЧЕНА;
- «Холостой ход (XX)» – генератор ОТКЛЮЧЕН от линии, генерация сигнала БЛОКИРОВАНА;
- «Короткое замыкание (КЗ)» – Низкоомное подключение, генерация сигнала БЛОКИРОВАНА.

Импеданс внешней нагрузки, Ом

- Задается импеданс в "Ом" подключенной внешней нагрузки R_n .
- В режиме «Низкоомно SIN» заданный уровень генерируемого сигнала будет соответствовать заданному в выбранных единицах значению, если величина фактически подключенной к выходу генератора активной нагрузки равна введенному в генератор значению R_n .

Опора, дБм0

- Значение опорного уровня в дБм0, относительно которого генератор формирует сигнал заданного в дБм0 уровня;
- Фактический уровень на выходе генератора будет равен: $L_{\text{дБм}}=L_{\text{дБм0}}+L_{\text{дБм0}}$, где $L_{\text{дБм0}}$ – опорный уровень, $L_{\text{дБм0}}$ – уровень сигнала относительно опорного уровня.

Уровень сигнала генератора – задается в зависимости от выбранных в меню "Настройки" единиц измерения:

- "дБм" – децибелы относительно уровня мощности 1 мВт;
- "дБ" – децибелы относительно уровня напряжения 0.775 В;
- "дБм0" – децибелы относительно опорного уровня в "дБм0";
- "В" – уровень в "Вольт";
- "мВ" – уровень в "миллиВольт".

Частота сигнала генератора, кГц – Заданная частота генерируемого сигнала (рисунок 2.3.11).



Рисунок 2.3.11. Частота генерируемого сигнала

2.3.1.3 Имитатор затухания и шума AnCom ИЗШ-75

СТО по эксплуатации устанавливает требования к параметрам СИ, которым соответствует AnCom ИЗШ-75:

- **Магазина затуханий:**
 - Допустимое длительное воздействующее синусоидальное напряжение ВЧ сигнала на входе/выходе не менее 50 В;
 - Диапазон рабочих частот 16-1000 кГц;
 - Номинальное характеристическое сопротивление 75 Ом;
 - Затухание несогласованности характеристического сопротивления с его номинальным значением не менее 30 дБ;
 - Рабочее затухание должно устанавливаться в пределах от 0 до 50 дБ с шагом 1 дБ;
 - Погрешность установки затухания не более 0,2 дБ;
 - Изменение затухания должно производиться без разрыва цепи;
- **Делителя напряжения** (для измерения высоких уровней с помощью избирательного измерителя уровня):
 - Диапазон частот 16 ...1000 кГц;
 - Максимальное напряжение синусоидального сигнала на входе 100 В;
 - Коэффициент деления 40 дБ с погрешностью не более 0,2 дБ;
 - Вход и выход коаксиальный;
 - Номинальное входное сопротивление – не менее 20 кОм.

Имитатор затухания и шума AnCom ИЗШ-75 также соответствует дополнительным требованиям к параметрам СИ, предъявляемым СТО типовых технических требований:

- **Генератор белого шума:**
 - Несимметричный выход с внутренним сопротивлением 75 Ом или низкоомный;
 - Диапазон частот 16 кГц...1000 кГц;
 - Уровень выходного сигнала на нагрузке 75 Ом в полосе 4 кГц в рассматриваемом диапазоне частот не менее -30 дБм;
 - Уровень выходного сигнала должен регулироваться с шагом не более 0,2 дБ;
- **Коммутатор сигнала, коммутатор шума** (встроен в AnCom ИЗШ-75):
 - Количество коммутируемых цепей на замыкание и размыкание не менее двух;
 - Диапазон рабочих частот 16...1000 кГц;
 - Коммутируемое напряжение синусоидального сигнала до 100 В, ток – до 0,5 А;
- **Усилитель мощности:**
 - Диапазон рабочих частот 16...1000 кГц;
 - Номинальное выходное сопротивление 75 Ом;
 - Мощность не менее +46 дБм (имитатор обеспечивает +30 дБм в полосе 4 кГц);
 - Затухание нелинейности по комбинационным частотам не менее 60 дБ во всем частотном диапазоне.

Назначение

Имитатор затухания и шума в ВЧ тракте AnCom ИЗШ-75 (рисунок 2.3.12) входит в состав ВЧ лаборатории и предназначен для решения задач:

- Проверка двух полуккомплектов ВЧ аппаратуры через искусственную линию в лабораторных условиях;
- Определение запаса по затуханию действующего канала с включением имитатора затухания на приемной/передающей стороне;
- Обеспечение проверки помехоустойчивости аппаратуры передачи команд РЗ и ПА при скачкообразном увеличении затухания ВЧ тракта на 22 дБ и воздействии на приемник помех типа белого шума с соотношением сигнал/помеха 6 дБ в полосе 4 кГц;
- Ослабление высоких уровней для подключения измерительного оборудования.



Рисунок 2.3.12. Имитатор затухания и шума в ВЧ тракте AnCom ИЗШ-75

Функциональные узлы

AnCom ИЗШ-75 представляет собой Искусственную Линию (ИЛ) с расширенным функционалом:

- Магазином затухания: 0...63 дБ, шаг 1 дБ, погрешность $\pm 0,2$ дБ, 75 Вт, 75 Ом, 4...1000 кГц, $U_a < 180$, переключение без разрывов;
- Имитатором скачка затухания: 0/22 дБ, погрешность $\pm 0,2$ дБ, 75 Вт, 75 Ом, 4...1000 кГц, $U_a < 180$, переключение без разрывов;
- Генератором синусоидального сигнала и шума: 0...22 дБм (в полосе 4 кГц), ширина полосы формируемого шума 2/4/8/16 кГц в диапазоне частот 4...1000 кГц с дискретностью задания начальной частоты 1 кГц; тип шума:
 - Белый;
 - Корона;
 - Пробой изолятора;
- Симметричным сумматором: затухание 14 дБ, погрешность $\pm 0,2$ дБ, 75 Вт, 75 Ом, 4...1000 кГц, $U_a < 180$;
- Делителем напряжения: 40 дБ, погрешность $\pm 0,20$ дБ, 0,5 Вт, $R_{вх} > 20$ кОм;
- Сервисные возможности:
 - 75 Ом нагрузка: 75 Вт, $U_a < 180$.

Режимы управления:

- Локальное управление: 3 кнопки, OLED-индикатор (2 строки по 16 символов);
- Управление с ПК через Ethernet посредством Web-интерфейса;
- Управление с мобильного устройства (планшета/смартфона) через комплектный Wi-Fi роутер посредством Web интерфейса;
- Управление автоматизированными системами контроля через Ethernet посредством протокола Telnet.

2.3.2 Комплект «Лаборатория каналов связи»

2.3.2.1 Анализатор систем связи AnCom TDA-9

СТО по эксплуатации устанавливает требования к параметрам измерительных приборов, предназначенных для измерения каналов речи, а также ТЧ каналов для передачи – ТМ (телемеханика) и ММО (передача данных). Анализатор AnCom TDA-9 соответствует требованиям, предъявляемым к нескольким приборам:

- **Измеритель качества передачи речи:**
 - Измерение качества передачи речи по критерию Mean Opinion Score (MOS) для систем, использующих вокодеры и/или коммутацию пакетов должны производиться в соответствии с рекомендациями МСЭ-Т Р.862;
 - Используемые речевые последовательности должны соответствовать ГОСТ Р 50840-95.
- **Общие требования к приборам для ТЧ каналов:**
 - Погрешность установки частоты не более $\pm (2 \cdot 10^{-6} F + 0,02)$ Гц;
 - Погрешность формирования и измерения уровня не более $\pm 0,2$ дБ;
 - Диапазон частот НЧ 0,04...4 кГц;
 - Номинальное внутреннее сопротивление для симметричного выхода 600 Ом и нулевое (не более 3 Ом);
- **Генератор синусоидальных сигналов (НЧ диапазон):**
 - Мощность не менее +10 дБм;
 - Возможность совместного с ИИУ измерения ЧХ в автоматическом режиме;
- **Избирательный измеритель уровня (НЧ диапазон):**
 - Тип детектора – детектор среднеквадратичных значений;
 - Диапазон измерения уровней:
 - Нижняя граница – не более -80 дБм,
 - Верхняя граница – не менее +15 дБм;
 - Возможность усреднения результатов измерений;
 - Возможность совместного с Генератором измерения ЧХ в автоматическом режиме;
- **Измеритель затухания несогласованности (НЧ диапазон):**
 - Диапазон измерения затухания несогласованности: нижняя граница не более 4 дБ, верхняя граница не менее 30 дБ.

Анализатор AnCom TDA-9 так же соответствует дополнительным требованиям, предъявляемым в СТО типовых технических требований к параметрам СИ:

- **Измеритель затухания асимметрии:**
 - Диапазон частот 0,04...4 кГц;
 - Тип измерительного входа: симметричный;
 - Диапазон измерения затухания асимметрии 4...50 дБ;
- **Псофометр:**
 - Симметричный вход с полным входным сопротивлением 600 Ом или 20 кОм;
 - Возможность измерения уровня взвешенного и не взвешенного уровня шума;
 - При измерении взвешенных псофометрических шумов полоса пропускания должна отвечать требованиям международного стандарта МСЭ-Т 1994 О.41.

Назначение анализатора AnCom TDA-9

Анализатор систем связи AnCom TDA-9 (рисунок 2.3.13) предназначен для измерения параметров каналов тональной частоты (ТЧ) с 2-проводным или 4-проводным стыком и абонентских окончатий коммутируемой телефонной сети.

Возможности анализатора AnCom TDA-9

Анализаторы состоят из генератора и измерительного устройства. Функционирование анализаторов основано на реализации измерительных процедур, рекомендованных Международным союзом электросвязи (МСЭ-Т). Анализаторы обеспечивают:

- **Паспортизация каналов ТЧ** – измерение параметров каналов ТЧ и телефонных каналов, создаваемых аналоговыми или



Рисунок 2.3.13. Анализатор систем связи AnCom TDA-9

цифровыми системами передачи и линейными кодеками; при этом используются измерительные сигналы, основанные на гармоническом колебании;

- **Определение показателей качества передачи речи** объективным методом согласно рекомендации МСЭ-Т Р.862:
 - Формирование речевых измерительных сигналов для контроля качества каналов, образованных в сетях с коммутацией пакетов и (или) использованием речевых кодеков (вокодеров); с помощью объективного метода определения показателя качества передачи речи MOS (Mean Opinion Score – Средняя экспертная оценка разборчивости речи) в соответствии с рекомендацией МСЭ-Т Р.862;
 - Инвариантность кодеков. Р.862-оценка применима к любым кодекам и вокодерам (G.711, G.726, G.727, G.728, G.729, G.723.1, GSM-FR, -HR, -EFR, -AMR, CDMA-EVRC, -ACELP, -VSELP, TETRA,...);
 - Джиттер задержки и потери пакетов в пакетных сетях передачи. Р.862-оценка **отражает влияние характерных ошибок и искажений**;
- **Измерение параметров электрических сигналов акустической сигнализации** для контроля показателей функционирования сетей ТфОП (ССОП) по коэффициенту потерь вызовов (КПВ);
- **Измерение затухания и задержки эхосигнала** для проверки влияния эхо (МСЭ-Т G.111, G.122, G.131);
- **Измерение параметров двухтонального многочастотного сигнала (DTMF)**, а также контроль искажений передачи символов DTMF (МСЭ-Т Q.23, Q.24);
- Выполнение измерений в автоматическом режиме;
- Представление результатов в графической и табличной формах;
- Сопоставление результатов с заданными нормами;
- Накопление получаемых результатов измерений и значений параметров настройки в базе данных (БД), что позволяет посредством персонального компьютера (ПК):
 - Выводить результаты на экран и бумажный носитель;
 - Осуществлять их вторичную обработку;
 - Сохранять в долговременной памяти.

Общие характеристики

Внешний вид анализатора представлен на рисунке 2.3.14, там же показаны соединители и органы управления.

Анализатор может быть использован в автономном режиме (встроенный компьютер, работающий под ОС Windows, с цветным дисплеем и управлением от мышки/стилуса) или в режиме под управлением персонального компьютера. В обоих режимах питание анализатора может быть обеспечено, как от источника питания, так и от встроенной батареи аккумуляторов.

Анализатор обеспечивает проведение измерений, как по шлейфу, так и во взаимодействии с удаленным автоответчиком AnCom AT-9, либо анализатором AnCom TDA-9 с поддержкой удаленного управления и обмена результатами измерений с использованием встроенного модема на базе DTMF сигналов.

Анализатор представляет собой высоко автоматизированное средство измерения с возможностью автоматического выполнения измерительных задач с нормированием и сохранением полученных результатов.

Алгоритм функционирования

Работа анализатора организуется по **Сценарию**.

Работа сценария заключается в последовательном исполнении **Циклов** (с настраиваемыми условиями запуска и завершения).

Обработка цикла состоит в последовательном выполнении сеансов (вызовов). Для каждого цикла определяются **Адреса** и **Шаблон**. **Адреса**, именуемые исходящей и входящей стороной, используются для идентификации результатов измерений и поэтому должны отражать уникальность канала или направления связи.

Шаблон определяет совокупность параметров настройки сеанса (вызова) и цикла. Состав фаз вызова задается выбранной измерительной **Задачей**.

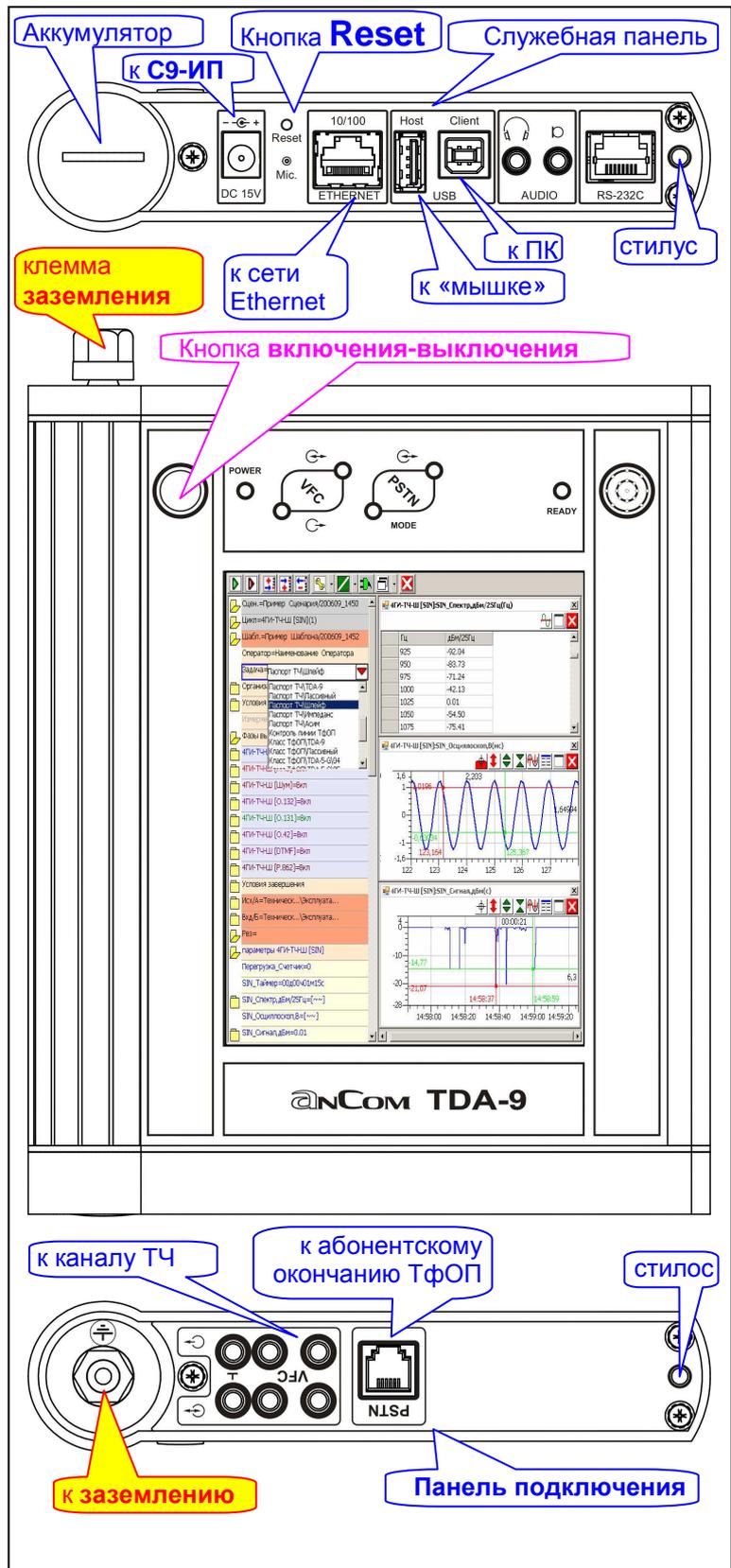


Рисунок 2.3.14. Внешний вид анализатора AnCom TDA-9

Исполнение фазы вызова заключается в определении измеряемых параметров фазы. Измеряемый параметр в ходе предварительной настройки любой фазы вызова может быть:

- Выбран для измерений и индикации, или
- Выбран для измерений и вывода на хронограмму, или
- Не выбран – не задан; в этом случае параметр не будет измеряться при исполнении фазы;
- Нормирован заданием Нормы снизу и Нормы сверху;
- Измеряемый параметр в ходе исполнения фазы вызова может быть представлен в графической или табличной форме, для чего параметр должен быть «кликнут» мышкой или стилусом при исполнении фазы. «Кликнутый» параметр отображается графически на диаграммах или таблично:
 - Таблица, например, SIN_Спектр,дБм/25Гц(Гц), или
 - Характеристика, например, SIN_Осциллоскоп,В(мс), или
 - Хронограмма, например, SIN_Сигнал,дБм.

Измерительные задачи являются основным элементом, определяющим порядок измерений. В комплект поставки входят наборы измерительных задач:

- **ПаспортТЧ** (для различных удаленных приборов и режима «шлейф»);
- **ПаспортТЧИмпеданс**;
- **ПаспортТЧАсимметрия**;
- **Контроль линии ТфОП** (коммутируемый канал);
- **Класс ТфОП** (определение класса качества);
- **КПВТ ТфОП** (контроль устойчивости функционирования).

На рисунке 2.3.15 представлен пример измерения качества передачи речи на коммутируемой линии.

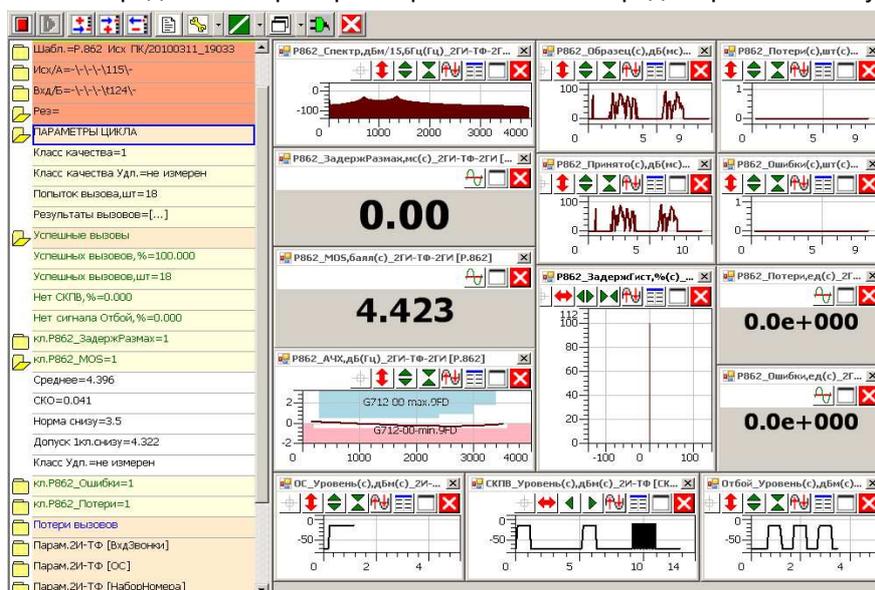


Рисунок 2.3.15. Пример измерения качества передачи речи на коммутируемой линии

База данных результатов измерения

Функционирование анализатора осуществляется во взаимодействии с поддерживаемой программным обеспечением базой данных (БД), содержащей следующие совокупности данных:

- При выполнении измерений формируются **Результаты**;
- Результаты представляют интерес не сами по себе, но в связи со **Сценарием**, при исполнении которого они были получены;
- Сценарий содержит адресные данные (данные строк Исх/А и Вхд/Б) и ссылку на измерительный **Шаблон**, что полностью определяют течение измерительного процесса (направление измерений, измерительные фазы, параметры настройки фаз, измеряемые параметры, нормы...);
- **Шаблоны** опираются на Конфигурации, определяющие вид представления результатов на экране анализатора;
- **Результаты** измерений, сохраненные в базе данных, могут быть экспортированы в HTML-протокол.

Представление результатов измерения

Все измерения осуществляются анализатором путем исполнения Сценария, результаты чего независимо от желания оператора автоматически вносятся в текстовые файлы Протокол и Паспорт, сохраняемые в поддиректориях, соответствующих измерительным Задачам.

2.3.2.2 Анализатор цифровых каналов и трактов AnCom E-9

СТО по эксплуатации устанавливает требования к параметрам **Тестера цифровых потоков** в части измерения G.703.1 (поток E1):

- Измерение параметров цифровых стыков, соответствующих рекомендациям МСЭ-Т G.703, 2048 кбит/с;
- Линейный код HDB3, AMI;
- Входное/выходное сопротивление 120 Ом;
- Обнаружение ошибок и аварийных ситуаций; измерение показателей ошибок согласно рекомендациям МСЭ-Т G.821, G.826, M.2100;
- Два канала формирования и приема ЦП;
- Измерение уровня, отклонения частоты, джиттера входного сигнала;
- Псевдослучайные и программируемые битовые последовательности;
- Стресс-тестирование: ввод ошибок и джиттера, смещение частоты;
- Генерация и анализ сигналов ТЧ и речевых сигналов в заданном КИ.

Этим требованиям удовлетворяет анализатор цифровых каналов и трактов (поток E1) AnCom E-9.

Назначение анализатора потока E1 AnCom E-9

Анализатор цифровых каналов и трактов AnCom E-9 (рисунок 2.3.16) предназначен для измерения параметров цифровых каналов и трактов со скоростью передачи 2048 кбит/с. Анализатор может применяться при вводе в эксплуатацию, техническом обслуживании, поиске и устранении неисправностей оборудования связи, имеющего стык E1 в соответствии с рекомендацией МСЭ-Т G.703. Обеспечивается выполнение измерений с перерывом связи, без перерыва связи и в режиме транзита.

Возможности анализатора AnCom E-9

- **Нормирование по приказу Минсвязи РФ № 92 от 10.08.96:** встроенный расчет норм, создание отчетов, архив результатов измерений;
- Обнаружение ошибок и аварийных ситуаций; измерение показателей ошибок **согласно рек. МСЭ-Т G.821, G.826, M.2100;**
- Два канала формирования и приема E1;
- Измерение уровня, отклонения частоты, джиттера входного сигнала;
- Псевдослучайные и программируемые битовые последовательности;
- Просмотр КИ, цикловых и сверхцикловых данных, контроль CAS и битов Sa;
- Стресс-тестирование: ввод ошибок, имитация аварий, ввод джиттера, смещение частоты;
- Измерение частотных характеристик джиттера MTJ и JTF;
- Измерение задержки распространения; формирование задержки принимаемого сигнала;
- Анализ формы импульсов, осциллограмма;
- Генерация и анализ сигналов ТЧ и речевых сигналов в заданном КИ; измерение уровня сигнала, защищенности, уровня шума, псофометрического шума, анализ спектра, оценка качества передачи речи;
- Встроенные микрофон и динамик, возможность подключения телефонной гарнитуры;
- Анализ кабеля: измерение затухания, уровня сигнала E1, уровня шума, АЧХ, анализ спектра, рефлектометр;
- Связь с ПК по USB для сохранения и печати результатов или модернизации ПО;
- Управление удаленными анализаторами по локальной сети, встроенный Ethernet 10/100.



Рисунок 2.3.16. Анализатор цифровых каналов и трактов

Включение анализатора AnCom E-9

Подключите сетевой адаптер к сети переменного напряжения 220В/50Гц и к гнезду **DC 15V** анализатора, нажмите и отпустите кнопку включения «●» на лицевой панели.

Должен включиться экран и появиться окно подтверждения включения³, в котором необходимо нажать стилусом кнопку **OK** (рисунок 2.3.17, а).

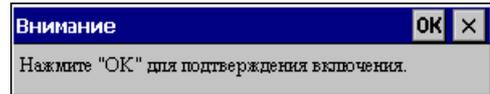


Рис. 2.3.17, а

Активируйте программное обеспечение анализатора – вызовите из меню "Start" программу AnCom E-9 (рис. 2.3.17, б):

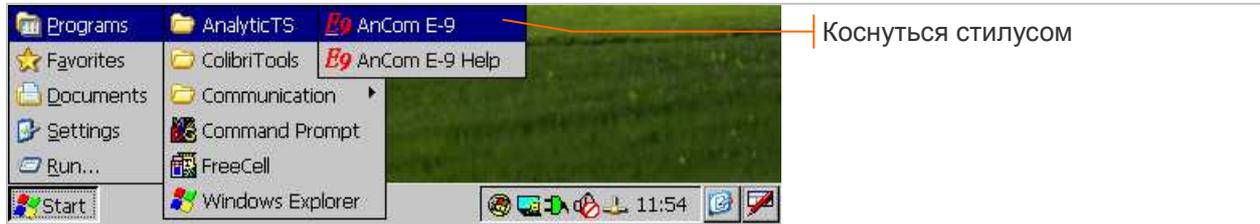


Рисунок 2.3.17, б

Загрузка программы сопровождается задержкой в 2 - 3 секунды, после чего на экране открывается главное окно AnCom E-9. Дальнейшая работа оператора происходит во взаимодействии с вызванной программой.

Анализатор выключается при удержании кнопки «●» нажатой в течение 2 - 3 секунд, до уменьшения яркости экрана. Экран гаснет в момент перехода анализатора в спящий режим. Время пребывания в спящем режиме до полного разряда аккумуляторов не менее 1 мес.

Сохранение и загрузка конфигураций

Параметры настройки анализатора сохраняются в файле конфигурации, расширение имени файла и служебную директорию для его записи анализатор выбирает автоматически.

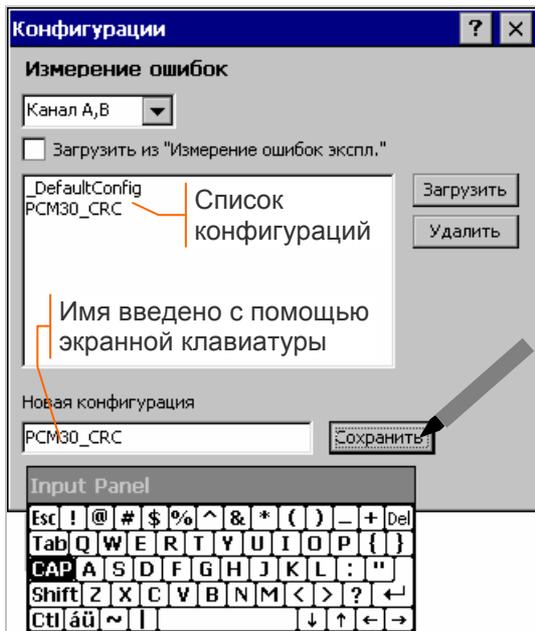


Рисунок 2.3.18. Окно сохранения и загрузки конфигураций

Окно сохранения и загрузки конфигураций открывается кнопкой **Конфиг** главного окна (рисунок 2.3.18).

Сохранение текущей конфигурации возможно в любой момент времени.

В поле "Новая конфигурация" нужно ввести с помощью экранной клавиатуры имя сохраняемой конфигурации и нажать кнопку **Сохранить**. При ответе **OK** на запрос подтверждения новое имя появляется в списке конфигураций, как показано на рисунке.

Загрузка конфигурации требует выключения измерительного модуля и установки в главном окне необходимого режима измерений. В поле **Канал А,В** должен быть задан вариант использования каналов E1-A, E1-B, для которого требуется загрузить ранее созданную конфигурацию.

Имя конфигурации нужно выделить стилусом в списке конфигураций и нажать кнопку **Загрузить** или **Удалить**. При ответе **OK** на запрос подтверждения выполняется заданное действие.

³ При включении после аппаратного сброса появляется также окно "Data/Time Properties", в котором необходимо установить дату и время.

Маски (шаблоны) характеристик

Возможна установка масок (шаблонов) для некоторых измеряемых характеристик. Маска может быть предопределенной, как в окне анализа формы импульса, или редактируемой.

Результат проверки соответствия измеренной характеристики установленной маске обозначается «OK» или «ERR».

Редактирование масок

Пользователь может создавать и редактировать маски, представляющие собой текстовые файлы. Маски, ограничивающие область значений характеристики сверху и снизу, могут иметь одно и то же имя, поскольку сохраняются в разных папках и редактируются по отдельности.

Установку масок, а также их создание, редактирование и удаление обеспечивает редактор масок (рисунок 2.3.19), окно которого открывается кнопками **Маски** или **Мк.**

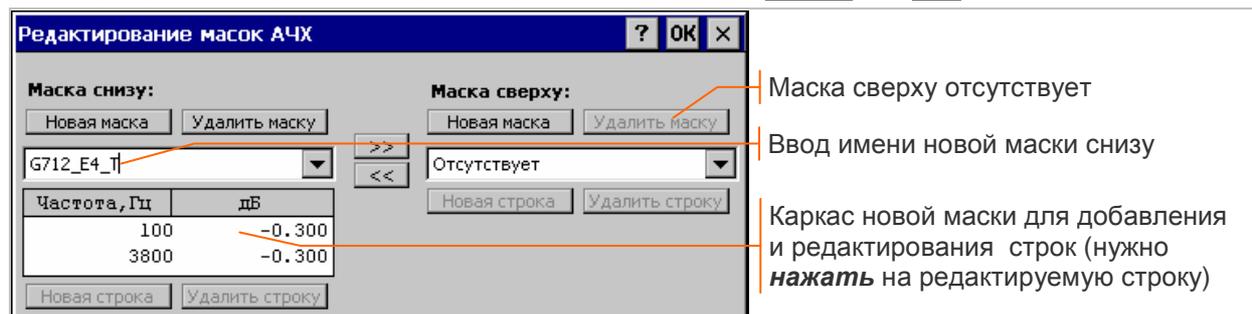


Рисунок 2.3.19. Редактор масок

Последовательность действий по созданию и установке новой маски:

- Нажать кнопку **Новая маска** и ввести новое имя, как показано на рисунке выше; имена рекомендуется назначать так, чтобы они отражали источник, на основании которого создана маска;
- Добавить требуемое количество строк к каркасу новой маски⁴ с помощью кнопки **Новая строка**, отредактировать строки образовавшейся таблицы, как показано далее на рисунке;
- Закончить редактирование нажатием кнопки **OK**, закрытие окна редактора без нажатия данной кнопки означает отмену редактирования.

Установка существующей маски выполняется выбором имени маски с последующим нажатием кнопки **OK** в заголовке окна редактора.

Удаление файла маски осуществляется выбором имени маски с последующим нажатием кнопки **Удалить маску** и кнопки **OK**. Закрытие окна редактора без нажатия «OK» означает отмену удаления.

Окно редактора при внесении изменений в строки новой маски представлено ниже на рисунке 2.3.20:

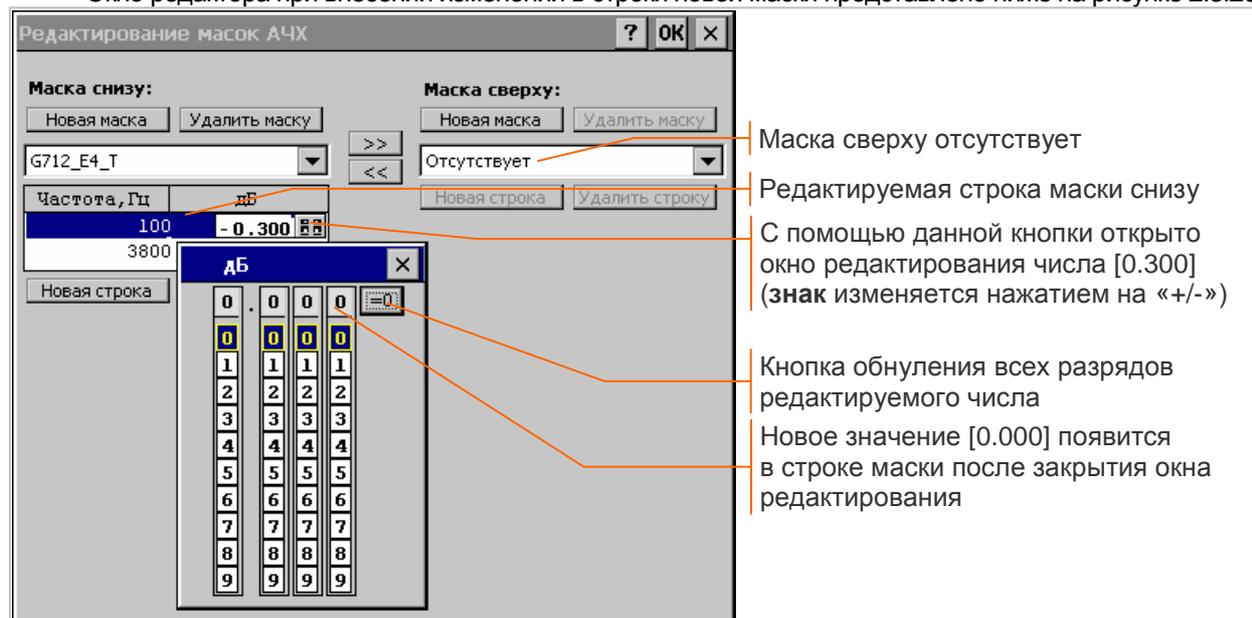


Рисунок 2.3.20. Окно редактора при внесении изменений в строки новой маски

⁴ Новая строка добавляется после строки, выбранной для редактирования.

2.3.2.3 Анализатор релейщика AnCom P3A-Тест/GOOSE

СТО по эксплуатации устанавливает требования к параметрам **Тестера цифровых потоков** в части измерения параметров стыка Ethernet (цифровая подстанция), которым соответствует Анализатор релейщика AnCom P3A-Тест/GOOSE:

- Измерение параметров стыка Ethernet (2 порта Gigabit Ethernet), при применении на цифровых подстанциях поддержка МЭК 61850 (SV, GOOSE).



Рисунок 2.3.21. Анализатор релейщика AnCom P3A-Тест/GOOSE

Назначение Анализатора релейщика AnCom P3A-Тест/GOOSE

Анализатор релейщика AnCom P3A-Тест/GOOSE (рисунок 2.3.21) предназначен для контроля функционирования и настройки оборудования «Цифровых подстанций» в соответствии с требованиями МЭК 61850-10.

Синхронизация времени Анализатора релейщика AnCom P3A-Тест/GOOSE осуществляется по средствам устройства синхронизации GPS/ГЛОНАСС AnCom P3A-Тест/GPS.

Возможности Анализатора релейщика AnCom P3A-Тест/GOOSE

- **Формирование** заданных последовательностей **GOOSE-сообщений по двум 10/100/1000 Мбит/с Ethernet-портам**, на основании описаний, считанных из файлов конфигурации;
- Возможность формирования GOOSE-сообщений с произвольной структурой dataset;
- **Обнаружение, декодирование и контроль ошибок GOOSE-сообщений**, на основании описаний, считанных из файлов конфигурации;
- Проверка **быстродействия передачи GOOSE-сообщений** в соответствии с требованиями МЭК 61850. В данной проверке прибор заменяет исследовательский комплекс, состоящий из:
 - Симулятора GOOSE-сообщений;
 - Сетевого анализатора трафика (сниффера) с функцией точной фиксации времени приема пакетов;
 - ПО постобработки принятых сообщений;
- Выявление зависимости времени передачи GOOSE-сообщений от:
 - Количества подписанных и не подписанных сообщений;
 - Интенсивности обмена;
 - Структуры dataset сообщений;
- **Проверка сохранения работоспособности интеллектуальных электронных устройств (ИЭУ) при «информационном шторме»;**
- **Проверка реакции устройства на получение GOOSE-сообщений с ошибками;**
- **Проверка настройки коммутаторов Ethernet.**

Включение Анализатора

Включить тумблер питания  на лицевой панели Анализатора релейщика AnCom P3A-Тест/GOOSE, при необходимости, предварительно подключить комплектный сетевой адаптер к сети переменного напряжения 220В/50Гц и к гнезду .

Включить комплектный Управляющий Android-планшет → запустить управляющее ПО «AnCom P3A-Тест»  → дождаться подключения анализатора к планшету . Соединение установлено с WT12-A 00:07:80:64:F6:03, посредством Bluetooth.

Публикация GOOSE-сообщений

Загрузка: Перейти в закладку «Публикация GOOSE» → нажать значок  → загрузить файл с описанием GOOSE-сообщений → выбрать необходимые GOOSE-сообщения → нажать «Установить» → произвести публикацию или редактирование GOOSE-сообщений.

Редактирование: Перейти в закладку «Публикация GOOSE» → выбрать необходимое GOOSE-сообщение, нажав на него, при необходимости, предварительно загрузить GOOSE-сообщение → нажать значок  → произвести необходимое редактирование GOOSE-сообщения → нажать «Установить» → произвести публикацию или сохранить GOOSE-сообщение.

Сохранение: Нажать значок  → выбрать необходимые GOOSE-сообщения → сохранить описания GOOSE-сообщения под старым либо под новым именем с расширением.

Публикация: нажать значок , при необходимости предварительно загрузить необходимые GOOSE-сообщения → выбрать необходимые GOOSE-сообщения → нажать «Установить»

Инспектирование GOOSE-сообщений: Перейти в закладку «Инспектор GOOSE» → inspectировать принятые GOOSE-сообщения.

3 Каналы между абонентскими интерфейсами аппаратуры уплотнения

3.1 Общее представление

В соответствии с правилами устройств электроустановок (ПУЭ) каналы ВЧ связи используются для передачи информации, предназначенной для оперативно-диспетчерского, технологического и административно-хозяйственного управления и эксплуатационного обслуживания объектами электроэнергетики.

При этом под термином «информация» понимаются любые сигналы в аналоговом или цифровом виде, используемые для целей:

- УПАСК;
- Релейной защиты;
- Передачи данных, электронной почты, факсовых сообщений;
- Телемеханики;
- Телефонии.

Для решения этой задачи организуются соответствующие каналы связи: каналы передачи речи; каналы телемеханики; каналы передачи данных (межмашинный обмен – ММО); каналы передачи факсов; каналы ВЧ защит; каналы передачи команд УПАСК.

Ниже рассматриваются вопросы, связанные с организацией каналов различного назначения, методиками измерения их параметров. При этом описываются особенности измерения при организации канала на комбинированной аппаратуре, построенной по принципу ЧРС или по принципу ВРС.

Отметим, что для передачи команд УПАСК и сигналов ВЧ защит всегда используют принцип ЧРС.

3.2 Каналы передачи речи

3.2.1 Общее представление

ВЧ каналы передачи речи в энергосистемах относятся к категории служебной связи, которая является важным средством диспетчерского, технологического и административно-хозяйственного управления. Диспетчерские каналы обеспечивают быстрое и прямое соединение диспетчера с подчиненными ему объектами.

Каналы передачи могут быть образованы аналоговой аппаратурой с разделением сигналов в частотной области (ЧРС) или цифровой аппаратурой с разделением сигналов во временной области (ВРС).

В аналоговых ВЧ каналах спектр речевого сигнала (в диапазоне частот 0,3...3,4 кГц, с возможностью снижения верхней границы) переносится в ВЧ область (16...1000 кГц) без дополнительной обработки и образует с другими видами информации групповой аналоговый сигнал. Соответственно могут применяться методы и методики измерения, используемые для телефонных каналов общего пользования с частотным уплотнением (аналоговые системы передачи – АСП). К особенностям аналоговых ВЧ каналов можно отнести постепенное ухудшение качества передачи речи при увеличении уровня помехи в ВЧ канале.

В цифровых ВЧ каналах речевой сигнал преобразуется в цифровую форму, сжимается с помощью кодеков, мультиплексируется в групповой цифровой сигнал с другими видами информации за счет разделения сигналов во времени, и, после передачи в цифровом потоке по ВЧ тракту, подвергается на стороне приема обратной процедуре. В канале передачи важную роль играет кодек, применяемый в целях экономии пропускной способности ВЧ канала (*Codec*, от *coder/decoder* – шифратор/дешифратор или *compressor/decompressor*, так же часто применяется термин – вокодер; в брошюре будет использоваться термин «кодек»).

Для контроля цифровых ВЧ каналов могут использоваться методы и методики, применяемые для сетей с технологией коммутации пакетов. Увеличение в ВЧ канале уровня помехи до некоторого уровня не оказывает существенного влияния на качество передачи речи, но затем происходит лавинообразное ухудшение вплоть до разрыва соединения (этот эффект вызван нарушением работы цифрового канала). Снижение скорости в цифровом ВЧ канале позволяет уменьшить допустимое соотношение сигнал/шум, при котором сохраняется работоспособность канала.

Каналы передачи речи характеризуются типом интерфейса с телефонным оборудованием (типом окончаний в сторону автоматической телефонной станции – АТС и в сторону абонентского телефонного аппарата – ТА):

- Типы тональных окончаний: абонентская линия, четырехпроводное и двухпроводное, на котором, в отличие от абонентской линии, не поддерживается абонентская сигнализация для АТС и ТА. Окончания характеризуются:
 - Используемым частотным диапазоном: полный тональный 300...3400 Гц или ограниченный тональный, 300...2400 Гц (в современном ВЧ оборудовании верхняя частота ограниченного тонального диапазона может настраиваться – программируемым ДК фильтром). Вне диапазона, выделенного для речевого сигнала, передается служебная информация, например, КЧ, и могут передаваться сигналы телемеханики. В канале ТЧ может использоваться диапазон 100...3900 Гц;
 - Видом поддерживаемой телефонной сигнализации:
 - Для четырехпроводных и двухпроводных тональных окончаний: АДАСЭ (внутриполосная тональная 1200 и 1600 Гц) или Е&М – потенциальная сигнализация по дополнительным проводам (наиболее распространен Е&М тип 5);
 - Для абонентских линий (АЛ) интерфейс FXS (в сторону ТА) и FXO (в сторону АТС). Для интерфейса АЛ набор номера может отсутствовать (связь диспетчер-диспетчер), осуществляться импульсно кодовым методом или DTMF посылками;
- Окончание потока Е1 (цифровой поток данных с пропускной способностью 2,048 Мбит/с, до 30 каналов передачи речи, 1 канал синхронизации потока и 1 канал сигнализации об устанавливаемых соединениях). Особенности применения потока Е1 для передачи речи по ВЧ каналу можно считать использование в потоке ограниченного количества каналов и внутриполосной сигнализации АДАСЭ. Наличие окончания Е1 упрощает подключение цифровых мини АТС, но несколько ухудшает качество передачи речи за счет каскадирования кодеков (G.711 в потоке Е1 плюс кодек цифрового ВЧ канала);
- Окончание Ethernet. В настоящее время для передачи речи практически не используется, но может считаться перспективным для внедрения технологии VoIP в ВЧ каналы передачи речи, т.к. обеспечивает подключение современных АТС, интегрированных с другими типами каналов передачи речи в рамках ведомственных каналов связи предприятий ОАО "Россети".

3.2.2 Характеристики качества передачи речи

С точки зрения конечного пользователя качество передачи речи характеризуется:

- Разборчивостью речи — относительным количеством правильно принятых элементов речи (звуков, слогов, слов, фраз), выраженной в процентах от общего числа переданных элементов;
- Смысловой разборчивостью — показателем степени правильного воспроизведения информационного содержания речи;
- Узнаваемостью голоса говорящего — возможностью слушателей отождествлять звучание голоса, с конкретным лицом, известным слушателю ранее;
- Восприятием речи в нормальном темпе речи (средняя длительность контрольной фразы равна 2,4 с) и в ускоренном темпе речи (произнесение речи со скоростью, при которой средняя длительность контрольной фразы равна 1,5-1,6 с);
- Интегральным качеством – показателем, характеризующим общее субъективное впечатление слушателя от принимаемой речи.

Исторически характеристики каналов передачи речи субъективно оценивались бригадами испытателей, которые проводили многочисленные «дозвоны» и «контрольные разговоры». Полученные результаты, довольно непросто интерпретировать в условиях нестабильных параметров ВЧ тракта.

Современная измерительная техника позволяет проводить автоматическую проверку между интерфейсами каналов передачи речи в соответствии с международными рекомендациями МСЭ-Т. Методы контроля каналов, образованных аналоговым и цифровым ВЧ оборудованием, рассматриваемые ниже, существенно отличаются. Это связано с невозможностью передачи через цифровые каналы традиционных для проверки аналогового оборудования испытательных сигналов (гармонический сигнал проходит через кодек системы сжатия речи цифрового канала с большими искажениями).

Качество передачи речи по ВЧ каналу определяется характеристиками оборудования уплотнения и ВЧ тракта. Рассмотрим их подробнее в применении для аналоговых ВЧ каналов:

- Характеристики, связанные с искажением передаваемого сигнала:
 - Полоса эффективно передаваемых частот;
 - Неравномерность частотной характеристики рабочего затухания, определяемая главным образом характеристиками фильтров аппаратуры уплотнения и линейного ВЧ тракта;
 - Смещение частоты – разность частот сигналов на входе и выходе канала;
 - Нелинейные искажения;
 - Уровень собственных шумов аппаратуры (уровень помех на выходе приемника, когда на входе передатчика отсутствует сигнал, и нет помех, обусловленных линейным трактом);
- Характеристики, связанные с дальностью действия канала связи:
 - Минимально допустимое отношение сигнал/помеха на ВЧ входе, в полосе частот, занимаемой каналом;
 - Перекрываемое затухание – максимально допустимое затухание ВЧ тракта, при котором на выходе ТЧ канала обеспечивается заданное соотношение сигнал/помеха. Перекрываемое затухание зависит:
 - в первую очередь от максимальной мощности передатчика;
 - чувствительности приемника;
 - и в меньшей степени от помехоустойчивости приемника (минимально допустимое соотношение сигнал/шум);
- Электромагнитная совместимость с другими каналами ВЧ связи по ВЛ, определяемая как защищенностью от других каналов, так и уровнем влияния на другие ВЧ каналы.

3.2.3 Тональные окончания каналов передачи речи

3.2.3.1 Особенности тональных окончаний в аналоговых ВЧ каналах

Качество передачи речи в ТЧ каналах, организованных по аналоговым ВЧ каналам, в основном определяется эффективно передаваемой полосой частот канала речи, частотной характеристикой остаточного затухания и уровнем помех.

Ниже рассматриваются только те параметры, измерение которых не предполагает дополнительных действий на уровне ВЧ тракта. Измерение запаса по затуханию канала и соотношения уровней сигнала и помех в ВЧ тракте будут разобраны в разделе «Комбинированная аппаратура ВЧ уплотнения».

Нормы на качество передачи речи и методы инструментального измерения параметров определяются в следующих документах:

- СТО 56947007-33.060.40.178-2014 «Технологическая связь. Руководство по эксплуатации каналов высокочастотной связи по линиям электропередачи 35-750 кВ» (основной документ, нормирующий эксплуатационные параметры каналов ВЧ связи);
- СТО 56947007-33.060.40.177-2014 «Технологическая связь. Типовые технические требования к аппаратуре высокочастотной связи по линиям электропередачи»;
- Приказ №43 Минсвязи РФ от 15.04.1996 «Нормы на электрические параметры каналов ТЧ магистральной и внутризоновых первичных сетей» (до сих пор является основным документом, нормирующим каналы ТЧ в РФ);
- Приказ №54 Госкомсвязи РФ от 05.04.1999 «Эксплуатационные нормы на электрические параметры коммутируемых каналов сети ТфОП» (не смотря на формальное завершение действия, является основным документом нормирующим сеть ТфОП (телефонная сеть общего пользования) в РФ);
- Рекомендации Международного союза электросвязи МСЭ-Т серия «О» (методы измерения).

Рассмотрим параметры определяющие качество передачи речи проверяемые на уровне тональных окончаний (ТЧ окончаний):

- Основные параметры нормируемые СТО по эксплуатации :
 - Номинальные уровни ТЧ окончаний:
 - четырехпроводное окончание (выход +4,0 дБм, вход -13,0 дБм), для организации переприема (выход -3,5 дБм, вход -3.5 дБм),
 - двухпроводное окончание (выход -7 дБм, вход 0 дБм);
 - Эффективно передаваемая полоса частот канала должна быть 300 – 3400 Гц с возможностью снижения верхней граничной частоты до 2000 (1800) Гц;
 - Максимально допустимое время задержки сигнала для диспетчерской связи в составном телефонном канале с переприемами должно быть не более 150 мс;

- Частотная характеристика относительного остаточного затухания (относительно значения на частоте 1020 Гц) должна укладываться в шаблоны, представленные на рисунках 3.2.1 – 3.2.3;

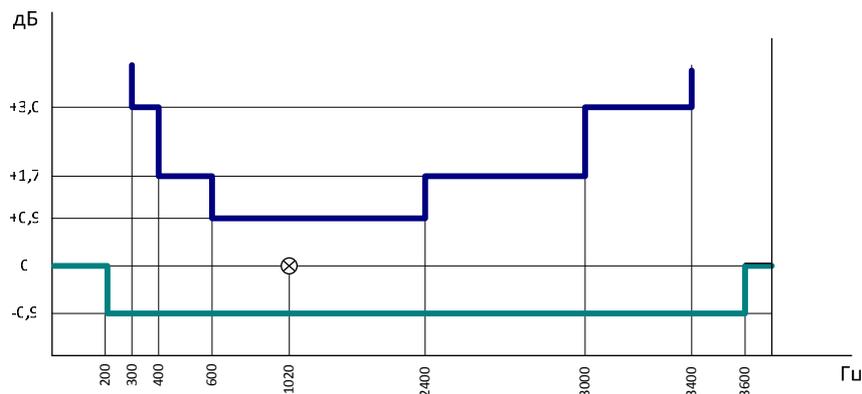


Рисунок 3.2.1
Шаблон нормирования частотной характеристики относительного остаточного затухания телефонного канала с эффективно передаваемой полосой частот 300 - 3400 Гц.

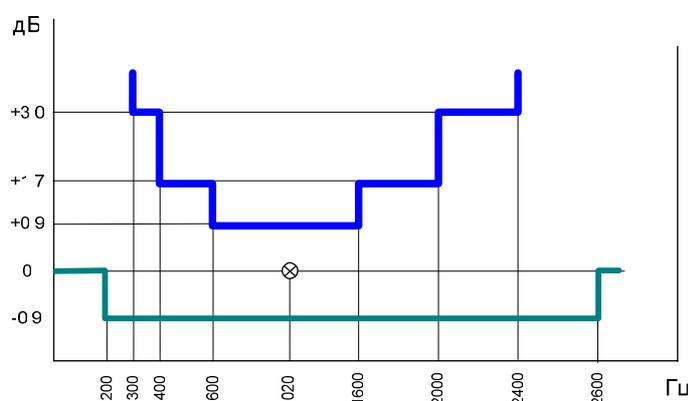


Рисунок 3.2.2
Шаблон нормирования частотной характеристики относительного остаточного затухания телефонного канала с эффективно передаваемой полосой частот 300 - 2400 Гц.

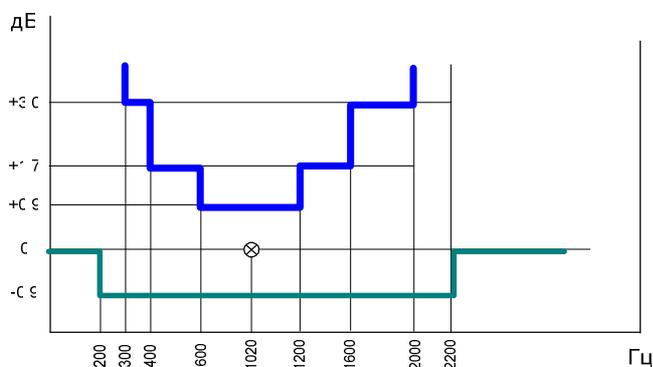


Рисунок 3.2.3
Шаблон нормирования частотной характеристики относительного остаточного затухания телефонного канала с эффективно передаваемой полосой частот 300 - 2000 Гц.

- Частотная характеристика относительного группового времени прохождения (ГВП), относительно значения на частоте 1900 Гц, должна укладываться в шаблоны, представленные на рисунках 3.2.4 – 3.2.6. Необходимо обратить внимание, что ГВП в первую очередь оказывает влияние на передачу данных, и в меньшей степени на качество передачи речи;

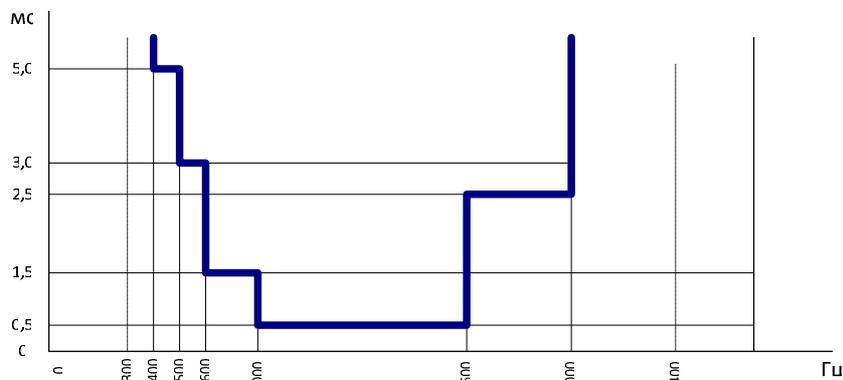


Рисунок 3.2.4
Шаблоны нормирования искажения ГВП телефонного канала с эффективно передаваемой полосой частот 300 - 3400 Гц.

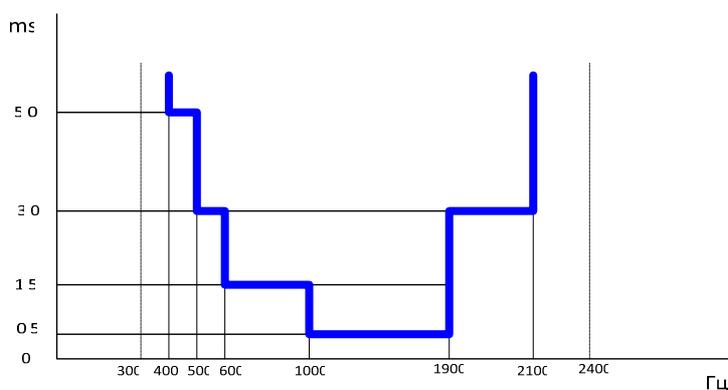


Рисунок 3.2.5
Шаблоны нормирования искажения ГВП телефонного канала с эффективно передаваемой полосой частот 300 - 2000 Гц.

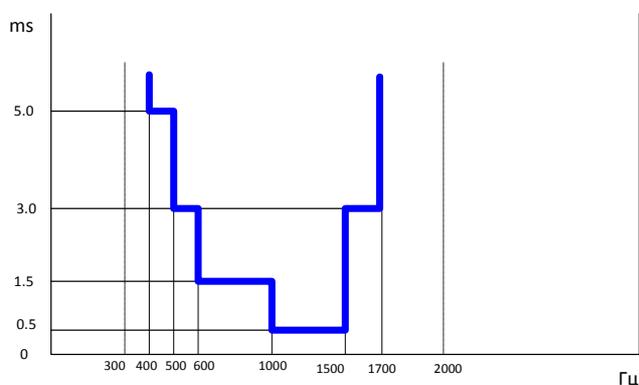


Рисунок 3.2.6
Шаблоны нормирования искажения ГВП телефонного канала с эффективно передаваемой полосой частот 300 - 2000 Гц.

- Важные параметры ТЧ каналов и окончаний нормируются в СТО типовые технические требования и должны обеспечиваться производителем оборудования. Контроль рассмотренных ниже параметров необходим при внеочередных измерениях, производимых для определения причин несоответствия эксплуатационных параметров канала нормам. Необходимость проверки этих параметров возникает при подключении внешнего оборудования к ТЧ окончаниям (например, при высоком уровне эхо сигнала из-за несогласованности импедансов окончания «Абонентская линия» с АТС) или ремонте соответствующих узлов оборудования:
 - Номинальное сопротивление ТЧ окончаний должно быть 600 Ом. Затухание несогласованности входного сопротивления с номинальным сопротивлением в эффективно передаваемой полосе частот должно быть не менее 14 дБ;
 - Затухание асимметрии (логарифмическая мера, характеризующая степень асимметрии симметричных окончаний) в эффективно передаваемой полосе частот должно быть не менее 40 дБ (рекомендуется дополнительно измерять затухание асимметрии на частоте 50 Гц);

- Собственные психофотметрически взвешенные шумы аппаратуры на ТЧ выходах при работе аппаратуры в канале не должны превышать -55 дБм0п (рекомендуемая методика измерения МСЭ-Т О.41);
- Гармонические искажения в сквозном канале ТЧ должны быть таковы, чтобы при подаче синусоидального сигнала 350 Гц с уровнем -3 дБм0 на вход ТЧ уровень каждой из гармоник сигнала 350 Гц, измеренный на выходах ТЧ, не превышал -40 дБм0;
- Переходные затухания на ближнем и дальнем концах между подканалами в надтональном спектре и каналом речи в тональном спектре, располагающимися в одном канале ТЧ, должны быть такими, чтобы уровень психофотметрически взвешенных помех от любых комбинаций сигналов, передаваемых в надтональном спектре, измеренный на выходах ТЧ, был не более -50 дБм0п;
- Переходное затухание на ближнем и дальнем концах канала связи между разными каналами ТЧ многоканальной аппаратуры должно быть не менее 50 дБ;
- Изменение частоты сигнала в канале – считается что отсутствует (в соответствии с Приказом №43 Минсвязи РФ не более 5 Гц);
- Приказ №43 Минсвязи РФ от 15.04.1996 нормирует существенно большее количество параметров (в скобках приводятся рекомендации МСЭ-Т). Рассмотрим параметры, которые оказывают существенное влияние на качество канала передачи речи и могут быть рекомендованы для контроля при эксплуатации:
 - Защищенность от внятных переходных влияний между прямым и обратным направлениями передачи одного и того же канала ТЧ (затухание уровня эхо-сигналов говорящего и слушающего для двухпроводных окончаний);
 - Защищенность сигнала от сопровождающих помех. Соотношение уровней гармонического сигнала и психофотметрически взвешенного шума (МСЭ-Т О.132);
 - Затухание продуктов паразитной модуляции токами промышленной сети с частотой 50 Гц и ее гармониками $\pm 50 \cdot K$ (где K от 1 до 8) должна быть не менее 45 дБ для $K=2$ и 40 дБ для $K \neq 2$;
 - Коэффициенты продуктов нелинейных искажений 2-го и 3-го порядка и суммарный – не более 1.5% (36 дБ), в соответствии с методикой МСЭ-Т О.42 или измерением на частоте 350 Гц.

Каналы передачи речи на этапе установления и разрыва соединения используются для передачи сигналов сигнализации АДАСЭ и набора номера DTMF. Рассмотренные выше проверки параметров аналоговых ВЧ каналов, как правило, достаточны для обеспечения надежной передачи сигналов АДАСЭ и DTMF.

3.2.3.2 Особенности тональных окончаний в цифровых ВЧ каналах

Качество передачи речи на тональных окончаниях в цифровых ВЧ каналах характеризуется усредненной балльной оценкой мнений экспертов MOS, выполненной в соответствии с рекомендациями МСЭ-Т Р.800. Шкала соответствует следующим оценкам: «превосходно»=5; «хорошо»=4; «удовлетворительно»=3; «посредственно»=2; «плохо»=1. Алгоритмы инструментальных методов измерения регламентируются в рекомендациях МСЭ-Т Р.861, Р.862 и Р.863. При измерениях необходимо учитывать рекомендации ГОСТ Р 50840-95 «Передача речи по трактам связи. Методы оценки качества, разборчивости и узнаваемости», нормирующие контрольные фразы на русском языке.

Диапазон MOS оценки, измеренной ВЧ канала передачи речи, зависит:

- От типа реализованного в аппаратуре кодека и составляет от 3,52 (G.723.1 – 5,3 кбит/с) до 4,24 (G.711 – 64 кбит/с) применительно к тестовым фразам на русском языке и снижается при каскадировании кодеков. Зависимость от языка выражена тем выше, чем сложнее кодек, и составляет от 3,42 до 3,68 (G.723.1 – 5,3 кбит/с) и от 4,21 до 4,27 (G.711 – 64 кбит/с);
- От постоянно действующих в ВЧ тракте широкополосных и узкополосных помех, а так же временно действующих помех, которые вызывают пакеты ошибок в цифровом ВЧ канале, что приводит к ухудшению качества передачи речи, а при превышении уровня помехозащищенности цифрового канала – к нарушению синхронности передачи и пропаданию части речевой информации;
- От разброса максимального и минимального времени прохождения сигнала в ВЧ канале от среднего значения;
- От уровня эхо сигнала в двухпроводных ТЧ окончаниях и суммарной задержки в ВЧ канале и ТЧ окончаниях, которые в совокупности могут существенно понижать MOS оценку.

Для цифровых ВЧ каналов MOS оценка должна быть не ниже 3,5 (СТО по эксплуатации). Нормируемая для ВЧ каналов величина MOS оценки соответствует величине определенной

правилами применения узлов связи с технологией коммутации пакетов (приказы Минкомсвязи РФ №1, 10, 12/2009 и №15, 44, 47/2008) для соединения между абонентами.

Измерения в соответствии с МСЭ-Т Р.862 позволяют получить дополнительную информацию о причинах снижения MOS оценки и использовать её для настройки оборудования и поиска неисправностей. Измеряются следующие параметры:

- Текущий спектр образцового и принятого сигнала;
- Величина задержки передачи (мс);
- Размах изменения времени задержки передачи;
- Временные диаграммы речевой активности образцового (переданного) и принятого фрагментов речи (с, дБ);
- Гистограмма задержки передачи как случайной величины (с, %);
- Временные диаграммы, демонстрирующие отсутствие (=0) и наличие (=1) потерянных и испорченных фреймов в принятом фрагменте (с, шт.);
- Доля потерянных фреймов и фреймов с ошибками (%);
- АЧХ канала, построенная по результатам приема фрагмента речи и сопоставленная с масками по G.712;
- Зависимость оценки от уровня сигнала (пиковый уровень, дБм);
- Зависимости оценки от пола диктора и длины высказывания (выбор образца).

СТО по эксплуатации и типовые технические требования для цифровых ВЧ каналов, кроме MOS оценки, нормируют параметры ТЧ стыка (номинальное сопротивление, затухание асимметрии и номинальные уровни), которые должны соответствовать требованиям к аналоговым каналам.

Большое влияние на качество передачи речи в цифровых каналах вносят эхо сигналы: это связано со значительной задержкой в канале передачи речи. Нормируется максимально допустимое время задержки сигнала в канале:

- В канале без переключений должно быть не более 150 мс;
- В составном канале с переключениями должно быть не более:
 - 150 мс для каналов оперативно-диспетчерской связи (по договоренности с потребителем до 200 мс);
 - 300 мс для каналов административно-технологической связи.

Для продолжения рассмотрения необходимо остановиться на описании схемы возникновения ближнего и дальнего эхо сигналов. Подключение к ТЧ каналу телефонного аппарата, а иногда и АТС, осуществляется по двухпроводному каналу. Передача через ВЧ канал всегда осуществляется по четырехпроводному каналу. В месте соединения двухпроводного канала с четырехпроводным используется схема сопряжения, называемая дифференциальной системой (ДС). Неотъемлемым свойством ДС является проникновение сигнала с входа на выход на стороне четырехпроводного окончания. Проникновение тем выше, чем хуже согласование импеданса ДС с двухпроводной линией. Рассмотрим представленную на рисунке 3.2.7 схему возникновения эхо сигналов.



Рисунок 3.2.7 Схема появления эхо сигнала

Будем считать, что говорящий абонент расположен слева, а слушающий справа. Ближнее эхо говорящего возникает на уровне ДС телефонного аппарата, но, так как время задержки его распространения незначительно, эхо не будет сильно мешать говорящему. Дальнее эхо говорящего возникает на ДС удаленной телефонной станции, его время задержки определяется распространением через ВЧ канал и составляет до $2 \cdot 150 = 300$ мс. Высокий уровень дальнего эха будет существенно мешать говорящему абоненту. На этом путешествии эхо сигнала говорящего не завершается – «отразившись» от ДС левого ВЧ оборудования, эхо вернется слушающему в качестве эха слушающего с задержкой до $2 \cdot 150 = 300$ мс после прихода основного сигнала. Высокий уровень эхо будет существенно мешать слушающему абоненту. Для подавления эхо

сигналов в ВЧ стойках может устанавливаться оборудование эхоподавления (echo suppression) или эхоподавления (echo cancellation).

Измерение уровня эхо сигнала должно производиться в комплексе с измерением времени задержки в канале. Международные рекомендации МСЭ-Т G.131 описывают определение запаса рейтинга эхо сигнала на основе данных по затуханию и задержке эха. В свою очередь рекомендации МСЭ-Т G.109 определяют уровень рейтинга удовлетворенности пользователей как Best Very satisfied при $90 \leq R < 100$, High Satisfied при $80 \leq R < 90$ и Some users dissatisfied при $70 \leq R < 80$. А рекомендации МСЭ-Т G.114 устанавливают соответствие между рейтингом удовлетворенности и задержкой эхо сигнала. Соответствующий график приведен на рисунке 3.2.8.

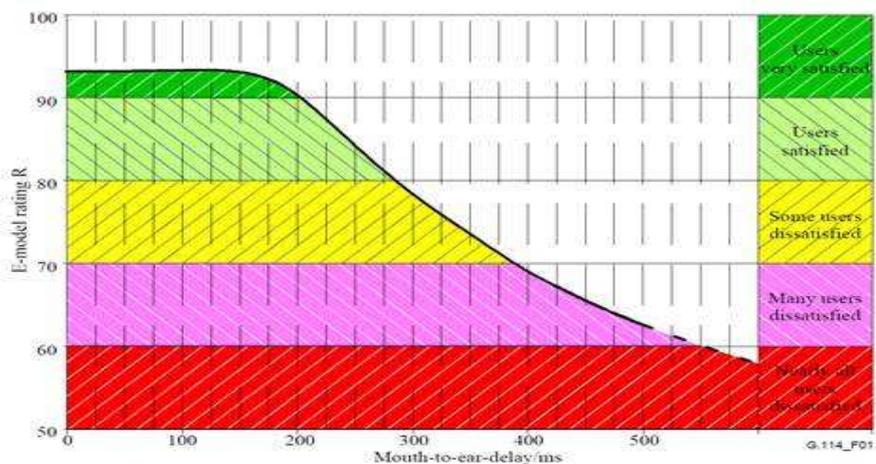


Рисунок 3.2.8 МСЭ-Т G.114 Влияние абсолютной задержки на рейтинг удовлетворенности

Необходимость измерения параметров эхо сигналов возникает в процессе стыковки ВЧ каналов с коммутационным оборудованием. Рекомендуется для подключения АТС использовать четырехпроводные ТЧ линии, цифровые потоки E1, а если это затруднено, добиваться максимального согласования двухпроводного ТЧ окончания в ВЧ оборудовании с соединительной линией в сторону АТС (в том числе за счет настройки DC тональных окончаний АУ).

Отдельно необходимо остановиться на требованиях СТО типовые технические требования: «Модуль сжатия речи должен передавать сигналы тонального набора типа DTMF и сигнализации АДАСЭ». Для продолжения описания необходимо остановиться на описании схемы работы кодека и мультиплексора в цифровом канале передачи речи.

На стороне передатчика кодек (coder) обеспечивает кодирование оцифрованной (обычно с частотой выборки 8 кГц) речи. Кодированию подвергаются фрагменты речи – фреймы заданной длительности (в разных кодеках длительность может отличаться, например, в G.729A она составляет 10 мс). Процесс кодирования имеет алгоритмическую задержку, например, в G.729A она составляет 15 мс на фрейм. Кодированные фреймы, в общем случае, ожидают свободного или выделенного под данный канал речи окна на входе мультиплексора (в хорошо организованных системах работа кодека синхронизирована с мультиплексором и эта задержка отсутствует). Переданные по цифровому ВЧ каналу кодированные фреймы после демультимплексирования поступают на кодек (decoder) приемника, где синтезируется цифровой речевой поток, который далее преобразуется в аналоговую форму.

Изначально в этой схеме нет места для тональных DTMF и АДАСЭ сигналов, которые по спектральному составу не соответствуют речевому сигналу, и кодек не может адекватно их кодировать и синтезировать. Для поддержки передачи тональных сигналов параллельно с кодеком работает схема их распознавания, имеющая ненулевое время надежного распознавания. После выделения тональных сигналов на мультиплексор вместо сигналов от кодека поступают цифровые коды, соответствующие распознанному сигналу, а на стороне приемника, после демультимплексирования, эти коды поступают на синтезатор тональных сигналов.

В рассмотренной схеме присутствует неустранимая причина искажения временных параметров тональных сигналов – момент появления тонального сигнала на входе не синхронизирован с фреймами кодека (см. рисунок 3.2.9). В различных реализациях появление или пропадание тонального сигнала (рисунок 3.2.9, а) на входе канала, например, в середине фрейма (рисунок 3.2.9, б), может приводить к уменьшению (рисунок 3.2.9, в) или увеличению (рисунок 3.2.9, г) длительности синтезируемого на дальней стороне сигнала на величину длительности до одного или двух фреймов.

Возможны ситуации, когда пришедший в середине фрейма тональный сигнал не успевает выделиться и кодек формирует сигнал, который на удаленной стороне синтезирует, нечто похожее на тональный сигнал (рисунок 3.2.9, д) – эти «огрызки» могут приводить к ложным срабатываниям оборудования, подключенного к тональным окончаниям.

Методы контроля достоверности и искажений передачи DTMF-символов должны соответствовать рекомендациям МСЭ-Т Q.23, Q.24.

Необходимость проверки правильности передачи тональных сигналов возникает в процессе стыковки ВЧ каналов с коммутационным оборудованием. Исследования правильности формирования, передачи и распознавания DTMF-сигналов различным оборудованием показывают высокую актуальность вопроса для обеспечения надежного функционирования систем связи.



Рисунок 3.2.9 Искажение тонального сигнала

3.2.3.3 Особенности тонального окончания – абонентская линия

Двухпроводная абонентская линия обеспечивает подключение ТА и АТС. Она отличается от двухпроводных выделенных линий поддержкой абонентской сигнализации, рассматриваемой в соответствующем разделе. Особенностью проведения измерений на абонентских линиях является необходимость поддержки измерительным оборудованием протокола установления соединения и проведение измерений в тональном диапазоне при наличии постоянного напряжения в линии.

С точки зрения дополнительных искажений речевого сигнала необходимо обратить внимание на отсутствие проникновения в абонентскую линию гармоник от генератора звонка ($25 \cdot K$ Гц, где K от 1 до 4) и сигналов тональной сигнализации (частота 425 Гц, рассматривается в разделе «Сигнализация на абонентских линиях»).

3.2.3.4 Методы и методики измерения параметров качества речи на тональных окончаниях

Измерение параметров качества речи на тональных окончаниях производится при помощи анализаторов систем связи AnCom TDA-9: на входящей (удаленной) и на исходящей стороне канала передачи речи. При использовании двух анализаторов AnCom TDA-9 один из них должен быть запущен в пассивном режиме. Анализатор TDA-9, запускаемый в пассивном режиме, называется удаленным (на входящей стороне).

Для оценочных измерений на окончаниях абонентская линия допускается применение автоответчика AnCom AT-9\FXO на входящей⁵ (удаленной) стороне.

Аналоговый канал ТЧ. 4-проводная линия

После вывода канала из эксплуатации, анализаторы подключаются к аналоговой аппаратуре уплотнения (ААУ), рисунок 3.2.10. Измеряются следующие параметры, в соответствии с руководством по эксплуатации на анализатор AnCom TDA-9, Часть 5. «Измерение каналов ТЧ», раздел «Измерение каналов ТЧ по схеме TDA 9 < > TDA 9»:

- Частотная характеристика рабочего затухания;
- Частотная характеристика ГВП;
- Номинальный уровень сигнала на частоте 1020 Гц.

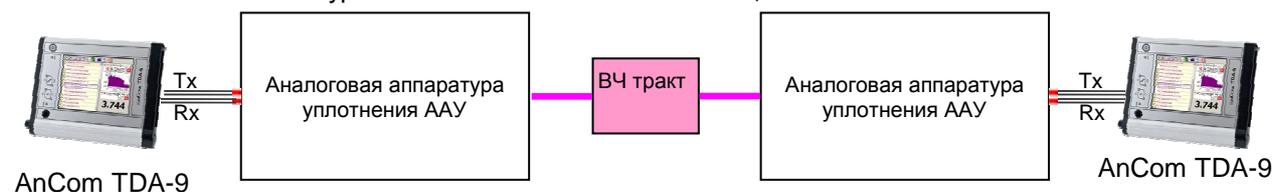


Рисунок 3.2.10. Подключение анализаторов AnCom. Аналоговый канал ТЧ, 4-проводная линия.

⁵ Анализатор на исходящей стороне может быть назван активным или вызывающим. Анализатор (или автоответчик) на входящей стороне может быть назван пассивным, отвечающим или удаленным.

На рисунке 3.2.11 показан пример результатов измерений затухания относительно частоты 1020 Гц – МЧС_АЧХ, дБ (Гц), времени прохождения относительно частоты 1900 Гц – МЧС_ГВП, мс (Гц) и защищенности сигнала от помех – МЧС_С/Ш, дБ (Гц).

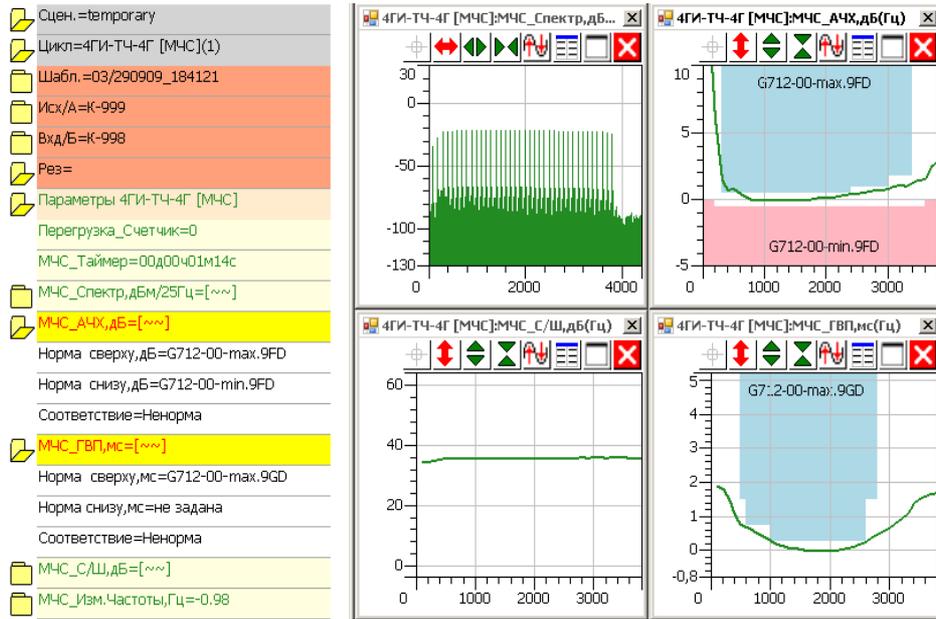


Рисунок 3.2.11. Результаты измерений аналогового канала ТЧ

Аналоговый канал ТЧ. 2-проводная абонентская линия

После вывода канала из эксплуатации, анализаторы (FXO) подключаются (рисунок 3.2.12): на исходящей стороне – к аналоговому оборудованию уплотнения (FXS), на входящей – к АТС (FXS). Производятся измерения, аналогичные 4-проводной линии.

Дополнительно измеряются характеристики стыка FXS – в соответствии с руководством по эксплуатации на анализатор AnCom TDA-9, Часть 4. «Основные приемы работы с анализатором», раздел «Выполнение контрольных вызовов» (рисунок 3.2.13).

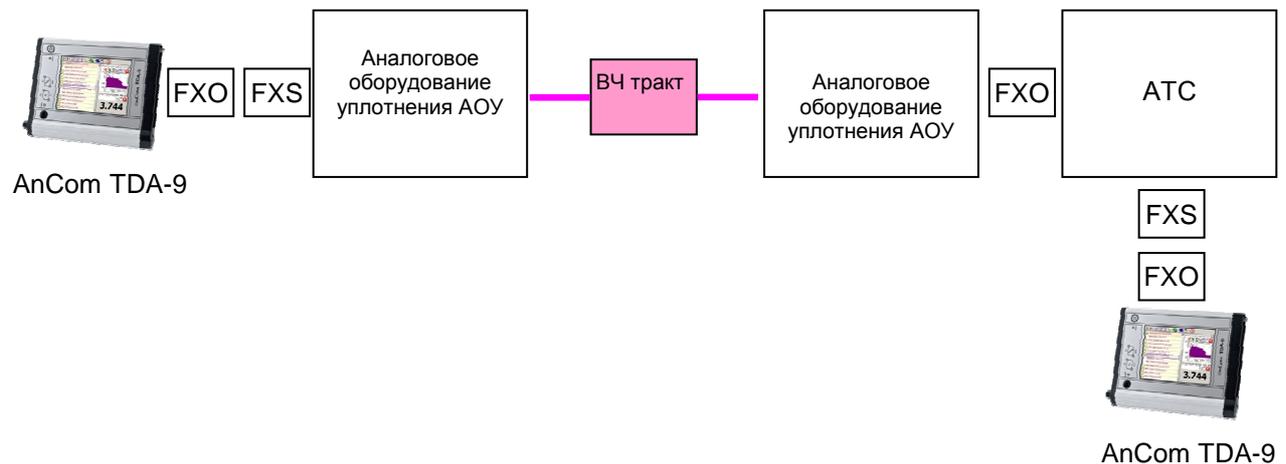


Рисунок 3.2.12. Подключение анализаторов AnCom. Аналоговый канал ТЧ, 2-проводная абонентская линия

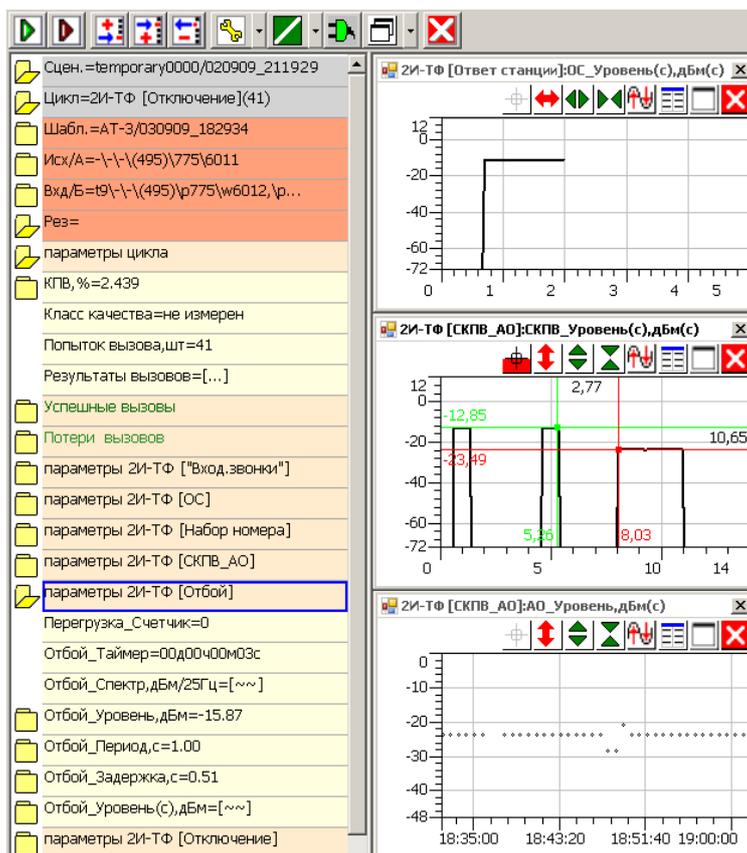


Рисунок 3.2.13. Выполнение контрольных вызовов. Представление результатов

Цифровой канал ТЧ. 4-проводная линия и 2-проводная абонентская линия

После вывода канала из эксплуатации, анализаторы подключаются к цифровой аппаратуре уплотнения (ЦАУ) (на рисунке 3.2.14 – пример подключения к 4-проводной линии).

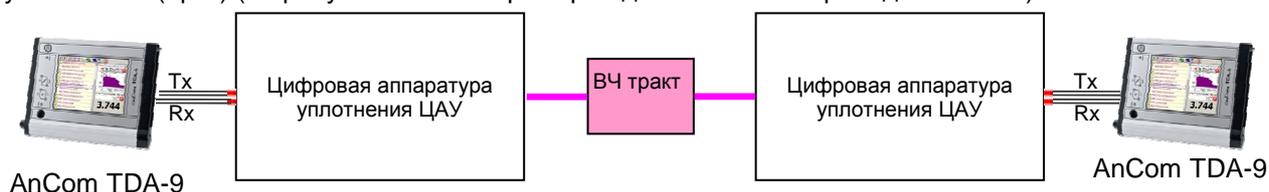


Рисунок 3.2.14. Подключение анализаторов AnCom. Цифровой канал ТЧ. 4-проводная линия

Контроль качества речи производится в соответствии с руководством по эксплуатации на анализатор AnCom TDA-9:

- На тональных окончаниях – Часть 5. «Измерение каналов ТЧ», раздел «Измерение каналов ТЧ по схеме TDA-9 <--> TDA-9»;
- Для 2-проводных абонентских линий – Часть 6. «Измерение качества направлений связи в сетях ТфОП», раздел «Контроль качества ТфОП по схеме TDA 9 <--> TDA 9».

Рассмотрим измерение абонентских линий подробнее.

В поле отображения результатов (рисунок 3.2.15) может быть представлено значительное количество форм, позволяющих детально оценить состояние канала связи по характеристикам и временным диаграммам:

- **Ответ станции, СКПВ_TDA9, Отбой** – уровень сигналов тональной сигнализации при установлении и разрыве соединения;
- **R862_Спектр,дБм** – текущий спектр сигнала в фазе **R.862**;
- **R862_ЗадержРазмах,мс** – размах величины задержки передачи;
- **R862_MOS,балл** – оценка по шкале MOS;
- **R862_Образец(с),дБ** и **R862_Принято(с),дБ** – временные диаграммы речевой активности образцового (переданного) и принятого фрагментов речи;
- **R862_ЗадержГист,%(мс)** – гистограмма задержки передачи как случайной величины;
- **R862_Потери(с),шт** и **R862_Ошибки(с),шт** – временные диаграммы, демонстрирующие отсутствие (=0) и наличие (=1) потерянных и испорченных фреймов в принятом фрагменте речи;

- **R862_Потери,ед** и **R862_Ошибки,ед** – доля потерянных фреймов и фреймов с ошибками;
- **R862_АЧХ,дБ(Гц)** – АЧХ канала, построенная по результатам приема фрагмента речи и сопоставленная с масками по G.712.

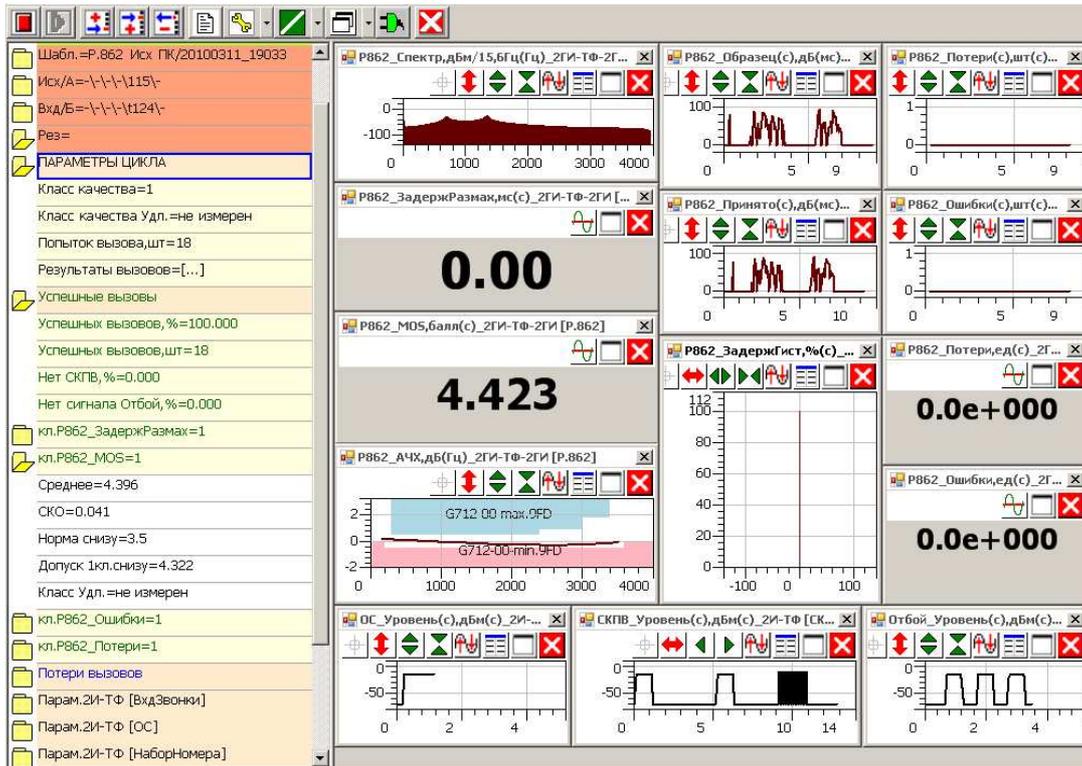


Рисунок 3.2.15. Контроль качества речи канала ТЧ

Измерение времени передачи речевой последовательности

После вывода канала из эксплуатации, собрать схему измерения времени передачи речевой последовательности, изображенную на рисунке 3.2.16. Для измерения аналоговых каналов используется гармонический сигнал 1020 Гц, а для цифровых каналов – речевая последовательность. Рассмотрим измерение времени передачи для цифровых каналов подробнее.

Для измерения времени передачи речевой последовательности необходимо, чтобы работа Анализатора AnCom TDA-9, формирующего речевую последовательность, и Анализатора AnCom TDA-9, принимающего речевую последовательность, была синхронизирована. Синхронизация на Анализаторах AnCom TDA-9 обеспечивается внешним Устройством синхронизации AnCom P3A-Тест/GPS. В зависимости от длительности речевой последовательности, начало формирования речевой последовательности задается метками PPS/PPM/10 PPM, формируемыми AnCom P3A-Тест/GPS. Время передачи измеряется в двух направлениях от AnCom TDA-9 (1) к AnCom TDA-9 (2) и от AnCom TDA-9 (2) к AnCom TDA-9 (1). Результатом измерения времени передачи речевой последовательности, сформированной по 10 раз в каждом направлении, является: среднее время передачи речевой последовательности для каждого из двух направлений, разброс времени передачи речевой последовательности для каждого из двух направлений.

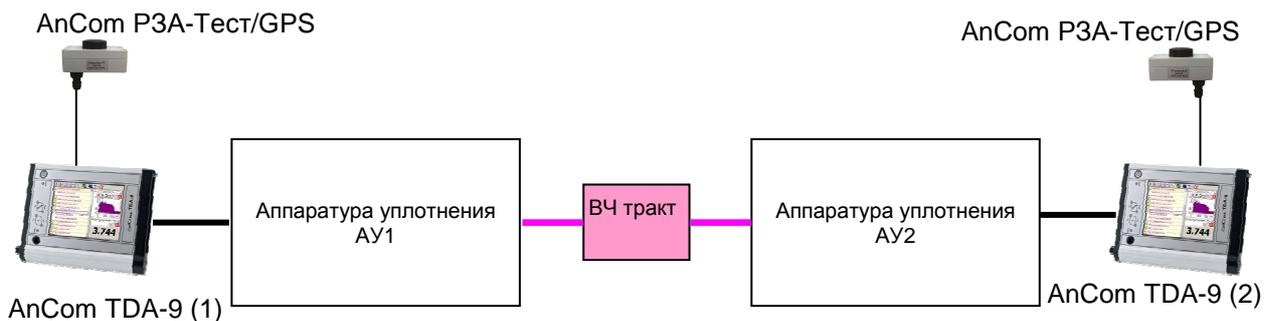


Рисунок 3.2.16. Схема измерения времени передачи речевой последовательности

3.2.4 Сигнализация в тональных окончаниях

Использование ВЧ каналов передачи речи для служебной связи предъявляет к телефонной сигнализации дополнительные требования. Помимо стандартных функций занятия, освобождения канала, набора номера, посылки сигналов «занято»/«свободно», необходимо обеспечить приоритет диспетчера при занятии канала ТЧ. То есть, диспетчер имеет право разорвать разговор более низкого приоритета (например, абонент-абонент), который занял канал ТЧ, с последующим автоматическим занятием (диспетчер-абонент), либо вмешаться в разговор (таким образом, создавая трехстороннюю конференцию), с последующим ручным разрывом (допосылком соответствующих управляющих частот в канал).

Для реализации функций приоритета диспетчера применяется оборудование АДАСЭ (аппаратура дальней автоматической связи энергосистем). Современная АДАСЭ выполняет функции автоматической телефонной станции (АТС), поддерживающей протокол приоритета диспетчера, часто называемый протоколом АДАСЭ. Интерфейс в сторону ТА диспетчера (или промежуточной АТС) называется ДК (диспетчерский коммутатор), а в сторону абонента (или промежуточной АТС) ПС (передаточный стол).

Спецификация сигнализации «абонентская линия» соответствует описанию взаимодействия между городским (или офисным) телефоном (ТА) и АТС. Со стороны ТА интерфейс в сторону АТС называется FXO, а со стороны АТС в сторону ТА – FXS. Соответственно оборудование ВЧ канала должно поддерживать сигнализацию интерфейса FXS, если к нему подключается ТА и сигнализация интерфейса FXO, если подключается АТС.

Для подключения АТС к ВЧ каналу может использоваться потенциальная сигнализация E&M.

3.2.4.1 Схемы построения систем связи

Рассмотрим типовые схемы организации систем связи:

- **Диспетчер-диспетчер** (горячая линия, точка-точка, ДК). Обеспечивается монопольное использование ВЧ канала по схеме «снял трубку – на другой стороне звонит телефон». ВЧ аппаратура с двух сторон ВЧ канала поддерживает интерфейсы FXS;
- **Абонент-абонент** (Удаленный абонент, ТА, АТС, ПС). Обеспечивает связь между абонентами с возможностью набора номера, без поддержки разрыва соединения при запросе от диспетчера. С одной стороны оборудования ВЧ канала интерфейс FXS (прямое подключение ТА), с другой интерфейс FXO, АДАСЭ или E&M для подключения АТС;
- **АТС-АТС**. Обеспечивает связь между АТС, без поддержки разрыва соединения при запросе от диспетчера. С двух сторон ВЧ канала для подключения АТС интерфейсы АДАСЭ и E&M;
- **Диспетчер + Абонент** (ДК ПС). Совместное использование одного ВЧ канала передачи речи для диспетчерских и абонентских соединений, в том числе через АТС. Варианты построения:
 - Каждый из полукомплектов ВЧ оборудования имеет два интерфейса – абонентский (ПС) и диспетчерский (ДК) для непосредственного подключения к ним телефонных аппаратов. Интерфейсы полукомплектов соответствуют спецификации FXS. Так же абонентский ТА может подключаться через промежуточную АТС, в этом случаи полукомплект должен поддерживать интерфейс FXO;
 - Альтернативой может быть использование на одной из сторон ВЧ канала АТС с поддержкой АДАСЭ. В этом случаи протокол приоритета диспетчера поддерживается АТС.

3.2.4.2 Сигнализация АДАСЭ

Сигнализация АДАСЭ – наиболее распространенный вид телефонной сигнализации в ВЧ канале передачи речи, что исторически связано с аналоговыми ВЧ каналами и используется на цифровых ВЧ каналах для обеспечения совместимости. Сигнализация поддерживается на четырех проводных ТЧ окончаниях и в потоке E1.

Сигналы управления и взаимодействия осуществляются в частотном спектре передачи речи ($f_1=1200$ Гц, $f_2=1600$ Гц). Требования к формированию частот сигнализации: 1200 ± 5 Гц, 1600 ± 5 Гц, номинальный относительный уровень минус $(6,0\pm 0,5)$ дБн. Требования к приему: срабатывание при отклонении номинальной частоты не более ± 50 Гц.

Логика работы сигнализации и параметры сигналов у различных производителей оборудования может отличаться. Наиболее часто встречающийся вариант приведен в таблице 3.2.1:

Таблица 3.2.1 Сигналы АДАСЭ

Тип интерфейса	Наименование сигнала, на ТЧ окончании тип АДАСЭ или в потоке Е1 (в сторону АТС)	Частота и длительность сигнала
Приоритетное окончание: <ul style="list-style-type: none"> В системах с разделением ВЧ канала на приоритетное и неприоритетное окончание: Диспетчерский телефон, АТС с поддержкой АДАСЭ; В системах с монопольным использованием ВЧ канала: Диспетчерский телефон 	«Запрос» на входящее соединение	1600 Гц, 220-230 мс
	«Запрос» на исходящее соединение	1600 Гц, 220-230 мс
Неприоритетное окончание в системах с разделением ВЧ канала: ПС, АТС	«Запрос» на входящее соединение	1200 Гц, 220-230 мс
	«Запрос» на исходящее соединение	1200 Гц 220-230 мс
Окончание в системах без приоритетного использования ВЧ канала: ТА, АТС	«Запрос» на входящее соединение	1200 Гц 220-230 мс
	«Запрос» на исходящее соединение	1600 Гц, 220-230 мс
Для всех видов систем	«Ответ на запрос» входящего или исходящего соединения	1200 Гц 220-230 мс
	Декадный «набор номера»	1200 Гц Т _и =45-55мс Т _п =45-55мс
	«Отбой» входящего или исходящего соединения	1200+1600 Гц, 650-750 мс

При эксплуатации параметры АДАСЭ сигнализации на уровне ВЧ тракта передачи речи не контролируются. Необходимость проверки параметров сигнализации на уровне окончаний (четырёхпроводный ТЧ интерфейс или поток Е1 с поддержкой АДАСЭ) может возникнуть при подключении АТС (несовместимость в нюансах протокола взаимодействия) или ремонте соответствующих узлов оборудования. При ремонте устаревшего парка систем АДАСЭ можно руководствоваться «Методическими указаниями по ремонту и эксплуатации аппаратуры АДАСЭ РД 153-34.0-48.514-97».

3.2.4.3 Сигнализация на абонентских линиях

Сигнализация на абонентских линиях (subscriber line, SL) описывает интерфейс взаимодействия между АТС и ТА и является основным типом сигнализации, используемой во всех отраслях промышленности и быту (наверное, кроме мобильной связи). Сигнализация не зависит от используемых каналов: сети коммутации каналов или пакетов, аналоговые и цифровые ВЧ каналы, IP телефония и т.п. Каналы, использующий АЛ, исторически, часто называют «коммутируемыми», в том числе в нормирующих документах.

Интерфейс со стороны ВЧ оборудования, к которому подключается АТС, в современных системах обозначается FXO (Foreign eXchange Office), при этом ВЧ оборудование должно имитировать сигнализацию ТА, телефонного модема, факса и т.п.

Интерфейс со стороны ВЧ оборудования, к которому подключаются ТА, телефонные модемы, соединительные линии АТС и т.п., обозначается FXS (Foreign xEchange Statio), при этом ВЧ оборудование должно имитировать сигнализацию АТС.

Требования к интерфейсу со стороны АТС (FXS) нормируются в следующих документах:

- Нормы ССОП – «Требования к организационно-техническому обеспечению устойчивого функционирования сети связи общего пользования» – Приказ № 113 Мининформсвязи РФ от 27.09.2007;
- Правила применения АТС – «Правила применения оборудования транзитных, оконечно-транзитных и оконечных узлов связи» – Приказ №106 Мининформсвязи РФ от 11.09.2007; ч.1. Правила применения городских АТС, использующих сигнализацию ОКС №7; Приложение №8. Требования к параметрам акустических и вызывных сигналов и фраз автоинформатора.

Спецификация интерфейса FXS приведена в таблице 3.2.2

Таблица 3.2.2 Спецификация FXS

Группа параметров	Параметры	Нормируемая величина	
Параметры соединения	Потери вызовов при установлении соединений (КПВ)	не более 2 %	
	Время отклика узла связи (появление сигнала «Ответ станции»)	не более 2 с	
	Время установления соединения (появление сигнала «Контроль посылки вызова» – СКПВ)	не более 6,6 с	
	Время выполнения соединения (появление сигнал от удаленного абонента после снятия им трубки)	не более 1,5 с	
	Время разъединения	не более 1 с	
Акустические сигналы	Частота	425±3 Гц	
	Уровень	минус (10±5) дБм	
	Сигнал СКПВ	Посылка	1,00±0,10 с
		Пауза	4,00±0,40 с
	Сигнал Занято	Посылка	0,35±0,05 с
		Пауза	0,35±0,05 с
Занято – Перегрузка	Посылка	0,175±0,025 с	
	Пауза	0,175±0,025 с	
Постоянное напряжение линии при разомкнутом шлейфе	При отсутствии сигнала звонка	40,5...57 В или 48,0...72 В	
	При наличии сигнал звонка		
Сигнал звонка (местная связь)	Абсолютный уровень по мощности	Не менее 220 мВА	
	Частота	25±2 Гц	
	Длительность посылки	1,00±0,1 с (от 0,3 до 1,0 с для первой посылки)	
	Пауза между посылками	4,00±0,4 с	
Конструктивные	Соединитель RJ11 (средние контакты)		

Требования к интерфейсу со стороны ТА (параметры FXO) нормируются в следующих документах:

- ГОСТ 7153-85 Аппараты телефонные общего применения. Общие технические условия;
- ГОСТ 25007-81 Стык С1;
- «Правила применения оконечного оборудования, подключаемого к двухпроводному аналоговому стыку ТфОП» – приказ Минсвязи РФ 102\2005.

Спецификация интерфейса FXO приведена в таблице 3.2.3

Таблица 3.2.3 Спецификация FXO

Группа параметров	Параметры	Нормируемая величина	
Электрические	Сила постоянного тока, потребляемая в режиме ожидания вызова при постоянном напряжении 60 В	не более 0,6 мА не более 0,3 мА (в документах есть разночтение)	
	Модуль входного полного сопротивления при ожидании вызова на частоте 1000 Гц	не менее 10 кОм	
	Модуль входного полного сопротивления в режиме вызова на частотах 25 / 50 Гц	не менее 4 / 3 кОм	
	Характеристика нагрузки при замкнутом шлейфе – допуск напряжения в зависимости от тока шлейфа	18 мА	3,5 – 12 В
35 мА		4 – 14 В	
60 мА		5,5 – 24 В	
Параметры сигнала, воспринимаемые ТА как вызова (звонок)	Частота заполнения	25 и 50 Гц	
	Максимальный уровень	110 В	
	Предельное амплитудное значение (сумма постоянного напряжения и амплитуды переменного)	230 В	
	Минимальный уровень	20±5 В	
	Чувствительность к вызывному сигналу	Не более 100 мВ*А	

	Длительность сигнала посылки вызова	Нормируется 1,00±0,10 с или 1,20±0,12 с Рекомендуется От 0,3 с до «бесконечного звонка»			
	Срабатывание при «бесконечном звонке»	Через 6 с			
	Длительность паузы между вызовами	Нормируется 4,0±0,40 с или 2,00±0,20 с Рекомендуется 0,4 ... 6,0 с			
Параметры импульсно кодового набора номера	Сопротивление в режиме шлейфа и токе 35 мА	Не более 300 Ом			
	Сопротивление при размыкании шлейфа и напряжении питания 60 В	Не менее 100 кОм			
	Период следования	95 ... 105 мс			
	Импульсный коэффициент	1.35 ... 1.8			
	Длительность паузы между двумя сериями импульсов	400 ... 1000 мс			
	Кодирование символов при наборе	Набираемая цифра	Количество размыканий шлейфа		
1...9		1...9			
0		10			
Параметры тонального двух частотного набора	Отклонение частот от номинального значения	Не более ±1,8%			
	Уровни частот	I группа – минус (6 ±2) дБн			
		II группа – минус (3 ±2) дБн			
	Длительность посылки	Не менее 50 мс			
	Длительность паузы	Не менее 50 мс			
	Номиналы частот	Группа I, Гц	Группа II, Гц		
1209			1336	1477	1633
697		1	2	3	A
770		4	5	6	B
852		7	8	9	C
941	*	0	#	D	
Конструктивные	Соединитель RJ11 (средние контакты)				

При эксплуатации параметры сигнализации на уровне ВЧ тракта передачи речи не контролируются. Необходимость проверки параметров сигнализации на абонентских линиях может возникнуть при подключении к ним АТС или ТА (несовместимость в нюансах протокола взаимодействия) или ремонте соответствующих узлов оборудования.

Проверка параметров сигнализации особенно важна при стыковке с зарубежными АТС, в которых параметры настройки сигналов акустической сигнализации (Telephony Tone) могут сильно отличаться от требований, принятых в РФ.

3.2.4.4 Сигнализация E&M

Интерфейс E&M (Ear&Mouth или Earth&Magnet) обычно используется для передачи аналоговых сигналов (например, речевых) и сигнализации между городской и учрежденческой АТС. ВЧ каналы передачи речи с интерфейсом E&M используются в качестве соединительной линии между двумя АТС и соответственно сигнализация E&M работает с двух сторон в режиме «магистральной линии».

Наиболее простой и часто используемый вариант сигнализации E&M, 5-ый тип, обеспечивает симметричную модель подключения и допускает встречно-параллельное включение двух узлов сигнализации. Потенциальный недостаток этого типа сигнализации – ненулевая вероятность «клинка» при одновременном запросе соединения с двух сторон. Особенность применения E&M в ВЧ связи – поддержка диспетчерского режима.

Назначение проводов интерфейса E&M тип 5:

- E ("Ear" (Ухо) или "Earth" (Земля)) – сигнальный провод из соединительной линии АТС в сторону ВЧ оборудования;
- M ("Mouth" (Рот) или "Magnet" (Магнит)) – сигнальный провод со стороны ВЧ оборудования к соединительной линии АТС;
- T/R ("Tip/Ring") – используется только в четырехпроводной схеме, T/R передает информацию (речь, тональные сигналы) со стороны абонента в сторону соединительной линии АТС. Не используется в двухпроводном режиме;

- T1/R1 ("Tip-1/Ring-1") – используется в четырехпроводной схеме для передачи аудио информации от соединительной линии АТС к абоненту. При двухпроводной схеме по ней передается аудио информация, как со стороны абонента, так и к нему.

Для передачи номер абонента допускается использовать импульсно-кодовый набор или тональный набор. Как правило, применяется DTMF.

На рисунке 3.2.17 показаны цепи интерфейса E&M (слева оборудование ВЧ связи, справа АТС)

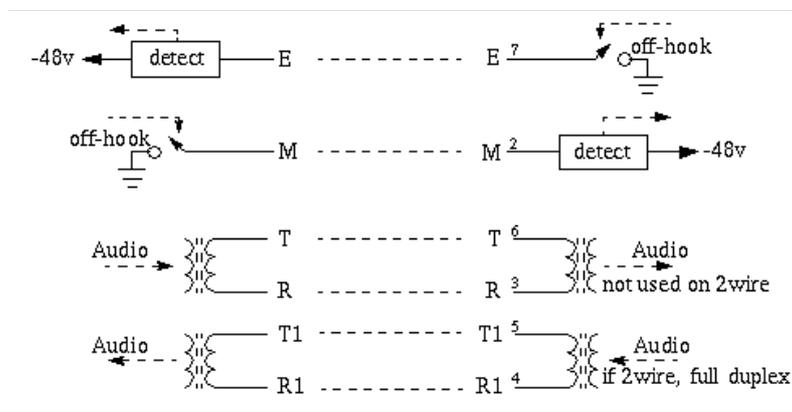


Рисунок 3.2.17. Цепи интерфейса E&M

Вариант логики работы сигнализации E&M с учетом подключения диспетчерского телефона приведен в таблице 3.2.4

Таблица 3.2.4 Сигнализация E&M

Сигнал	Направление		Способ передачи
	ВЧ канал	АТС	
Занятие АТС	>		Плюс на М
Набор номера	>		DTMF (канал Т-R)
Занятие диспетчером	>		Плюс на М и DTMF цифра 9 (канал Т-R)
Ответ абонента со стороны АТС	<		Плюс на Е
Отбой абонента со стороны ВЧ канала	>		Обрыв на М
Отбой абонента со стороны АТС	<		Обрыв на Е

В качестве соединителя используется RJ45 либо RJ48S. Расположение проводов в соединителе приведено на рисунке 3.2.18, а их назначение для 5-ого типа сигнализации в таблице 3.2.5

Таблица 3.2.5 Назначение контактов соединителя E&M

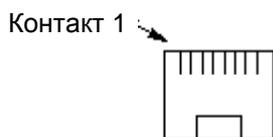


Рисунок 3.2.18

N	Провод	2-проводный режим	4-проводный режим
1	SB	-	-
2	M-lead	M	M
3	R	-	R
4	R или R1	R	R1
5	T или T1	T	T1
6	T	-	T
7	E-lead	E	E
8	SG	-	-

Требования к интерфейсу E&M нормируется в документе:

- ANSI T1.409-1996 – Network-to-Customer Installation Interfaces – Analog Voicegrade Special Access Lines Using E&M Signaling. The R1 version includes changes approved at the August 2001 meeting of the T1E1.3 Working Group.

При эксплуатации параметры сигнализации E&M на уровне ВЧ тракта передачи речи не контролируются. Необходимость проверки параметров сигнализации может возникнуть при подключении к ним АТС (несовместимость в нюансах протокола взаимодействия) или ремонте соответствующих узлов оборудования.

3.2.5 Поток Е1 – окончание каналов передачи речи

3.2.5.1 Общее представление

Е1 – это цифровой поток передачи данных, соответствующий первичному уровню стандарта иерархии PDH. Общая пропускная способность потока – 2048 кбит/с складывается из 32 мультиплексируемых каналов, с пропускной способностью каждого (называемого основным цифровым каналом – ОЦК) 64 Кбит/сек.

На физическом уровне характеристики интерфейса Е1 отвечают рекомендациям МСЭ-Т G.703: битовая скорость 2048 кбит/с, схема кодирования HDB3 (двуполярная высокоплотная схема), отдельные линии приема и передачи (коаксиальный кабель 75 Ом или симметричная витая пара 120 Ом; последняя – официальный стандарт для России).

На канальном уровне параметры потока Е1 включают в себя цикловую и сверхцикловую структуру потока, описание процедур контроля ошибок по цикловому избыточному коду (CRC), а также описание процедур мультиплексирования и демultipлексирования каналов ТЧ в поток Е1. Основные структуры Е1: Неструктурированный поток, Поток с цикловой структурой, Поток с цикловой и сверхцикловой структурой.

Неструктурированный поток Е1 (Unframed E1, G.703) используется в сетях передачи данных и не имеет цикловой структуры, т.е. разделения на каналы. В ВЧ связи может использоваться для передачи ТМ и ММО.

Поток Е1 с **цикловой структурой** (FAS; в отечественной терминологии – ИКМ-31) предусматривает разделение на 32 канала ОЦК по 64 кбит/с в форме разделения на каналные интервалы (Time Slot - TS) от 0 до 31. Для каждого канального интервала в составе цикла отводится 8 битов, таким образом длина цикла равна 256 битов, что при заданной скорости передачи Е1 составляет 125 мкс (длительность одного цикла). Структура цикла представлена на рисунке 3.2.19.

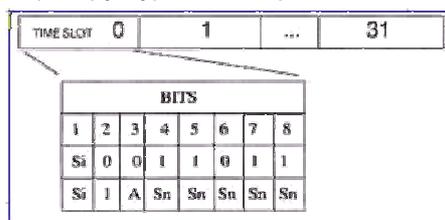


Рис. 3.2.19. Цикловая структура потока Е1

В TS0 четных циклов (0-й, 2-й, 4-й и т. д.) передается сигнал FAS (рисунок 3.2.18, первая строка), который включает в себя последовательность цикловой синхронизации 0011011 и служебный бит Si.

В TS0 нечетных циклов (1-й, 3-й, 5-й и т.д.) передается сигнал NFAS (рисунок 3.2.18, вторая строка), содержащий сигналы управления и аварий. Бит А используется для передачи на дальний конец срочной аварийной сигнализации (“0” – норма, “1” – авария: потеря цикловой синхронизации, коэффициент ошибок в канале синхронизации $>10^{-3}$, выход из строя кодека и др.). Биты Sn4, Sn5, Sn6, Sn7, Sn8 – служебные.

Поток Е1 с **цикловой и сверхцикловой структурой** – MFAS (Multi Frame Alignment Signal), в отечественной терминологии ИКМ-30 использует еще и шестнадцатый канальный интервал (TS-16) для передачи информации о сигнализации, связанной с разговорными каналами (сигнализации CAS). При этом 16 циклов объединяются в сверхцикл размера 4096 битов и длительностью 2 мс, при этом индивидуальная информация FAS каждого цикла теряет значимость. Необходимо рассматривать всю информацию FAS – 16 циклов. Структура MFAS показана на рисунке 3.2.20.

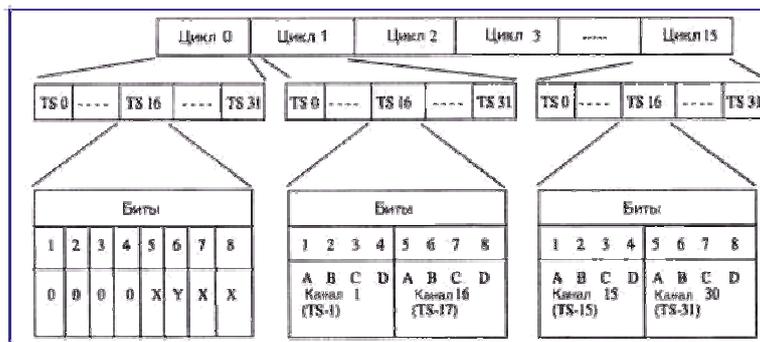


Рис. 3.2.20. Сверхцикловая структура потока Е1. MFAS=0000XYXX.

X – запасные биты (1, обычно не используется). Y – удаленная неисправность MFAS (равно 1 в случае, если потеряна сверхцикловая синхронизация)

В России наиболее распространен ИКМ-30. Передаваемые по ОЦК речь и тональная сигнализация подвергаются компрессии в соответствии с МСЭ-Т G.711 (частота оцифровки 8 кГц, логарифмический алгоритм компрессии типа μ -law или A-law).

Применение потока E1 для передачи речи по ВЧ каналу имеет особенности:

- Количество речевых каналов ограничено общей пропускной способностью многоканального ВЧ оборудования;
- Передавать речь через поток E1 целесообразно при подключении ВЧ оборудования к цифровым АТС (ЦАТС), в независимости от типа ВЧ канала – аналоговый или цифровой;
- Реализация ВЧ канала передачи речи, оканчивающегося с двух сторон интерфейсами E1 для подключения цифровых АТС, скорее исключение из правила. Наиболее типовые схемы связи, когда на удаленном конце ВЧ канала будут применяться другие интерфейсы: абонентская линия (АТС, ТА или ДК) или четырехпроводный ТЧ канал.

Рассмотрим три варианта построения схемы связи, использующие поток E1 и соответствующие им методы измерения качества передачи речи. Во всех схемах ЦАТС, подключенная слева, формирует фреймы E1, в двух ОЦК которых передается речь и соответствующая внутриполосная сигнализация АДАСЭ. Схемы связи, при которых через ВЧ канал передается непосредственно ОЦК в качестве потока данных, не рассматриваются, т.к. требуют недопустимо высокой пропускной способности ВЧ канала (64 кБит/с):

- ЦАТС подключена к цифровому ВЧ каналу, на другой стороне которого подключены ТА и ДК (Рисунок 3.2.21):
 - На стороне передачи: поток E1 поступает на окончание E1 цифровой аппаратуры уплотнения (ЦАУ), разбирается на два ОЦК, кодеки G.703 преобразуют сигнал в тональный спектр, кодеки G.729 снова сжимают речь, мультиплексор MUX собирает групповой цифровой поток, поступающий на модулятор (М), ВЧ сигнал передается через ВЧ тракт;
 - На стороне приема: ВЧ сигнал принимается демодулятором (Д), разбирается MUX и декодируется кодеками G.729 в речевой сигнал, поступающий на ТА и ДК;
 - При контроле должны использоваться методы проверки, рассмотренные в разделе «Особенности тональных окончаний в цифровых ВЧ каналах». Основное отличие – все измерительные сигналы должны подаваться в формате ОЦК на окончание потока E1 левого ЦАУ, а измеряться в тональном спектра на окончаниях ТА и ДК правого ЦАУ. Должна поддерживаться и обратная схема. Современное измерительное оборудование позволяет проводить такие измерения, в том числе MOS оценку.

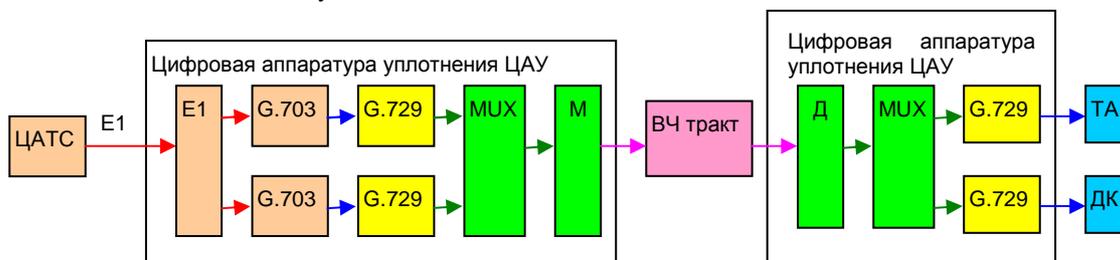


Рисунок 3.2.21. ЦАТС подключена к цифровому ВЧ каналу, на другой стороне которого подключены ТА и ДК

- ЦАТС подключена к цифровому ВЧ каналу, на другой стороне которого подключена ЦАТС (Рисунок 3.2.22):
 - Схема преобразования сигналов на стороне передатчика аналогична рассмотренной в предыдущем пункте, а схема приемника симметрична передатчику;
 - Не смотря на то, что с двух сторон канала мы имеем окончания потока E1, использовать метод проверки битовых ошибок (BER тестер) не удастся, т.к. в оборудовании уплотнения осуществляется преобразования ОЦК (G.703) → ТЧ → G.729 → ТЧ → ОЦК (G.709), разрушающее битовую структуру;
 - В рассмотренной схеме необходимо использовать методы проверки, рассмотренные в разделе «Особенности тональных окончаний в цифровых ВЧ каналах». Основное отличие – все измерительные сигналы должны подаваться в формате ОЦК потока E1 на окончание E1 левой ЦАУ, и измеряться в формате ОЦК на окончание E1 правой ЦАУ;
 - Необходимо отметить, что двойное каскадирование кодеков не способствует высокому качеству передачи речи;

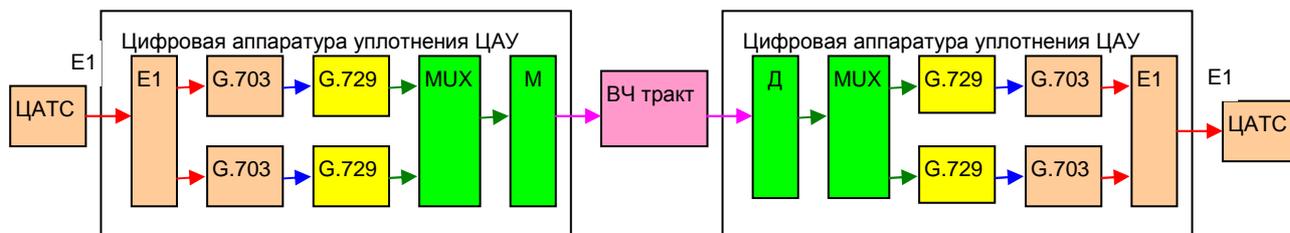


Рисунок 3.2.22. ЦАТС подключена к цифровому ВЧ каналу, на другой стороне которого подключена ЦАТС

- ЦАТС подключена к аналоговому ВЧ каналу, на другой стороне которого подключены ТА и ДК (Рисунок 3.2.23);
 - На стороне передачи: поток E1 поступает на окончание E1 аналоговой аппаратуры уплотнения (ААУ), разбирается на два ОЦК, кодеки G.703 преобразуют её в два канала ТЧ, аналоговый сигнал поступает на двухканальный модулятор (М), ВЧ сигнал передается через ВЧ тракт;
 - На стороне приема: ВЧ сигнал принимается демодулятором (Д), преобразует в два канала ТЧ, речевой сигнал поступает на окончания ТА и ДК;
 - В рассмотренной схеме должны использоваться методы проверки, рассмотренные в разделе «Особенности тональных окончаний в аналоговых ВЧ каналах». Отличия в методике рассмотрены выше для цифрового ВЧ канала.

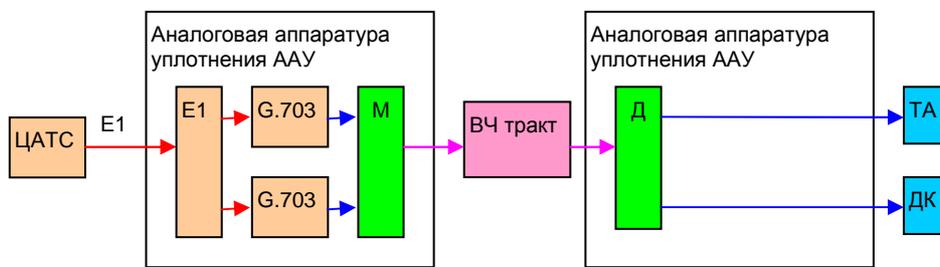


Рисунок 3.2.23. ЦАТС подключена к аналоговому ВЧ каналу, на другой стороне которого подключены ТА и ДК

Подведем итоги рассмотрения схем связи передачи речи, использующих окончание E1:

- Применение потока E1 упрощает подключение современных цифровых АТС;
- Дополнительное преобразование речи кодеком G.703 увеличивает время задержки передачи и несколько ухудшает качество передачи речи в цифровых ВЧ каналах;
- Для проверки качества передачи должны использоваться методы проверки, аналогичные контролю ТЧ каналов.

Для обеспечения надежной связи между ВЧ оборудованием уплотнения и ЦАТС должен осуществляться контроль параметров окончания потока E1:

- Измерение уровня, отклонения частоты, джиттера входного сигнала;
- Измерение частотных характеристик джиттера МТJ и JTF;
- Анализ формы импульсов;
- Стресс-тестирование: ввод ошибок заданной интенсивности, имитация аварий, ввод синусоидального джиттера, смещение частоты.

3.2.5.2 Методы и методики измерения параметров качества речи на окончаниях потока E1

Общие характеристики потока E1

При проведении диагностики параметров потока E1 измеряются следующие общие – для каналов передачи речи и ММО – параметры (ГОСТ Р МЭК 60870-5-104):

- Анализ параметров потока согласно рекомендациям МСЭ-Т G.821, G.826, M2100, анализ джиттера, коэффициент ошибок и проскальзывания, анализ формы импульса;
- Время задержки по шлейфу;
- Частота в канале и линии.

По результатам измерений можно судить о пригодности канала к работе и соответствии его нормам, утвержденными приказом Министерства связи Российской Федерации от 10.08.1996г. № 92.

Нормы на параметры, измеряемые при проведении диагностики параметров потока E1, не приводятся в настоящей брошюре – они **подробно изложены в рекомендациях МСЭ-Т G.821, G.826, M2100, а также в приказе Министерства связи Российской Федерации от 10.08.1996г. № 92.**

Диагностика параметров потока E1 производится анализатором потока E1 AnCom E-9 с последующим выводом автоматически генерируемого прибором итогового отчета по Приказу №92.

Анализ джиттера

В цифровых системах передачи джиттер (нестабильность частоты и фазы задающих генераторов, рисунок 3.2.24) присутствует всегда, но при превышении определенного значения джиттер начинает влиять на качество передачи информации.

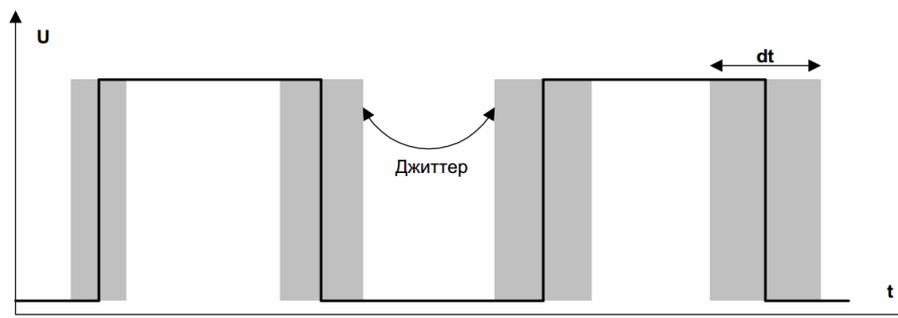


Рисунок 3.2.24. Джиттер цифрового сигнала

При приеме последовательного потока информации в идеальном случае происходит считывание информации в середине тактового битового интервала. Присутствие джиттера влияет на принятие решения о принимаемом бите в решающем устройстве. При многократной регенерации цифрового потока джиттер обычно возрастает, что может привести к возникновению битовых ошибок, либо к полной неисправности системы из-за выхода из строя системы синхронизации.

Анализируемые параметры джиттера:

- Размах фазового дрожания в диапазоне частот 8 Гц ...122 кГц, 20 Гц ...100 кГц, 18 кГц...100 кГц;
- Частота максимального спектрального отсчета фазового дрожания;
- Спектральная зависимость фазового дрожания от частоты в диапазоне частот от 8 Гц до 122 кГц.

Методика анализа джиттера анализатором потока E1 AnCom E-9 представлена в РЭ на анализатор в разделе «Анализ джиттера» (рисунок 3.2.25).

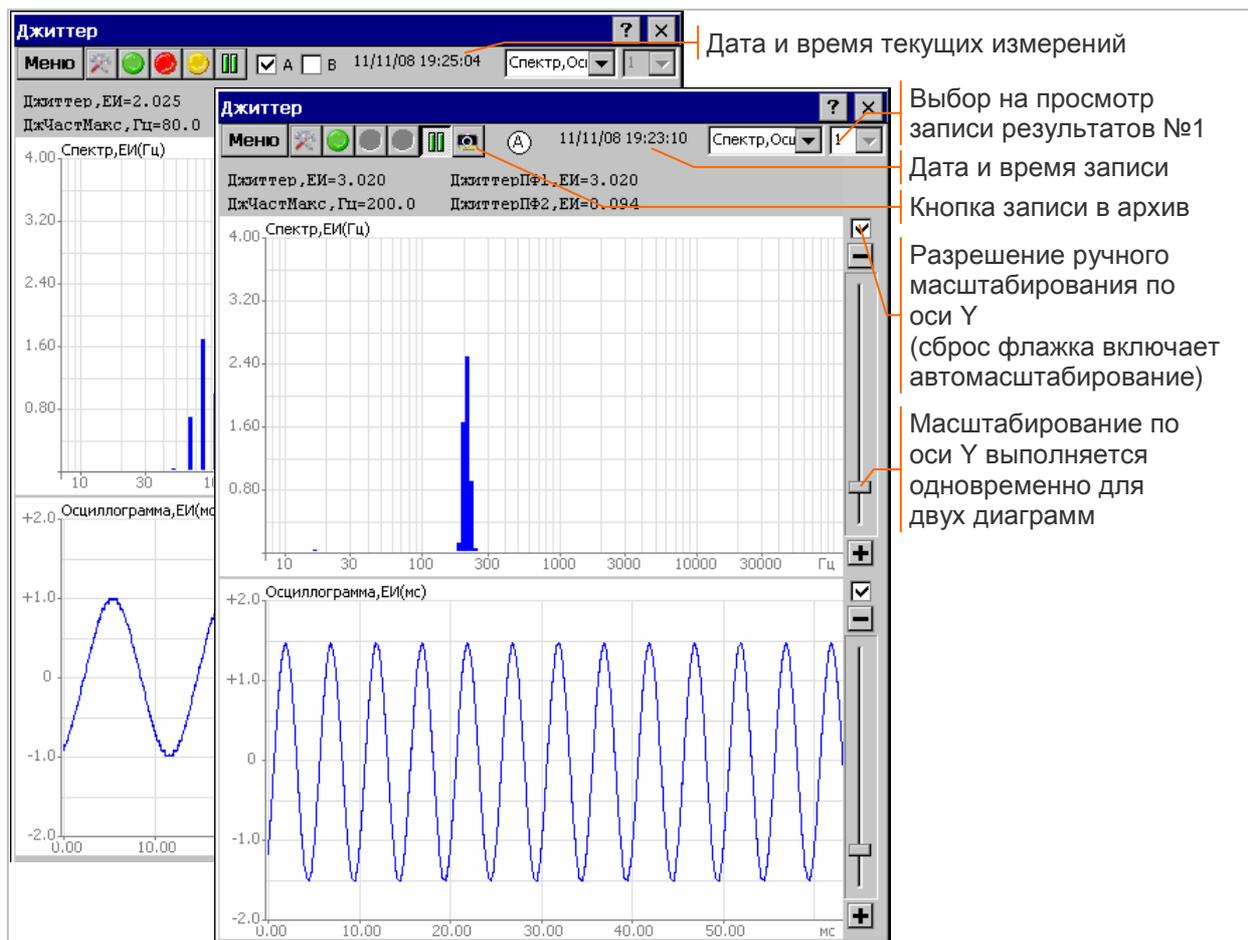


Рисунок 3.2.25. Окно анализа джиттера

Коэффициент ошибок, проскальзывания, время задержки по шлейфу, частота в канале и линии

Показатели ошибок согласно рекомендациям МЭС-Т представлены в таблице 3.2.6, где:

- Ошибки Битов – число битовых ошибок, обнаруженных с начала измерения;
- Ошибки Кода – число кодовых ошибок, обнаруженных с начала измерения;
- Ошибки FAS – число ошибочных слов цикловой синхронизации принятых за время измерения (цикловые ошибки не считаются в моменты отсутствия цикловой синхронизации);
- Ошибки MFAS – число ошибочных слов сверхцикловой синхронизации принятых за время измерения (не считается в моменты отсутствия сверхцикловой синхронизации);
- Ошибки CRC4 – число блоков с ошибкой CRC4, принятых за время измерения (не считается в моменты отсутствия синхронизации по CRC4);
- Ошибки E-bit – число активных E-bit, принятых за время измерения (не считается в моменты отсутствия синхронизации по CRC4).

Проскальзывание данных (slip, в битах, а также количество повторений цикла и пропусков цикла) – ошибка говорящая о том, что порт периодически кратковременно теряет синхронизацию с входящим потоком E1. Такое происходит в случае некорректного выбора источника синхронизации модема, либо аппаратуры формирующей поток E1. Для корректной работы одно из устройств должно быть источником синхронизации, а другое получать ее от входящего порта E1.

Таблица 3.2.6 Показатели ошибок согласно рекомендациям МЭС-Т

Обозначение	Описание	Показатели ошибок согласно рекомендациям МЭС-Т. Аномалии и дефекты за 1 с			
		G.821	G.826	M.2100 без CRC-4	M.2100 с CRC-4
ES	Секунды с ошибками	Ошибки Битов > 0	Ближняя сторона: ошибки CRC4 > 0. Дальняя сторона: ошибки E-bit > 0	Ближняя сторона: ошибки FAS > 0. Дальняя сторона: RAI	Ближняя сторона: ошибки CRC4 > 0. Дальняя сторона: E-bit > 0
ES + SES	Секунды, пораженные ошибками	$BER \geq 10^{-3}$, LOS, AIS, LOF (в режиме тестирования N x 64 кбит/с), PL	Ближняя сторона: ошибки CRC4 ≥ 300 , LOS, AIS, LOF. Дальняя сторона: ошибки E-bit ≥ 300 , RAI	Ближняя сторона: ошибки FAS ≥ 28 , LOS, AIS, LOF. Дальняя сторона: RAI	Ближняя сторона: ошибки CRC4 ≥ 805 , LOS, AIS, LOF. Дальняя сторона: ошибки E-bit ≥ 805 , RAI
BBE	Количество блоков с фоновыми ошибками ⁶	–	Ближняя и дальняя сторона	–	–
ESR	Коэффициент ошибок по секундам	+	Ближняя и дальняя сторона	Ближняя и дальняя сторона	Ближняя и дальняя сторона
SESR	Коэффициент ошибок по секундам, пораженным ошибками	+	Ближняя и дальняя сторона	Ближняя и дальняя сторона	Ближняя и дальняя сторона
BBER	Коэффициент ошибок по блокам с фоновыми ошибками: $BBER = BBE / (AS - SES) * 1000$	–	Ближняя сторона. Дальняя сторона: коэффициент ошибок по блокам с фоновыми ошибками: $BBER = BBE / (AS - SES) * 1000$	–	–
AS	Период готовности (секунды готовности)	+	+	+	+
US	Период неготовности (секунды неготовности)	+	+	+	+
ASR	Отношение периода готовности к продолжительности измерений	+	+	+	+
USR	Отношение периода неготовности к продолжительности измерений	+	+	+	+

⁶ Блок представляет собой совокупность последовательных бит, связанных с трактом. Каждый блок принадлежит одному и только одному тракту. Последовательные биты могут не быть смежными во времени. Блок с ошибками (EB) – блок, в котором один или более бит ошибочный.

Для систем передачи E1 существует набор сигналов о неисправностях, представленный в таблице 3.2.7. Приведенные сообщения о неисправностях в различной степени реализованы разными фирмами-производителями и используются для диагностики систем передачи.

Таблица 3.2.7 Основной набор сигналов о неисправностях для систем передачи E1

Название	Обозначение	Назначение
AIS	Alarm Indication Signal	Сигнал индикации неисправности. Сигнал AIS используется для индикации потери работоспособности соединения на 1 уровне в направлении ET → TE в сетевой части интерфейса между пользователем и сетью. Особенностью сигнала AIS является то, что его наличие указывает на то, что метки времени, предоставляемые в сторону TE, могут и не быть метками времени полученными из сети. Сигнал AIS передается в режиме non-framed и кодируется как "all binary ONes"
CAS-LOM	Channel Associated Signalling - Loss of Multiframe	Потеря сверхцикловой синхронизации. Генерируется в случае приема двух последовательных MFAS с ошибкой
CRC-LOM	Cyclic Redundancy Check - Loss of Multiframe	Потеря сверхцикла CRC. Сигнал о неисправности, генерируемый в случае приема трех последовательных циклов с некорректным FAS или более чем 915 ошибок CRC в секунду. Также генерируется в случае трех последовательных некорректных NFAS
LOF	Loss Of Frame	Потеря цикловой синхронизации
LOS	Loss Of Signal	Потеря линейного сигнала E1. Оборудование должно определить состояние "потеря сигнала", когда амплитуда поступающего сигнала: по временной продолжительности, как минимум 1 мс, более чем на 20 дБ меньше, чем нормальная амплитуда. Оборудование должно отреагировать на эту ситуацию в течение 12 мс, генерируя сигнал AIS
MRAI (RMAI)	Multiframe Remote Alarm Indication	Сигнал индикации неисправности в сверхцикле на удаленном конце. Бит 6 в составе MFAS равен 1 в двух последовательных сверхциклах
RAI	Remote Alarm Indication	Сигнал индикации неисправности на удаленном конце. Сигнал RAI указывает на потерю работоспособности интерфейса между пользователем и сетью на первом уровне. Сигнал RAI распространяется в направлении сети, если работоспособность интерфейса между пользователем и сетью на первом уровне потеряна в направлении пользователя. Сигнал RAI распространяется в направлении пользователя, если эта работоспособность потеряна в направлении от пользователя к сети

Время задержки распространения измеряется в единичных (тактовых) интервалах (EI), а также в мс.

При измерении частоты в канале измеряется отклонение частоты следования бит от номинального значения 2048000 Гц, а также уровень входного сигнала, измеренный относительно номинального уровня формируемого сигнала с амплитудой импульсов $U = 3$ В.

Методика измерения коэффициента ошибок, проскальзывания, времени задержки по шлейфу, частоты – анализатором потока E1 AnCom E-9 – представлена в РЭ на анализатор в соответствующих разделах «Режимы измерений»:

- Измерение ошибок (рисунок 3.2.26);
- Эксплуатационные измерения;
- Измерение задержки (рисунок 3.2.27).

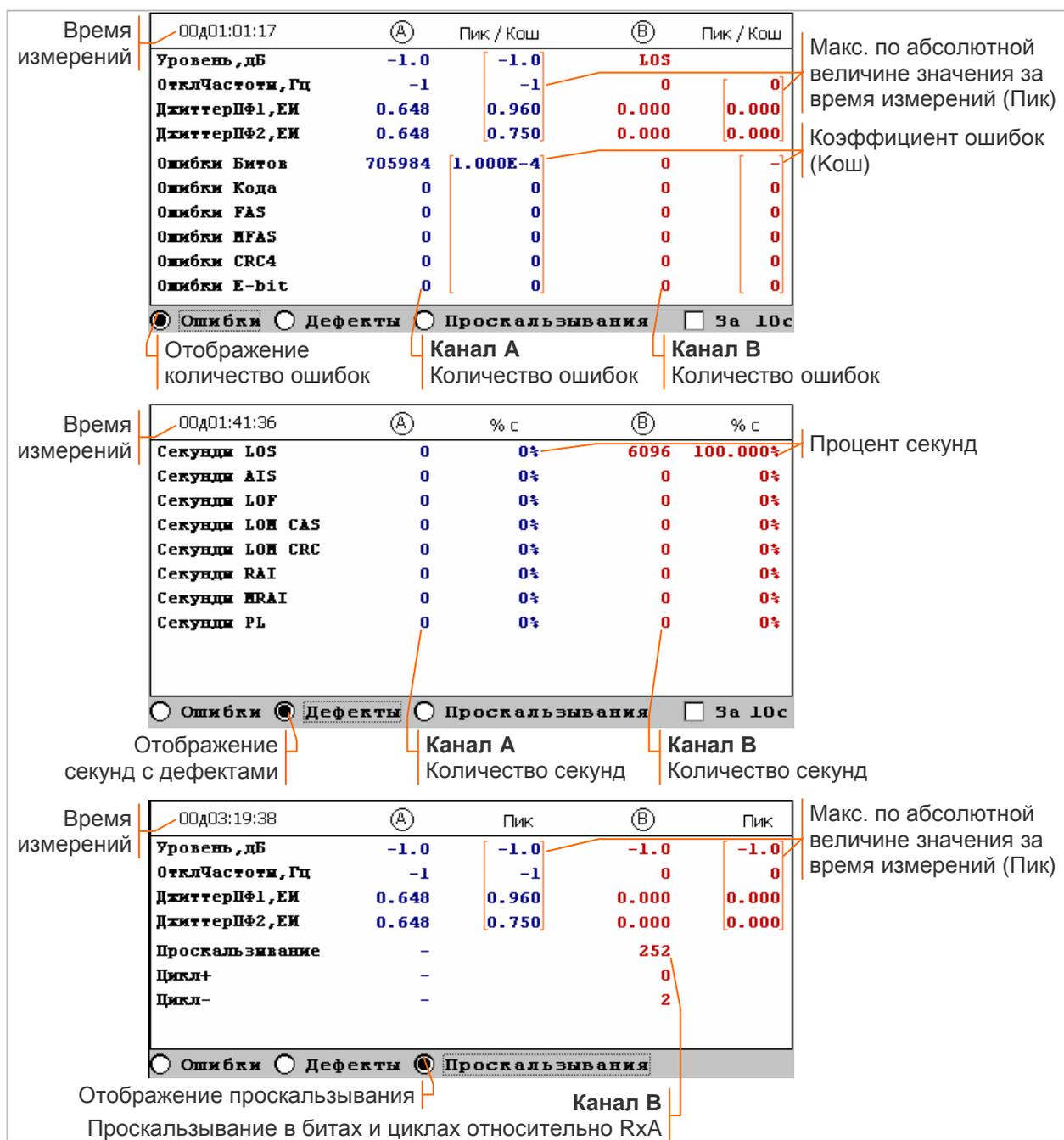


Рисунок 3.2.26. Измерение ошибок – таблица текущих значений параметров, измеряемых в каналах А, В

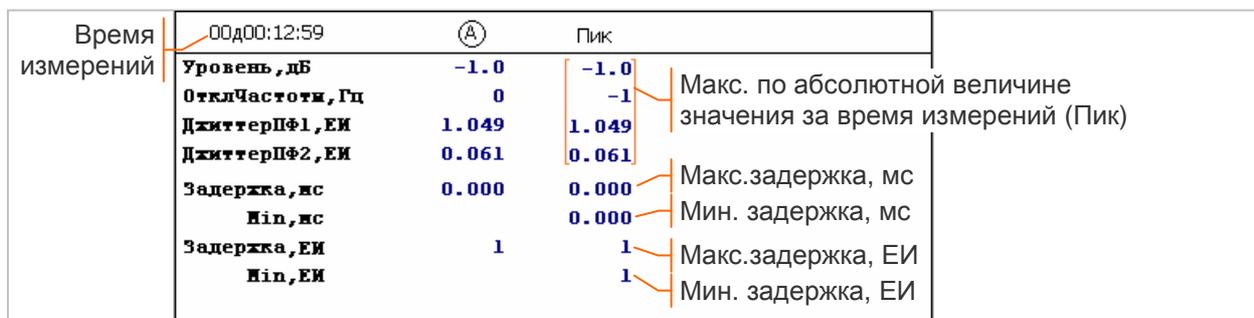


Рисунок 3.2.27. Измерение задержки – таблица текущих значений параметров, измеряемых в каналах А, В

Анализ формы импульса

Форма импульса должна соответствовать стандартной "маске", описанной в рекомендации МСЭ-Т G.703 (рисунок 3.2.28). При анализе формы импульса измеряются:

- Форма положительного (ПИ) и отрицательного (ОИ) импульса;
- Осциллограмма входного сигнала;
- Затухание амплитуды импульсов входного сигнала относительно номинальной амплитуды $U = 3$ В;
- Отношение энергии положительного и отрицательного импульса;
- Отношение амплитуды положительного и отрицательного импульса;
- Отношение длительности положительного и отрицательного импульса;
- Амплитуда положительного импульса;
- Длительность положительного импульса на уровне половины амплитуды;
- Время нарастания положительного импульса от 10% до 90% амплитуды;
- Время спада положительного импульса от 90% до 10% амплитуды;
- Амплитуда отрицательного импульса;
- Длительность отрицательного импульса на уровне половины амплитуды;
- Время нарастания отрицательного импульса от 10% до 90% амплитуды;
- Время спада отрицательного импульса от 90% до 10% амплитуды.

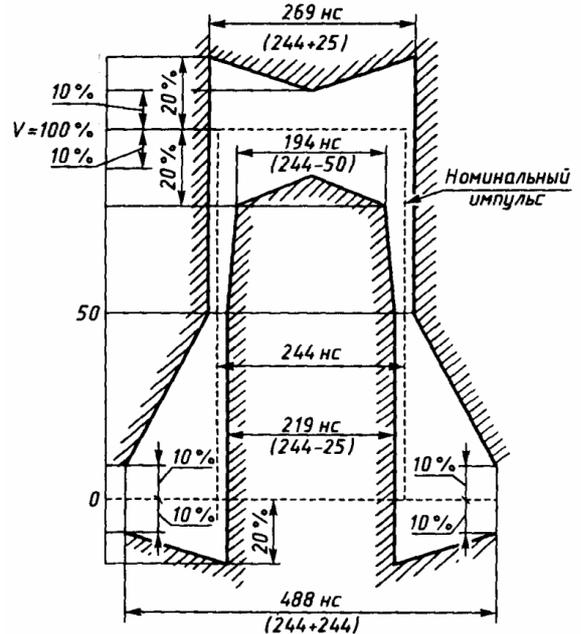


Рисунок 3.2.28. Нормирование формы импульса G.703 для интерфейса 2048

Методика анализа формы импульса (рисунок 3.2.29) анализатором потока E1 AnCom E-9 представлена в РЭ на анализатор в разделе «Анализа формы импульса».

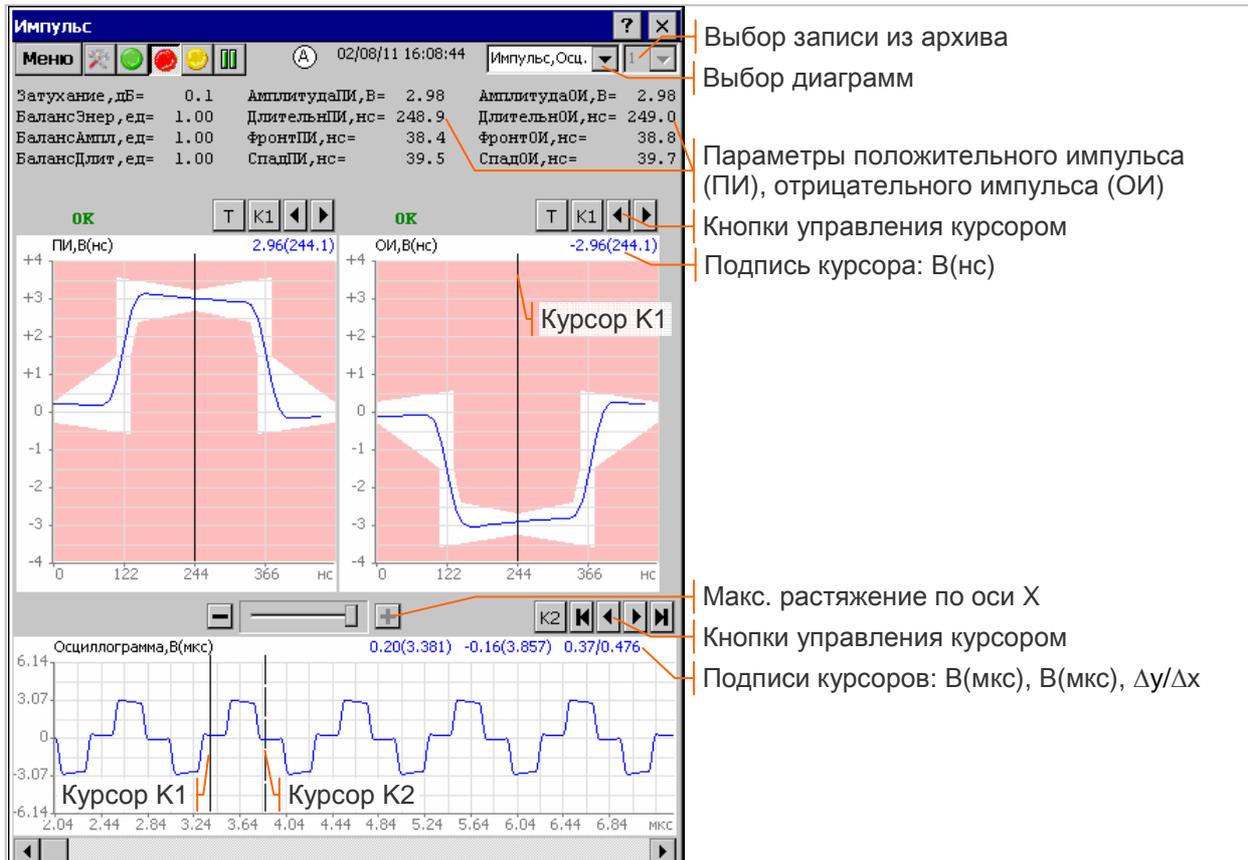


Рисунок 3.2.29. Окно анализа формы импульса

Характеристики потока E1 в аналоговых каналах передачи речи

При проведении диагностики параметров потока E1 измеряются следующие характерные для каналов передачи речи параметры:

- Амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) затухания;
- Групповое время прохождения (ГВП);
- Отношение сигнал/шум.

Измерение параметров производится при помощи анализатора потока E1 AnCom E-9 (на одной стороне канала передачи речи) и анализатора систем связи AnCom TDA-9 (на противоположной стороне). После вывода канала из эксплуатации, анализаторы подключаются к аналоговой аппаратуре уплотнения (рисунок 3.2.30).

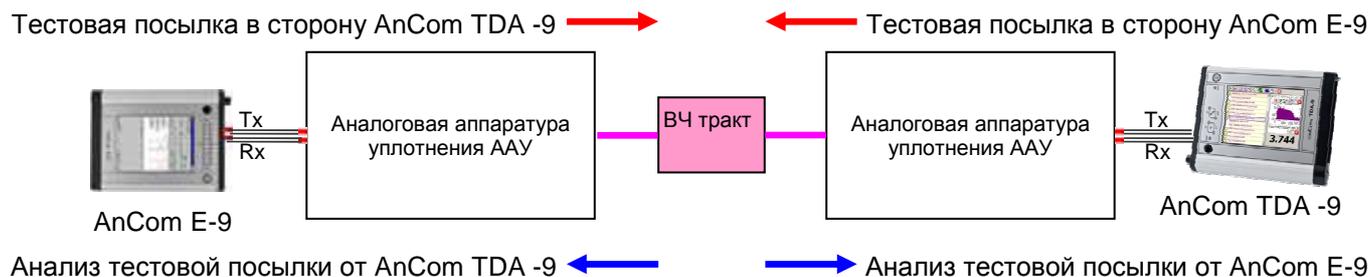


Рисунок 3.2.30. Подключение анализаторов AnCom при специфических измерениях в аналоговом канале передачи речи

Тестовая посылка:

- AnCom E-9 → в сторону AnCom TDA-9 – многочастотный сигнал (МЧС). Представляет собой сумму гармонических сигналов с одинаковыми амплитудами. Номинальные значения частот составляют ряд $\{100, 200, \dots, 100+100i, \dots, 3800\}$ Гц, где i – номер гармонического сигнала от 0 до 37. Пик-фактор МЧС-сигнала составляет 7.3 дБ. Методика формирования сигнала МЧС представлена в разделе РЭ на анализатор «Анализ каналов ТЧ»;
- AnCom TDA -9 → в сторону AnCom E-9 – также многочастотный сигнал (МЧС): 38 частот = 100, 200, ... 3800 Гц.

Анализ тестовой посылки:

- От AnCom TDA-9 → анализатором AnCom E-9 (согласно разделу РЭ на анализатор «Анализ каналов ТЧ: Частотные характеристики затухания и защищенности», рисунок 3.2.31):
 - Амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) затухания;
 - Частотная характеристика отношения сигнал/шум.
- От AnCom E-9 → анализатором AnCom TDA -9 (методы и методики измерений рассмотрены в разделе «Методика измерения параметров качества речи на тональных окончаниях» настоящей брошюры):
 - Амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) затухания;
 - Групповое время прохождения (ГВП);
 - Отношение сигнал/шум.

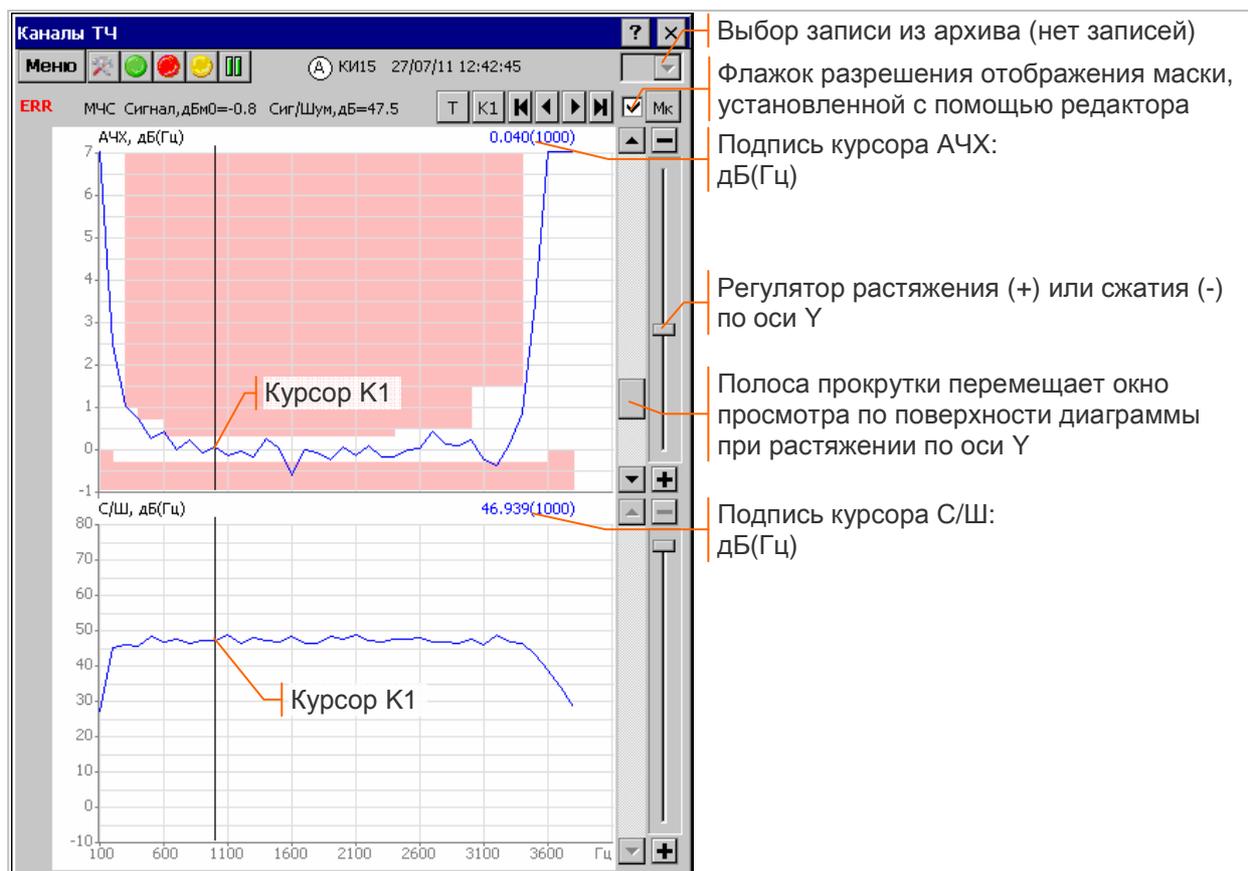


Рисунок 3.2.31. Окно частотных характеристик затухания и защищенности

Характеристики потока E1 в цифровых каналах передачи речи

Оценка качества передачи речи производится при помощи анализатора потока E1 AnCom E-9 (на одной стороне канала передачи речи) и анализатора систем связи AnCom TDA-9 (на противоположной стороне). После вывода канала из эксплуатации, анализаторы подключаются к цифровой аппаратуре уплотнения (рисунок 3.2.32).

Тестовая посылка – Р.862. Оценка качества передачи речи в соответствии с рек. МСЭ-T Р.862 выполняется по фрагментам речи, представленным файлами в формате .WAV. Диапазон установки максимального пикового мгновенного уровня передачи фрагментов речи: от минус 40 до 10 дБ.

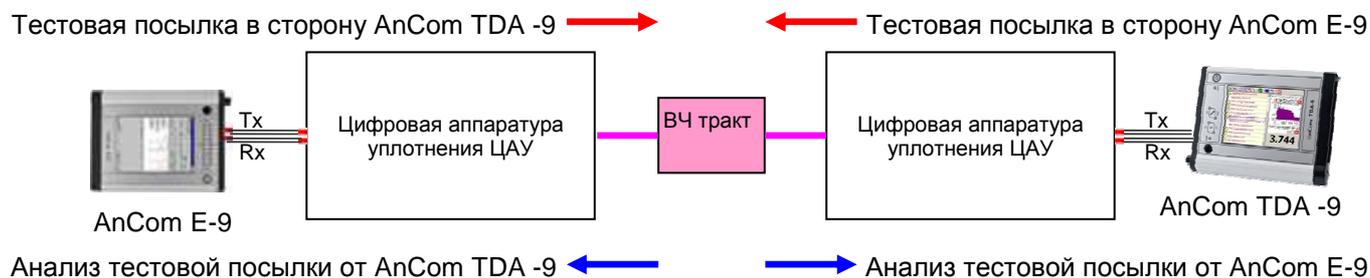


Рисунок 3.2.32. Подключение анализаторов AnCom при специфических измерениях в цифровом канале передачи речи

Формирование сигнала для оценки качества передачи речи в соответствии с рек. МСЭ-T Р.862 (тестовой посылки), а также оценка качества передачи речи – анализатором AnCom E-9 производится в соответствии с РЭ на анализатор, раздел «Оценка качества передачи речи» (рисунок 3.2.33, 3.2.34).

Параметры генератора и измерителя сигнала Р.862

Канал А
Кнопки выбора КИ передачи (недоступны КИ00-28, свободны КИ29,31, сигнал Р.862 в КИ30)

Канал В
Кнопки выбора КИ передачи (нет передачи)

Спектр сигнала ТЧ в КИ30 канала А (DTMF-синхросигнал)

Выбор записи из архива (нет записей)

Биты ABCD в СК30

Канал А
Кнопки выбора КИ приема (прием в КИ30)

Канал В
Кнопки выбора КИ приема (нет приема)

Начальный и конечный DTMF-синхросигналы, длительность нового речевого фрагмента

Оценки предыдущего речевого фрагмента

07/09/11 17:23:00

Сигнал: P862, Образец: D01F0101F, ПикУровень, дБм0: 0, DTMF, дБм0: 0

Передача CAS, Прием CAS 1011

Спектр, дБм(Гц)

1213 2324 5.3с
LQ, балл =4.202
MOS, балл =4.337
ЗадержРазм, мс= 0.00
ЗадержСКО, мс = 0.00
Ошибки, ед =0.000
Потери, ед =0.000

Рисунок 3.2.33. Окно оценки качества передачи речи

Вывод на экран **остановлен**

Оценка качества речи

№11 А КИ15 26/04/10 1213 2324 5.2с

Номер записи графических характеристик

Идентификационная информация для выбранной строки оценок

Выбор строки оценок

Признак наличия (+) сохраненных графических характеристик

Время	Образец	LQ, балл	MOS, балл	Задерж Разм, мс	Задерж СКО, мс	Ошибки, ед	Потери, ед
+13:03:02	D01F0103F	3.834	3.977	0.13	0.06	0.000	0.000
13:05:42	D01F0103F	3.846	3.991	0.13	0.06	0.000	0.000
+13:08:16	D01F0103F	3.838	3.982	0.13	0.06	0.000	0.000
13:13:35	D01F0101F	3.871	4.018	0.00	0.00	0.000	0.000
13:14:54	D01F0101F	3.875	4.023	0.00	0.00	0.000	0.000
+13:16:13	D01F0101F	3.870	4.017	0.00	0.00	0.000	0.000
13:17:27	D01F0101F	3.872	4.019	0.00	0.00	0.000	0.000
13:20:06	D01F0101F	3.993	4.147	0.00	0.00	0.000	0.000
13:22:18	D01F0101F	3.832	3.974	0.00	0.00	0.000	0.000
13:23:35	D01F0101F	3.833	3.976	0.00	0.00	0.000	0.000
+13:25:24	D01F0101F	3.915	4.066	0.00	0.00	0.000	0.000
13:27:37	D01F0101M	3.917	4.068	0.00	0.00	0.000	0.000

Рисунок 3.2.34. Таблица оценок качества передачи речи

Формирование сигнала для оценки качества передачи речи в соответствии с рек. МСЭ-Т Р.862 (тестовой посылки), а также оценка качества передачи речи – анализатором AnCom TDA-9 производится в соответствии с РЭ на анализатор, часть 6. «Измерение качества направлений связи в сетях ТфОП».

3.2.6 Ethernet (VoIP) – окончание каналов передачи речи

3.2.6.1 Общее представление

В настоящее время при передаче речи через ВЧ каналы практически не используются Ethernet окончания с поддержкой технологии VoIP (Voice over IP). IP-телефония является перспективным направлением, позволяющим объединить передачу речи и данных на базе одной цифровой технологии и поддерживать дополнительные сервисы (конференции, переадресации, определение номера звонящего и т.п.). Рассмотрим возможную схему построения такого канала (Рисунок 3.2.35):

- Основным интерфейсом в рассматриваемой схеме становится Ethernet (оптическое или медное окончание), который может быть подключен к локальной сети подстанции (LAN);
- Все телефонные аппараты могут быть подключены к LAN через адаптеры или использоваться IP телефоны (IP_TA) и IP телефонные станции (IP_ATC), а большинство контроллеров телемеханики, РЗ и ПА, счетчики электроэнергии и т.п. в настоящее время уже имеют Ethernet интерфейсы (IP_Data);
- Интеллектуальный коммутатор (SW) должен обеспечивать выделение из общего потока циркулирующих по LAN данных IP пакеты, предназначенные для передачи по ВЧ каналу, обеспечить их буферизацию и стыковку с синхронным ВЧ модемом (M);
- Схема сильно упрощена и на ней не показаны многие компоненты, в том числе, обеспечивающие установление соединения между абонентами (поддерживающие протоколы SIP или H.323);
- Плюсы рассматриваемой схемы, в общем, понятны: единая среда передачи, динамическое перераспределение ресурсов канала, отсутствие каскадирования кодеков (речь, закодированная IP_TA на одной стороне канала, будет декодирована в IP_TA на другой стороне), стандартизация интерфейсов, возможность автоматически переходить на резервные ВЧ каналы при выходе из строя основных, например, оптических и т.п.;
- Основные минусы: увеличение суммарного трафика за счет избыточности структуры IP пакетов, сложность нормирования параметров канала, в первую очередь, времени передачи и необходимость в коммутаторах с исключительно гибкой настройкой приоритетов;
- Методы контроля – соответствуют методам контроля сетей Ethernet (в первую очередь рекомендации RFC 2544), измерение времени передачи, качества предоставления услуг (КПВ) и MOS оценка качества передачи речи.

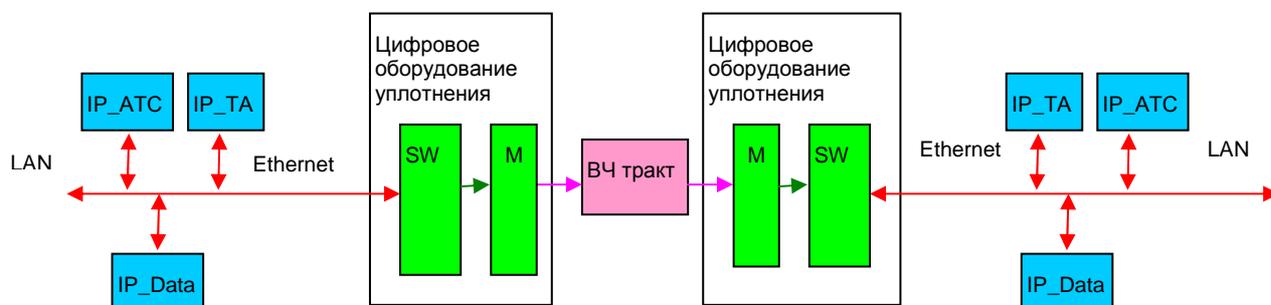


Рисунок 3.2.35. Схема построения канала передачи речи и данных на базе одной цифровой технологии с поддержкой дополнительных сервисов

3.2.6.2 Методы и методики измерения параметров качества речи на окончаниях Ethernet

Измерение параметров устойчивости функционирования и качества речи на окончаниях Ethernet (VoIP) производится анализатором систем связи AnCom TDA-9 в соответствии с руководством по эксплуатации, Часть 7. «Измерение сетей МСС, VoIP и СПС».

Выполняются циклы вызовов (контрольных наборов), в ходе которых (рисунок 3.2.36) анализатор и автоответчик (AnCom AT-9) либо два анализатора (AnCom TDA-9):

- Взаимодействуют с измеряемым каналом посредством соответствующих шлюзов (анализ абонентской сигнализации, набор номера импульсно\тонально);
- Распознают и анализируют сигналы автоответчика и измерительные сигналы;
- Взаимодействуют с удаленным анализатором – полудуплексный DTMF-обмен.

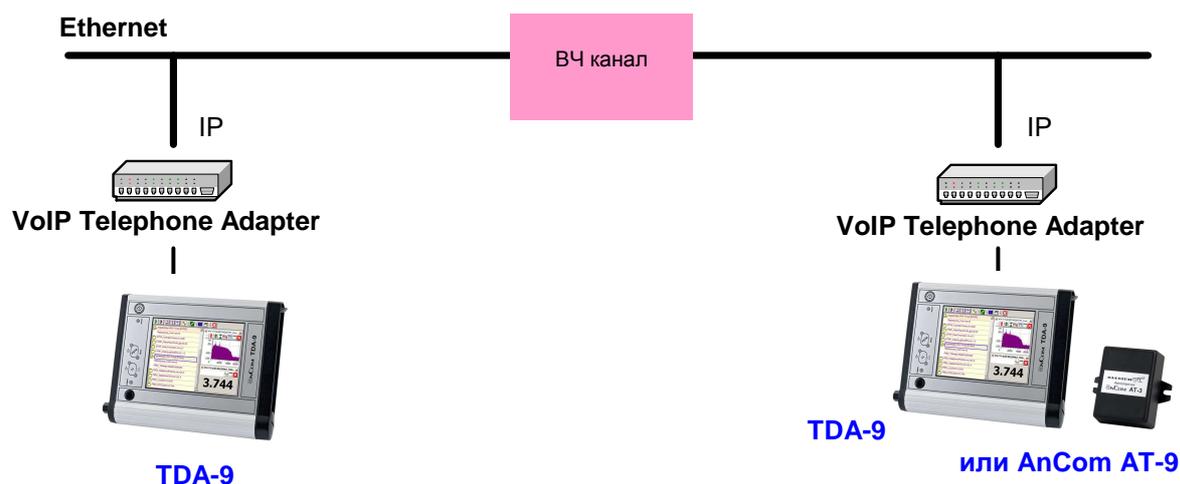


Рисунок 3.2.36. Измерение параметров устойчивости функционирования и качества речи на окончаниях Ethernet (VoIP)

Измерение параметров устойчивости функционирования рекомендуется производить в соответствии с руководством по эксплуатации на анализатор AnCom TDA-9, Часть 4. «Основные приемы работы с анализатором» – с применением анализатора AnCom TDA-9 на исходящей стороне (рисунок 3.2.37) и автоответчика AnCom AT-9 на входящей стороне, используя типовые Шаблоны из раздела «СетьУстойчивость(TDA-9 AT-3 или AT-9)».

Задачами измерений являются:

- Контроль параметров акустической абонентской сигнализации;
- Определение коэффициента потерь вызовов – КПВ;
- Контроль качества по затуханию и защищенности сигнала автоответчика.

Дополнительно может быть исследована устойчивость сети по коэффициенту КПВ в зависимости от вводимого отклонения параметров тонального или импульсного набора номера от номинальных значений.

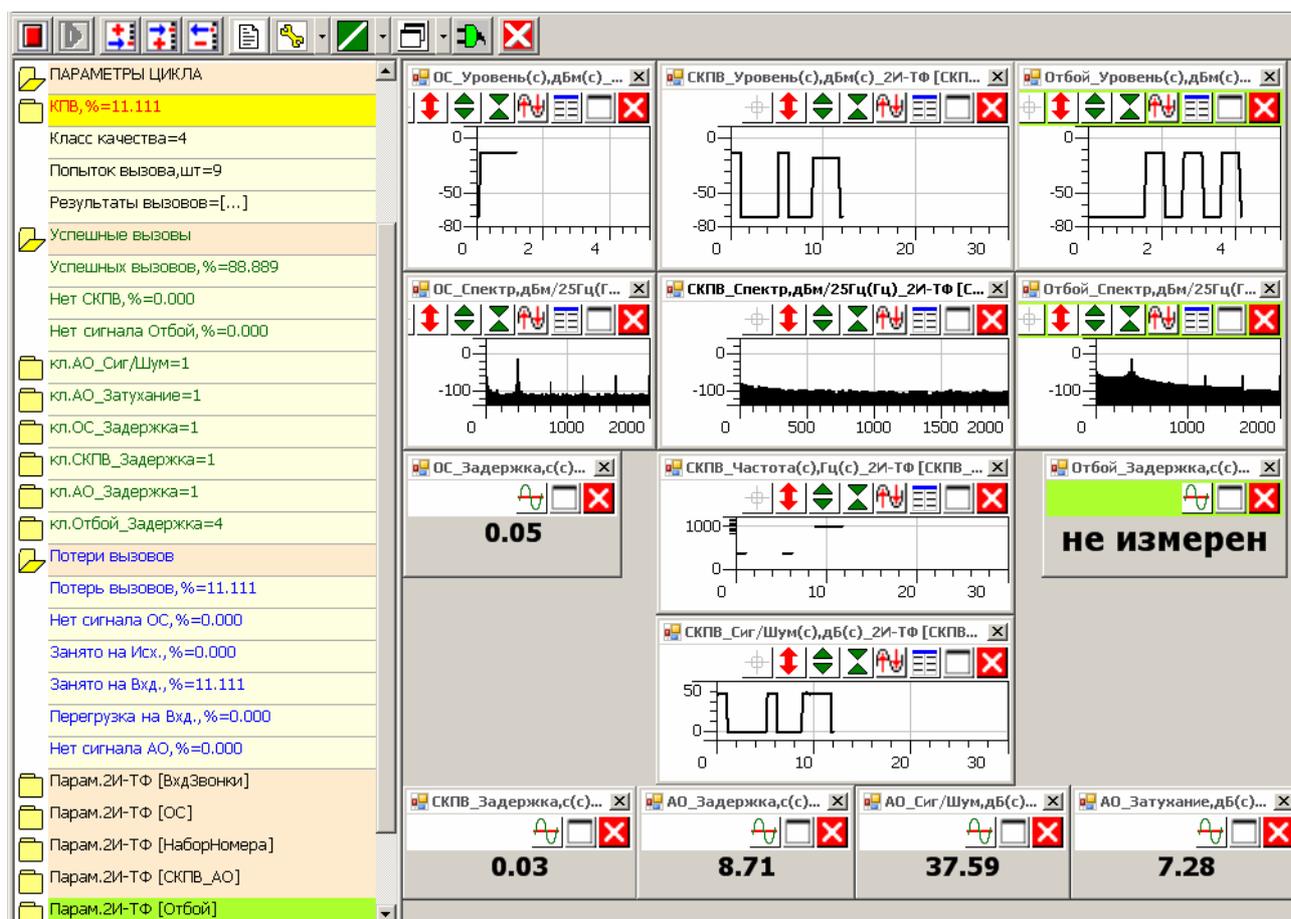


Рисунок 3.2.37. Представление результатов измерений на дисплее анализатора AnCom TDA-9

Задачи контроля качества канала решаются в соответствии с руководством по эксплуатации на анализатор AnCom TDA-9, Часть 6. «Контроль качества связи в сети ТфОП», то есть практически так же, как при измерениях параметров качества речи на тональных окончаниях.

На исходящей и на входящей сторонах устанавливаются соответствующие шлюзы, к абонентским окончаниям которых подключаются анализаторы AnCom TDA-9, что обеспечивает проведение измерений в обоих или только в одном из направлений передачи.

При выполнении оценки качества передачи речевых фрагментов по шкале MOS посредством объективного алгоритма по рекомендации МСЭ-Т Р.862 следует обратить внимание на выбор речевого фрагмента требуемой длительности и пола диктора, а так же задавать пиковый уровень сигнала – в соответствии с возможностями тестируемого оборудования связи.

Измерение времени передачи речевой последовательности через ВЧ канал с Ethernet окончаниями

После вывода канала из эксплуатации, собрать схему измерения времени передачи речевой последовательности через ВЧ канал с Ethernet окончаниями, изображенную на рисунке 3.2.38.

Для измерения времени передачи речевой последовательности необходимо, чтобы работа Анализатора AnCom TDA-9, формирующего речевую последовательность, и Анализатора AnCom TDA-9, принимающего речевую последовательность, была синхронизирована. Синхронизация на Анализаторах AnCom TDA-9 обеспечивается внешним Устройством синхронизации AnCom P3A-Тест/GPS. В зависимости от длительности речевой последовательности, начало формирования речевой последовательности задается метками PPS/PPM/10 PPM, формируемыми AnCom P3A-Тест/GPS. Время передачи измеряется в двух направлениях от AnCom TDA-9 (1) к AnCom TDA-9 (2) и от AnCom TDA-9 (2) к AnCom TDA-9 (1). Результатом измерения времени передачи речевой последовательности, сформированной по 10 раз в каждом направлении, является: среднее время передачи речевой последовательности для каждого из двух направлений, разброс времени передачи речевой последовательности для каждого из двух направлений.

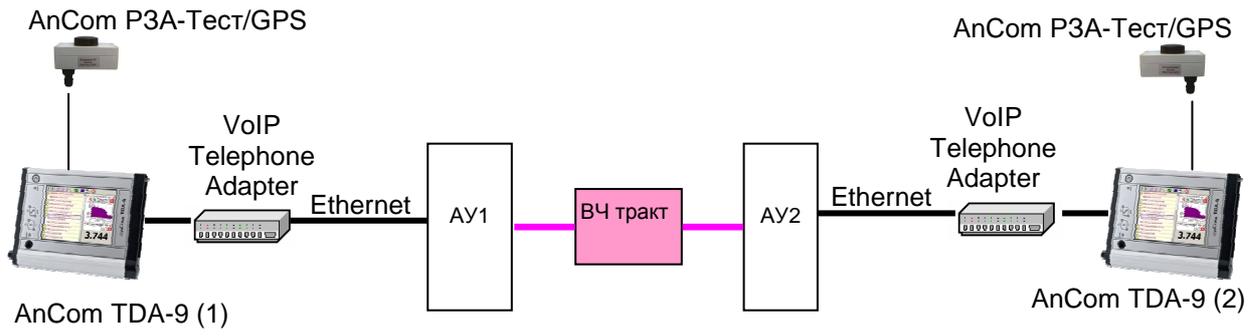


Рисунок 3.2.38. Схема измерения времени передачи речевой последовательности через ВЧ канал с Ethernet окончаниями

3.2.7 Особенности составных каналов передачи речи

При организации составных ВЧ каналов с переприемами необходимо учитывать следующие особенности:

- Аналоговые каналы передачи речи с переприемом по четырехпроводным ТЧ окончаниям – в составном канале происходит накопление помех и искажений со всех транзитных участков канала и оборудования переприема, что, в большинстве случаев, ограничивает количество транзитных участков двумя. При организации переприемов необходимо обратить внимание на согласование уровней по приему и передаче (использование транзитного удлинителя с затуханием 17дБ или переключение уровней ТЧ входа и выхода в режим транзита, например, с уровнем -3,5дБ);
- Цифровые каналы передачи речи с переприемом по четырехпроводным ТЧ окончаниям. В отличие от аналоговых каналов помехи и искажения транзитных участков не накапливаются:
 - Но общее время задержки в составном канале увеличивается пропорционально количеству транзитных участков $n \cdot T$ (одного участка);
 - Качество речи снижается из-за каскадирования кодеков;
 - Что в итоге ограничивает количество участков двумя;
- Цифровые каналы передачи речи с переприемом по ВЧ сигналу (встречаются термины: активный переприем, цифровой переприем), в отличие от переприема по ТЧ окончаниям:
 - Дополнительная задержка существенно ниже, чем при переприемах по ТЧ окончаниям (для сравнения в одной из реализаций 150 и 30 мс соответственно);
 - Ухудшение качества речи вызванное каскадированием кодеков – отсутствует (вокодерное преобразование осуществляется только на окончаниях составного канала);
 - Что в итоге позволяет увеличить количество переприемов до четырех;
 - Необходимо обратить внимание что помехи, оказывающие влияние на групповой цифровой сигнал в ВЧ тракте суммируются со всех участков переприема.

Нормы, методы и методики измерения составного ВЧ канала передачи речи аналогичны применяемым соответственно для простых аналоговых и цифровых каналов. Как правило, проверяется весь составной канал, а контроль участков (при переприеме по ТЧ) осуществляется только при поиске неисправностей. Нормы на допустимое время задержки в составном канале: не более 150 мс для каналов оперативно-диспетчерской связи и не более 300 мс для каналов административно-технологической связи.

3.2.8 Качество обслуживания пользователей

3.2.8.1 Общее представление

Современные нормирующие документы, например, ГОСТ Р 53724-2009 «Качество услуг связи», действие которого распространяется и на ведомственные сети, требует, чтобы наряду с показателями качества работы сети (в рассматриваемом контексте это качество передачи речи), должны контролироваться показатели качества обслуживания пользователя (в данном контексте – устойчивость сети, нормируемая коэффициентом потерь вызовов (КПВ) <2%).

В простых аналоговых одноканальных системах ВЧ связи измерение КПВ не имеет большого смысла т.к. ВЧ канал передачи речи или работает, или неисправен. В многоканальных системах с функцией АТС, в цифровых АТС с возможностью «конкуренции» за ресурс между передачей речи и данных или при контроле канала совместно с внешней АТС возникает необходимость измерения КПВ.

КПВ характеризует вероятность успешного установления соединения, которая определяется путем выполнения контрольных наборов номера и рассчитывается в процентах по формуле $КПВ = \frac{П}{В} \cdot 100\%$, где **П** – количество потерянных вызовов, **В** – всего попыток вызова. Помимо решения основной задачи определения КПВ, средства измерения должны определять причину потери вызова:

- Нет ответа станции, занято на исходящей, нет ответа станции при наборе номера, занято на исходящей при наборе номера, нет сигнала контроля посылки вызова (СКПВ), занято на входящей, нет сигнала с удаленной стороны;
- Уровень и задержка сигнала ответа от исходящей станции и сигнала СКПВ – не соответствуют требованиям;
- Затухание передачи уровня сигнала с удаленной стороны – не соответствуют требованиям.

3.2.8.2 Методы и методики измерения показателей качества обслуживания пользователей

Формула расчета КПВ предопределяет необходимость проведения некоторого количества вызовов. Процесс **контроля соблюдения** нормы (КПВ <2%) выглядит следующим образом:

- Если после выполнения 148-ми вызовов не зафиксировано ни 1-го факта потерь, то измерительный цикл заканчивается досрочно и следует констатировать соответствие норме;
- В противном случае, если при дальнейшем выполнении вызовов количество попыток достигает 235, а число потерь не превышает 1-го ($1/235 \times 100\% = 0,426\%$), то цикл заканчивается и имеет место соответствие норме.

Процесс **контроля нарушения** нормы (КПВ <2%) выглядит так: если после выполнения 18-ти вызовов зафиксировано более 1-го случая потерь ($1/18 \times 100\% = 5,556\%$), то это означает, что норма нарушена и следует констатировать наличие неисправности.

При выполнении контрольных вызовов используется схема, представленная на рисунке 3.2.39, в которой анализатор подключается к линии посредством кабеля КИ17 и адаптера АИ1.

Выполнение контрольных вызовов в целях определения коэффициента потерь вызовов (КПВ) производится анализатором систем связи AnCom TDA-9 в соответствии с руководством по эксплуатации на анализатор, часть 4. «Основные приемы работы с анализатором», раздел «Выполнение контрольных вызовов». На рисунке 3.2.40 представлен пример основного результата цикла – коэффициент потерь вызовов КПВ,%=5.128 не соответствует норме. Для выяснения причин несоответствия нормам следует активировать строку «Результаты вызовов=[...]».

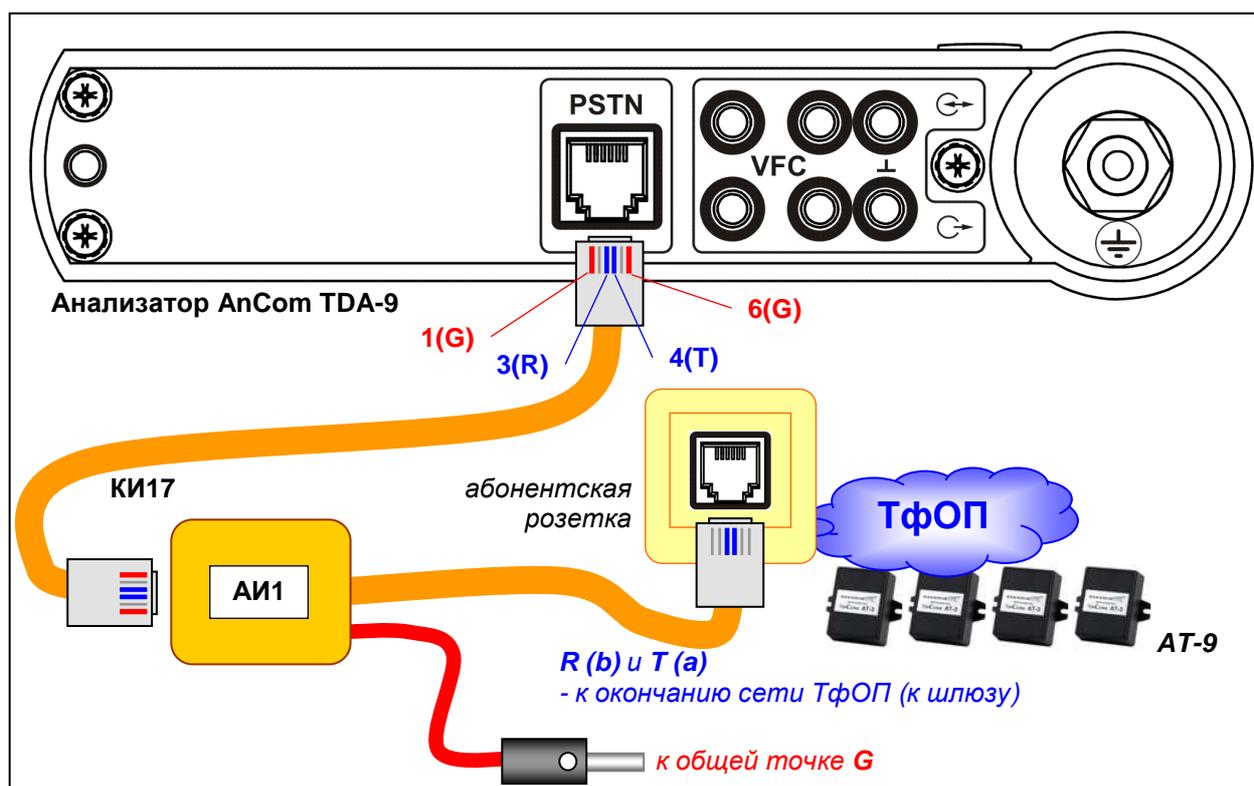


Рисунок 3.2.39. Схема подключения анализатора AnCom TDA-9 к линии при выполнении контрольных вызовов

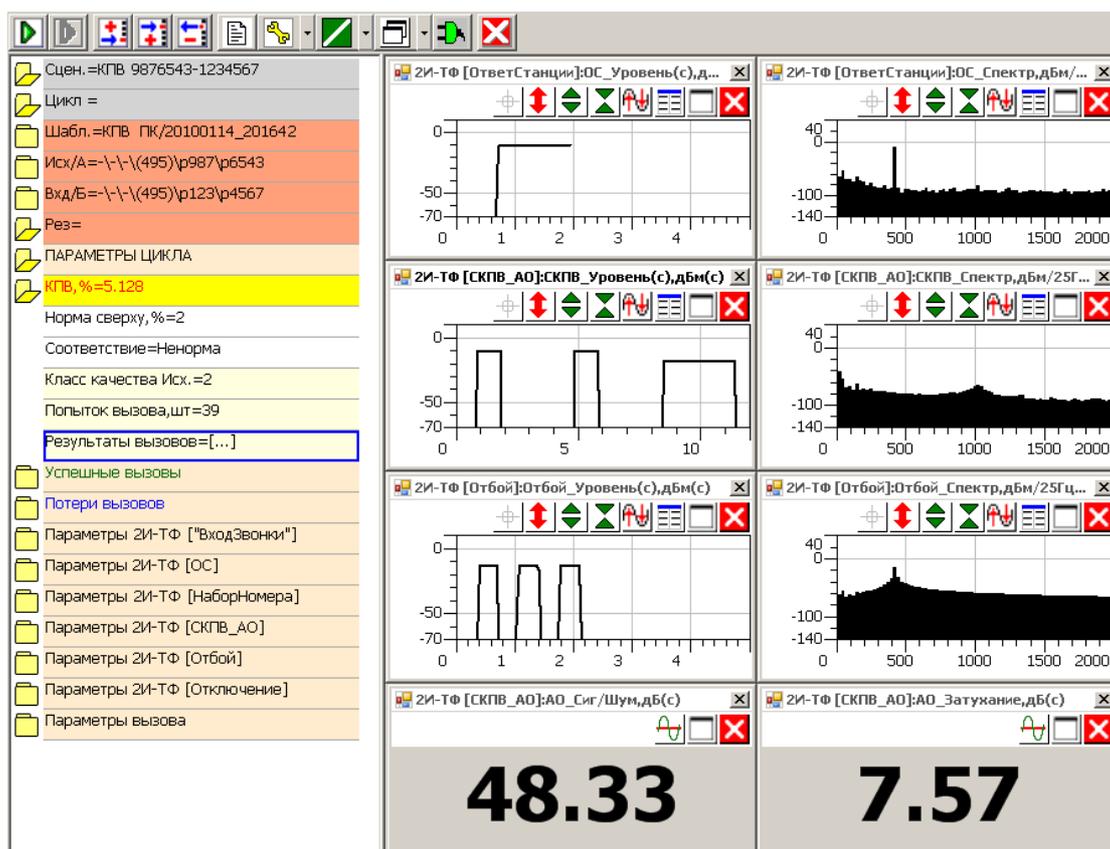


Рисунок 3.2.40. Представление результатов измерений на дисплее анализатора AnCom TDA-9

3.3 Канал телемеханики

3.3.1 Общее представление

В энергосистемах канал телемеханики (ТМ) применяется для обеспечения обмена оперативной информацией между распределенными объектами энергосистемы и диспетчерскими пунктами. Каналы ТМ используются для управления режимом работы энергосистемы (телеизмерения – ТИ и телесигнализация – ТС), для управления коммутационными аппаратами (телеуправление – ТУ) и регулирования (телерегулирование – ТР). Особенностью канала ТМ являются жесткие требования на время доставки данных – для некоторых видов информации до 1...2 с и уровня готовности направления передачи – 0,9998 (что затрудняет использование многих типов каналов, например GSM).

Аналоговые ВЧ каналы телемеханики, в основном, применяются на нижнем уровне сбора информации и используют относительно низкоскоростные модемы с частотной модуляцией. Исторически эти каналы организовывались в тональном спектре частот (300...3400 Гц), который с помощью ДК фильтров делился на речевой (назывался тональным или ограниченным тональным, 300...2000 (2400) Гц) – использовался для передачи речи и данных, и надтональный (соответственно 2000 (2400)...3400 (3700) Гц) – использовался для каналов ТМ. Современное ВЧ оборудование продолжает поддерживать «надтональные» каналы телемеханики, добавив возможность программирования пользователем количества модемных каналов, их положения в частотном спектре (в том числе в диапазоне 300...3400 Гц) и скорости работы (до 2400 бит/с).

Основная особенность работы модемов телемеханики – работа в прозрачном кодонезависимом режиме. Фактически это означает, что когда говорится, что модем имеет скорость 100 бит/с, в канале, образованном модемом, могут передаваться данные на любых скоростях не более 100 бит/с (а с учетом запаса, обычно поддерживаемого производителем, – не более 150 бит/с).

Особенность реализации каналов телемеханики в цифровых ВЧ каналах состоит в необходимости передавать факт изменения состояния сигнала (перехода из «0» в «1» или наоборот) – что приводит к дополнительным затратам пропускной способности интегрального цифрового канала, например, вместо 100 бит/с приходится передавать 800...1200 бит/с, что не исключает появления высоких краевых искажений. Альтернативным методом передачи сигналов ТМ по цифровым каналам можно считать применение гибких мультиплексоров. В аналоговом ВЧ канале подобных проблем не возникает.

В аналоговых ВЧ каналах модемы телемеханики могут быть, как встроены в АУ, так и выполняться во внешнем (выносном) исполнении. В цифровых ВЧ каналах встроенные модули каналов телемеханики правильнее называть интерфейсными модулями. Для встроенных модемов (интерфейсных модулей) нормируются характеристики их цифровых интерфейсов (RS-232C, RS-485, RS-422, потенциально могут использоваться: поток E1 и Ethernet). Для внешних – нормируются характеристики предоставляемых ВЧ оборудованием надтональных каналов.

3.3.2 Тональный канал для внешних (выносных) модемов

3.3.2.1 Общее представление

Выносные телемеханические модемы применяются только в аналоговых ВЧ каналах.

В СТО типовые технические требования – нормируются требования к окончаниям для ТМ модемов, совпадающие с требованиями к тональному четырехпроводному каналу: номинальное сопротивление входа и выхода 600 Ом, затухание несогласованности сопротивления не менее 14 дБ, затухание асимметрии не менее 40 дБ, рекомендуемое время задержки в канале менее 10 мс, переходные затухания не менее 50 дБ, номинальные уровни на выходе +4 дБм и входе -13 дБм с возможностью регулировки уровня на входе и выходе в пределах +4...-17 дБм.

Частотные характеристики не нормируются и определяются производителем ВЧ оборудования: частотный диапазон может быть расширен до 200...3700 Гц, неравномерность АЧХ может составлять до ± 2 дБ, неравномерность ГВП практически не влияет на частотную модуляцию, используемую в ТМ модемах.

Отличительной особенностью проверки надтонального канала является контроль степени затухания сигналов надтонального канала ТМ в тональном канале речи (методом измерения психометрических помех в тональном спектре).

При эксплуатации характеристики надтонального канала ТМ не проверяются. Проверки в рассмотренном выше объеме осуществляются при ремонте или проблемах при подключении внешних модемов.

Еще одной особенностью каналов телемеханики является возможность мультиплексирования в надтональном спектре нескольких модемных сигналов (частотное разделение). Может объединяться до трех каналов 100 или 200 бит/с, или комбинация из 100+300+300 бит/с, или одного канала 1200 бит/с. Мультиплексирование осуществляется на уровне цифровой обработки сигнала и, как правило, не приводит к появлению взаимного влияния между модемами.

3.3.2.2 Методы и методики измерения каналов телемеханики с надтональными окончаниями

Методы и методики измерения надтональных каналов телемеханики аналогичны таковым для измерений параметров качества речи на тональных окончаниях. Измеряются следующие параметры:

- Частотная характеристика рабочего затухания;
- Частотная характеристика ГВП;
- Номинальный уровень сигнала на частоте 2800 Гц;
- Время передачи.

Особенностью измерений надтональных каналов ТМ является необходимость измерения частотных характеристик, ограниченных в нижней области частот ДК фильтрами.

3.3.3 Каналы ТМ с цифровыми интерфейсами

3.3.3.1 Общее представление

Встроенные модемы телемеханики применяются в аналоговых каналах ТМ и их функционирование аналогично работе выносных модемов – для передачи используется надтональный спектр и частотная модуляция.

В цифровых каналах ТМ встроенный в оборудование интерфейсный модуль обеспечивает передачу в групповом потоке 8...12 состояний сигнала за время передачи одного бита на цифровом входе, что приводит к относительно неэффективному использованию пропускной способности интегрального цифрового канала по сравнению с каналами ММО.

Передача данных телемеханики осуществляется в асинхронном (т.е. без синхронизирующей частоты – только сигнал) прозрачном кодонезависимом режиме на скоростях 50 (только для устаревшего оборудования), 100, 200, 300, 600, 1200, 2400 бит/с – скорость должна быть программируема. Характеристики передачи для аналоговых каналов на скоростях 100, 200 бит/с должны соответствовать требованиям рекомендаций МСЭ-Т R.37, R.38.

Как правило, для подключения оборудования телемеханики, работающего в прозрачном кодонезависимом режиме применяются интерфейсы (стыки) RS-232, RS-244, RS-485. В настоящем разделе описаны будут именно каналы ТМ с данными интерфейсными окончаниями.

Нельзя не отметить увеличение доли IP трафика в каналах ТМ с применением протокола МЭК 60870-5-104. Интерфейс Ethernet и особенности протокола МЭК 60870-5-104 будут рассмотрены в разделе, описывающем каналы передачи данных (ММО). В общем случае для передачи ТМ могут применяться окончания потока Е1, так же рассмотренные в разделе ММО.

Рассмотрим подробнее характеристики определяющие качество передачи в каналах телемеханики:

- Коэффициенты ошибок BER и ES;
- Время задержки в канале передачи;
- Величина краевых искажений.

А так же характеристики цифровых окончаний, логику работы сигналов управления и особенности протокольного уровня передачи телемеханики в соответствии с ГОСТ Р МЭК 60870-5-101 и другими специфическими протоколами.

3.3.3.2 Коэффициент ошибок

BER (для аналоговых каналов ТМ)

Параметр BER считается наиболее распространенным параметром тестирования любых цифровых каналов и систем. По отношению к непосредственно измеряемым величинам этот параметр является вторичным и вычисляется на основании данных о количестве принимаемых ошибок в тестовой последовательности в различные периоды времени. Поэтому необходимо говорить о методах определения параметра BER по данным о количестве ошибок.

BER (bit error rate) – частота битовых ошибок, коэффициент ошибок по битам – параметр, равный отношению числа битовых ошибок (BIT ERR) к общему числу бит, переданных за время проведения теста по каналу, находящемуся в состоянии готовности. BER представляет собой безразмерный показатель, иногда выражаемый в процентах.

При проведении измерений в течение длительного интервала времени и большом числе ошибок BER можно рассматривать, как вероятность ошибки на бит.

Измерение BER, как правило, предполагает наличие генератора тестового шаблона и анализатора тестового сигнала и не допускает проведение измерения различными косвенными методами. Измерения рекомендуется проводить при расположении генератора и анализатора на разных сторонах канала передачи, допускается проводить измерения с организацией шлейфа на удаленном конце. В разделе «Методы измерения» рассматриваются методы измерения BER, приводятся виды тестовых последовательностей (фиксированных и ПСП), а так же методы синхронизации анализатора с тестовыми последовательностями.

Нормы BER для аналоговых каналов ТМ (входные и выходные параметры сигналов на интерфейсах встроенных модемов передачи данных и телемеханики), согласно СТО по эксплуатации, следующие: коэффициент ошибок в канале ТМ должен соответствовать необходимому для нормального функционирования системы, но не более 10^{-3} .

ES (для цифровых каналов ТМ)

В СТО по эксплуатации указано максимально допустимое число ошибок на бит (BER) в общем цифровом потоке ТМ при отсутствии особых требований – оно не должно превышать 10^{-6} .

Однако в реальных цифровых каналах ТМ помехи могут вызывать пачки ошибок значительной длительности. В цифровом канале даже единичный сбой приводит к размножению ошибки, так как для уменьшения пик-фактора сигнала передаваемые в ВЧ канале данные подвергаются операции скремблирования. Очевидно, что в таких условиях параметр BER не дает объективной картины качества передачи данных.

Оценку качества таких каналов рекомендуется определять через количество секунд с ошибками ES, количество секунд, пораженных ошибками SES (когда коэффициент ошибок хуже $1 \cdot 10^{-3}$), а также через время готовности и время неготовности цифрового канала.

Если параметр BER определяет средний интегральный уровень качества цифровой передачи в канале, то параметр ES и, в особенности, дополнительный к нему параметр EFS, определяет долю общего времени, в течение которого канал является свободным от ошибок, т.е. время, в течение которого гарантируется бесперебойная цифровая передача по каналу. Параметр ES вошел во все основные рекомендации и нормы на параметры цифровых каналов, например, в рекомендации МСЭ-Т G.821, G.826 и M.2100.

ES (errors seconds) – длительность поражения сигнала ошибками, количество секунд с ошибками – параметр показывает интервал времени поражения всеми видами ошибок в канале, находящемся в состоянии готовности. ES связан с другими параметрами простым соотношением: $AS=ES+EFS$, где:

- AS (availability seconds) – время готовности канала (с) – вторичный параметр, равный разности между общей длительностью теста и временем неготовности канала;
- EFS (errors free seconds) – время, свободное от ошибок (с) – один из первичных параметров, в рекомендации G.821 и M.2100/M.550. Отражает время, в течение которого ошибки отсутствовали, т.е. общее время пребывания канала в состоянии безошибочной работы.

SES (several errors seconds) – продолжительность многократного поражения ошибками, количество секунд, пораженных ошибками (с) – интервал времени, измеряемый в секундах, пораженный ошибками несколько раз. В это время частота битовых ошибок составляет $BER > 10^{-3}$. Подсчет SES производится только во время готовности канала. Из определения видно, что SES – составная часть параметра ES. Вторая интерпретация параметра SES связана с измерениями по блоковым ошибкам, тогда SES определяется как односекундный интервал времени, содержащий более 30% блоков с ошибками. Можно сказать, что во время подсчета параметра SES качество

канала чрезвычайно плохое. Поэтому параметр SES является очень важным и входит в перечень обязательных к измерению рекомендаций G.821 и M.2100/M.550.

Максимально допустимыми значениями для цифровых каналов ТМ, являются:

- Максимальное количество секунд с ошибками ES не должно быть более 1,2 % времени готовности канала, рекомендуемое время измерения – 1 час ;
- Максимальное количество секунд, пораженных ошибками SES, не должно быть более 0,03 % времени готовности канала, рекомендуемое время измерения – 6 часов.

3.3.3.3 Краевые искажения

Аналоговые каналы ТМ

Сигнал при прохождении через канал связи претерпевает различные искажения. Если искажения вызваны ограниченной полосой пропускания канала связи, то такие искажения называются частотными. Если искажения вызваны наличием шума в канале связи или нелинейной фазовой характеристикой, то такие искажения приводят к изменению временных характеристик импульсов и называются временными. Временные искажения могут быть краевыми и искажениями дробления. Рассмотрим интересующие нас краевые искажения.

Временные искажения возникают на приёмной стороне из-за невозможности выделить (детектировать) переданный сигнал из смеси сигнала и шума. В идеальном случае, при отсутствии помех в канале связи импульсный сигнал на входе приёмника представляет собой импульсы со сглаженными фронтами вследствие ограниченности полосы пропускания канала связи.

Детектирование сигнала в приемнике происходит по некоторому пороговому значению $U_{пор}$. При превышении сигналом из канала связи этого значения приёмник принимает решение, что произошла передача переднего фронта импульса. При снижении уровня сигнала ниже порога приёмник принимает решение о том, что произошла передача заднего фронта импульса. Поскольку фронты всех импульсов смещаются на одинаковое расстояние, то в приёмнике с некоторым опозданием выделяется последовательность импульсов, точно повторяющих переданные (рисунок 3.3.1).

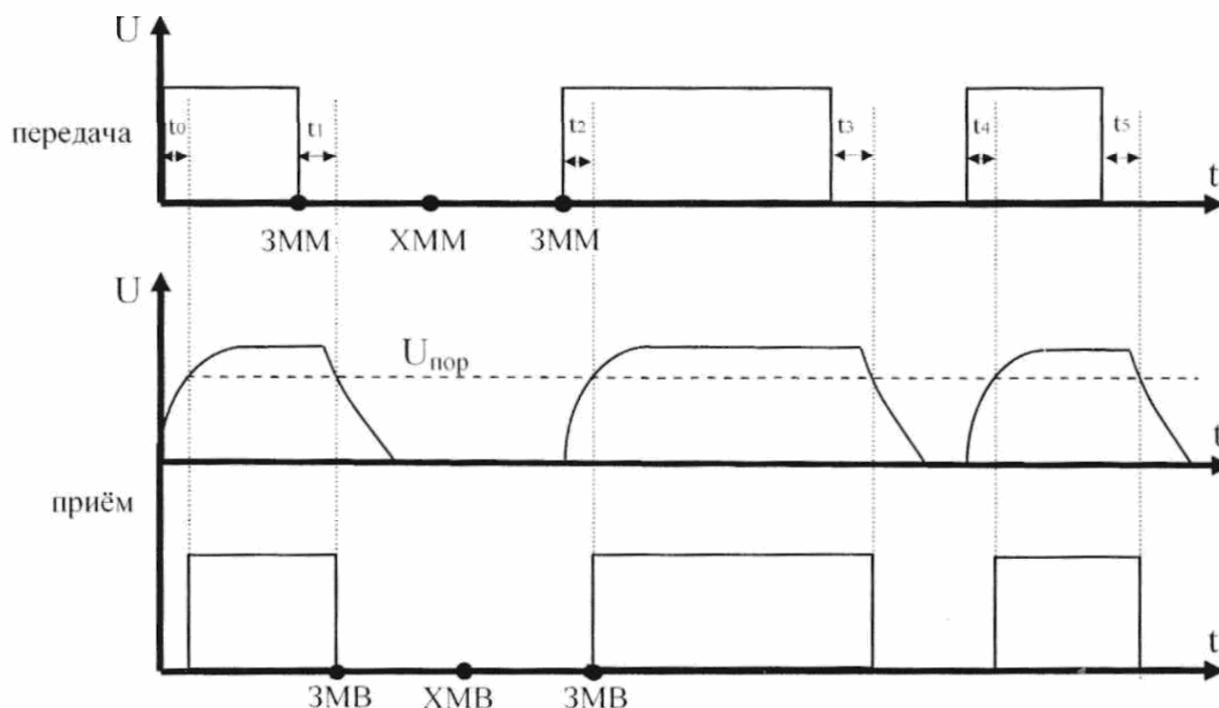


Рисунок 3.3.1. Передача импульсных сигналов при отсутствии временных искажений

На рисунке 3.3.1 на стороне передачи моменты времени, в которых возможно изменение полярности (или возможно появления фронта импульса), называются характеристическими моментами модуляции (ХММ). Моменты времени, в которые полярность реально изменяется, называются значащими моментами модуляции (ЗММ).

На приёмной стороне такие моменты времени называются соответственно характеристическими моментами восстановления (ХМВ) и значащими моментами восстановления (ЗМВ). В случае, как на рисунке 3.3.1, **все смещения фронтов импульсов в приёмнике относительно фронтов импульсов в передатчике $t_0 = t_1 = t_2 = \dots = t_5$ являются постоянной**

величиной, на которую происходит смещение ХМВ относительно ХММ. Но искажение переднего и заднего фронта могут быть неодинаковыми (например, элементы оптической гальванической развязки имеют разное время срабатывания при переходах из «0» в «1» и из «1» в «0»). Так же уровень срабатывания $U_{пор}$ для разных фронтов может отличаться. Все это может приводить к появлению краевых искажений.

На рисунке 3.3.2 представлены диаграммы прохождения сигнала через канал связи с помехами. На входе приёмника в этом случае выделяется смесь полезного сигнала и шума. При детектировании **возможно смещение ХМВ относительно ХММ на случайную величину**, определяющуюся помехами, то есть могут изменяться длительность импульсов и возникать ложные импульсы. Если при восстановлении сигнала на приёмной стороне изменяется только длительность импульсов, то такие искажения называются краевыми. Если при восстановлении одного переданного импульса обнаруживается два и более импульсов, то такие искажения называются искажениями дробления.

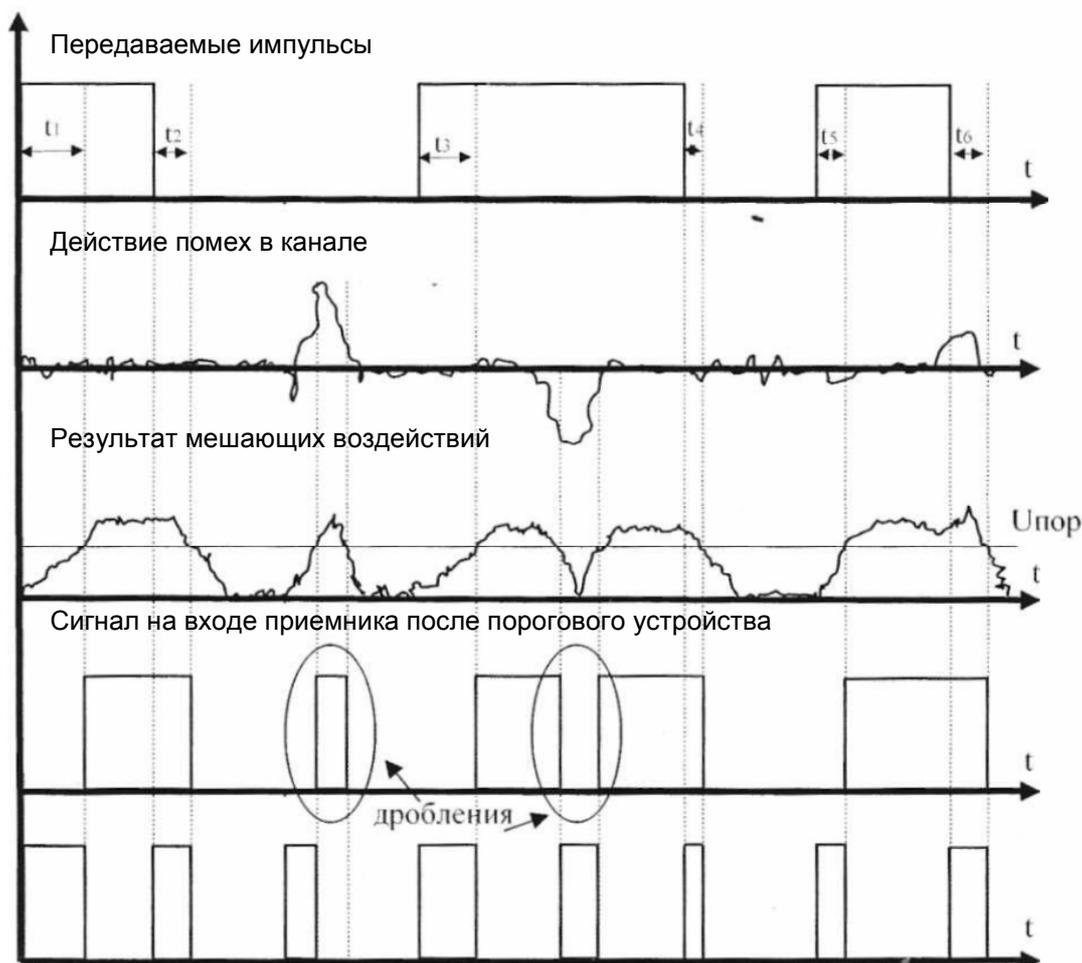


Рисунок 3.3.2. Временные искажения

Для оценки временных искажений из принятого сигнала по модулю вычитают переданный и определяют длительности полученных импульсов, среди которых находят максимальные положительные и отрицательные величины.

Отношение суммы модулей максимальных смещений в положительную и отрицательную стороны к длительности импульсов служит количественной оценкой краевых искажений:

$$\delta = [(t_{\max} - t_{\min}) / T_0] * 100\%$$

Искажения по виду можно классифицировать на краевые и дробления. Дробления, в зависимости от причин появления, делят на две разновидности: от импульсных помех и от кратковременных прерываний канала. В свою очередь, краевые искажения по причинам их появления делятся на три разновидности (искажения, вносимые передающими и приемными устройствами конечной аппаратуры, не учитываются):

- **Искажения преобладания** вызваны действием регулярных факторов, обусловленных следующими причинами: колебаниями напряжения источников питания,

несимметричностью канала, влиянием цепей электроснабжения. Искажения преобладания можно свести к минимуму повышением качества технического обслуживания устройств. Они устраняются с помощью соответствующих регулировок приемного устройства при настройке канала;

- **Характеристические искажения** возникают в случае, если за время элементарного импульса устанавливающиеся процессы в канале не успевают закончиться. Следовательно, их величина будет зависеть от характера переходного процесса (постоянная времени цепи) и ограничения времени (скорость дискретной модуляции);
- Величина **случайных искажений**, вызываемых обычно помехами, является случайной и меняется во времени по различным законам. При этом следует отметить, что в строгом смысле характеристические искажения преобладания возникают тоже случайно. Однако их всегда можно устранить с помощью соответствующих регулировок.

Цифровые каналы ТМ

Для передачи телеинформации по цифровому каналу ТМ используется, в силу своей простоты, метод простого наложения (актуален при передаче низкоскоростных данных).

Метод наложения предусматривает передачу состояний медленного сигнала в моменты времени с периодом T_0 (рисунок 3.3.3).

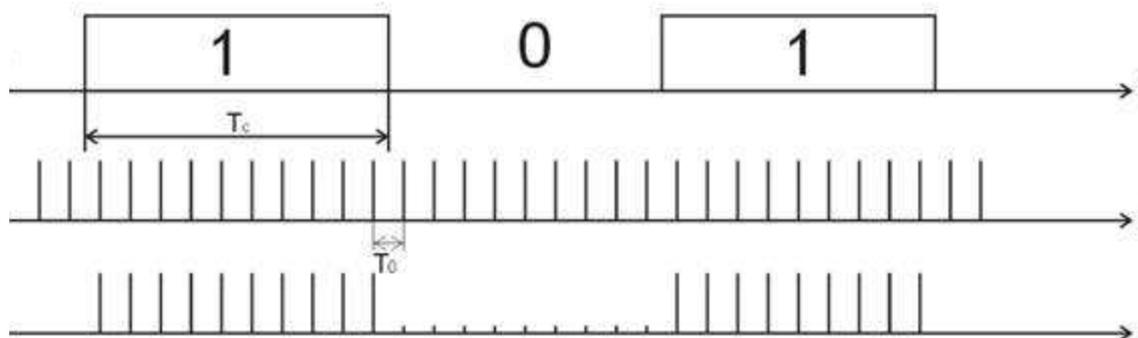


Рисунок 3.3.3. Метод наложения

В приемном оборудовании медленный сигнал восстанавливается по огибающей принятой последовательности с периодом T_0 . Поскольку при таком методе начало передачи последовательности с периодом T_0 не синхронизовано с медленным сигналом, то его восстановление происходит с краевыми искажениями:

- Максимальная величина которых ΔT_{\max} равна тактовому интервалу T_0 (периоду повторения), т.е. $\Delta T_{\max} = T_0$;
- А относительная величина краевых искажений $\delta = T_0 / T_C = V_C / V_0$, где V_C – скорость потока медленного сигнала, V_0 – скорость передачи состояний медленного сигнала.

Чем выше частота передачи состояний медленного сигнала (V_0) по сравнению с частотой повторения медленного сигнала (V_C), тем меньше величина краевых искажений. Для заданных значений δ и V_0 допустимая скорость передачи медленных сигналов составляет величину $V_C = \delta * V_0$.

Нормы на величину краевых искажений (аналоговые и цифровые каналы ТМ)

В канале ТМ нормируется величина краевых искажений. При отсутствии внешних помех она должна быть не более 4%, а при соотношении сигнал/помеха, определяемом производителем не более 12%.

3.3.3.4 Логика работы сигналов управления взаимодействием

Сопряжение с оконечным оборудованием данных должно осуществляться по стыкам RS-232C, RS-422, RS-485 в соответствии с ГОСТ 18145, рекомендации V24 и V28 МСЭ-Т.

Описание характеристик интерфейсов и назначение контактов разъема будут рассмотрены в разделе, описывающем каналы передачи данных (ММО).

3.3.3.5 Соответствие (ГОСТ Р МЭК 60870-5-101-2006)⁷

В каналах ТМ методы передачи телеинформации должны соответствовать рекомендациям ГОСТ Р МЭК 60870-5-101, т.е. система сбора телеинформации должна обеспечивать возможность спорадической, циклической, периодической и фоновой передачи телеинформации, а также передачу по запросу.

Общие требования к работе систем телемеханики по обмену телемеханической информацией с Центральными приемо-передающими станциями (ЦППС) системного оператора включают в себя:

- Поддержку физического, канального и прикладного уровня протокола;
- Обмен информацией с использованием двух независимых каналов связи по каждому направлению;
- Подготовку для передачи любому корреспонденту данных, поступающих с уровня сбора телеинформации системы телемеханики и от оперативного информационного комплекса (ОИК) энергообъекта, а также данных, поступающих в систему ТМ от альтернативных систем сбора информации (регистратор аварийных событий, АСУ ТП энергообъекта и т.д.);
- Обеспечение двухстороннего обмена телеинформацией между системой ТМ и Центральными приемо-передающими станциями (ЦППС) корпоративной информационной системы (КИС) системного оператора ЕЭС (СО ЕЭС);
- Независимый обмен данными с несколькими узлами (ЦППС) КИС СО ЕЭС, а также с другими корреспондентами;
- Диагностику состояния каналов связи, включая статистику обмена;
- Диагностику состояния обмена с узлами КИС СО ЕЭС и другими корреспондентами;
- Обеспечение различных методов передачи;
- Поддержку системы приоритетов при передаче телеинформации;
- Обеспечение конфигурирования настроек протокола, а также методов, приоритетов и состава передаваемой информации;
- Поддержку состояния «горячего резерва» в нормальном режиме работы для резервного комплекта оборудования.

Реализация **физического уровня** соответствует международным и российским стандартам. Специфические отраслевые требования, связанные с резервированием телемеханической и каналобразующей аппаратуры, в основном заключаются в том, что выходные цепи передатчиков оборудования систем ТМ должны быть устроены таким образом, чтобы то оборудование, которое в данный момент является активным, управляло входами передатчиков модемов, а выходы неактивного (резервного) оборудования должны быть отключены. Это требование относится и к тому случаю, когда у неактивного оборудования отключено питание, при этом его выходы не должны шунтировать выходы активного оборудования.

Вид каналов – дуплексный. Структура – «точка-точка». Для данной структуры канальный уровень отраслевого протокола предусматривает процедуры перехода на резервный канал, а также в режим симплексной передачи от контролируемого пункта (КП) к пункту управления (ПУ) при неработоспособности приема по обоим каналам на стороне КП.

Процедура перехода в симплексный режим передачи, как и процедура переключения на резервный канал на физическом уровне, на настоящий момент не является актуальной и может не поддерживаться.

⁷ «Методические рекомендации по реализации информационного обмена энергообъектов с корпоративной информационной системой ОАО «Системный оператор Единой энергетической системы» по протоколу МЭК 60870-5-101».

Функции **канального уровня** обеспечивают:

- Соединение станций по некомутируемым каналам при структуре канала «точка-точка»;
- Формирование кадров в формате FT1.2 при получении информационных блоков от прикладного уровня;
- Обмен кадрами с принимающими станциями корреспондентов;
- Определение кадров, адресованных вызываемой станции;
- Декодирование принимаемых кадров и передача успешно принятых информационных блоков на прикладной уровень;
- Контроль правильности доставки кадров, повторение передачи в случае обнаружения ошибок, защиту от потерь и дублирования кадров;
- Диагностику состояния прямого и обратного канала, ведение статистики обмена;
- Уведомление прикладного уровня об изменении состояния канала.

Согласно МЭК 60870-5-2 канал между станциями может работать либо в балансном, либо в небалансном режиме.

Небалансный режим применяется при обмене ПУ – КП. При этом ПУ всегда исполняет роль первичной станции («Master»), КП – роль вторичной станции («Slave»). «Master» передает информацию, используя канальный сервис S2 SEND/CONFIRM (посылка/подтверждение). Передача информации от «Slave» осуществляется в ответ на запрос «Master» с использованием канального сервиса S3 REQUEST/RESPOND (запрос – ответ).

В «Master» работает «первичный канальный уровень», в «Slave» – «вторичный канальный уровень».

Канал ТМ работает в основном в режиме «небалансный» (запрос – ответ), в этом режиме можно работать без сигналов управления потоком (CTS/RTS), т.к. АУ может буферизовать один пакет данных. При этом аппаратура ТМ должна иметь настраиваемый тайм-аут на ожидание получения ответа на запрос, зависящий от скорости передачи в ВЧ канале.

Балансный режим применяется при обмене между комбинированными станциями (станциями, выступающими одновременно в одном и том же канале как в качестве первичной, так и в качестве вторичной). Обе станции используют сервис S2 SEND/CONFIRM (посылка – подтверждение) для передачи информации. Сервис S3 REQUEST/RESPOND используется только для служебных функций. Для передачи широкоэвещательных сообщений или для передачи данных в циклическом или фоновом режиме может использоваться сервис S1 SEND/NO REPLAY (посылка без подтверждения).

Балансный режим позволяет повысить эффективность использования пропускной способности канала связи. Максимальное повышение эффективности по сравнению с небалансным режимом достигает двух при одинаковом объеме информации в обоих направлениях. Данное рассуждение чисто теоретическое, поскольку пары SEND/CONFIRM в противоположных направлениях автоматически синхронизируются – более длинный кадр заставляет ждать квитанции на более короткий.

Реализация балансного режима работы затрудняется большей сложностью согласования тайм-аутов. Кроме этого, балансный режим, по сравнению с небалансным, требует большего времени на инициацию повторной передачи кадра и на диагностику неработоспособности канала. При преимущественной передаче информации только в одном направлении, которая характерна для обмена информацией между системой ТМ энергообъекта и КИС СО ЕЭС, эффективность по использованию пропускной способности канала в балансном режиме теряется.

3.3.3.6 Поддержка специфических протоколов ТМ

Исторически наряду с протоколом ГОСТ Р МЭК 60870-5-101 распространен ряд протоколов, используемых для передачи телеинформации, – характерных для определенных моделей оборудования ТМ. Это протоколы «ГРАНИТ», ТМ-800, ТМ-512, МКТ-2, МКТ-3 и др. Рассмотрение множества этих специфических протоколов выходит за рамки данной брошюры, в т.ч. в силу рекомендации СТО ОАО «ФСК ЕЭС» по поддержке именно протокола МЭК 60870-5-101-2006 для передачи телеинформации.

Измерения каналов передачи телемеханической информации, использующих эти протоколы, не имеет особенностей для прозрачных ТМ каналов. Но при измерениях каналов ММО (используемых для передачи телемеханики) может иметь много особенностей (требования по неразрывности пакетов, максимальные длины пакетов, времена задержек и т.п.). Необходимо или проводить индивидуальные испытания возможности работы канала на данных протоколах, или осуществлять «тонкую» настройку тестов, приводимых ниже для каналов ММО.

3.3.4 Особенности составных каналов передачи ТМ

При организации составных ВЧ каналов с переприемами необходимо учитывать следующие особенности:

- Аналоговые каналы ТМ с переприемом по четырехпроводным ТЧ окончаниям – в составном канале происходит накопление помех и искажений со всех транзитных участков канала;
- Аналоговые каналы ТМ с переприемом по цифровым интерфейсам (RS-232) – в составном канале не происходит накопления помех и искажений со всех транзитных участков канала, но возрастает время передачи;
- Цифровые каналы ТМ с переприемом по цифровым интерфейсам (RS-232) – качество передачи сильно зависит от реализации, т.к. может происходить накопление краевых искажений.

Нормы, методы и методики измерения составного ВЧ канала ТМ аналогичны применяемым соответственно для простых аналоговых и цифровых каналов. Как правило, проверяется весь составной канал, а контроль участков осуществляется только при поиске неисправностей.

3.3.5 Методы и методики измерения каналов телемеханики с цифровыми окончаниями

3.3.5.1 Коэффициент ошибок (для аналоговых и цифровых каналов)

Методы подсчета количества ошибочных битов (тестовые последовательности)

Параметр BER также как и параметр ES являются вторичными по отношению к первичному измеряемому параметру – количеству принятых ошибочных битов. Поэтому, для расчета BER и ES необходимо сначала произвести измерение количества ошибочных битов. Битовые ошибки подсчитываются только во время пребывания канала в состоянии готовности (например, для комбинированных каналов должно быть исключено время, когда вместо ТМ передаются команды УПАСК).

Для организации измерений используется генератор и анализатор тестовой последовательности, подключенные к разным концам канала. Между генератором и анализатором тестовой последовательности существует синхронизация по тестовой последовательности, т. е. процедура, в результате которой анализатор имеет возможность предсказания следующего значения каждого принимаемого бита.

В практике используются два типа тестовых последовательностей – фиксированные и псевдослучайные последовательности (ПСП, PRBS – Pseudorandom Binary Sequence).

Фиксированными последовательностями являются последовательности чередующихся повторяемых комбинаций битов. Последовательность синхронизируется специальными битами или последовательностью битов. Современные средства для измерения коэффициентов ошибок чаще используют ПСП.

Псевдослучайные последовательности (ПСП) характеризуются количеством регистров сдвига, используемых при генерации (N) с длиной цикла последовательности $L = 2^N - 1$. Структура псевдослучайной последовательности связана со схемой генератора ПСП, представленной на рисунке 3.3.4.

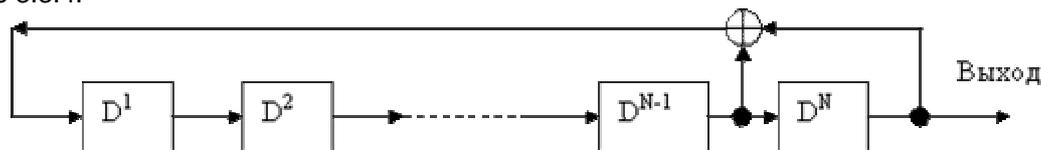


Рисунок 3.3.4. Генератор псевдослучайной последовательности

В основе принципа работы генератора ПСП лежит процедура сверточного кодирования с использованием N регистров сдвига с одной обратной связью перед регистром N . Это эквивалентно кодеру сверточного кодирования с полиномом (порождающим многочленом) $D^N + D^{N-1} + 1$. Соответственно длина кодированной последовательности зависит от количества регистров сдвига и составляет $2^N - 1$. Процедура предусматривает циклическое повторение последовательности через $2^N - 1$ тактовых импульсов (эквивалентно, битов). Большое количество регистров определяет меньшую повторяемость последовательности.

Для анализа принимаемой ПСП используются два типа анализаторов псевдослучайной последовательности. Наиболее часто используется метод анализа ПСП последовательности с обратной связью (рисунок 3.3.5). В этом случае синхронизация последовательности осуществляется следующим образом: петля обратной связи размыкается, производится загрузка данных в регистры сдвига до полного заполнения, затем петля обратной связи замыкается и производится синхронизация по тестовой последовательности.

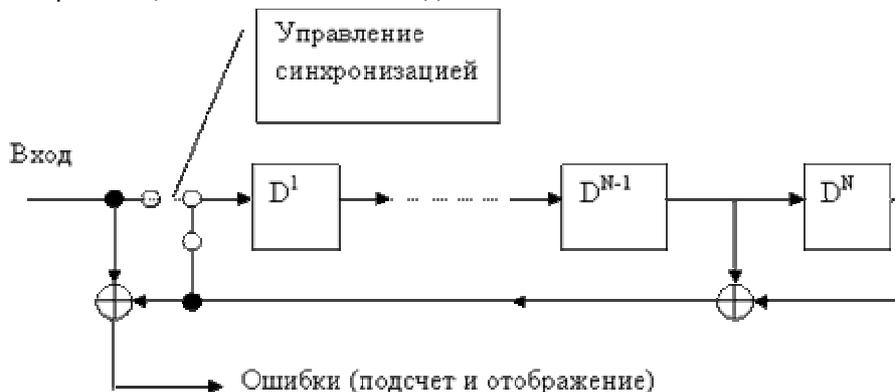


Рисунок 3.3.5. Анализатор ПСП с обратной связью, метод побитового измерения ошибок

Основными характеристиками ПСП являются: длина последовательности в битах и вид полинома ПСП. В зависимости от скорости передачи данных в канале используются ПСП различной длины: чем больше скорость, тем большая длина последовательности допускается.

Типы псевдослучайных последовательностей, используемые в современной практике, приведены в таблице 3.3.1:

Таблица 3.3.1

Название ПСП	Количество фаз регистра сдвига; Длина цикла	Рекомендация МСЭ-Т	Назначение
2e23	23; $2e^{23}-1$,	O.151	Высокоскоростные цифровые каналы
2e20; 20ITU	20; $2e^{20}-1$	O.151; O.153	
2e15	15; $2e^{15}-1$	O.153	Относительно не высоко скоростные цифровые каналы
20ITU	20; $2e^{20}-1$	O.153	
2047	11;		
511; 2e9	9; $2e^9-1$	V.52; O.153; O.153	Широко распространена
127	7;		Низкоскоростные каналы
63	6;		Низкоскоростные каналы

Согласно рекомендации МСЭ-Т O.153, для измерения количества ошибочных битов на скоростях до 14,4 кбит/с – используется короткая ПСП 511.

Методы измерения BER (для аналоговых каналов ТМ)

Рассмотрим теперь, как по данным об ошибках рассчитывается параметр BER.

Известно, что в процессе измерения существует две точки синхронизации измерений: начало измерения и время, при котором достигается заданный порог ошибки (например, 100 ошибок). Выбор параметра BIT ERR = 100 основан на предположении нормального распределения возникновения ошибок. В этом случае относительная погрешность измерений определяется как: $\eta = 1/\sqrt{N}$, где N – количество ошибок. Учитывая, что для большей части эксплуатационных измерений относительная погрешность в 10% является вполне допустимой, в качестве границы интервала синхронизации может быть выбрано время BIT ERR = 100.

Различаются три метода подсчета BER:

- **Первый метод – расчет отношения BER после приема первых 100 ошибок**, что автоматически гарантирует высокую точность измерения (лучше 10%). Однако от начала измерения до получения результата необходимо некоторое (иногда достаточно большое) время;
- **Второй метод – возможность расчета отношения непосредственно после начала измерения без привязки к количеству принятых битовых ошибок**. В этом случае для обеспечения точности измерений расчет отношения делается после приема определенного количества битов, а точность измерения определяется пороговым значением количества принятых битов. Обычно предполагается, что точность на порядок хуже обратного значения количества принятых битов. В отличие от 1-го метода этот метод обеспечивает определенное время начала отображения результата измерений, не связанное с количеством ошибок. Отрицательной стороной методики является необходимость учета количества переданных/принятых битов ПСП при анализе результата. Это связано с тем, что отношение вычисляется математически без указания точности измерений в каждый конкретный момент. В методе 1 такой ситуации не может возникнуть, поскольку измерение делается заведомо с точностью 10% и лучше;
- **Третий метод**, используемый в некоторых индикаторах, предусматривает **вычисление BER точно после приема 100 ошибочных битов**. Этот метод является модификацией метода 1 со свойственными ему негибкостью в отображении результатов эксплуатационных измерений и необходимостью ожидания до индикации результата.

С точки зрения алгоритма проведения эксплуатационных измерений по параметру ошибки, многие из которых носят иногда оценочный характер, 2-ой метод подсчета является наиболее эффективным и получил наибольшее распространение.

Методы измерения ES (для цифровых каналов)

По отношению к измеряемому параметру – количеству принятых ошибочных битов, параметр ES также как и параметр BER является вторичным. Метод его подсчета тесно связан с определениями, даваемыми этому параметру в европейской (одобренной МСЭ-Т) и американской практике.

В европейской практике параметр EFS определяется как все односекундные интервалы времени, не содержащие ошибок в течение интервала измерений. С точки зрения методики подсчета ES, это определение означает использование асинхронного метода, представленного на рисунке 3.3.6. Асинхронный метод предусматривает разделение всего времени измерений на интервалы по 1 с и подсчет количества интервалов, в течение которых принималась одна или несколько битовых ошибок.

В американской практике измерений получил распространение метод синхронного подсчета ES, согласно которому секундой, пораженной ошибками, называется односекундный интервал, следующий за появлением ошибки. В результате измерение параметра ES синхронизируется со временем появления ошибок.

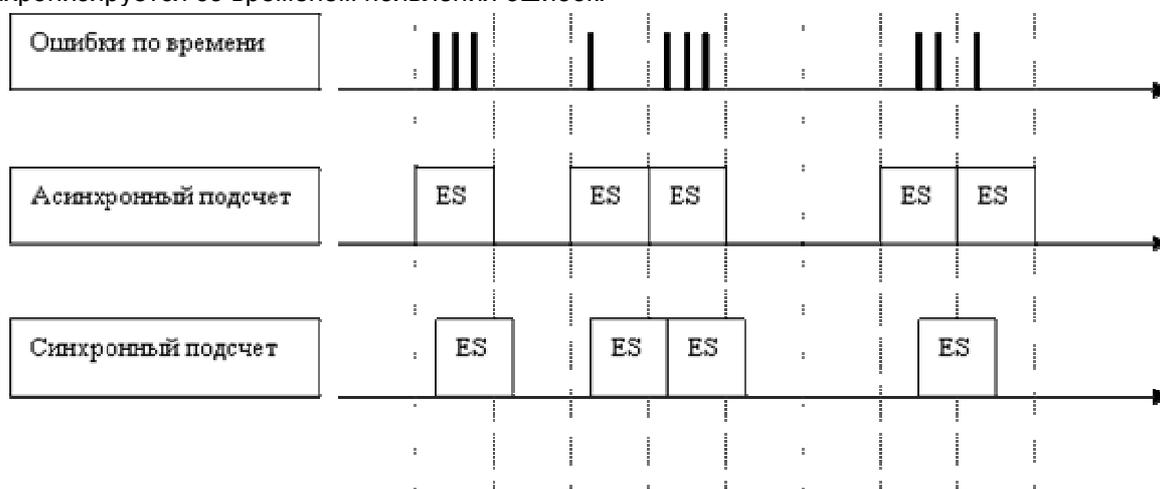


Рисунок 3.3.6. Методы подсчета параметра ES

Как видно из рисунка 3.3.6, применение двух описанных методов к реальной ситуации дает различные результаты. Точный анализ показывает, что методы дают близкие результаты только в предположении малого параметра ES и нормальной функции распределения вероятности возникновения ошибки. В случае возникновения ошибок в виде пакетов разница в параметрах, измеренных разными методами, может достигать 18%. Следует также учесть, что проведенные рабочими группами МСЭ-Т исследования показали: большая часть цифровых систем передачи при работе дает именно пакетное распределение ошибок.

Сравнение асинхронного и синхронного методов приведено для понимания возможной разницы в полученных результатах измерения при использовании различных приборов. Асинхронный метод одобрен МСЭ-Т и именно он рекомендуется в брошюре при измерениях параметра ES.

3.3.5.2 Время передачи в канале ТМ

После вывода канала из эксплуатации, собрать схему измерения времени передачи в канале ТМ, изображенную на рисунке 3.3.7. Измерение для аналоговых и цифровых каналов производится одинаково.

Для измерения времени передачи в канале ТМ необходимо, чтобы работа Генератора Цифрового Потoka (ГЦП) и Измерителя Цифрового Потoka (ИЦП) была синхронизирована. Синхронизация ГЦП с ИЦП обеспечивается Устройством синхронизации AnCom P3A-Тест/GPS. В зависимости от длительности цифрового потока, начало формирования цифрового потока задается метками PPS/PPM/10 PPM, формируемыми AnCom P3A-Тест/GPS. Время передачи измеряется в двух направлениях от ГЦП(1) к ИЦП (2) и ГЦП (2) к ИЦП (1). Результатом измерения времени передачи цифрового потока, сформированного по 10 раз в каждом направлении,

является: среднее время передачи в канале ТМ для каждого из двух направлений, разброс времени передачи для каждого из двух направлений.

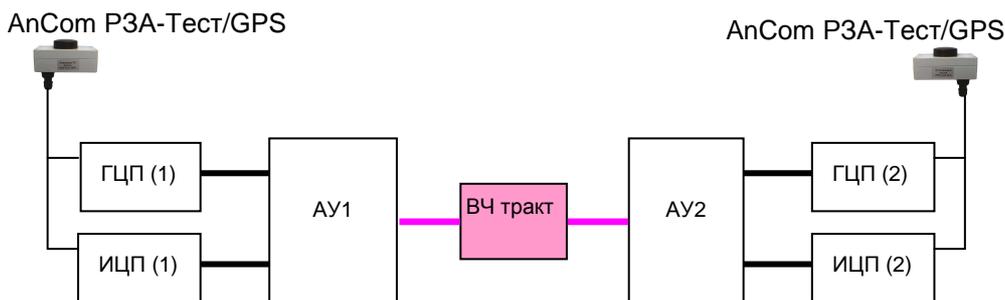


Рисунок 3.3.7. Схема измерения времени передачи цифрового потока

3.3.5.3 Соответствие (ГОСТ Р МЭК 60870-5-101-2006)

Мониторинг обмена по каналу ТМ (в соответствии с ГОСТ Р МЭК 60870-5-101-2006) может выполняться как средствами АРМ ТМ, так и с применением **специального оборудования, работающего в режиме «подслушивания»**. Рассмотрим общий подход к диагностике состояния канала:

- Особенности обмена канального уровня;
- Особенности диагностики балансного и небалансного режима;
- Мониторинг состояния обмена по каналу и ведение статистики обмена на канальном уровне;
- Предоставление данных пользователю.

Процедуры обмена канального уровня:

- Число повторов передачи по умолчанию – 5, при необходимости может изменяться пользователем в соответствии с протоколом взаимодействия. Максимальный размер кадра 255 байт;
- Время ожидания ответа не может устанавливаться пользователем и должно определяться автоматически для каждого сеанса связи в зависимости от скорости передачи по каналу, при этом должно учитываться время реакции станции корпоративной информационной системы (КИС) системного оператора (СО ЭЭС);
- Наличие резервного канала обязательно. Обмен между станциями выполняется независимо по обоим каналам. Основной и резервный канал имеют независимые приемники и передатчики на каждой станции и обслуживаются на канальном и на прикладном уровне как отдельные каналы.

Небалансный режим работы

Диагностика состояния канала **на стороне «Master»** соответствует состоянию первичного канального уровня и должна определять следующие состояния канала:

- **Канал неработоспособен** – установка соединения: канальные сервисы запрос состояния канала (канальный сервис FC9) и сброс удаленного канала (канальный сервис FC0);
- **Канал работоспособен** – первичный и вторичный канальный уровень доступен;
- **Канал занят** – поступление от вторичного канального уровня отрицательных подтверждений с установленным битом DFC в байте управления;
- **Канал не инициализирован** – получение отрицательного подтверждения FC14 (услуги канала не предусмотрены) при установке соединения (выполнении сервиса FC9).

Диагностика состояния канала **на стороне «Slave»** соответствует состоянию вторичного канального уровня, в ходе диагностики должны определяться следующие состояния каналов:

- **Канала неработоспособен** – соответствует следующим состояниям канального уровня:
 - Уровень не сброшен;
 - Сброс вторичного канального уровня;

- Вторичный канальный уровень доступен, но в течение контрольного времени с первичного канального уровня не поступило ни одного сообщения без сбоев;
- **Канал работоспособен** – вторичный канальный уровень доступен и в течение контрольного времени с первичного канального уровня поступило хотя бы одно сообщение (кадр) без сбоев;
- **Канал занят** – канал работоспособен, но вторичный канальный уровень занят и не может принять данные от первичного канального уровня ($DFC = 1$);
- **Канал не инициализирован** – вторичный канальный уровень сброшен или доступен, но от первичного канального уровня поступают кадры с адресом канального уровня, не соответствующим текущей конфигурации станции.

Балансный режим работы

Канальные уровни для балансных процедур передачи **состоят из двух независимых логических процессов**. Успешная установка соединения между первичным уровнем станции «А» и вторичным уровнем станции «В» автоматически **не устанавливает** соединения между первичным уровнем станции «В» и вторичным станции «А». В связи с этим при выполнении диагностики состояния канала, работающего в балансном режиме, необходимо контролировать как состояние первичного (контроль по передаче), так и вторичного (контроль по приему) канального уровней данного канала. Кроме этого, необходимо вести диагностику состояния канала в целом.

Канал по передаче может находиться в одном из следующих состояний:

- Работоспособен;
- Неработоспособен;
- Занят;
- Не инициализирован.

Диагностика соответствует диагностике при небалансном режиме работы в части диагностики первичного канального уровня.

По приему для канала определены те же состояния, что и для передачи. Диагностика соответствует диагностике при небалансном режиме работы в части диагностики вторичного канального уровня. Занятость канала по приему соответствует неспособности данной станции принять на канальном уровне данные от противоположной станции.

Мониторинг состояния обмена по каналу и ведение статистики обмена на канальном уровне

Мониторинг состояния первичного и вторичного канального уровня станции – средствами АРМ ТМ – должен выполняться постоянно. Специальное измерительное, работающее в режиме «подслушивания», в основном, используется для поиска неисправностей.

Независимо от применяемых средств мониторинга обмена по каналу должна быть обеспечена возможность протоколирования обмена на канальном уровне по требованию пользователя, включая как запись поступающих и передаваемых кадров, так и запись типов возникающих сбоев передачи.

Для любого режима работы канала по приему необходимо отдельно фиксировать статистику приема кадров переменной и фиксированной длины в том числе:

- Общее число принятых кадров;
- Общее число сбоев;
- Число сбоев по каждому критерию приема [в соответствии с ГОСТ Р МЭК 60870-5-1-95 «Устройства и системы телемеханики. Часть 5. Протоколы телемеханики. Раздел 1. Форматы передаваемых кадров», п. 6.2.4.2.1-2].

Предоставление данных пользователю

Предоставление данных (просмотр и чтение) пользователю о работе канального уровня должно включать в себя:

- **Настроечные данные физического и канального уровня:** скорость, адрес станции, число байт поля адреса станции, режим и статус работы по каналу для небалансного режима, число повторов передачи или время, в течение которого разрешены повторы;

- Значения тайм-аутов;
- Текущее состояние канала;
- Статистика работы по каналу;
- Просмотр и протоколирование всего обмена по каналу, включая служебные сообщения и сбои, с возможностью записи в файл, если мониторинг не выполняется независимыми средствами.

3.3.5.4 Краевые искажения

Измерения краевых искажений должны проводиться:

- При передаче посылок с длительностями 1:1, 1:3, 3:1, 1:7 и 7:1;
- Скорости передачи должны выбираться из ряда: 50, 100, 200, 300, 600, 1200 и 2400 бит/с;
- Должна иметься возможность измерений с организацией шлейфов.

Методы измерений приведены в соответствии с ГОСТ 19654-74 «Каналы передачи данных. Методы измерений параметров», п. 6 Измерение краевых искажений.

Аппаратура и подготовка к измерению

- Измеритель краевых искажений (ИКИ) должен соответствовать требованиям ГОСТ 18627-73 «Приборы для измерения краевых искажений стартстопных и синхронных сигналов. Типы и основные параметры». Электрические параметры входных и выходных цепей ИКИ на стыке с модемом должны соответствовать требованиям ГОСТ 23675-79 «Цепи стыка С2 системы передачи данных. Электрические параметры». Скорости и алгоритмы работы ИКИ должны определяться модемом;
- Генератор испытательного сигнала (ГИС2);
- Структурная схема измерения приведена на рисунке 3.3.8.

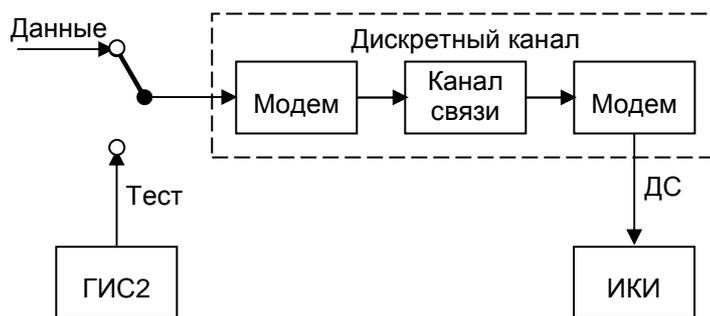


Рисунок 3.3.8. Структурная схема измерения краевых искажений

Проведение измерений

- В канал связи через передатчик модема выдаются данные либо тест;
- При измерении краевых искажений как интервала времени между значащими моментами демодулированных сигналов (ДС) и идеальными значащими моментами из приемника модема в ИКИ выдаются сигналы ДС и сигналы фазирования (СФ);
- Сигналы СФ, принимаемые за идеальные значащие моменты, могут не поступать из модема, а вырабатываться в ИКИ;
- При измерении краевых искажений как отклонения длительности значащих интервалов ДС от длительности идеальных значащих интервалов из приемника модема в ИКИ выдаются только сигналы ДС.

Обработка результатов

- При измерении краевых искажений «как интервала времени...» по шкале измерителя ИКИ производят отсчет максимального времени смещения значащих моментов сигналов ДС относительно значащих моментов сигналов СФ. Результатом отсчета является степень индивидуального искажения;
- При измерении краевых искажений «как отклонения длительности...» по шкале измерителя ИКИ проводят отсчет максимальных временных смещений длительностей значащих интервалов ДС от длительностей идеальных значащих интервалов, вырабатываемых в ИКИ. Результатом отсчета является степень синхронного искажения, которое и сравнивается с заданной нормой на степень краевых искажений.

3.4 Каналы передачи данных (межмашинный обмен - ММО)

3.4.1 Общее представление

Термин «канал межмашинного обмена» (ММО) в энергосистемах объединяет несколько приложений:

- Собственно межмашинный обмен производственно статистической информацией;
- Данные автоматизированной системы управления технологическими процессами (АСУ ТП);
- Данные автоматизированной информационно-измерительной системы коммерческого учета электроэнергии (АИИС КУЭ);
- Также каналы могут использоваться для передачи телемеханики.

Аналоговые каналы ММО строятся на базе модемов, которые могут быть, как встроены в ВЧ оборудование, так и выполняться во внешнем (выносном) исполнении. Цифровые каналы ММО организуются с помощью встроенных в ВЧ оборудование интерфейсных модулей. Встроенные модемы (для аналоговых каналов) и интерфейсные модули (для цифровых каналов) оканчиваются стандартными цифровыми интерфейсами данных (RS-232C, RS-485, RS-422, поток E1, Ethernet), характеристики которых нормируются. Для внешних (аналоговые каналы) – нормируются характеристики предоставляемых ВЧ оборудованием тональных каналов.

3.4.2 Тональный канал для внешних (выносных) модемов

3.4.2.1 Общее представление

Тональные каналы для подключения выносных модемов ММО используются только в аналоговых ВЧ каналах.

В СТО по эксплуатации нормируются требования к окончанию для ММО модемов, совпадающие с требованиями к тональным окончаниям типа: четырехпроводное тональное и абонентская линия (интерфейс FXS в сторону ТА).

При подключении выносных модемов необходимо обратить внимание на следующие аспекты:

- На рынке наибольшее распространение получили модемы для коммутируемых линий (в настоящее время они вытесняются xDSL модемами). Модемы для выделенных четырехпроводных каналов выпускаются ограниченным количеством предприятий (и соответственно имеют большую стоимость). Несмотря на это, во многих приложениях можно рекомендовать применение четырехпроводных модемов, в схеме связи которых отсутствует источник образования сигнала эхо слушающего;
- Интерфейс абонентского модема для четырехпроводных выделенных линий отличается от интерфейса четырехпроводного тонального окончания: номинальный выходной уровень четырехпроводного тонального окончания +4 дБм и, если в аппаратуре уплотнения нет возможности его регулировки, необходимо применять дополнительный аттенюатор, т.к. входной уровень четырехпроводного модема для выделенных линий обычно составляет -13дБм;
- Особенности применения современных высокоскоростных модемных протоколов:
 - Не применяются:
 - МСЭ-Т V.90/V.92, т.к. они не поддерживают режим связи между двумя модемами (передача данных между АТС осуществляется в цифровом виде и лишь на АТС, к которой подключен абонент, данные из потока E1 преобразуются в аналоговый сигнал);
 - МСЭ-Т V.34 на скоростях выше 14400 бит/с (не обеспечивают устойчивой работы на большинстве ВЧ каналов: требуемое соотношение с/ш > 21 дБ, затухание эхо слушающего > 21 дБ);
 - Рекомендуются:
 - МСЭ-Т V.34, V.33 (специализированный протокол для четырехпроводных окончаний), V32.bis, V32;
 - МСЭ-Т V.22bis (для каналов с высоким уровнем шума; для каналов с высоким уровнем импульсных помех рекомендуются адаптированные модемы AnCom);
 - Для коррекции ошибок рекомендуется использовать протоколы МСЭ-Т V.42, V.43 и MNP 2...4, MNP10, а для сжатия данных – МСЭ-Т V.42.bis, V.44 и MNP5...9;
- Возможность использования ограниченного тонального спектра 300...2000 (2400) Гц для организации канала ММО – лимитируется фактически двумя типами серийно выпускаемых модемов - AnCom и многочастотные.

На рисунке 3.4.1 приведены оценочные зависимости скорости передачи (бит/с) от соотношения сигнал/шум (дБ) для различных модемных протоколов (V.34, V32bis, V32, V22bis) и интегрального цифрового потока (ИЦП для АУ с ВРС) в полосе частот 4 кГц. Из рисунка следует относительно высокая эффективность применения современных выносных модемов в системах с ЧРС для создания каналов ММО. При сравнении надо учитывать, что на рисунке 3.4.1 показана итоговая зависимость пропускной способности АУ с ВРС от соотношения сигнал/шума на выходе из ВЧ тракта, а для выносных модемов не учитываются дополнительные шумы и искажения: как в самом ВЧ тракте, так и вносимые аппаратурой с ЧРС.

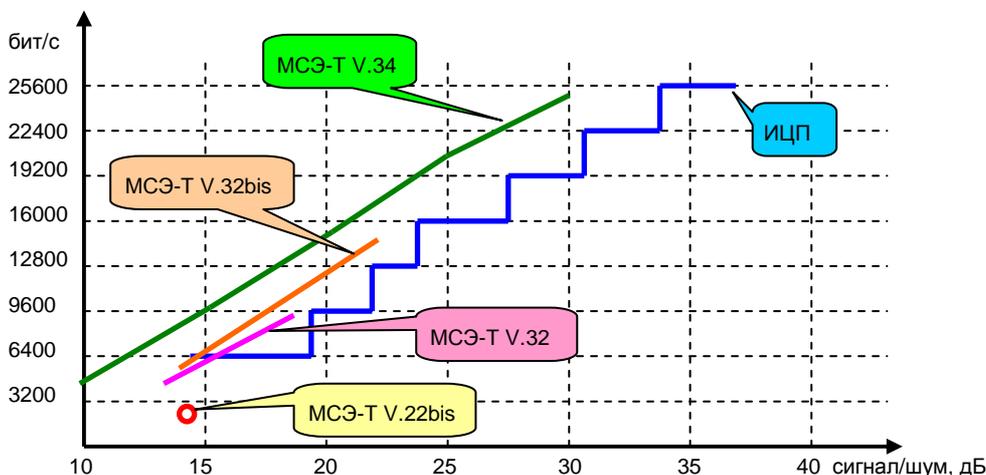


Рисунок 3.4.1 Зависимость скорости передачи от соотношения сигнал/шум

Международные рекомендации для выделенных каналов (в ВЧ связи – каналы с четырехпроводными окончаниями) и частных коммутируемых телефонных сетей (в ВЧ связи – каналы с окончаниями «абонентская линия») рекомендуют перечень контролируемых параметров, приведенный в таблице 3.4.1. Необходимо обратить внимание на значительное влияние на качество передачи данных (в отличие от передачи речи) следующих параметров: ГВП, скачки амплитуды, дрожание фазы и импульсные помехи.

Таблица 3.4.1. Контролируемые параметры для различных рекомендаций МСЭ-Т

Нормируемые параметры	Рекомендации МСЭ-Т			
	М.1020 каналы особого качества со специальной коррекцией	М.1025 каналы особого качества с обычными условиями	М.1030 каналы обычного качества, входящие в состав частных коммутируемых телефонных сетей	М.1040 каналы обычного качества
Остаточное затухание	да	да	да	да
АЧХ	да	да	да	да
ГВП	да	да		
Скачки уровня	да	да		
Изменение уровня (МСЭ-Т O.95)	да	да	да	
Случайный шум	да	да	да	да
Эхо			да	
Импульсные помехи (МСЭ-Т O.62 и O.71)	да	да		
Дрожание фазы (МСЭ-Т O.91)	да	да		
Сигнал/шум	да	да		
Селективные помехи	да	да		
Отклонение частоты	да	да		
Нелинейные искажения	да	да		

3.4.2.2 Методы и методики измерения каналов ММО с тональными окончаниями

Методы и методики измерения каналов ММО с тональными окончаниями аналогичны таковым для измерений параметров качества речи на тональных окончаниях.

3.4.3 Каналы ММО с цифровыми окончаниями

3.4.3.1 Общие сведения

ВЧ каналы ММО, со встроенными в аппаратуру уплотнения модемами (для аналоговых каналов) и интерфейсных модулей (для цифровых каналов), могут иметь различные цифровые окончания: последовательные интерфейсы RS-232, RS-485, RS-422, Ethernet 10/100 Мбит/с, поток E1 (в соответствии с МСЭ-Т G.703.1). Рассмотрим специфику работы аналоговых и цифровых ВЧ каналов ММО.

В аналоговых каналах в основном применяются внешние модемы с тональными окончаниями. При встраивании модема в аппаратуру уплотнения схема построения системы похожа на применение внешнего модема, её общий случай представлен на рисунке 3.4.2: показан модем ММО, использующий ограниченный спектр ТЧ.

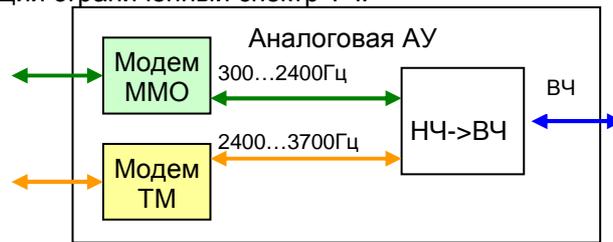


Рисунок 3.4.2. Общий случай схемы построения системы при встраивании модема в АУ

Пропускная способность на цифровом окончании модема ММО определяется характеристиками ТЧ окончания, рассмотренными в разделе «Тональный канал для внешних модемов ММО». Если не выбраны жесткие параметры соединения, то при установлении соединения модемы ММО согласуют оптимальные для текущего соотношения сигнал/шум параметры (см. рисунок 3.4.2): тип протокола и скорость передачи. При изменении сигнал/шум модемы автоматически согласуют новые параметры соединения. Скорость и формат данных на цифровом интерфейсе, как правило, устанавливаются исходя из требований оборудования, подключаемого к интерфейсу. Рассогласование скорости на цифровом интерфейсе и пропускной способности канала компенсируются управлением передачей на цифровом интерфейсе (сигналы CTS/RTS) или буферизацией данных в модеме с ограничением максимальной длины пакетов в режиме запрос/ответ.

В цифровых ВЧ каналах можно выделить две схемы реализации каналов ММО, которые могут в той или иной мере комбинироваться. Основным элементом схем организации цифровых каналов является мультиплексор. Рассмотрим два крайних случая: жесткий (фиксированное положение данных от всех окончаний в групповом цифровом потоке) и гибкий мультиплексор. Особенности мультиплексирования рассматриваются в разделе «каналы ММО», т.к. именно им свойственно высокое непостоянство необходимой пропускной способности.

На рисунке 3.4.3 представлена упрощенная схема цифровой АУ с жестким мультиплексором (рисунок 3.4.3, а) и распределение пропускной способности группового канала между пользовательскими каналами при различном соотношении сигнал/шум и, как следствие, различной пропускной способности группового канала (рисунок 3.4.3, б, в).

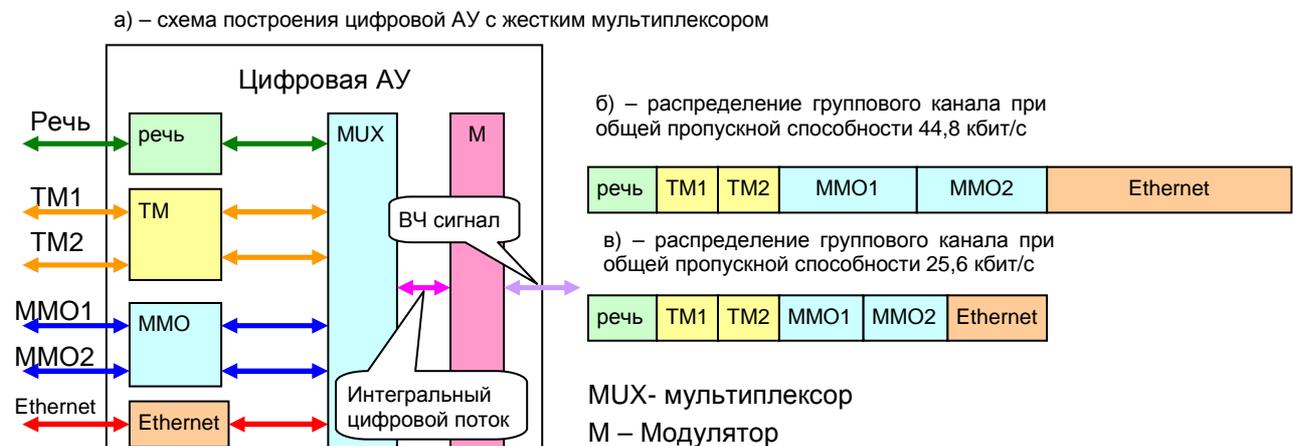


Рисунок 3.4.3 Упрощенная схема цифровой АУ

Необходимо обратить внимание:

- После начальной настройки (или перенастройки при изменении соотношения сигнал/шум в ВЧ тракте) вся пропускная способность группового цифрового потока жестко делится между пользовательскими каналами;
- Вне зависимости от активности пользовательских каналов (установлено или нет речевое соединение между абонентами, передаются или нет данные по каналам ММО) пропускная способность «простаивающих» каналов сохраняется, и в интегральном цифровом потоке передаются «пустые», неинформативные данные. Что очень похоже на работу аналоговой аппаратуры уплотнения;
- При уменьшении групповой пропускной способности, пропускная способность, выделенная на каналы речи и ТМ, не изменилась т.к. уменьшить её без потери функциональности нельзя;
- Основной плюс рассмотренной схемы построения – детерминированные параметры каждого из пользовательских каналов: пропускная способность, время передачи, время перехода канала из неактивного состояния в активное и т.п.

На рисунке 3.4.4 представлен гипертрофированный вариант схемы цифровой АУ состоящей из синхронного цифрового ВЧ модема, с внешним гибким (адаптивным) мультиплексором и внешним оборудованием пользовательских интерфейсов (рисунок 3.4.4, а). На рисунках 3.4.4 (б, в) представлено распределение пропускной способности группового канала между пользовательскими каналами при различной активности (загрузке) на пользовательских каналах.

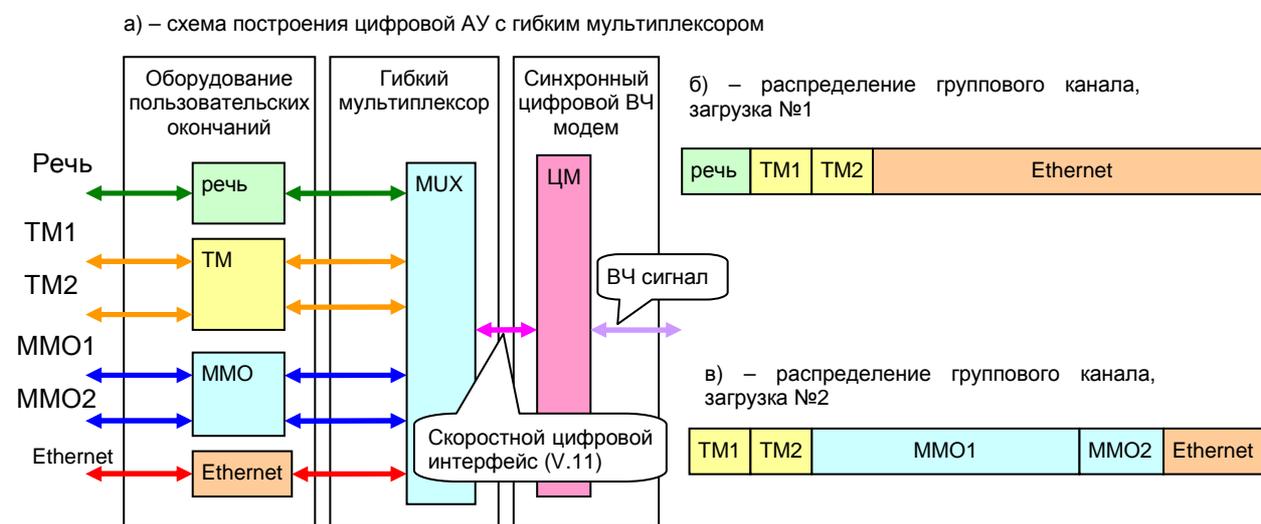


Рисунок 3.4.4

Особенности применения гибкого мультиплексора:

- Наличие у каналов пользовательских интерфейсов приоритетов позволяет упорядочить их конкуренцию за общий ресурс пропускной способности;
- Основной плюс рассматриваемой схемы построения – в резком повышении эффективности использования имеющегося ресурса пропускной способности: невостребованные в текущий момент каналы не занимают групповой канал передачи.
 - На рисунке 3.4.4, б: активны канал речи, ТМ1 и ТМ2, а каналы ММО1 и ММО2 – простаивают (весь дополнительный ресурс отдан Ethernet);
 - На рисунке 3.4.4, в: активны ТМ1, ТМ2 и ММО1, ММО2, которым отдан дополнительный ресурс, в том числе и за счет Ethernet.

Основными недостатками схемы можно считать сложность обеспечения параметров, характеризующих пользовательские каналы передачи: время передачи, пропускная способность и время перехода в активное состояние, в условиях, когда общий ресурс пропускной способности потребовался всем каналам одновременно, например, в условиях аварии.

В реальной аппаратуре цифрового уплотнения используются комбинации рассмотренных мультиплексоров (часть каналов имеет жестко распределенную часть ресурсов, а часть каналов может конкурировать за общий ресурс пропускной способности).

Учитывая рассмотренные выше схемы построения, рассмотрим особенности каналов ММО с различными цифровыми интерфейсами.

3.4.3.2 Каналы с интерфейсами RS-232, RS-422, RS-485

Введение

Взаимодействие межмашинного обмена (ММО) осуществляется через стыки (интерфейсы) ООД через аналоговый или цифровой ВЧ канал связи, образованный ОПД.

ООД – оконечное оборудование данных (DTE – Data Terminal Equipment). Это устройство, генерирующее или принимающее данные.

ОПД – оборудование передачи данных (DCE – Data Circuit-terminating Equipment). Это устройство, осуществляющее интерфейс между ООД и физической средой, т.е. в данном случае – встроенный в ВЧ оборудование модем (для аналоговых модемов) или интерфейсный модуль (для цифровых каналов).

Основная особенность работы каналов ММО с интерфейсами RS-232, RS-422, RS-485 – работа в стартстопном асинхронном режиме. Асинхронные протоколы разрабатывались для обмена данными между низкоскоростными стартстопными устройствами. Пользовательские данные могут оформляться в кадры, но байты в таких кадрах всегда отделяются друг от друга стартовыми и стоповыми сигналами.

Работа в стартстопном асинхронном режиме подразумевает также возможность производить дополнительную проверку посылки через контроль четности (паритет). К передаваемому байту добавляется еще один бит, дополняющий биты основного байта строго определенным образом. Например, пусть производится передача байта <1100 0101 >. Общее количество единиц равно четырем. Если используется четный паритет, то бит паритета будет равен 0, и общее количество единиц в этом байте будет по-прежнему четным числом. Если же используется нечетный паритет, то бит паритета будет равен 1. Общее количество единиц в этом случае, вместе с битом паритета, будет равно пяти, т. е. нечетному числу. Принимающее устройство производит те же вычисления и сравнивает число единиц в полученном байте. При несовпадении генерируется ошибка четности.

Рассмотрим подробнее характеристики, определяющие качество передачи в каналах передачи данных (ММО):

- Коэффициенты ошибок ES, SES, EFS;
- Время задержки в канале передачи.

А также общие характеристики, определяемые в стандартах и рекомендациях по интерфейсам DTE–DCE:

- Скорость и последовательность передачи;
- Функциональные и процедурные характеристики (номенклатура, категория цепей интерфейса, правила их взаимодействия);
- Электрические (величины напряжений, токов и сопротивлений) и механические характеристики (габариты, распределение контактов по цепям).

Протокольный уровень взаимодействия при межмашинном обмене (ММО) через асинхронные каналы с интерфейсами RS-232, RS-422, RS-485 – осуществляется в соответствии с ГОСТ Р МЭК 60870-5-101 и другими специфическими протоколами.

Общее описание

Согласно СТО типовые технические требования, цифровые интерфейсы каналов ММО (ПД) должны иметь следующие параметры: сопряжение с оконечным оборудованием данных должно осуществляться по стыкам RS-232C, RS-422, RS-485 в соответствии с ГОСТ 18145, рекомендации МСЭ-Т V.24/V.28. Ниже (таблица 3.4.2) приводятся сравнительные характеристики интерфейсов RS-232, RS-422 и RS-485.

Таблица 3.4.2. Сравнительные характеристики интерфейсов RS-232, RS-422 и RS-485

Стандартные параметры интерфейсов	RS-232	RS-422	RS-485
Тип разъема	DB-9	Не специфицирован	Не специфицирован
Рекомендация	МСЭ-Т V.24/V.28	МСЭ-Т V.11, X.27	ISO 8482
Рекомендуемые скорости	110, 300, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 34800, 57600 или 115200 бит/с		
Формат	Длина посылки: 6, 7 или 8 бит. Количество стоп-бит: 1 или 2. Паритет: выключен, включен - четный, нечетный, 1 или 0.		
Режим	Дуплексный	Полудуплексный	
Способ передачи сигнала	Однофазный	Дифференциальный	
Допустимое число передатчиков / приемников	1 / 1	1 / 10	32 / 32 (с учетом согласующих резисторов)
Максимальная длина кабеля	15 ⁸ м	1200 м	1200 ⁹ м
Максимальная скорость связи	460 кбит/с	10 Мбит/с	10 Мбит/с
Диапазон напряжений "1" передатчика	-3...-25 В	+2...+10 В	+1,5...+6 В
Диапазон напряжений "0" передатчика	+3...+25 В	-2...-10 В	-1,5...-6 В
Пороговый диапазон чувствительности приемника	±3В	±200 мВ	±200 мВ
Максимальный ток короткого замыкания драйвера	–	150 мА	250 мА
Допустимое сопротивление нагрузки передатчика	3...7 кОм	100 Ом	54 Ом
Входное сопротивление приемника (со стороны линии)	3...7 кОм	4 кОм	12 кОм
Максимальное время нарастания сигнала передатчика	–	10% такт. интервалов	30% такт. интервалов

⁸ На практике, в зависимости от качества применяемого кабеля, требуемое расстояние передачи данных в 15 метров может не достигаться, составляя, к примеру, порядка 1,5 м на скорости 115200 бод для неэкранированного кабеля. Это вызвано применением однофазных сигналов вместо дифференциальных, а также отсутствием требований по согласованию приёмника (и часто также передатчика) с линией.

⁹ Для организации связи на большее расстояние или подключения большего числа устройств, чем допускает нагрузочная способность передатчика, применяют специальные повторители (репитеры).

Особенности интерфейса RS-232

RS-232 – дуплексный интерфейс. RS-232 можно рассматривать как подмножество стыка V.24. Порты RS-232 реализуются при помощи стандартных разъемов: 25-контактный (ISO 2110) – сейчас практически не используется, и 9-контактный DB9 (рисунок 3.4.5, таблица 3.4.3).

В ВЧ связи часто используются не стандартизированные разъемы. В таблице 3.4.3, помимо линий входа и выхода данных, приведены сигналы аппаратного управления потоком данных (CTS/RTS) и специальных функций. В ВЧ связи, как правило, используются сигналы данных и CTS/RTS.

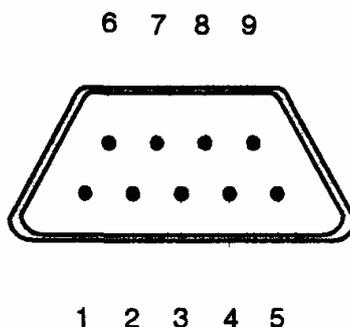


Рисунок 3.4.5. Механические контактные разъемы RS-232

Таблица 3.4.3. Назначение контактов разъема DB9.

Вывод	Описание		Направление
1	DCD – Data Carrier Detect	Обнаружение несущей	DTE←DCE
2	RXD – Received Data	Принимаемые данные	DTE←DCE
3	TXD – Transmitted Data	Передаваемые данные	DTE→DCE
4	DTR – Data Terminal Ready	Готовность DCE	DTE→DCE
5	GND – Logic Ground	Общий сигнальный провод.	–
6	DSR – Data Set Ready	Готовность DCE	DTE←DCE
7	RTS – Request To Send	Запрос передачи	DTE→DCE
8	CTS – Clear To Send	Готовность к передаче	DTE←DCE
9	RI – Ring indicator	Запрос на установку соединения от удаленного DCE	DTE←DCE

Особенности интерфейса RS-485

Сеть, построенная на интерфейсе RS-485, представляет собой приемопередатчики, соединенные при помощи витой пары – двух скрученных проводов. В основе интерфейса RS-485 лежит принцип дифференциальной (балансной) передачи данных (рисунок 3.4.6). Суть его заключается в передаче одного сигнала по двум проводам. Причем по одному проводу (условно А) идет оригинальный сигнал, а по другому (условно В) – его инверсная копия. Другими словами, если на одном проводе "1", то на другом "0" и наоборот. Таким образом, между двумя проводами витой пары всегда есть разность потенциалов: при "1" она положительна, при "0" – отрицательна.

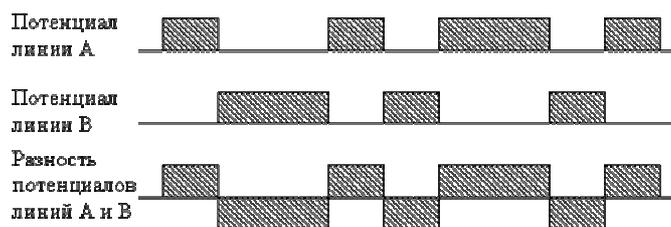


Рисунок 3.4.6. Дифференциальная (балансная) передача данных

Именно этой разностью потенциалов и передается сигнал. Такой способ передачи обеспечивает высокую устойчивость к синфазной помехе. Синфазной называют помеху, действующую на оба провода линии одинаково. К примеру, электромагнитная волна, проходя через участок линии связи, наводит в обоих проводах потенциал. Если сигнал передается потенциалом в одном проводе относительно общего, как в RS-232, то наводка на этот провод может исказить сигнал относительно хорошо поглощающего наводки общего провода ("земли"). Кроме того, на сопротивлении длинного общего провода будет падать разность потенциалов земель – дополнительный источник искажений. А при дифференциальной передаче искажения не происходит. В самом деле, если два провода пролегают близко друг к другу, да еще перевиты, то наводка на оба провода одинакова. Потенциал в обоих одинаково нагруженных проводах изменяется одинаково, при этом информативная разность потенциалов остается без изменений.

Особенности интерфейса RS-422

Стандарт определяет электрические характеристики симметричного цифрового интерфейса. Он предусматривает работу на более высоких, чем RS-232, скоростях (до 10 Мбит/с) и больших расстояниях (до 1000 м) в интерфейсе DTE–DCE. Для его практической реализации, в отличие от RS-232, требуется два физических провода на каждый сигнал. Реализация симметричных цепей обеспечивает наилучшие выходные характеристики. Подобно рекомендации V.28, данный стандарт является простым описанием электрических характеристик интерфейса и не определяет параметры сигналов, типы разъемов и протоколы управления передачей данных.

Способ передачи данных по интерфейсу RS-422 – дифференциальный (балансный), аналогичен интерфейсу RS-485.

Коэффициент ошибок: ES (для аналоговых и цифровых каналов ММО)

СТО по эксплуатации и типовые технические требования – устанавливают нормы на коэффициент ошибок в канале ММО:

- Коэффициент ошибок на интерфейсах встроенных модемов в аналоговом канале ПД (ММО) должен соответствовать необходимому для нормального функционирования системы, но не более 10^{-3} ;
- Нормы на параметры цифровых каналов ММО следующие: максимально допустимое число ошибок на бит в общем цифровом потоке при отсутствии особых требований не должно превышать 10^{-6} .

Речь в этих требованиях идет о BER (bit error rate). BER – частота битовых ошибок, коэффициент ошибок по битам – параметр, равный отношению числа битовых ошибок к общему числу бит, переданных за время проведения теста по каналу, находящемуся в состоянии готовности.

В аналоговых каналах ММО (ПД) наряду с флуктуационной помехой существуют импульсные помехи, которые вызывают пачки ошибок значительной длительности. А в цифровых каналах ММО (ПД) даже единичный сбой приводит к размножению ошибки.

Поэтому оценку качества таких каналов рекомендуется определять не через параметр BER, а через количество секунд с ошибками ES, количество секунд, пораженных ошибками SES (когда коэффициент ошибок хуже $1 \cdot 10^{-3}$), а также через время готовности и время неготовности цифрового канала.

Описание параметров ES и SES аналогичны таковым для каналов ТМ и рассмотрены в соответствующем разделе.

Максимально допустимые значения для аналоговых и цифровых каналов ММО, такие же, как и для цифровых каналов ТМ:

- Максимальное количество секунд с ошибками ES не должно быть более 1,2 % времени готовности канала, рекомендуемое время измерения – 1 час ;
- Максимальное количество секунд, пораженных ошибками SES, не должно быть более 0,03 % времени готовности канала, рекомендуемое время измерения – 6 часов.

Время задержки

Время задержки сигналов группового цифрового потока не должно превышать 100 мс. При наличии встроенных мультиплексоров, время задержки – мультиплексируемых сигналов различного назначения, включая канал сжатой речи, определяется производителем аппаратуры.

Соответствие (ГОСТ Р МЭК 60870-5-101-2006)

Особенности протокольного уровня передачи данных (ММО) в соответствии с ГОСТ Р МЭК 60870-5-101 и другими специфическими протоколами рассмотрены в соответствующем разделе, описывающем каналы ТМ.

Обратить внимание:

Для канала ММО необходимо дополнительно контролировать соответствие кадров, формируемых на приемной стороне, требованиям «неразрывности» (для кадров FT1.2 в соответствии с правилами передачи R3 между символами внутри одного кадра допускается интервал «спокойного» состояния длительностью не более одного бита). Для рассматриваемых стартопных асинхронных интерфейсов состояние «спокойствия» соответствует дополнительному стоповому биту.

Соответствие данному требованию может быть достигнуто двумя способами:

- На интерфейсах RS-232, RS-422, RS-485 устанавливается скорость меньшая или равная гарантированной скорости в ВЧ канале передачи ММО;
- Если скорость на интерфейсе установлена больше, чем в канале передачи – каналообразующее оборудование на стороне приема должно полностью принять пакет, соответствующий ГОСТ Р МЭК 60870-5-101, и только после этого выдать его в интерфейс.

3.4.3.3 Методы и методики измерения асинхронных каналов с интерфейсами RS-232, RS-422, RS-485

Общие вопросы

Для проверки ВЧ каналов ММО с интерфейсами RS-232, RS-422, RS-485, канал необходимо вывести из эксплуатации. Тестирование каналов должно производиться путем передачи тестовых посылок с одной стороны канала ММО, и проверки параметра ES на удаленной стороне (см. ниже). Скорость и формат передачи данных для измерительного оборудования выбирается аналогичным скорости и формату ООД и ОПД.

Если выбранная скорость для измерительного оборудования ниже скорости в ВЧ канале:

- Для дуплексных каналов (RS-232, RS-422): запустить передачу и прием одновременно;
- Для полудуплексных каналов (RS-485) поочередно в одну и другую сторону.

Если выбранная скорость для измерительного оборудования выше скорости в ВЧ канале:

- Для каналов RS-232, поддерживающих CTS/RTS – запустить одновременно передачу и прием с поддержкой CTS/RTS;
- Для каналов RS-232, RS-422, RS-485 без поддержки управления потоком:
 - Установить на измерительном оборудовании размер пакета данных (для протокола МЭК 60870-5-101-2006 это 256 бит) и обеспечить обмен данными по принципу запрос-ответ;
 - Установить на измерительном оборудовании минимальный размер пакета данных и использовать данный тест для измерения времени передачи: $(T_{\text{начала приема ответа}} - T_{\text{начала передачи}} - T_{\text{обработки на удаленном конце}})^{10} / 2$.

Как уже было сказано в разделе по ТМ, для расчета ES необходимо сначала произвести измерение количества ошибочных битов. Битовые ошибки подсчитываются только во время пребывания канала ММО в состоянии готовности.

Для организации измерений используется генератор и анализатор тестовой последовательности, подключенные к разным концам канала ММО. Между генератором и анализатором тестовой последовательности существует синхронизация по тестовой последовательности, т. е. процедура, в результате которой анализатор имеет возможность

¹⁰ Время от начала приема до начала выдачи ответного пакета.

предсказания следующего значения каждого принимаемого бита. В практике используются два типа тестовых последовательностей – фиксированные и псевдослучайные последовательности (ПСП, PRBS – Pseudorandom Binary Sequence).

Рекомендуемые тестовые последовательности (ПСП) представлены в таблице 3.4.3.

Таблица 3.4.3. Рекомендуемые тестовые последовательности (ПСП)

Тип последовательности	Рекомендуемое применение
$2e^9-1$	Для определения ошибок (при передаче данных по каналу ММО со скоростью не более 14,4 кбит/с).
$2e^{11}-1$	Для определения ошибок и джиттера (при передаче данных по каналу ММО со скоростью 64 кбит/с и $64 \times N$ кбит/с, где N – целое число).
$2e^{20}-1$	Для определения ошибок (при передаче по каналу ММО со скоростью не более 71 кбит/с).

Коэффициент ошибок: ES (для аналоговых и цифровых каналов ММО)

Методы и методики измерения ES представлены в соответствующем разделе для каналов ТМ.

Время передачи данных ММО

Метод и методика измерения времени передачи для асинхронных каналов с интерфейсами RS-232, RS-422, RS-485 аналогичны таковым для каналов телемеханики с цифровыми окончаниями.

Соответствие (ГОСТ Р МЭК 60870-5-101-2006)

Особенности протокольного уровня передачи данных (ММО) в соответствии с ГОСТ Р МЭК 60870-5-101 и другими специфическими протоколами рассмотрены в соответствующем разделе, описывающем каналы ТМ.

3.4.3.4 Ethernet

Общие сведения

Каналы ММО в качестве окончания могут иметь Ethernet интерфейс, который должен соответствовать требованиям IEEE 802.3 100 Base-TX Fast Ethernet. В общем случае может обеспечиваться подключение локальной вычислительной сети подстанции к сетям более высокого уровня. При этом в аппаратуре уплотнения может поддерживаться маршрутизация, преобразование адреса методом NAT, сетевые протоколы TCP/IP и UDP. При применении каналов ММО для передачи ТМ информации канал передачи должен соответствовать требованиям спецификации ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2006.

Так же, как в случае с другими каналами ММО, оценку качества аналоговых и цифровых каналов с интерфейсами Ethernet рекомендуется определять не через параметр BER, а через параметры:

- Количество секунд с ошибками ES;
- Количество секунд, пораженных ошибками SES (когда коэффициент ошибок хуже $1 \cdot 10^{-3}$);
- А также через время готовности и время неготовности цифрового канала.

Обеспечение гарантированного качества обслуживания (QoS – Quality of Service), характеризуется следующими параметрами: пропускная способность, уровень потерь кадров, задержка и предельная нагрузка. Эти параметры подвергаются тестированию в соответствии с методикой RFC 2544.

Для проверки достижимости определенного адреса внутри или за пределами сети используется инструмент Ping (Эхо-тест).

Специфической проверкой для ВЧ каналов передачи с Ethernet интерфейсами можно считать контроль соответствия ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2006.

Коэффициент ошибок: ES (для аналоговых и цифровых каналов ММО)

Описание параметров ES и SES и нормы по ним аналогичны таковым для каналов ТМ и рассмотрены в соответствующем разделе.

Соответствие RFC 2544

Методика RFC 2544 определяет набор тестов, которые используются при анализе и оценке важнейших характеристик сетевых устройств и каналов. Согласно этой методике, при тестировании рекомендуется проводить анализ, используя следующие основные размеры кадра: 64, 128, 256, 512, 1024, 1280 и 1518 байт. Благодаря предусмотренным возможностям анализа пропускной способности, предельной нагрузки, уровня потерь кадров и задержки, эта методика в настоящее время является стандартом «де-факто» для оценки производительности Ethernet-сетей. Тестируется работа сети как по протоколу TCP/IP, так и UDP.

Терминология, используемая в т.ч. в Методологии тестирования устройств для соединения сетей (RFC 2544), изложена в документе RFC 1242.

Стандартные тесты в соответствии с методикой RFC 2544:

- **Анализ пропускной способности (Throughput).** Этот тест проводится для определения максимально возможной скорости всех элементов сети;
- **Анализ задержки (Latency).** Этот тест применяется для анализа времени, которое необходимо кадру заданного размера, для прохождения от источника к получателю и обратно, к исходному элементу. Если время задержки изменяется, это может привести к проблемам в работе сервисов реального времени (например, при передаче речи или ТМ);
- **Анализ уровня потерь кадров (Frame Loss Rate).** Этот тест необходим для проверки способности сети (включая ВЧ канал) поддерживать приложения, которые работают в реальном времени (без возможности повторной передачи), так как большой процент потерь кадров приведёт к ухудшению качества сервиса;
- **Анализ предельной нагрузки (Back-to-back).** Тест позволяет оценить время, в течение которого устройство справляется с максимальной нагрузкой.

Проверка достижимости сетевого адреса

Проверка достижимости сетевого адреса необходима при проведении тестирования через маршрутизируемые сети. С их помощью можно обнаружить проблемы, связанные с конфигурацией сети, убедиться в достижимости узла сети, проверить работоспособность и оценить загруженность каналов передачи данных.

Соответствие (ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2006)

Правила стандарта ГОСТ Р МЭК 60870-5-104 представляют комбинацию прикладного уровня ГОСТ Р МЭК 870-5-101 и функций транспортного уровня, предусмотренных TCP/IP. Стандарт определяет применение открытого интерфейса TCP/IP для систем ТМ и ММО, использующих локальные вычислительные сети (LAN) или глобальные вычислительные сети (WAN), включая маршрутизаторы для передачи телеинформации между контролируемым пунктом (КП) и пунктом управления (ПУ). Рекомендуемая выборка из протокола TCP/IP (RFC 2200) представлена в разделе 4 стандарта ГОСТ Р МЭК 60870-5-104. ВЧ каналы с Ethernet интерфейсами должны соответствовать требованиям стандарта в части поддержки необходимых портов, временных параметров передачи, размерности буферизуемых пакетов и пропускной способности канала.

Каждый адрес TCP состоит из адреса IP и номера порта. Каждое присоединяемое устройство (в том числе и устройство ТМ или ММО), имеет свой собственный IP-адрес. Номер порта определен для всей системы. Для стандарта ГОСТ Р МЭК 60870-5-104 определен **порт 2404**. Это не разрешает использование данного порта для организации других трафиков сети передачи данных, вместе с тем не запрещает использование иных портов под трафик данного протокола.

Контролирующая станция – ПУ (Master) эквивалентна клиенту, контролируемая станция – КП (Slave) эквивалентна серверу. ГОСТ Р МЭК 870-1-1-93 (п.3) в представлении типовой иерархической структуры телемеханических связей для сети передачи определяет оборудование системы ТМ или ММО диспетчерского пункта как оборудование пункта управления (ПУ), оборудование системы ТМ или ММО энергообъекта как оборудования пункта контроля (КП). Пользовательское оборудование системного оператора ЕЭС (СО ЕЭС) всегда выполняет роль клиента (Master), пользовательское оборудование энергообъекта – роль сервера (Slave). Применение другого распределения ролей является нарушением стандарта.

Общие требования к каналу передачи

Основные требования к каналу передачи, определяющие качество обмена информацией по протоколу ГОСТ Р МЭК 60870-5-104, касаются следующих свойств сети:

- Пропускная способность;
- Задержки, возникающие при передаче (доставке) пакетов данных;
- Уровень готовности;
- Качество обслуживания.

Канал передачи, предназначенный для организации обмена информацией по протоколу ГОСТ Р МЭК 8670-5-104, должен обеспечивать выполнение «Общих требований к системам противоаварийной и режимной автоматики, релейной защиты и автоматики, телеметрической информации...»¹¹. В этом документе в частности указано:

- Суммарное время на измерение и передачу телеметрической информации (телеизмерений, телесигнализации) с объекта диспетчеризации в диспетчерский центр Системного оператора ЕЭС устанавливается требованиями подсистем системы оперативно-диспетчерского управления, использующих эту информацию, и должно лежать в пределах 1-2 секунд;
- Для автоматизированных систем управления, в том числе для передачи телеметрической информации и диспетчерских команд, технологическая связь должна иметь коэффициент готовности не менее 0,999 и время восстановления не более 11 минут в неделю.

¹¹ Общие требования к системам противоаварийной и режимной автоматики, релейной защиты и автоматики, телеметрической информации, технологической связи в ЕЭС России», утвержденные приказом ОАО РАО «ЕЭС России» от 11.02.2008 № 57.

Требования к пропускной способности. Наиболее критичными по пропускной способности канала связи являются моменты резкого изменения рабочего режима или аварии контролируемого объекта, а также передача полного объема телеизмерений и телесигнализации и данных ММО при выполнении функции «общий опрос станции». Требуемую пропускную способность канала связи необходимо рассчитывать для этих условий. Следует иметь в виду, что использование протокола ГОСТ Р МЭК 60870-5-104 вызывает необходимость передачи не только полезной информации, находящейся в теле кадров прикладного уровня, но и некоторые накладные (дополнительные) расходы трафика связи для передачи служебной информации заголовков кадров TCP/IP.

Требования к задержкам передачи информации в ВЧ каналах связи должны удовлетворять двум основным критериям:

- Быть существенно меньше требуемого нормативными документами времени доставки телеинформации (1-2 секунды) и данных ММО между распределенными объектами энергосистемы и диспетчерским пунктом;
- Не вносить сбои в регламент обмена между распределенными объектами энергосистемы и диспетчерским пунктом на канальном, транспортном и прикладном уровне.

Коэффициент ошибок в каналах технологической связи (согласно ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2006) должен определять, к какому периоду измерения и к какому показателю ошибок он относится. Каналы считаются соответствующими нормам, если показатели ошибок, а также показатели дрожания и дрейфа фазы в них соответствуют «Нормам на электрические параметры цифровых каналов и трактов магистральной и внутризональных первичных сетей ВСС России», утвержденным приказом Министерства связи Российской Федерации от 10.08.96 г № 92.

Как уже было сказано выше, оценку качества каналов ММО с интерфейсами Ethernet рекомендуется определять через количество секунд с ошибками ES, количество секунд, пораженных ошибками SES (когда коэффициент ошибок хуже $1 \cdot 10^{-3}$), а также через время готовности и время неготовности цифрового канала. Описание параметров ES и SES и нормы по ним аналогичны таковым для каналов ТМ и рассмотрены в соответствующем разделе.

Обеспечение качества обслуживания в канале передачи

Учитывая ограниченную пропускную способность ВЧ канала ММО с Ethernet интерфейсами, обработка всего трафика на равных правах может привести к различным проблемам в работе сервисов, использующих сеть передачи данных. Например, обмен телеметрической информацией между распределенными объектами энергосистемы и диспетчерским пунктом может быть временно заблокирован передачей через сеть большого файла, который займёт всю пропускную способность канала. В связи с этим, для достижения необходимых временных характеристик передачи телеметрической информации по протоколу ГОСТ Р МЭК 60870-5-104 необходимо гарантировать приоритетность телеметрического трафика над менее существенными потоками информации.

Данное требование можно реализовать посредством технологий «управления качеством сервиса» QoS (Quality of Service), гарантирующих требуемые: полосу пропускания, задержку, джиттер времени задержки, потери пакетов – для заданного типа трафика. Используемая для этого сервисная модель QoS «Integrated Service» (модель интегрированного обслуживания) обеспечивает сквозное (End-to-End) качество обслуживания, гарантируя необходимую пропускную способность. Вторая допустимая для передачи трафика по протоколу ГОСТ Р МЭК 60870-5-104 модель – Differentiated Service (DiffServ) (модель дифференцированного обслуживания) – реализует принцип разделения трафика по классам, для каждого из которых определяется свой уровень качества обслуживания.

3.4.3.5 Методы и методики измерения каналов с интерфейсом Ethernet

Коэффициент ошибок: ES (для аналоговых и цифровых каналов ММО)

Как уже было сказано в разделе по ТМ, для расчета ES необходимо сначала произвести измерение количества ошибочных битов. Битовые ошибки подсчитываются только во время пребывания канала ММО в состоянии готовности.

Для организации измерений используется генератор и анализатор тестовой последовательности, подключенные к разным концам канала ММО. Между генератором и анализатором тестовой последовательности существует синхронизация по тестовой последовательности, т.е. процедура, в результате которой анализатор имеет возможность предсказания следующего значения каждого принимаемого бита. В практике используются два типа тестовых последовательностей – фиксированные и псевдослучайные последовательности (ПСП, PRBS – Pseudorandom Binary Sequence).

Рекомендуемые тестовые последовательности (ПСП) представлены в таблице 3.4.3 раздела «Методы и методики измерения асинхронных каналов с интерфейсами RS 232, RS 422, RS-485».

Методы и методики измерения ES представлены в соответствующем разделе для каналов ТМ.

Стандартные тесты в соответствии с методикой RFC 2544

Для тестирования сетей по методике RFC 2544, а также для решения ряда других задач необходима **функция организации шлейфов** (перенаправление всего трафика, кадров или пакетов обратно) – **Loopback**. Функция Loopback позволяет выполнять тестирование сети без изменения её настроек.

При тестировании ведётся статистика по принимаемому и передаваемому трафику: на рисунке 3.4.7 показан фрагмент результатов измерений, произведенных с помощью анализатора релейщика AnCom P3A-Тест/GOOSE.

Ethernet Statistics	
Good Rx Frames:	9966729
Broadcast Rx Frames:	9966729
Multicast Rx Frames:	0
Pause Rx Frames:	0
Rx CRC Errors:	499
Rx Alien/Code Errors:	0
Oversize Rx Frames:	0
Rx Jabbers:	19
Undersize Rx Frames:	0
Rx Fragments:	0
Rx Octets:	2244592734
Tx-Rx Frame Difference:	22049

Good Tx Frames:	9988778
Broadcast Tx Frames:	9988778
Multicast Tx Frames:	0
Pause Tx Frames:	0
Deferred Tx Frames:	0
Collisions:	0
Single Collision Tx Frames:	0
Multiple Collision Tx Frames:	0
Excessive Collisions:	0
Late Collisions:	0
Tx Underrun:	0
Tx Octets:	2278063116
Carrier Sense Errors:	11222
Rx + Tx 64 Octet Frames:	0
Rx + Tx 65-127 Octet Frames:	0
Rx + Tx 128-255 Octet Frames:	0
Rx + Tx 256-511 Octet Frames:	0
Rx + Tx 512-1023 Octet Frames:	0
Rx + Tx 1024 Up Octet Frames:	19956006
Net Octets:	228523508
Rx Start of Frame Overruns:	0
Rx Middle of Frame Overruns:	0
Rx DMA Overruns:	0

Рисунок 3.4.7. Пример статистики по принимаемому и передаваемому трафику

Анализ пропускной способности (Throughput)

Этот тест проводится для определения максимально возможной скорости коммутации для сетевых элементов, которые располагаются в транспортных сетях Ethernet.

- Пропускная способность – максимальная скорость передачи данных, на которой количество тестирующих кадров (кадр = дейтаграмма = пакет), прошедших через канал передачи, равно количеству отправленных кадров;
- При анализе пропускной способности некоторое количество пакетов с минимальным (в настройках тестового оборудования) межкадровым интервалом передается в канал передачи (рисунок 3.4.8);

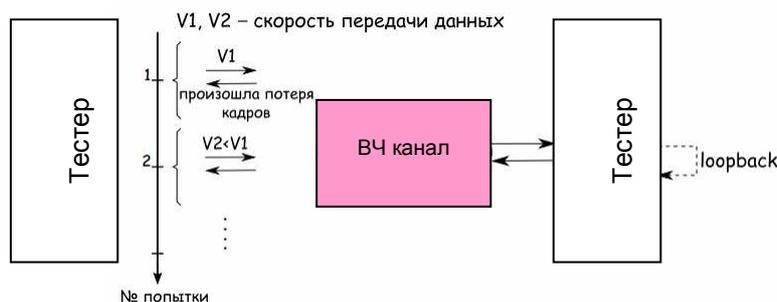


Рисунок 3.4.8. Анализ пропускной способности (Throughput)

- Затем подсчитывается количество пакетов, пришедших из этого же канала;
- Если оно оказывается меньше количества переданных пакетов, то межкадровый интервал увеличивается и тест выполняется снова;
- Примечание: зависимость между межкадровым интервалом и нагрузкой является обратной, поэтому большим значениям межкадрового интервала соответствуют меньшие значения нагрузки.

Анализ задержки (Latency)

Этот тест применяется для анализа времени, которое необходимо кадру для прохождения от источника к получателю и обратно, к исходному элементу. Если время задержки изменяется, это может привести к проблемам в работе сервисов реального времени.

- При анализе задержки сначала определяется пропускная способность канала для вышеперечисленных размеров кадра. Для каждого размера пакета на соответствующей ему максимальной скорости посылается поток кадров по определённому адресу. Минимальная длительность тестового потока – 120 с (разумное ограничение максимальной длительности – до 1 часа);
- Через некоторое время в один пакет вставляется метка определённого формата. На передающей стороне записывается значение T_a – времени, к которому пакет с меткой был полностью передан. На приёмной стороне определяется метка и записывается значение T_b – времени приёма пакета с меткой (рисунок 3.4.9);

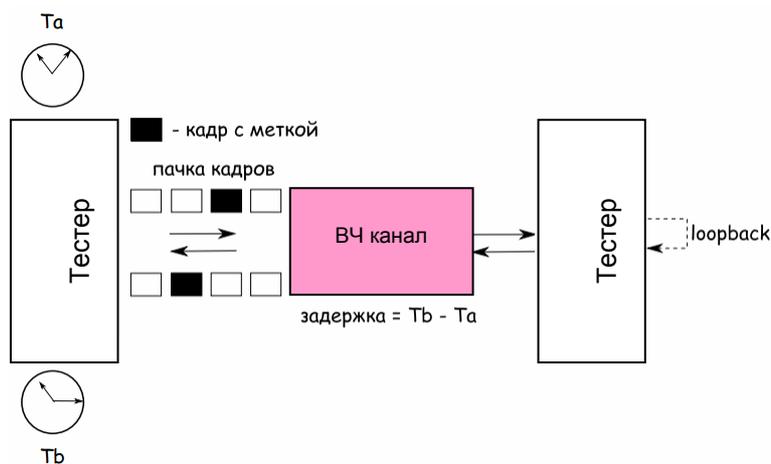


Рисунок 3.4.9. Анализ задержки (Latency)

- Задержка (Latency) – это разница ($T_b - T_a$). Этот тест повторяется не менее 20 раз. По результатам анализа вычисляется средняя задержка.

Анализ уровня потерь кадров (Frame Loss Rate)

Этот тест необходим для проверки способности канал поддерживать приложения, которые работают в реальном времени (без возможности повторной передачи), так как большой процент потерь кадров приведёт к ухудшению качества сервиса.

- Анализ уровня потерь кадров позволяет рассчитать процент кадров, которые не были переданы сетевым элементом при постоянной нагрузке из-за недостатка аппаратных ресурсов;
- При анализе уровня потерь кадров в канал на определённой скорости посылается некоторое количество кадров (input count) и подсчитывается количество пакетов, пришедших из этого же канала (рисунок 3.4.10);
- Уровень потерь кадров рассчитывается по формуле: $[100 \times (\text{input count} - \text{output count})] / (\text{input count})$;
- Первая попытка должна осуществляться на скорости, максимальной для данного соединения;
- Следующая попытка должна проходить на скорости, составляющей 90 % от максимальной, затем на скорости, составляющей 80 % от максимальной;
- Испытания повторяют, уменьшая скорость тестового потока на 10 % (возможен меньший шаг), до тех пор, пока в двух попытках подряд не будет потеряно ни одного кадра.

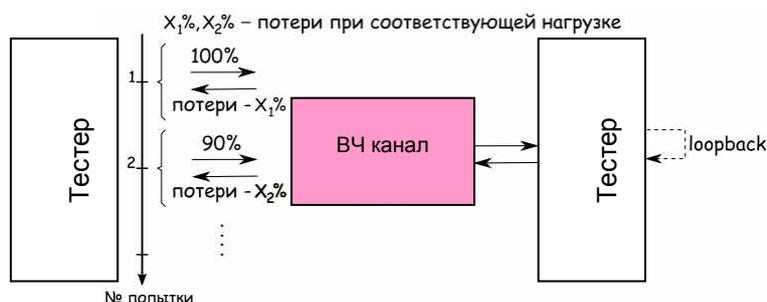


Рисунок 3.4.10. Анализ уровня потерь кадров (Frame Loss Rate)

Анализ предельной нагрузки (Back-to-back)

Тест позволяет оценить время, в течение которого устройство справляется с максимальной нагрузкой.

- При анализе неравномерности передачи данных в канал отсылаются кадры с минимальной (в настройках тестового оборудования) межкадровой задержкой и подсчитывается количество пакетов, пришедших из этого же канала (рисунок 3.4.11);
- Если количество отправленных кадров равно количеству принятых кадров, то время, в течение которого отправляются кадры, увеличивается, и тест повторяется (пока в двух попытках подряд не будет потеряно ни одного кадра);
- Если же количество принятых пакетов меньше числа отправленных, то время уменьшается и тест повторяется.

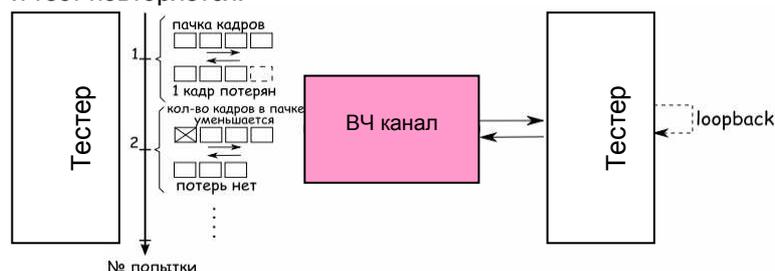


Рисунок 3.4.11. Анализ предельной нагрузки (Back-to-back)

Проверка достижимости сетевого адреса: эхо-запрос (Ping)

Инструмент Ping (эхо-тестирование) используется для проверки достижимости определённого адреса внутри или за пределами подсети. Программа посылает запросы заданному узлу сети и фиксирует поступающие ответы. Эта процедура основывается на IP- и ICMP-протоколах пересылки дейтаграмм, позволяет проверить работоспособность и определить загруженность каналов передачи данных в условиях передачи реального трафика.

Настройки теста Ping

- Выбор порта, с которого будет осуществляться передача данных;
- IP-адрес узла, достижимость которого необходимо проверить;
- Размер отправляемого кадра в байтах;
- Количество отправляемых пакетов;
- Время ожидания ответа на эхо-запрос (мс);
- Время между отправкой двух последовательных запросов (мс).

Результаты теста Ping

- IP-адрес, с которого пришёл ответ на эхо-запрос;
- Порядковый номер пакета;
- Время между отправкой запроса и получением ответа.

Статистика теста Ping: отображается информация о минимальном, среднем, максимальном времени между отправкой запроса и получением ответа, а также о количестве переданных, принятых, потерянных и повторных (с одинаковым порядковым номером) пакетов.

Диагностика и мониторинг канала передачи

Каналы передачи ММО с Ethernet интерфейсами могут эффективно диагностироваться при мониторинге реального (или тестового) трафика в канале, что повышает эффективность использования и доступности сети для приложений ТМ и ММО. Организация мониторинга обеспечивается подключением измерительного оборудования к одному из портов коммутатора (Switch), к которому подключено Ethernet окончание ВЧ канала.

Рассмотренная схема обеспечивает мониторинг – «подсматривание» за различными текущими показателями работы канала передачи данных:

- Мгновенные и средние суммарные объемы передаваемых и принимаемых данных за определённый период;
- Количество ошибок разного типа;
- Задержки прохождения пакетов по каналу;
- Величина джиттера времени передачи пакетов в канале.

Диагностика (выявление причин возникающих в канале сбоев) может быть разделена на следующие этапы: регистрация проблемы, по возможности её изолирование, диагностика причины и устранение.

На каждом из этапов устранения сбоя могут использоваться специальные аппаратные и программные средства, помогающие выявить или устранить проблему – анализаторы кабельной инфраструктуры и протоколов, средства конфигурирования сетевого оборудования и т.д.

Наиболее сложным случаем является диагностика нерегулярно возникающего сбоя. Для этого необходимо осуществлять постоянный мониторинг, сбор и архивирование данных о параметрах работы канала, в том числе при помощи внешнего специализированного измерительного оборудования. Это поможет выявить «профиль» трафика, проходящего через сеть в момент возникновения сбоя. Возможно, окажется, что время от времени другие приложения создают дополнительную нагрузку на маршрутизатор и это приводит к разрыву соединений или ухудшению качества передачи данных ТМ или ММО вследствие потери пакетов.

Время передачи цифрового потока

Метод и методика измерения времени передачи цифрового потока для каналов с интерфейсом Ethernet аналогичны таковым для каналов передачи сигналов команд РЗ и ПА с Ethernet интерфейсом

3.4.3.6 Интерфейс E1 (G.703.1)

Общее описание потока E1 представлено в разделе «Поток E1 – окончание каналов передачи речи». В каналах ММО (ПД) могут быть использованы как неструктурированные потоки E1 (Unframed E1, G.703 не имеет цикловой структуры разделения на каналы), так и структурированные потоки E1.

Основная особенность применения окончания E1 для передачи данных по ВЧ каналам связана с относительно высокой скоростью в потоке E1 (2048 кБит/с – для неструктурированного потока и 64 кБит/с – при использовании одного тайм слота в структурированном потоке). Если скорость в ВЧ канале выше 64 кБит/с – может быть реализован прозрачный режим передачи данных. Если скорость в ВЧ канале ниже 64 кБит/с, или применяется неструктурированный поток данных (2048 кБит/с на интерфейсе) – необходимо на уровне синхронного битового потока E1 поддерживать протокол канального уровня. Наиболее логичным выглядит применение протокола ГОСТ Р МЭК 60870-5-101, ориентированного на выделение начала и завершения кадров за счет таймаутов.

3.4.3.7 Методы и методики измерения каналов ММО с интерфейсом E1

При организации прозрачного канала передачи данных (рисунок 3.4.12) на скорости 64 кБит/с – для проверки необходимо использовать тестовую последовательность $2e^{11}-1$ и фиксировать коэффициент ошибок ES, который должен соответствовать следующим нормам:

- Максимальное количество секунд с ошибками ES не должно быть более 1,2 % времени готовности канала, рекомендуемое время измерения – 1 час ;
- Максимальное количество секунд, пораженных ошибками SES, не должно быть более 0,03 % времени готовности канала, рекомендуемое время измерения – 6 часов.

Тестовая посылка, ПСП $2e^{11}-1$, формируется анализатором AnCom E-9 в соответствии с РЭ на анализатор, раздел «Передатчик и приемник испытательной последовательности» (рисунок 3.4.13), и передается в свободном не служебном тайм слоте (КИ).

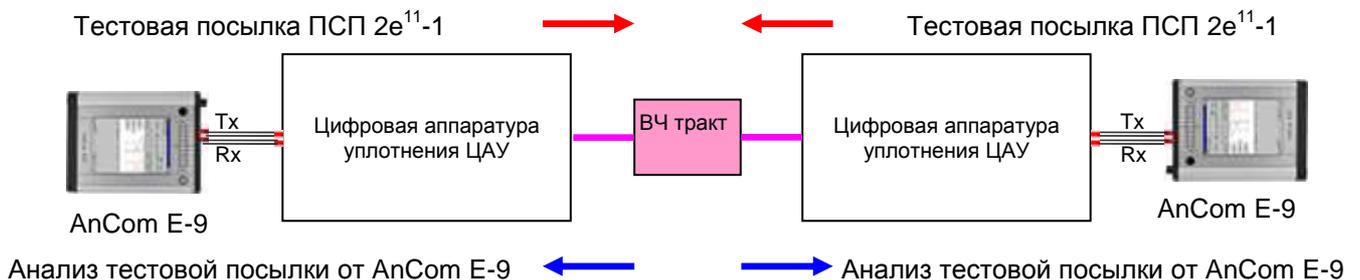


Рисунок 3.4.12. Подключение анализаторов AnCom при измерениях потока E1 на скорости 64 кБит/с

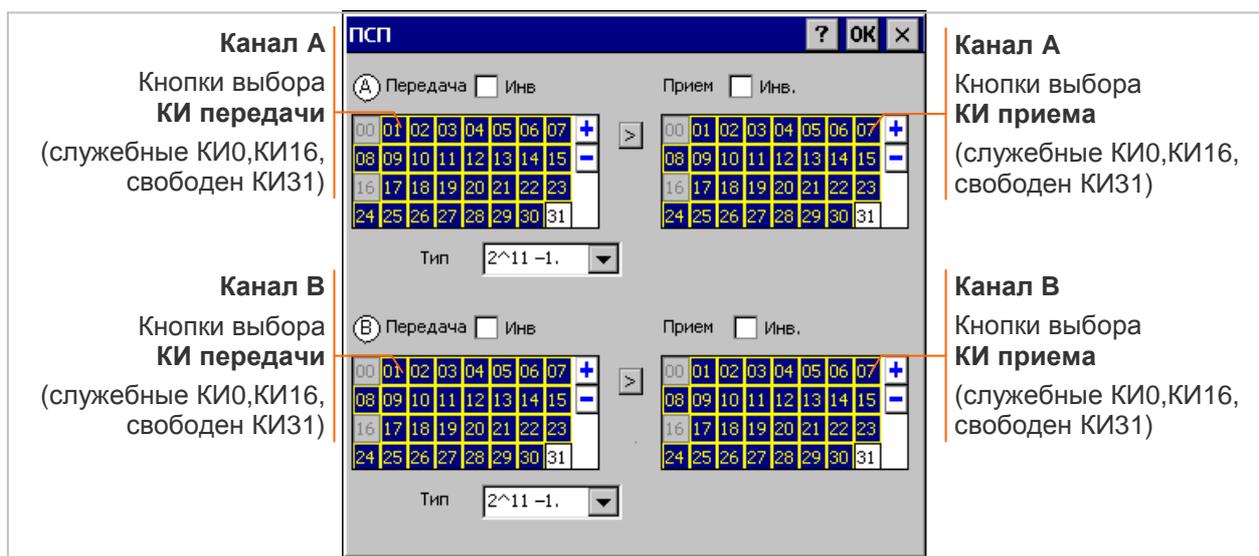


Рисунок 3.4.13. Окно настройки передатчика и приемника испытательной битовой последовательности

Для контроля ВЧ каналов, интерфейсная скорость которых выше канальной скорости, необходимо применение специализированного оборудования, обеспечивающего в рамках протокола, используемого в конкретном оборудовании:

- Формирование в кадрах ПСП $2e^{11-1}$;
- Анализ кадров на приемной стороне и вычисление коэффициент ошибок ES;
- Контроль должен осуществляться по небалансной схеме запрос-ответ.

Для всех видов каналов должен осуществляться контроль общих характеристик потока E1, рассмотренный в разделе «Методы и методики измерения параметров качества речи на окончаниях потока E1».

Измерение времени передачи данных

После вывода канала из эксплуатации, собрать схему измерения времени передачи данных, изображенную на рисунке 3.2.14.

Для измерения времени передачи данных необходимо, чтобы работа Анализатора AnCom E-9, формирующего данные, и Анализатора AnCom E-9, принимающего данные, была синхронизирована. Синхронизация на Анализаторах AnCom E-9 обеспечивается внешним Устройством синхронизации AnCom P3A-Тест/GPS. В зависимости от размера данных, начало формирования данных задается метками PPS/PPM/PPH, формируемыми AnCom P3A-Тест/GPS. Время передачи измеряется в двух направлениях от AnCom E-9 (1) к AnCom E-9 (2) и от AnCom E-9 (2) к AnCom E-9 (1). Результатом измерения времени передачи данных, сформированных по 10 раз в каждом направлении, является: среднее время передачи данных для каждого из двух направлений, разброс времени передачи данных для каждого из двух направлений.

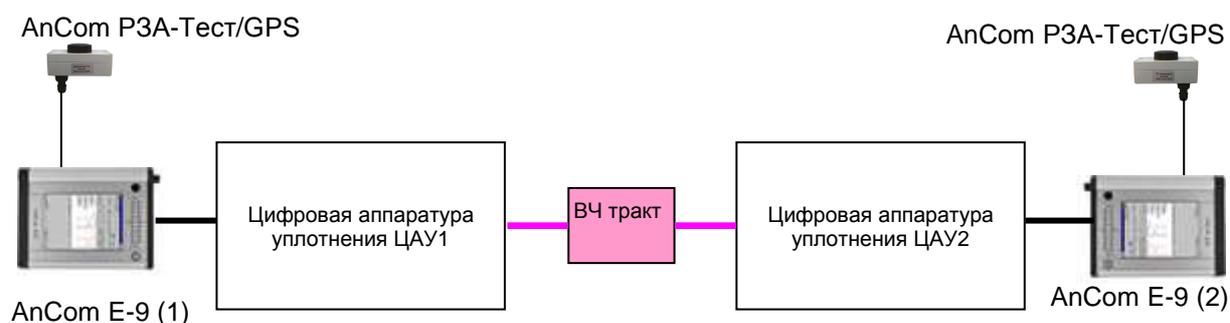


Рисунок 3.4.14 Схема измерения времени передачи данных

3.4.4 Особенности составных каналов передачи ММО

При организации составных ВЧ каналов с переприемами необходимо учитывать следующие особенности:

- Аналоговые каналы ММО с переприемом по четырехпроводным ТЧ окончаниям: в составном канале происходит накопление помех и искажений со всех транзитных участков канала и оборудования переприема, что, в большинстве случаев, ограничивает количество транзитных участков;
- Цифровые и аналоговые каналы ММО с переприемом по цифровым интерфейсам (RS-232):
 - Возможна работа в дуплексном режиме. Скорость на интерфейсах в точке переприема должна устанавливаться одинаковой;
 - Если скорость на различных участках канала не совпадает – результирующая скорость будет определяться как минимальная на каждом из участков с синхронизацией разницы скоростей за счет управления потоком данных (аппаратные сигналы CTS/RTS);
- Цифровые каналы ММО с переприемом по Ethernet: реализуется на базе интеллектуальных коммутаторов (switch, переключатель). Наиболее простой метод – использование механизма VLAN.

Нормы, методы и методики измерения составного ВЧ канала ММО аналогичны применяемым соответственно для простых аналоговых и цифровых каналов. Как правило, проверяется весь составной канал, а контроль участков осуществляется только при поиске неисправностей.

3.5 Канал передачи факсов

3.5.1 Общее представление

Факсимильная связь — телекоммуникационная технология передачи изображений электрическими сигналами. Факс (Fax, сокращение от facsimile - "сделай подобным образом", "сделай подобное"). Основными каналами связи для передачи факсов являются стандартные телефонные коммутируемые линии с характерной для них полосой пропускания от 0,3 до 3,4 кГц (протокол сессии МСЭ-Т Т.30, протокол передачи графического образа МСЭ-Т Т.4).

Для передачи факсов по каналам VoIP разработан протокол Fax Relay – МСЭ-Т Т.38 (инкапсулирующий протокол Т.30) или применяется технология PCM Switchover – «прозрачный канал», обеспечивающая при передаче факса переход на кодек G.711 64 кбит/с. Факс аппараты подключаются через IP-шлюзы или применяются факс сервера. Для передачи факсов по электронной почте используется протокол МСЭ-Т Т.37 – Store-and-Forward Fax (передача факсимильной информации с промежуточным хранением).

Особенность факс технологии – высокая интеграция с каналами передачи речи, в рамках одного сеанса связи может быть несколько переключений речь – факс – речь.

Для понимания особенностей передачи факсов через ВЧ канал рассмотрим подробнее факсимильную сессию Т.30, представленную на рисунке 3.5.1:



Рисунок 3.5.1. Сессия передачи факса (МСЭ-Т Т.30).

- Фаза А. Установление голосового соединения. Переход в факс режим по сигналу 1100 Гц (длительность 0,5 с, пауза 3 с) от вызывающего или 2100 Гц от вызываемого (длительность 2,6 – 4 с);
- Фаза Б. Согласование между факс-аппаратами параметров фазы передачи изображения. Для обмена используется протокол МСЭ-Т V.21 (300 бит/с). Согласовываются:
 - Тип протокола передачи изображения:
 - МСЭ-Т V.27 (2400 и 4800 бит/с) – встречается в старых факсах,
 - МСЭ-Т V.29 (4800, 7200 и 9600 бит/с) – наиболее распространен,
 - МСЭ-Т V.17 (7200, 9600, 12000 и 14400 бит/с),
 - МСЭ-Т V.35fax (от 2400 бит/с до 33600 бит/с, шаг 2400) – расширение протокола Т.30;
 - Параметры коррекции ошибок;
 - Параметры передаваемого изображения (максимальная длина страницы, время сканирования полосы, разрешение изображения и т.п.);

- Идентификация сторон;
- Дополнительные и нестандартные функции;
- Осуществляется тренировочная проверка канала связи;
- Фаза С. Построчная передача изображения в формате TIFF-F (протокол МСЭ-Т Т.4);
- Фаза Д. Сообщение о завершении передачи и подтверждение;
- Фаза Е. Возвращение к голосовому вызову с последующим разговором и/или разрывом соединения.

3.5.2 Особенности передачи факсов через аналоговый ВЧ канал

При организации передачи факсов через аналоговый ВЧ канал фактически используется канал передачи речи (тональные окончания и поток Е1). Основное требование к каналу – эффективно передаваемая полоса частот должна быть 300 – 3400 Гц. Особенность применения связана с организацией факсимильной сессии Т.30:

- Согласование протокола передачи происходит на относительно помехозащищенном протоколе V.21 и факсимильные аппараты могут «договориться» о работе на высокой скорости – недостижимой в условиях помех ВЧ канала;
- А процесс пересогласования скорости либо очень длителен, либо завершается разрывом факсимильной сессии.

Рецепт: старые факсы, поддерживающие только низкие скорости, на аналоговом ВЧ канале будут работать надежнее.

3.5.3 Особенности передачи факсов через цифровой ВЧ канал

Канал передачи факсов через цифровой ВЧ канал в рамках одного соединения должен обеспечивать как голосовую связь, так и передачу факсов. Поэтому методы промежуточного хранения при передаче факсимильной информации (МСЭ-Т Т.37) не применяются, и используется речевой канал. Пропускная способность речевого канала, как правило, менее 9,6кбит/с, что не позволяет использовать кодек G.711 (64 кбит/с), обеспечивающий прозрачный канал передачи факсов, а применяемые речевые кодеки не пропускают факсимильный сигнал.

Для передачи факсимильных сообщений необходимо на тональных окончаниях и в потоке Е1:

- Поддерживать анализ сигналов фазы «А» протокола Т.30 и прозрачно передавать их на удаленную сторону;
- В рамках фазы «Б» необходимо декодировать сигнал, передаваемый по протоколу V.21 и транслировать команды в цифровой форме с обратным преобразованием в V.21 на удаленной стороне;
- На фазе «С», так же необходимо декодировать сигнал, но реализация общего случая поддержки различных протоколов затруднена. Декодированный сигнал будет передаваться по цифровому каналу с пропускной способностью менее 9,6 кбит/с, следовательно, необходимо ограничить скорость передачи на уровне 4,8 кбит/с:
 - Или соответствующей настройкой факс аппаратов;
 - Или анализом протокола фазы «Б» с «подстановкой» ограничения скорости, а еще лучше – и протокола обмена;
- Фаза «Д» аналогична фазе «Б».

При эксплуатации каналов передачи факсов через цифровой ВЧ канал могут возникнуть вопросы, связанные с полнотой и корректностью реализации фаз «Б» и «С» в ВЧ оборудовании, что может выражаться в не совместимости оборудования с некоторыми моделями факс аппаратов.

3.5.4 Методы и методика измерения каналов передачи факсов

Для контроля каналов передачи факсов существуют специализированные анализаторы, например, анализатор факсов Т.30/Т.38 DataProb. Использование дополнительной опции FaxSend позволяет расширить возможности DataProbe в область генерации трафика Т.30 с известными характеристиками качества и варьированием разных параметров протокола.

Анализаторы, аналогичные DataProb, позволяют осуществлять тестирование, как каналов передачи факсов, так и самого оборудования факсимильной связи, но скорее являются лабораторным, а не эксплуатационным оборудованием.

При эксплуатационном контроле основным методом проверки может являться только многократная непосредственная передача факс-копий через ВЧ канал передачи факсов с использованием штатных факс аппаратов. Только такой метод позволяет проверить совокупность особенностей организации канала передачи факсов, самих факс аппаратов и совместимости их настроек.

3.6 Канал передачи сигналов команд РЗ и ПА

3.6.1 Общие сведения

Передача команд Релейной Защиты (РЗ) и Противоаварийной Автоматики (ПА) осуществляется по каналам связи: высокочастотным (ВЧ), низкочастотным (НЧ), выделенным оптоволоконным линиям связи (ВОЛС), цифровым потоком Е1.

В текущем разделе для передачи команд РЗ и ПА рассматривается ВЧ канал связи.

Общий подход к передаче команд РЗ и ПА по ВЧ каналу связи: на одном конце ВЧ канала связи устанавливается передатчик, на другом - приемник. Передатчик может передавать по ВЧ каналу связи несколько различных команд, а приемник, соответственно, может их принимать и определять, какой именно сигнал принят.

Принципы передачи команд РЗ и ПА по ВЧ каналу связи:

- Релейный, передатчик получает на вход команду (K_1, K_2, \dots, K_n), сформированную устройством РЗ или ПА замыканием контакта реле (электронного или электромеханического), и передает ее по ВЧ каналу связи приемнику. Приемник принимает переданную команду и у него на выходе срабатывает реле (P_1, P_2, \dots, P_n), соответствующее принятой команде (рисунок 3.6.1).



Рисунок 3.6.1 Релейный принцип передачи команд РЗ и ПА по ВЧ каналу связи

- В соответствии с МЭК 61850, через Ethernet интерфейс (рисунок 3.6.2). Описание ВЧ канала передачи сигналов команд РЗ и ПА с Ethernet интерфейсом будет рассмотрено в разделе 3.7 «Канал передачи сигналов команд РЗ и ПА с Ethernet интерфейсом (цифровые подстанции МЭК 16850)».



Рисунок 3.6.2 Принцип передачи команд РЗ и ПА в соответствии с МЭК 61850 по ВЧ каналу связи

Релейная защита может базироваться на передаче по ВЧ каналу связи блокирующих, разрешающих или телеотключающих команд. При КЗ на не защищаемой линии (внешнем КЗ) передается блокирующая команда. Разрешающая и телеотключающая команды передаются при наличии КЗ на защищаемой линии. Подробное описание передаваемых команд можно найти в учебнике «Высокочастотная связь по линиям электропередачи» Микуцкого Г.Н. и Скитальцева В.С.

Как было сказано в Главе 2, аппаратура связи с передачей команд РЗ и ПА может быть разделена на две части: формирующая часть (ФЧ) и каналообразующая часть (КОЧ). Обе части аппаратуры могут размещаться как в одном корпусе – совмещенное исполнение, так и в различных корпусах – разнесенное исполнение. При разнесенном исполнении соединение формирующей и каналообразующей аппаратуры организовано через оптическую линию связи или ТЧ канал, рисунок 3.6.3.

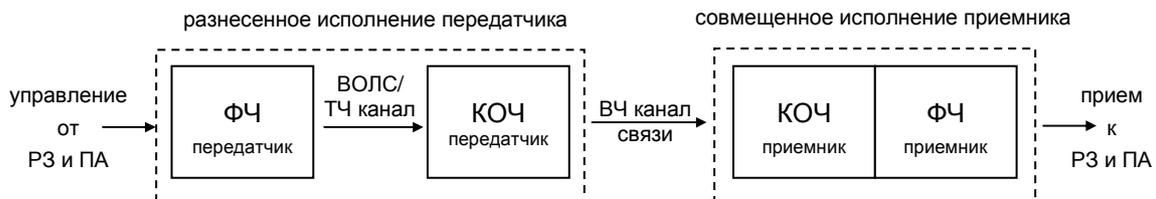


Рисунок 3.6.3 Исполнения аппаратуры связи с передачей команд РЗ и ПА

Из-за того что источник и приемник сигнала могут быть не связаны одной ВЛ, команды ПА часто должны передаваться по цепочке, при этом на промежуточных подстанциях должна обеспечиваться трансляция транзитных команд ПА, рисунок 3.6.4. Трансляция команд ПА происходит при соединении выхода приемника со входом передатчика через:

- Интерфейс цифрового стыка RS-422;
- ТЧ интерфейс в аналоговой форме;
- Релейный пере прием;
- Линии оптической связи.

Измерение параметров интерфейсов пере приема команд будет приведено в следующих редакциях брошюры.

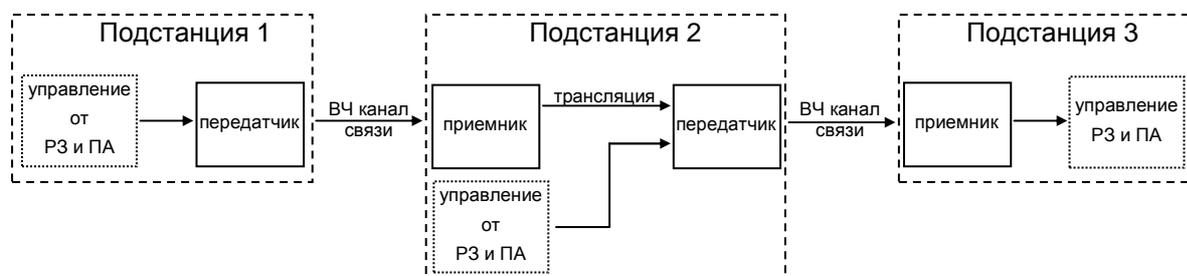


Рисунок 3.6.4 Трансляция транзитных команд ПА

Команды РЗ и ПА делятся на две группы: группа «А» высшего приоритета, как правило, команды РЗ; группа «Б», как правило, команды ПА – и передаются в соответствии с заранее настроенным приоритетом.

3.6.2 Характеристики входных окончаний передатчика

Передача команды должна производиться при подаче управляющего воздействия постоянного тока (на индивидуальный вход каждой команды):

- 220 В (порог срабатывания от 158 до 170 В);
- 110 В (порог срабатывания от 79 до 85 В);

при этом ток потребления каждой цепью управления, при номинальном напряжении, должен быть в пределах 20...25 мА.

Для повышения помехоустойчивости:

- Входы передатчика должны иметь защиту от дребезга;
- Возможно использование «очищающего импульса», предназначенного для разрушения оксидной пленки внешних контактов. Ток «очищающего импульса» должен быть не менее 30мА, в течение 10мс. Примеры «очищающих импульсов» изображены на рисунке 3.6.5.

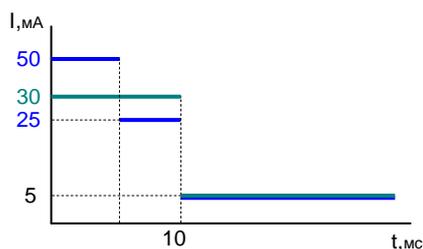


Рисунок 3.6.5 Примеры «очищающих импульсов»

Для каждой команды необходимо иметь возможность введения задержки на начало передачи команды в пределах от 0 до 20 мс с шагом 1 мс. При этом длительность управляющего воздействия на входе передатчика должна быть больше длительности задержки не менее чем на 1мс. На время проверки времени передачи команды, задержку на начало передачи необходимо установить равной нулю.

Передатчик должен поддерживать следующие режимы передачи команд групп «А» и «Б»:

- С запоминанием управляющего импульса и передачей команд в течение настраиваемого интервала времени от 10 до 100 мс с шагом 10мс;

- В течение времени наличия напряжения на управляющем входе (для последней команды группы «Б»):
 - Без ограничения по времени;
 - С ограничением по времени, настраиваемым в пределах от 3 до 15с.

При одновременном появлении нескольких управляющих воздействий на входах передатчика, должно обеспечиваться запоминание и поочередная передача команд согласно заранее настроенному приоритету.

Примеры формирования управляющего воздействия для передатчика:

- Управляющее воздействие для передатчика формируется при помощи внутреннего источника напряжения передатчика и релейного управления от аппаратуры РЗ и ПА, рисунок 3.6.6

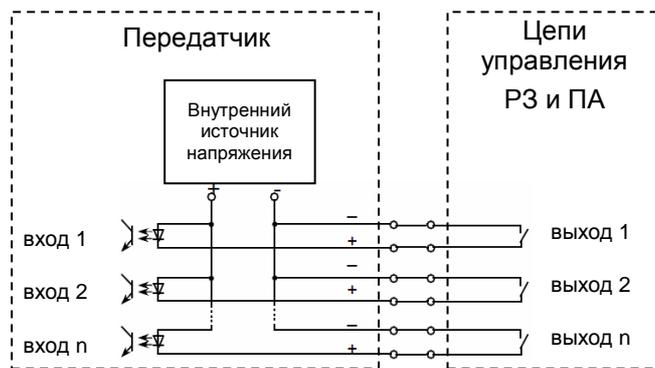


Рисунок 3.6.6 Пример формирования управляющего воздействия

- Управляющее воздействие для передатчика формируется при помощи внешнего источника напряжения и транзисторного управления от аппаратуры РЗ и ПА, рисунок 3.6.7.

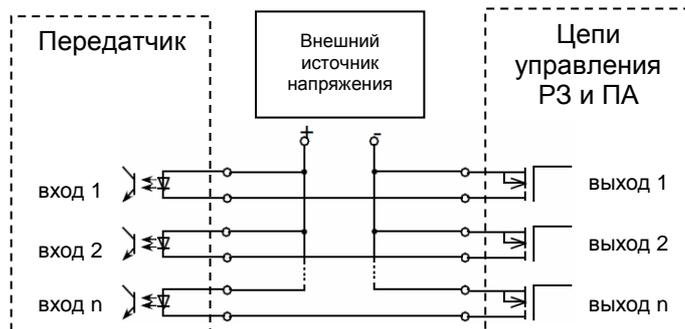


Рисунок 3.6.7 Пример формирования управляющего воздействия

3.6.3 Характеристики выходных окончаний приемника

Приемник обеспечивает исполнение команд, замыканием двух выходных цепей, изолированных от корпуса и между собой. Выходные цепи должны коммутировать постоянное напряжение не менее 220/250 В при токе не менее 0,25/0,2 А. и индуктивной нагрузке с постоянной времени не менее 0,05 с.

Одной из важнейших характеристик приемника является высокая помехозащищенность при действии помех на линии. Для повышения помехозащищенности в приемнике для каждой команды должна быть возможность введения задержки на срабатывания выходных цепей 5 или 10 мс. На время проверки времени передачи команды, задержку на срабатывание выходных цепей необходимо выключить.

Приемник должен обеспечивать возможность введения задержки на возврат замкнутых выходных цепей на время 0,1...1,0 с, с шагом 0,1 с.

Примеры исполнения команд приемником:

- Приемник исполняет команды при помощи внутреннего источника напряжения и транзисторного управления, рисунок 3.6.8;

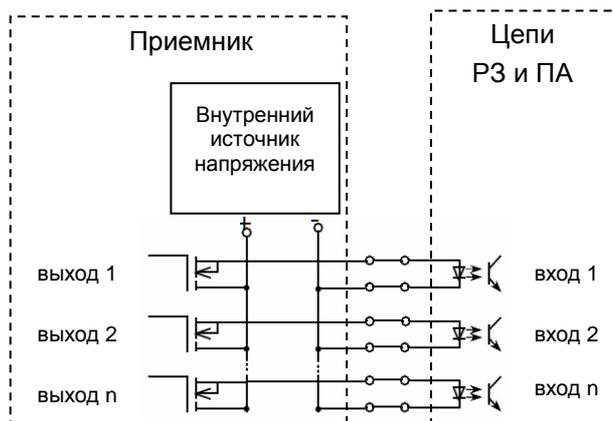


Рисунок 3.6.8 Пример исполнения команд приемником

- Приемник исполняет команды при помощи внешнего источника напряжения и транзисторного управления, рисунок 3.6.9.

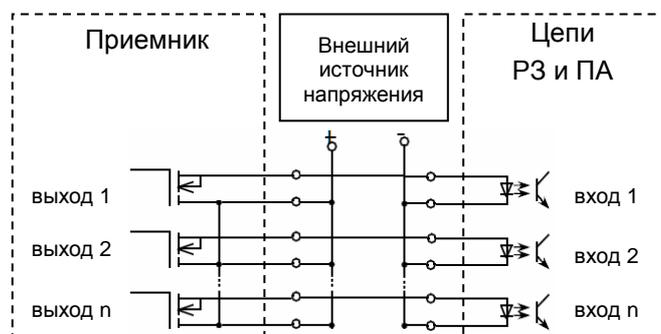


Рисунок 3.6.9 Пример исполнения команд приемником

3.6.4 Временные и надежность характеристики

Параметры помехоустойчивости по МЭК 60834-1 – надежность и безопасность. Эти параметры связаны между собой, а также с временем передачи команды.

Надежность характеризуется вероятностью пропуска команды (Рп.к.), т.е. отсутствие приема переданной команды в течение заданного интервала времени $T_{\text{макс.}}$,

где $T_{\text{макс.}}$ – время передачи команд с момента поступления напряжения на управляющий вход передатчика до замыкания соответствующей выходной цепи приемника без учета времени распространения в ВЧ тракте и задержек в передатчике и приемнике при воздействии помех. $T_{\text{макс.}}$ могут быть изменены по согласованию с заказчиком.

Значение Рп.к. для команд различного назначения должно быть не более приведенных в таблице 3.6.1 при скачкообразном увеличении затухания ВЧ тракта на 22дБ и воздействия на ВЧ вход приемника помехи типа белого шума с соотношением С/П по данным производителя, обычно от 4 до 6дБ в полосе 4кГц.

Таблица 3.6.1 Требования к надежности передачи команд

Функция команды		$T_{\text{макс.}}$, мс	Рп.к.
РЗ	Блокировка	15	$<10^{-3}$
	Разрешение (1-я зона)	20	$<10^{-2}$
	Разрешение (2,3-я зона)	20	$<10^{-3}$
	Телеотключение	40	$<10^{-4}$
ПА		30	$<10^{-4}$

Примечание: указанные в таблице 3.6.1 значения $T_{\text{макс.}}$ приведены для ЛЭП 110 кВ и выше. Для ЛЭП более низких классов по напряжению $T_{\text{макс.}}$ может быть увеличено.

Безопасность характеризуется вероятностью приема ложной команды (Рл.к.) при пропадании охранного сигнала (ОС) и одновременном возникновении на ВЧ входе приемника импульсной помехи типа белого шума длительностью 200 мс. Уровень помехи изменяется в широких пределах, значение Рл.к. определяется как максимальное в наихудшем из возможных случаев.

где ОС – сигнал для контроля исправности канала связи и элементов аппаратуры приема/передачи команд РЗ и ПА, передаваемых по каналу связи при отсутствии команд).

Максимально допустимые значения Рл.к. приведены в таблице 3.6.2.

Таблица 3.6.2 Требования к безопасности передачи команд

Функция команды		Рл.к.
РЗ	Блокировка	$<10^{-3}$
	Разрешение (1-я зона)	$<10^{-4}$
	Разрешение (2,3-я зона)	$<10^{-3}$
	Телеотключение	$<10^{-6}$
ПА		$<10^{-6}$

Значение Рл.к. должно быть $<10^{-6}$ при передаче последовательности различных команд в произвольных сочетаниях и при различных вариантах возникновения и перебивки одних команд другими при соотношении С/П 0 дБ.

3.6.5 Методы измерения каналов передачи команд РЗ и ПА

Для проверки ВЧ канала передачи сигналов и команд РЗ и ПА, ВЧ канал необходимо вывести из эксплуатации.

3.6.5.1 Измерение минимального напряжения управляющего воздействия

- Собрать схему в соответствии с рисунком 3.6.10;

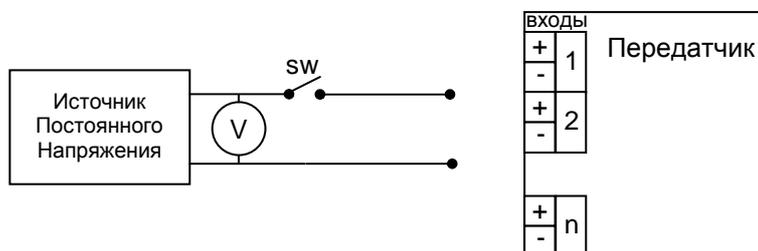


Рисунок 3.6.10 Измерение минимального напряжения управляющего воздействия

- Подключить Источник Постоянного Напряжения (ИПН) ко входу 1;
- Выставить на ИПН нижнюю границу порога срабатывания в зависимости от номинального напряжения управляющего воздействия, таблица 3.6.3;
- Повышать напряжение на ИПН с шагом 1В в диапазоне порога срабатывания, таблица 3.6.3. При каждом выставленном значении ключом sw подавать управляющее воздействие на вход передатчика.

Таблица 3.6.3 Диапазон срабатывания управляющих воздействий

Номинальное напряжение, В	Порог срабатывания, В
220	от 158 до 170
110	от 79 до 85 В

- Фиксировать вольтметром (V) значение, при котором происходит передача команды. Передача команды фиксируется по работе сигнализации;
- Повторить измерение для входов 2...n.

Проверка временных характеристик производится по схеме, представленной на рисунке 3.6.11, на котором «Устройство, формирующее управляющие воздействия» и «Устройство, фиксирующее команды», для определения временных характеристик, должны быть синхронизированы между собой.

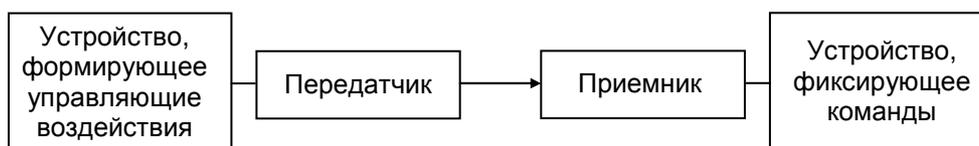


Рисунок 3.6.11 Схема измерения для проверки временных характеристик

3.6.5.2 Продолжительность передачи команд

- Собрать схему измерения в соответствии с рисунком 3.6.9;
- В приемнике отключить задержку на возврат принятых команд;
- Установить в передатчике длительность передаваемой команды в пределах 10...100мс;
- Передать несколько команд с различной длительностью управляющего импульса. Длительность управляющего импульса находится в диапазоне от 10 до 300 мс;
- Убедиться, что длительность передаваемой команды равняется длительности принимаемой команды;
- Повторить опыт при нескольких других длительностях передаваемой команды.

3.6.5.3 Время передачи команды

- Установить время задержки начала передачи команды, для всех команд равным нулю;
- Установить время задержки приема команды, для всех команд равным нулю;
- Для определения времени передачи команд, передать несколько команд по 5-10 раз.

3.6.5.4 Задержка начала передачи команды

- Измерить время передачи команды;
- В передатчике установить программно для одной из команд значение времени задержки начала передачи команды равным 5 мс;
- Передать команду 5-10 раз;
- Убедиться, что время передачи команды увеличилось на 5 мс по сравнению со временем передачи команды до введения задержки начала передачи команды;
- Повторить измерение:
 - При других временах задержки;
 - Для других команд.

3.6.5.5 Задержка приема команд в приемнике

- Измерить время передачи команды;
- В приемнике установить программно для одной из команд значение времени задержки приема команд в приемнике равным 5 мс;
- Убедиться, что время передачи команды увеличилось на 5 мс по сравнению с номинальным;
- Повторить измерение:
 - При времени задержки приема 10мс;
 - Для других команд.

3.6.5.6 Задержка на возврат замкнутых выходных цепей приемника

- В передатчике установить фиксированную длительность передачи команд 50мс;
- В приемнике, установить программно для одной из команд значение времени задержки на возврат замкнутых выходных цепей равным 200 мс;
- Убедиться, что формирование команды на выходе приемника составляет 250мс;
- Повторить измерение:
 - При других временах задержки;
 - Для других команд.

3.7 Канал передачи сигналов команд РЗ и ПА с Ethernet интерфейсом (цифровые подстанции МЭК 61850)

3.7.1 Общие сведения

Главная особенность цифрового программно-аппаратного комплекса подстанции в соответствии с МЭК 61850 («Цифровая подстанция») – это перевод аналоговых значений (ток и напряжение) и команд от устройств контроля, защиты и управления в цифровой вид для последующей передачи на скорости 100/1000Мбит через Ethernet-канал, построенный на базе оптических или медных линий. В этом случае обмен осуществляется посредством передачи цифровых сообщений – аналоговые значения передаются SV-потокками, команды передаются GOOSE-сообщениями. Работа с цифровой информацией позволяет на качественно новом уровне решать вопросы реализации основных функций защиты, контроля и управления оборудованием подстанции.

Сильно упрощенная структурная схема взаимодействия «Цифровой подстанции» с «Традиционной подстанцией» через ВЧ канал связи при приеме/передаче команд РЗ и ПА изображена на рисунке 3.7.1.

«Цифровая подстанция»: на **полевом уровне** располагается первичное оборудование для измерения токов и напряжений, а также для фиксации и управления состоянием коммутационной аппаратуры. Измеренные значения и зафиксированные состояния постоянно передаются от первичного оборудования, через **шину процесса**, при помощи SV-потокков и GOOSE-сообщений, на **уровень присоединения**, устройствам, которые выполняют функции управления и мониторинга. На **станционном уровне** располагаются сервера верхнего уровня, отвечающие за коммуникацию внутри подстанции и элементов системы управления. Взаимодействие станционного уровня с уровнем присоединения происходит через станционную шину, в том числе, при помощи GOOSE и MMS сообщений.

Особенность формирования GOOSE сообщений на основе команд принятых по ВЧ каналу связи заключается в отсутствии возможности получения временной метки возникновения команды, которая не может быть передана по ВЧ тракту. Как следствие, в GOOSE сообщении будет установлена временная метка получения команды по ВЧ тракту.

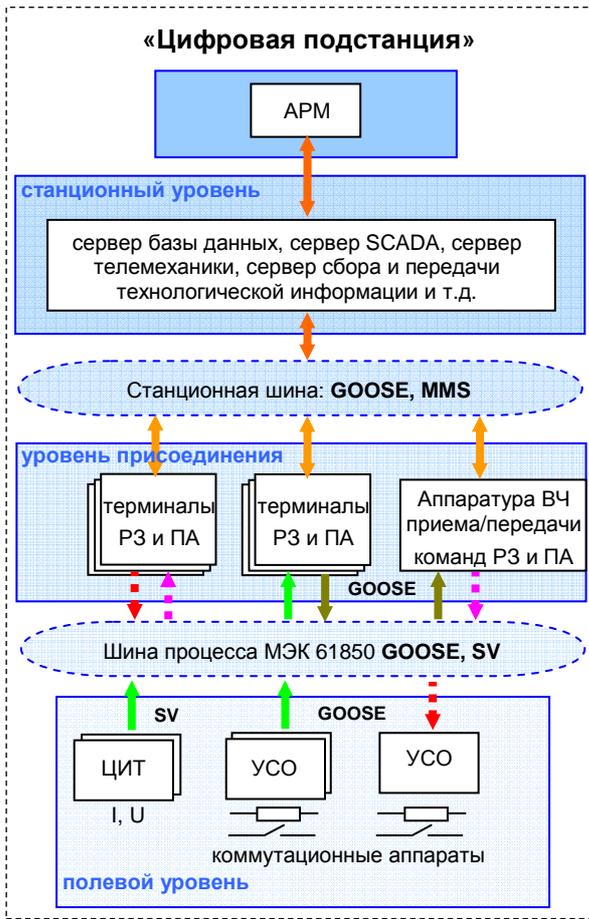
В «Цифровой подстанции», терминалы РЗ и ПА получают от первичного оборудования:

- Значения токов и напряжений в формате SV-потокков по протоколу МЭК 61850-9.2;
- Состояния контактов в формате GOOSE-сообщений по протоколу МЭК 61850-8.1.

На основе анализа этих параметров, терминалы РЗ и ПА формируют команды для первичного оборудования «своей Цифровой подстанции», а так же команды для терминалов РЗ и ПА «удаленной подстанции».

Команды внутри подстанции передаются в формате GOOSE-сообщений со временем передачи не более 4мс (для сообщений, требующих быстрой передачи, например, для передачи сигналов срабатывания защит и т.п.); такое время обеспечивается высоким приоритетом передачи GOOSE-сообщений в сети Ethernet. В общем случае, время передачи во многом зависит от топологии сети, количества устройств в ней, загрузки сети, загрузки вычислительных ресурсов терминалов РЗ и ПА и многих других аспектов. Поэтому время передачи GOOSE-сообщений должно быть подтверждено мониторингом работы при эксплуатации или, что наиболее эффективно, прямыми измерениями времени передачи при имитации режима «информационного шторма».

Команды на «удаленную подстанцию» передаются через Аппаратуру ВЧ приема/передачи команд РЗ и ПА, как показано на рисунке 3.7.2 а и б.



ЦИТ - Цифровой Измерительный Трансформатор;
УСО – Устройство Сбора и Обработки информации;
АРМ – Автоматизированное Рабочее Место оператора;
GOOSE – механизм связи, определенный МЭК 61850, предназначен для быстрой передачи информации о событиях на подстанции, например, команды на отключение, сигнала предупреждения;
SV – протоколы передачи мгновенных значений токов и напряжений.

- формирование SV-потокотв **ЦИТ** (токи и напряжения) и GOOSE-сообщений от **УСО** (состояния контактов);
- один из **терминалов РЗ**, на основе анализа SV-потокотв от **ЦИТ** и GOOSE-сообщений от **УСО** , формирует GOOSE-сообщения «команда РЗ» ;
- **аппаратура ВЧ передачи команд РЗ и ПА** со стороны «**Цифровой подстанции**», на основе анализа GOOSE-сообщений «команда РЗ» , формирует и передает через канал ВЧ связи команду РЗ на **аппаратуру ВЧ приема команд РЗ и ПА** на стороне «**Традиционной подстанции**»;
- **аппаратура ВЧ приема команд РЗ и ПА**, на основе анализа принятой команды РЗ, формирует управляющее воздействие на **аппаратуру РЗ**.

- управляющее воздействие, формируемое **аппаратурой РЗ** со стороны «**Традиционной подстанции**» фиксируется **аппаратурой ВЧ передачи команд РЗ и ПА**;
- **аппаратура ВЧ передачи команд РЗ и ПА** через ВЧ канал связи передает зафиксированное воздействие командой РЗ на **аппаратуру приема команд РЗ и ПА** со стороны «**Цифровой подстанции**»;
- **аппаратура приема команд РЗ и ПА**, на основе принятой команды РЗ, формирует GOOSE-сообщения «команда РЗ» ;
- один из **терминалов РЗ**, на основе анализа GOOSE-сообщений команда РЗ» , формирует GOOSE-сообщения «реакция на команду РЗ» ;
- **УСО** исполняет GOOSE-сообщения «реакция на команду РЗ» .

Рисунок 3.7.1 Схема взаимодействия подстанций



б) Подстанция 1 «Цифровая подстанция», Подстанция 2 «Традиционная подстанция»

Рисунок 3.7.2 Схема передача команд между подстанциями

Измерения в ВЧ связи. Каналы и аппаратура

3.7.2 GOOSE сообщения

Принцип передачи GOOSE сообщений: Устройство-отправитель широковещательно передает информацию по Ethernet-сети. В сообщении присутствует адрес отправителя, «имя сообщения», значение сигнала (например «0» или «1»), метка времени, а также другая технологическая информация. Устройство-получатель получает сообщения, согласно своей подписке (перечень типов сообщений, анализируемых получателем), а все другие сообщения игнорирует. Передача GOOSE-сообщений осуществляется широковещательно, в связи с чем отсутствует факт подтверждения адресатами получения сообщения. По этой причине передача GOOSE-сообщений в установившемся режиме повторяется с определенной периодичностью T_0 , которая задается пользователем. При наступлении нового события в системе (например: по причине Аварии на контролируемом участке ВЛ) начинается передача сообщения N раз (например, 2 раза) с фиксированным интервалом времени T_1 (например, 1мс), далее с увеличивающимся интервалом времени (например, 4мс, 8мс и т.д.). Интервалы времени между передаваемыми сообщениями увеличиваются, пока не будет достигнуто предельное значение равное T_0 (например, 50 мс). Временная диаграмма от момента возникновения события до достижения предельного значения T_0 , может быть повторена M раз и задается пользователем. Далее, до момента наступления нового события в системе, передача сообщения будет производиться с периодом времени T_0 , рисунок 3.7.3.

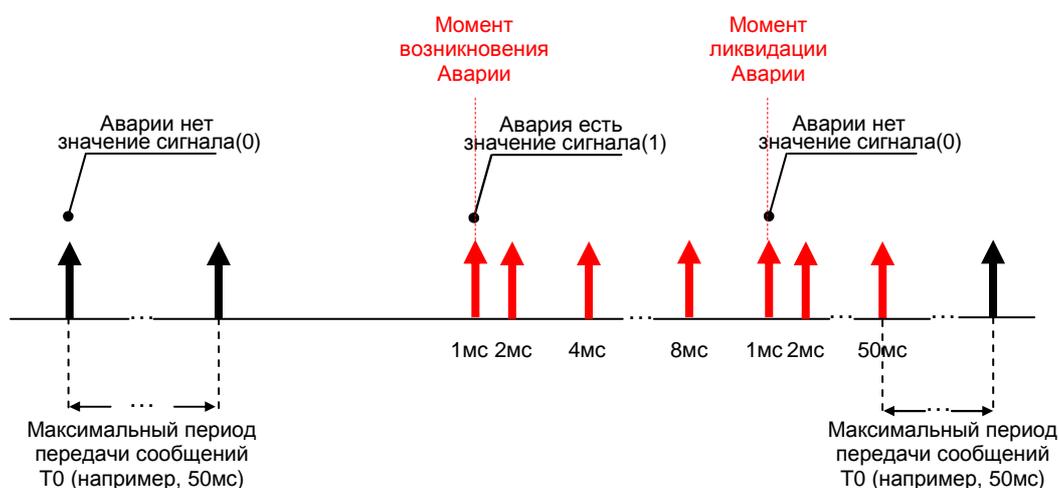


Рисунок 3.7.3. Временная диаграмма формирования GOOSE сообщений

Технология повторной передачи не только гарантирует получение адресатом сообщения, но также обеспечивает контроль исправности линии связи и устройств – любые неисправности будут обнаружены на приемной стороне по истечении максимального периода передачи GOOSE-сообщений (T_0), что с точки зрения эксплуатации практически мгновенно.

Помимо повторной передачи GOOSE-сообщений, надежность может быть обеспечена посредством протокола резервирования PRP, при условии:

- Наличия у устройств «Цифровой подстанции» двух или более Ethernet-портов;
- Поддержки устройствами «Цифровой подстанции» протокола PRP.

Принцип работы PRP резервирования: создание двух независимых друг от друга локальных сетей. В упрощенном варианте рассматривается подключение устройств «Цифровой подстанции» к двум независимым сетевым коммутаторам: switch1 локальной сети А и switch2 локальной сети В, как показано на рисунке 3.7.4. Устройство-отправитель (например «Терминал РЗ») выполняет передачу идентичных пакетов, с метками А и В соответственно, в две независимые локальные сети. Устройство-приемник (например УСО1), также подключается к локальной сети А и локальной сети В, но обрабатывает только один пакет из двух, поступивших на его сетевые интерфейсы – либо из switch1 локальной сети А, либо из switch2 локальной сети В – в зависимости от того, какой из них поступил раньше / какой из них корректный. Второй экземпляр пакета отбрасывается.

Одним из достоинств протокола резервирования PRP является то, что нарушение исправности канала связи или коммутатора сети Ethernet не приводит к возникновению паузы в информационном обмене между устройствами сети.

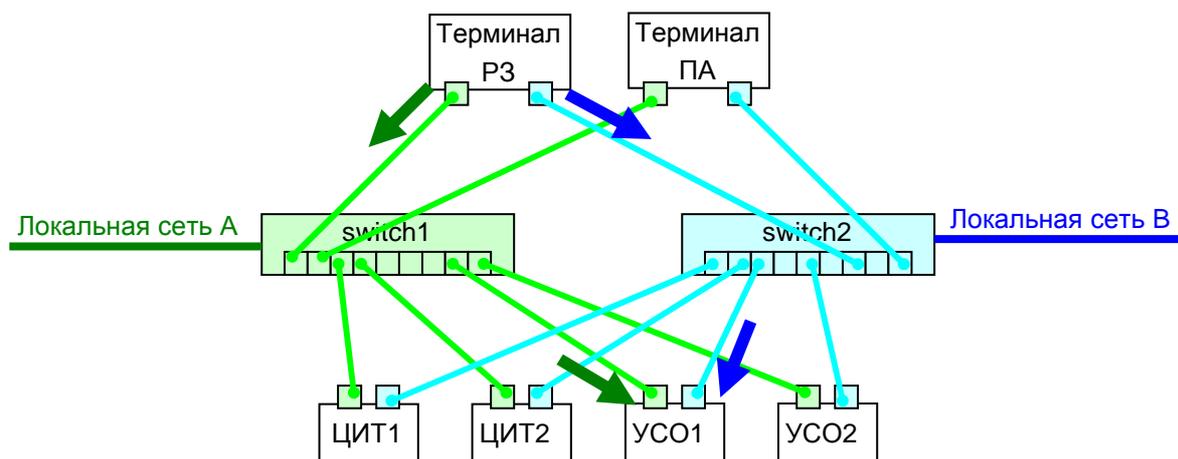


Рисунок 3.7.4 Упрощенная схема резервирования PRP

3.7.3 Методы измерения канала передачи сигналов команд РЗ и ПА с Ethernet интерфейсом

Для проверки ВЧ канала передачи сигналов команд РЗ и ПА с Ethernet интерфейсом, ВЧ канал необходимо вывести из эксплуатации.

Проверка временных характеристик производится по схеме, приведенной на рисунке 3.7.5

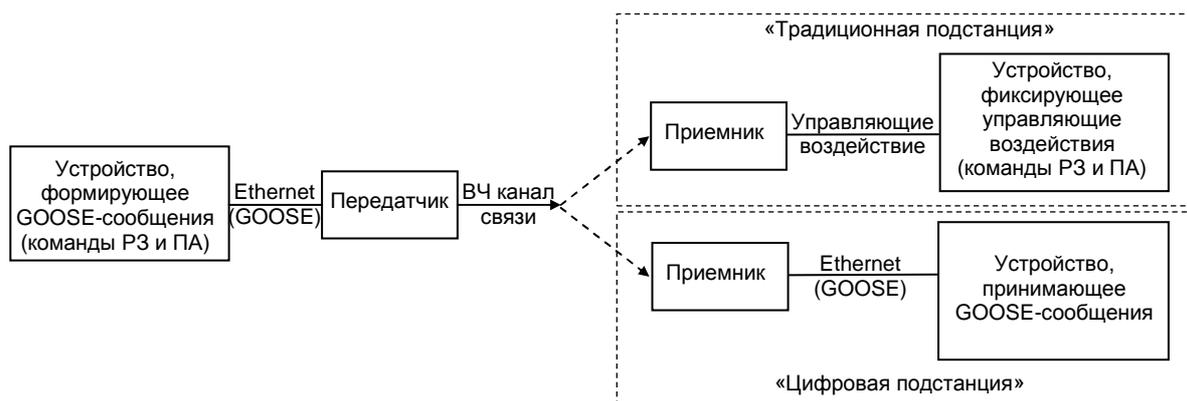


Рисунок 3.7.5 Схема измерения временных характеристик

где «Устройство, формирующее GOOSE-сообщение (команды РЗ и ПА)» и «Устройство, фиксирующее управляющие воздействия (команды РЗ и ПА)» / «Устройство, принимающее GOOSE-сообщения» (зависит от построения проверяемой схемы) для определения временных характеристик должны быть синхронизированы между собой.

3.7.3.1 Продолжительность передачи команд

- В приемнике отключить задержку на возврат принятых команд;
- Установить в передатчике длительность передаваемой команды в пределах 10...100 мс;
- Передать несколько команд с различной длительностью управляющего импульса. Длительность управляющего импульса находится в диапазоне от 10 до 300 мс;
- Убедиться, что длительность передаваемой команды равняется длительности принимаемой команды;
- Повторить опыт при нескольких других длительностях передаваемой команды.

3.7.3.2 Время передачи команды

- Установить время задержки начала передачи команды, для всех команд равным нулю;
- Установить время задержки приема команды, для всех команд равным нулю;
- Для определения времени передачи команд, передать несколько команд по 5-10 раз.

3.7.3.3 Задержка начала передачи команды

- Измерить время передачи команды;
- В передатчике установить программно для одной из команд значение времени задержки начала передачи команды равным 5 мс;
- Передать команду 5-10 раз;
- Убедиться, что время передачи команды увеличилось на 5 мс по сравнению со временем передачи команды до введения задержки начала передачи команды;
- Повторить измерение:
 - При других временах задержки;
 - Для других команд.

3.7.3.4 Задержка приема команд в приемнике

- Измерить время передачи команды;
- В приемнике установить программно для одной из команд значение времени задержки приема команд в приемнике равным 5 мс;
- Убедиться, что время передачи команды увеличилось на 5 мс по сравнению с номинальным;
- Повторить измерение:
 - При времени задержки приема 10 мс;
 - Для других команд.

3.7.3.5 Задержка на возврат замкнутых выходных цепей приемника (для «Традиционной подстанции» с приемной стороны)

- В передатчике установить фиксированную длительность передачи команд 50 мс;
- В приемнике установить программно для одной из команд значение времени задержки на возврат замкнутых выходных цепей равным 200 мс;
- Убедиться, что формирование команды на выходе приемника составляет 250 мс;
- Повторить измерение:
 - При других временах задержки;
 - Для других команд.

3.7.4 Методика измерения канала передачи сигналов команд РЗ и ПА с Ethernet интерфейсом

В разделе описывается методика измерения временных характеристик канала передачи сигналов команд РЗ и ПА с Ethernet интерфейсом для варианта, когда со стороны АУ1 и АУ2 развернуты «Цифровые подстанции» (рисунок 3.7.6). В качестве устройства формирующего и принимающего GOOSE-сообщения (команды РЗ и ПА), а также контролирующего измеряемые параметры используется Анализатор AnCom P3A-Тест/GOOSE. Временная синхронизация на Анализаторе AnCom P3A-Тест/GOOSE обеспечивается внешним Устройством синхронизации AnCom P3A-Тест/GPS. Все измерения двунаправленные. Измерения для варианта исполнения, когда со стороны АУ1 развернута «Цифровая подстанция», а со стороны АУ2 «Традиционная подстанция», производятся аналогичным образом.

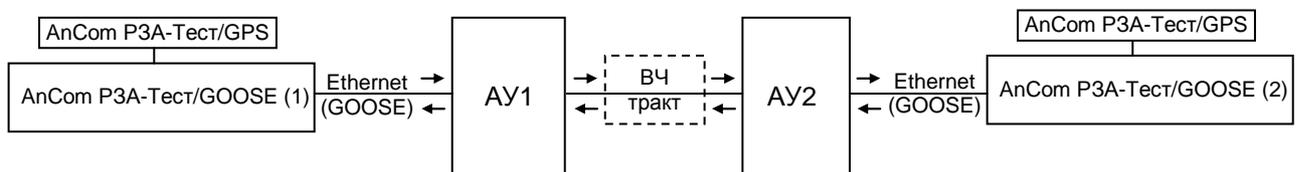


Рисунок 3.7.6 Схема измерения временных характеристик канала передачи сигналов команд РЗ и ПА с Ethernet интерфейсом

3.7.4.1 Время передачи команды

- Собрать схему измерения в соответствии с рисунком 3.7.6;
- Установить в АУ1 и АУ2 время задержки начало передачи команды, для всех команд равным нулю;
- Установить в АУ1 и АУ2 время задержки приема команды, для всех команд равным нулю;
- Анализаторами AnCom P3A-Тест/GOOSE (1) и AnCom P3A-Тест/GOOSE (2) сформировать команду 10 раз с привязкой к временным меткам по PPS/PPM/10 PPM;
- Анализатором AnCom P3A-Тест/GOOSE, расположенным на противоположной стороне, измерить среднее время передачи команды.

3.7.4.2 Задержка начала передачи команды

- Собрать схему измерения в соответствии с рисунком 3.7.6;
- Измерить время передачи команды;
- В передатчиках АУ1 и АУ2, установить для передаваемой команды значение времени задержки начала передачи команды равным 5 мс;
- Анализаторами AnCom P3A-Тест/GOOSE (1) и AnCom P3A-Тест/GOOSE (2) сформировать команду 10 раз с привязкой к временным меткам по PPS/PPM/10 PPM;
- Убедиться, что среднее время передачи команды увеличилось на 5 мс;
- Повторить измерение:
 - При временах задержки начала передачи 10 мс;
 - Для других команд.

3.7.4.3 Задержка приема команд в приемнике

- Собрать схему измерения в соответствии с рисунком 3.7.6;
- Измерить время передачи команды;
- В приемниках АУ1 и АУ2, установить для передаваемой команды значение времени задержки приема команды равным 5 мс;
- Анализаторами AnCom P3A-Тест/GOOSE (1) и AnCom P3A-Тест/GOOSE (2) сформировать команду 10 раз с привязкой к временным меткам по PPS/PPM/10 PPM;
- Убедиться, что среднее время передачи команды увеличилось на 5 мс;
- Повторить измерение:
 - При времени задержки приема 10 мс;
 - Для других команд.

4 Комбинированная ВЧ аппаратура уплотнения

4.1 Общее представление

В этой главе рассматриваются измерения параметров, характеризующих помехозащищенность и надежность работы комбинированных аналоговых и цифровых каналов, интерфейсы которых представлены на рисунках 2.1 и 2.2. При этих измерениях проверяется:

- Для аппаратуры комбинированных аналоговых каналов:
 - Уровни передачи и приёма сигналов, передаваемых по ВЧ каналу. Уровни передачи должны соответствовать значениям, рекомендуемым заводом изготовителем аппаратуры, а уровни приёма – быть в соответствии с уровнями передачи и затуханием тракта;
 - Запас по затуханию. Согласно СТО по эксплуатации, запас по затуханию должен быть не меньше величины, определённой в проектной документации на рассматриваемый канал. Не рекомендуется, чтобы установленная величина запаса по затуханию превышала нормированное значение более чем на 3 дБ;
 - Суммарное напряжение сигнала на входе тракта приёма. Пиковое значение напряжения суммарного сигнала, поступающего на вход приемника, должно находиться в пределах динамического диапазона тракта приема;
 - Пределы работы системы автоматического регулирования усиления (АРУ). Система АРУ должна поддерживать постоянство уровня тональных сигналов с точностью $\pm 0,5$ дБ при уменьшении затухания ВЧ тракта относительно затухания, определённого при хорошей погоде, на величину не менее 5 дБ и увеличении затухания на величину не менее запаса по затуханию канала;
 - Соотношение уровней сигнала и помехи (С/П) для телефонного канала. Соотношение С/П для широкополосных помех от короны, определённое при плохих погодных условиях, согласно СТО по эксплуатации должно быть не менее 26 дБ, при хороших погодных условиях – не менее 35 дБ. Соотношение С/П для узкополосных помех от других каналов при затухании тракта, равном сумме расчётного затухания и запаса по затуханию, должно быть не менее 35 дБ;
- Для аппаратуры комбинированных цифровых каналов:
 - Уровни передачи и приёма сигналов КЧ и цифрового потока (ЦП), передаваемых по ВЧ каналу. Уровни передачи должны соответствовать значениям, рекомендуемым заводом изготовителем аппаратуры, а уровни приёма – быть в соответствии с уровнями передачи и затуханием тракта;
 - Запас по затуханию. Согласно СТО по эксплуатации запас по затуханию должен быть не меньше величины, определённой в проектной документации на рассматриваемый канал. Не рекомендуется, чтобы установленная величина запаса по затуханию превышала нормированное значение более чем на 3 дБ;
 - Суммарное напряжение сигнала на входе тракта приёма. Пиковое значение напряжения суммарного сигнала, поступающего на вход приемника, должно находиться в пределах динамического диапазона тракта приема;
 - Пределы работы системы АРУ. Система АРУ должна обеспечить передачу цифрового потока с коэффициентом ошибок не более 10^{-6} при уменьшении затухания ВЧ тракта относительно затухания, определённого при хорошей погоде, на величину не менее 5 дБ и увеличении затухания на величину не менее запаса по затуханию канала. Норма должна удовлетворяться для максимальной из заявленных скоростей канала;
 - Соотношение С/П (для заданной скорости ЦП). Соотношение С/П для широкополосных помех от короны, определённое на входе приёмника при плохих погодных условиях, согласно СТО по эксплуатации должно быть не менее величины, указанной изготовителем для помехи типа белый шум, увеличенной на значения:
 - 0 дБ - для ВЛ 35-110 кВ;
 - 4 дБ - для ВЛ 220 кВ;
 - 6 дБ - для ВЛ 330 кВ и выше.
- При хороших погодных условиях измеренное соотношение сигнала и помехи от короны должно быть не менее чем на 9 дБ больше приведенных выше норм.
- Соотношение С/П для узкополосных помех от других каналов при затухании тракта, равном сумме расчётного затухания и запаса по затуханию, должно быть не менее величины, указанной производителем для рассматриваемой скорости ЦП.

4.2 Измерение параметров ВЧ канала

4.2.1 Измерение уровня выхода различных сигналов

Выходная мощность передатчика для различных сигналов на ВЧ выходе измеряется в схеме рисунка 4.2.1 при нагрузке выхода АУ на номинальное сопротивление аппаратуры Z_n (обычно 75 Ом).

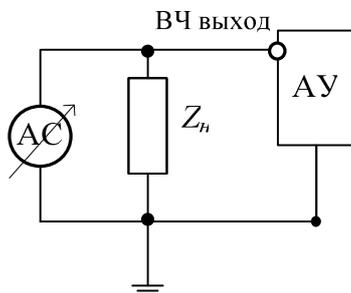


Рисунок 4.2.1 Схема измерения передаваемых сигналов

При этом на соответствующие абонентские интерфейсы должен подаваться сигнал, для которого измеряется выходной уровень.

Так, например, при измерении уровня выхода канала речи на интерфейс канала речи подается сигнал с частотой 1020 Гц и уровнем, равным номинальному (0 дБм для двухпроводного окончания и (-13) дБм для четырёхпроводного окончания).

Измерение производится избирательным измерителем уровня (ИИУ) или анализатором спектра (АС) с высокоомным входом. Избирательность ИИУ и разрешающая способность АС должны быть достаточно высокими (например, 25 Гц).

Уровни передачи узкополосных сигналов (КЧ, ОС, тестовый сигнал речи в аналоговой аппаратуре) можно измерять с использованием как ИИУ, так и АС. При измерении уровня передачи ЦП (широкополосный сигнал) необходимо применять АС с возможностью определения интегрального значения уровня в заданной полосе частот (в данном случае полосе частот, в которой располагается основная мощность сигнала ЦП).

Уровень выхода может быть измерен как в абсолютных единицах по мощности (дБм), так и в абсолютных единицах по напряжению (дБн). Переход от одних единиц к другим производится с учётом соотношения между этими уровнями по формуле 4.2.1:

$$L(\text{дБм}) = L(\text{дБн}) + 10 \lg \left(\frac{600}{Z_n} \right) = L(\text{дБн}) + \Delta, \quad \text{Формула 4.2.1}$$

где Z_n – сопротивление нагрузки, на котором производится измерение. При $Z_n=75$ Ом $\Delta=9$ дБ.

Так как уровни сигналов на выходе аппаратуры обычно больше максимального предела измерений АС или ИИУ, измерение производится с использованием дополнительного аттенюатора с высокоомным входом и с затуханием (35-40) дБ. Как правило, такой аттенюатор имеется в составе аппаратуры. Если в аппаратуре аттенюатор отсутствует, то необходимо использовать внешний аттенюатор.

При измерениях, производимых в лаборатории, допустимо применение схемы рисунка 4.2.2. При этом затухание ИЛ должно быть установлено не менее 30 - 40 дБ.

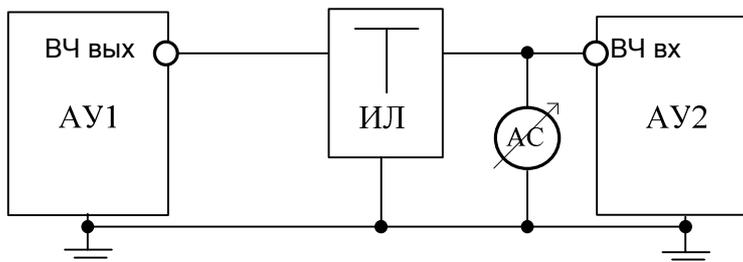


Рисунок 4.2.2 Схема измерения передаваемых сигналов при испытаниях в лаборатории

4.2.2 Измерение уровня приема различных сигналов в ВЧ спектре

Уровни приема различных сигналов в спектре ВЧ измеряются в схеме рисунка 4.2.3 при нагрузке ВЧ кабеля в пункте приёма на номинальное сопротивление ВЧ тракта Z_n (обычно 75 Ом). Эти измерения производятся при вводе канала в эксплуатацию и при поиске причин неудовлетворительной работы канала.

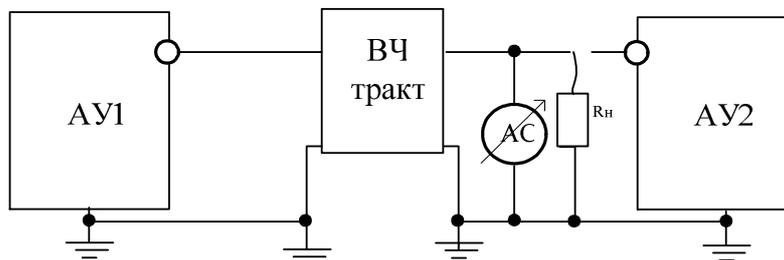


Рисунок 4.2.3 Схема измерения уровня принимаемых сигналов

При этом на соответствующие абонентские интерфейсы аппаратуры АУ1 должен подаваться сигнал, для которого измеряется выходной уровень.

Так, например, при измерении уровня приема канала речи на интерфейс канала речи подается сигнал с частотой 1020 Гц и уровнем, равным номинальному (0 дБм для двухпроводного окончания и (-13) дБм, для четырёхпроводного окончания).

Уровни приёма должны соответствовать величине, определяемой с учётом уровня ВЧ выхода АУ1 и затухания ВЧ тракта.

Измерение производится избирательным измерителем уровня (ИИУ) или анализатором спектра (АС) с высокоомным входом. Избирательность ИИУ и разрешающая способность АС должны быть достаточно высокими (например, 25 Гц).

Уровни приема узкополосных сигналов (КЧ, ОС, тестовый сигнал речи в аналоговой аппаратуре) можно измерять с использованием как ИИУ, так и АС. При измерении уровня передачи ЦП (широкополосный сигнал) необходимо применять АС с возможностью определения интегрального значения уровня в заданной полосе частот (в данном случае полосе частот, в которой располагается основная мощность сигнала ЦП).

После измерений уровней приема в схеме рисунка 4.2.3 рекомендуется подключить аппаратуру АУ2 к ВЧ кабелю и измерить уровень приёма в точке И рисунка 4.2.4. Результаты этих измерений можно использовать в дальнейшем для контроля уровней приёма без отключения ВЧ кабеля и нагрузки его на номинальное сопротивление.

4.2.3 Измерение суммарного напряжения сигналов на входе приемного тракта

На вход приёмного тракта (после фильтра приема) поступают «полезные» сигналы, располагающиеся в пределах номинальной полосы приёма (от передатчика противоположного конца канала) и «мешающие» сигналы, располагающиеся вне номинальной полосы приёма (от «своего» передатчика на этом же конца канала и от других каналов). Суммарное напряжение всех сигналов, поступающих на вход приёмного тракта, должно быть не выше допустимого (не должен выходить за пределы линейной части динамического диапазона приёмного тракта). Максимально допустимое значение суммарного сигнала задаётся производителем аппаратуры. Установка необходимого уровня производится с помощью удлинителей, включаемых между выходом фильтра приёма и входом приёмного тракта аппаратуры.

Измерение суммарного сигнала производится в схеме рисунка 4.2.4 измерительным прибором, включаемым в точке «И».

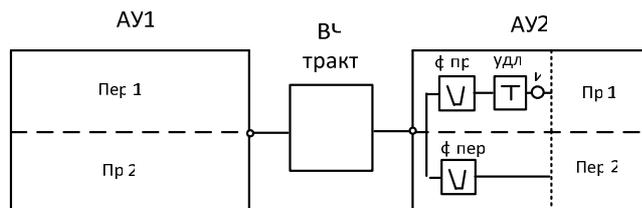


Рисунок 4.2.4 Схема измерения суммарного сигнала на входе приёмника Пр.2

При измерениях активируются тестовые сигналы всех каналов в обоих направлениях канала и пиковым вольтметром определяется максимальное пиковое напряжение суммарного сигнала $U_{\text{сумм.пик}}$.

По измеренному напряжению определяется величина $L_{\text{вх}}$ (дБн), которая представляет уровень по напряжению синусоидального сигнала с амплитудой, равной измеренному пиковому напряжению:

$$L_{\text{вх}} = 20Lg\left(\frac{U_{\text{сумм.пик}}}{2 \times 0,775}\right) = 20Lg(0,64U_{\text{сумм.пик}})$$

Формула 4.2.2

Величина $L_{\text{вх}}$ (дБн) должна быть меньше заданной производителем нормы на максимально допустимый уровень входного сигнала тракта приема, обеспечивая некоторый запас. Рекомендуемая величина запаса – 6 дБ.

4.2.4 Измерение пределов работы АРУ

Измерение пределов работы АРУ выполняется в схеме рисунка 4.2.5. Магазин затуханий (МЗ), вводимый в тракт передачи, должен быть рассчитан на выходную мощность аппаратуры и должен иметь возможность изменения затухания ступенями не более 1 дБ без разрыва тракта.

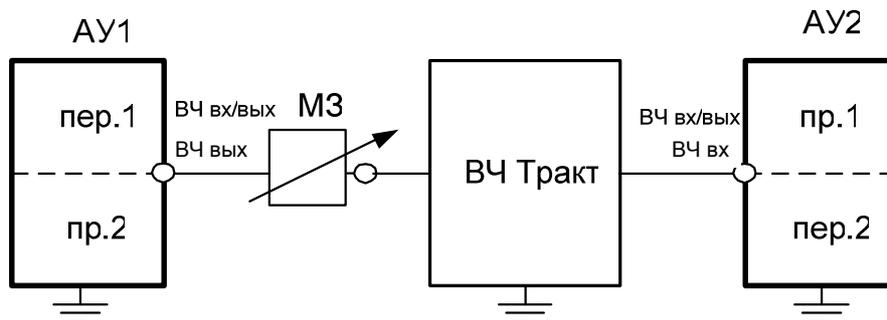


Рисунок 4.2.5 Схема измерения пределов работы АРУ приёмника №1

Измерение производится в хорошую погоду для обоих направлений передачи сигнала: на рисунке приведена схема измерения пределов работы АРУ для приёмника №1 при направлении «Пер1 - Пр1». При определении пределов работы АРУ для другого приемника (№2) МЗ включается в цепь передатчика №2, а контроль за работой АРУ производится по работе приемника (№2).

Методика определения пределов работы АРУ при изменении затухания тракта зависит от типа ВЧ канала.

Для аналогового канала определение производится с использованием сигнала речи по следующей методике:

- По телефонному каналу в направлении Пер.1 – Пр.1 с использованием двухпроводного или четырёхпроводного окончания передаётся тестовый сигнал;
- Измеряется уровень приёма тестового сигнала на выходе Пр.1. Он принимается за номинальный;
- Затухание МЗ изменяется от 0 до такого значения, при котором уровень на выходе приёмника №1 не начнёт уменьшаться относительно номинального более чем на 0,5 дБ. Введенное при этом затухание МЗ равно пределу работы АРУ при увеличении затухания;
- Затухание МЗ устанавливается равным 0дБ и уменьшают затухание аттенуаторов, установленных между входом приёмного тракта и приёмным фильтром приёмника №1. Этим имитируют соответствующее уменьшение затухания тракта. Предел работы АРУ при уменьшении затухания тракта будет равен исключенной величине затухания входных аттенуаторов, при которой уровень на выходе приёмника №1 не начнёт увеличиваться относительно номинального более чем на 0,5 дБ.

Для цифрового канала определение производится с использованием сигнала цифрового потока по следующей методике:

- По каналу в направлении Пер.1 – Пр.1 передаётся тестовый цифровой поток с максимальной из заявленных скоростей;
- Измеряется коэффициент ошибок тестового сигнала в направлении Пер1 - Пр.1. Он должен быть меньше, чем 10^{-6} ;
- Затухание МЗ изменяется от 0 до такого значения, при котором коэффициент ошибок тестового сигнала в направлении Пер1 - Пр.1 не станет увеличиваться за 10^{-6} . Введенное при этом затухание МЗ равно пределу работы АРУ при увеличении затухания;
- затухание МЗ устанавливается равным 0дБ и уменьшают затухание аттенуаторов, установленных между входом приёмного тракта и приёмным фильтром приёмника №1. Этим имитируют соответствующее уменьшение затухания тракта. Предел работы АРУ при уменьшении затухания тракта будет равен исключенной величине затухания входных аттенуаторов, при которой коэффициент ошибок тестового сигнала в направлении Пер1 - Пр.1 не станет увеличиваться за 10^{-6} .

4.2.5 Измерение запаса по затуханию

Измерение запаса по перекрываемому затуханию выполняется в схеме рисунка 4.2.5. Методика и объём измерений зависит от того, предусмотрена или нет в канале передача команд УПАСК.

4.2.5.1 Измерение запаса по затуханию в случае, если передача команд УПАСК не предусмотрена.

В этом случае измерение запаса по затуханию производят в следующем порядке:

- Для канала, построенного с использованием комбинированной аналоговой аппаратуры – с использованием сигнала речи в телефонном канале;
- Для канала, построенного с использованием комбинированной цифровой аппаратуры – с использованием сигнала цифрового потока.

Измерение производится в хорошую погоду для обоих направлений передачи сигнала. На рисунке приведена схема измерения запаса по затуханию для направления «Пер1 – Пр1». При определении запаса по затуханию для другого направления передачи МЗ включается в цепь передатчика №2, а контроль за работоспособностью производится по работе приемника №2.

Методика определения запаса по затуханию зависит от типа ВЧ канала.

Для аналогового канала определение производится с использованием сигнала речи по следующей методике:

- По телефонному каналу в направлении Пер.1 – Пр.1 с использованием двухпроводного или четырёхпроводного окончания передаётся тестовый сигнал; измеряется:
 - Уровень приёма тестового сигнала на выходе Пр.1. Он принимается за номинальный;
 - Уровень помех (измеряется при отключении тестового сигнала);
 - Определяется соотношение сигнал/помеха;
- Затухание МЗ изменяется от 0 до значения, определяемого по одному из двух критериев:
 - Соотношение сигнал/помеха начнет становиться ниже 26 дБ;
 - Уровень на выходе приёмника №1 не начнёт уменьшаться относительно номинального более, чем на 0,5 дБ;
 - Затухание МЗ, определённое по тому критерию, который будет удовлетворён первым, равно запасу по затуханию.

Если запас по затуханию намного больше расчётной величины, рекомендуется уменьшить чувствительность приемника аппаратуры.

Для цифрового канала определение производится с использованием сигнала ЦП по следующей методике:

- По каналу в направлении Пер.1 – Пр.1 передаётся тестовый цифровой поток с максимальной из заявленных скоростей;
- Измеряется коэффициент ошибок тестового сигнала в направлении Пер1 - Пр.1. Он должен быть меньше, чем 10^{-6} ;
- Затухание МЗ изменяется от 0 до такого значения, при котором коэффициент ошибок тестового сигнала в направлении Пер1 - Пр.1 не станет увеличиваться за 10^{-6} . Введенное при этом затухание МЗ равно запасу по затуханию.

Если запас по затуханию намного больше расчётной величины, рекомендуется уменьшить чувствительность приемника аппаратуры.

4.2.5.2 Измерение запаса по затуханию в канале с передачей команд УПАСК

В случае, когда по каналу кроме речи, данных и ТМ предусмотрена передача команд УПАСК, дополнительно к измерению запаса по затуханию для канала речи или ЦП производят измерение запаса по затуханию и для передачи команд УПАСК.

Для варианта построения аппаратуры, когда в тракте приёма команд нет системы АРУ, измерение запаса по затуханию производят в соответствии с рекомендациями п.5.2.3.

Для варианта построения аппаратуры, когда тракт приёма команд охвачен системой АРУ, измерение запаса по затуханию производят в следующем порядке:

- Затухание МЗ устанавливается равным расчётному затуханию, обусловленному гололёдом (оговаривается в проектной документации). При этом значении затухания МЗ ($a_{МЗ,роп}$) АРУ аппаратуры переводится в фиксированный режим;
- По каналу передается какая либо команда (например, №1). Проверяется прием команды (по замыканию выходных цепей приемника). Проверяется также запись в журнале событий и сигнализация передачи и приема команды;

- Далее всё делается в соответствии с рекомендациями п.5.2.3, начиная со второй точки перечисления.
- При успешном окончании опытов, при котором затухание, введённое на МЗ равно $a_{\text{макс.к}}$ (см.п.5.2.3), разность ($a_{\text{макс.к}} - a_{\text{МЗ.гол}}$) соответствует части величины запаса по затуханию, учитывающей влияние КЗ (не менее 22 дБ для присоединения к линии по схеме фаза-земля или 8 дБ для присоединения по схеме фаза-фаза).

4.2.6 Соотношение уровня сигнала и широкополосной помехи

Измерение соотношения уровня сигнала и широкополосной помехи (соотношение С/П) выполняется в схеме рисунка 4.2.5 при выключенном магазине затуханий МЗ.

Измерение производится или при хороших погодных условиях, или при сильном дожде в районе подстанции, где установлен приёмник (при этом оценка результатов измерения производится по разному, см. ниже). Измерения соотношения С/П производятся на обеих сторонах канала.

Методика определения соотношения С/П зависит от типа ВЧ канала.

Для аналогового канала измерение производится с использованием сигнала речи в телефонном канале с четырёхпроводным или двухпроводным окончанием. Методика проведения измерений следующая (на примере определения соотношения С/П для приемника 1):

- По телефонному каналу в направлении Пер.1 – Пр.1 передаётся тестовый сигнал;
- Измеряется уровень приёма тестового сигнала на выходе Пр.1;
- Тестовый сигнал снимается и на выходе Пр.1 измеряется уровень помех в полосе канала речи.

Если измерение проводилось при хороших погодных условиях, разность уровней сигнала и помехи должна быть не менее 35 дБ.

Если измерение проводилось при сильном дожде, разность уровней сигнала и помехи должна быть не менее 26 дБ.

Для цифрового канала измерение производится с использованием сигнала цифрового потока. Если в случае аналогового канала измерение производилось на абонентских интерфейсах телефонного канала (в диапазоне тональных частот), то в случае цифрового канала эти измерения необходимо производить на ВЧ входе аппаратуры (точка «И», рисунок 4.2.4) в диапазоне высоких частот. Это обусловлено тем, что точки, в которой можно было бы измерить соотношение С/П для цифрового потока в тональном диапазоне, в аппаратуре не предусмотрено. Методика проведения измерений следующая (на примере определения соотношения С/П для приемника 1):

- По каналу в направлении Пер.1 – Пр.1 передаётся тестовый цифровой поток с максимальной из заявленных скоростей;
- Измеряется коэффициент ошибок тестового сигнала в направлении Пер.1 - Пр.1. Он должен быть меньше, чем 10^{-6} ;
- Измеряется уровень приёма сигнала цифрового потока. Измерение выполняется анализатором спектра, включённого на входе блока приёма (в точке «И» на рисунке 4.2.4);
- Отключается передача цифрового потока с противоположной стороны канала;
- Измеряется уровень помех в полосе сигнала цифрового потока;
- По результатам измерений определяется соотношение С/П.
- Если измерения проводились при хороших погодных условиях, разность уровней сигнала и помехи должна быть не менее чем на 9 дБ больше нормы;¹²
- Если измерения проводились при сильном дожде, разность уровней сигнала и помехи должна быть не менее нормы¹².

¹² За норму следует считать минимально допустимое соотношение С/Ш, указанное изготовителем для помехи типа белый шум, увеличенной на значения: 0 дБ – для ВЛ 35-110 кВ; 4 дБ – для ВЛ 220 кВ; 6 дБ – для ВЛ 330 кВ и выше.

4.2.7 Соотношение уровня сигнала и узкополосной помехи от других каналов

Измерение соотношения уровней сигнала и узкополосной помехи (соотношение С/П(y)) выполняется в схеме рисунка 4.2.5 при затухании МЗ, равном нормированной величине запаса по затуханию.

Измерение производится при хороших погодных условиях. Измерения соотношения С/П производятся на обеих сторонах канала.

Методика определения соотношения С/П зависит от типа ВЧ канала.

Для аналогового канала измерение производится с использованием сигнала речи в телефонном канале с четырёхпроводным или двухпроводным окончанием. Методика проведения измерений следующая (на примере определения соотношения С/П для приемника 1):

- По телефонному каналу в направлении Пер.1 – Пр.1 передаётся тестовый сигнал;
- Измеряется уровень приёма тестового сигнала на выходе Пр.1;
- Тестовый сигнал снимается и на выходе Пр.1 измеряются уровни узкополосных помех. Измерение производится с помощью ИИУ полосой избирательности не более 25 Гц или АС с разрешающей способностью не более 25 Гц.

Соотношение уровней сигнала и каждой из узкополосных помех должно быть не менее 35 дБ.

Для цифрового канала измерение производится с использованием сигнала цифрового потока. Если в случае аналогового канала измерение производилось на абонентских интерфейсах телефонного канала (в диапазоне тональных частот), то в случае цифрового канала эти измерения необходимо производить на ВЧ входе аппаратуры (точка «И», рисунок 4.2.4) в диапазоне высоких частот. Это обусловлено тем, что точки, в которой можно было бы измерить соотношение С/П для цифрового потока в тональном диапазоне, в аппаратуре не предусмотрено. Методика проведения измерений следующая (на примере определения соотношения С/П для приемника 1):

- По каналу в направлении Пер.1 – Пр.1 передаётся тестовый цифровой поток с максимальной из заявленных скоростей;
- Измеряется коэффициент ошибок тестового сигнала в направлении Пер.1 - Пр.1. Он должен быть меньше, чем 10^{-6} ;
- Измеряется уровень приёма сигнала цифрового потока. Измерение выполняется анализатором спектра, включённого на входе блока приёма (в точке «И», обозначенной на рисунке 4.2.4);
- Отключается передача цифрового потока с противоположной стороны канала;
- В той же точке «И» измеряются уровни узкополосных помех от других каналов (с помощью АС с разрешающей способностью не более 25 Гц или ИИУ с полосой избирательности не более 25 Гц).

Соотношение уровней сигнала ЦП и каждой из узкополосных помех должно быть не менее величины, указанной производителем.

4.2.8 Затухание несогласованности

Измерение затухание несогласованности Аппаратуры Уплотнения (АУ) по отношению к 75 Ом и по отношению к ВЧ тракту не входит в перечень обязательных эксплуатационных измерений. Измерения рекомендуется проводить при обнаружении несогласованности импедансов АУ и канала. Анализатор AnCom A-7/307 имеет встроенную схему мостового измерения затухания несогласованности относительно 75 Ом и затухания несогласованности АУ относительно ВЧ тракта. При измерениях генератор подключается несимметрично, а измеритель – симметрично.

Для измерения затухания несогласованности по отношению к 75 Ом необходимо отключить АУ от ВЧ кабеля и уменьшить уровень сигнала на выходе АУ до 0 дБм.

Для измерения затухания несогласованности относительно ВЧ тракта необходимо дополнительно подключить ВЧ тракт к анализатору.

Схемы измерения приведены на рисунках 4.2.6, а, б.

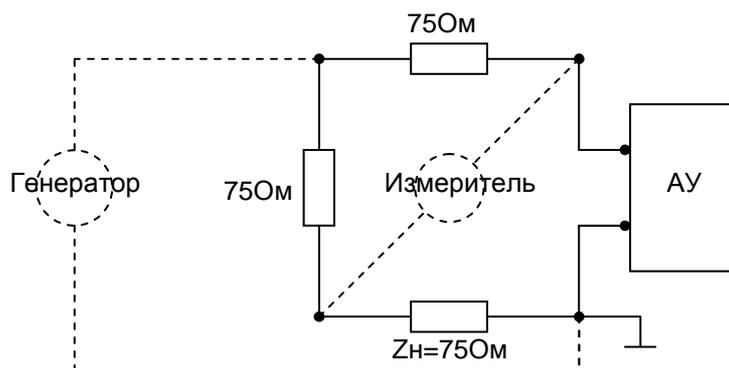


Рисунок 4.2.6, а. Затухание несогласованности АУ относительно 75 Ом

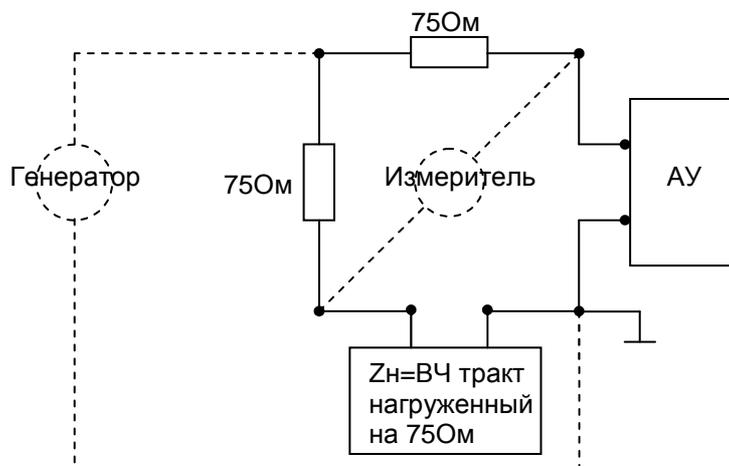


Рисунок 4.2.6, б. Затухание несогласованности АУ относительно ВЧ тракта нагруженного на 75 Ом

4.3 Методика измерения параметров ВЧ канала

4.3.1 Измерение уровня выхода различных сигналов

- Собрать схему измерения в соответствии с рисунком 4.3.1;

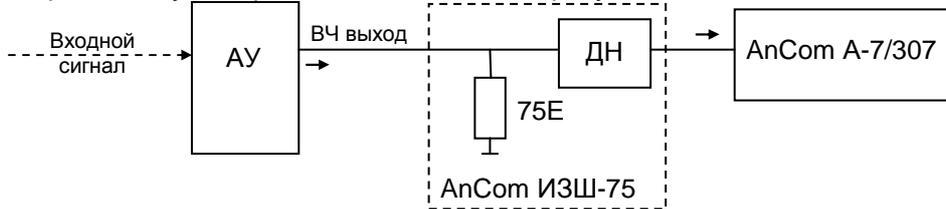


Рисунок 4.3.1 Схема измерения уровня выхода различных сигналов

- Сформировать «Входной сигнал» на проверяемый абонентский интерфейс;
- Измерить уровень выходного сигнала, формируемого АУ, анализатором AnCom A-7/307. Измеренный уровень должен быть равен установленному выходному уровню на АУ для проверяемого абонентского интерфейса. При больших уровнях сигнала на выходе АУ, воспользоваться Делителем Напряжения (ДН), встроенным в AnCom ИЗШ-75.

4.3.2 Измерение уровня приема различных сигналов в ВЧ спектре

- Собрать схему измерения в соответствии с рисунком 4.3.2;

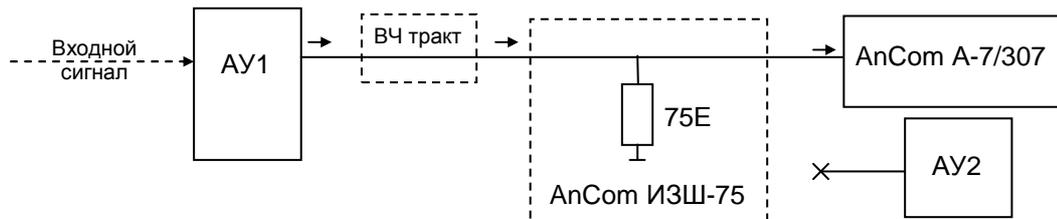


Рисунок 4.3.2 Схема измерения уровня приема различных сигналов в ВЧ спектре

- Сформировать «Входной сигнал» на проверяемый абонентский интерфейс;
- Измерить уровень сигнала на стороне АУ2 анализатором AnCom A-7/307. Измеренный уровень должен быть выше уровня чувствительности АУ2.

4.3.3 Измерение суммарного напряжения сигналов на входе приемного тракта

- Собрать схему измерения в соответствии с рисунком 4.3.3;

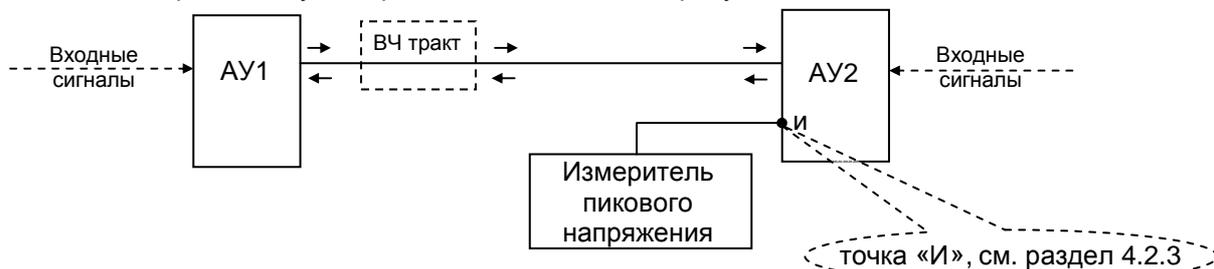


Рисунок 4.3.3 Схема измерения суммарного напряжения сигналов на входе приемного тракта

- Активировать тестовые сигналы всех каналов в обоих направлениях;
- Измерить максимальное пиковое напряжение суммарного сигнала $U_{сумм.пик}$.

4.3.4 Измерение пределов работы АРУ для аналогового канала

- Собрать схему измерения пределов работы АРУ для направления передачи от АУ1 к АУ2 в соответствии с рисунком 4.3.4;

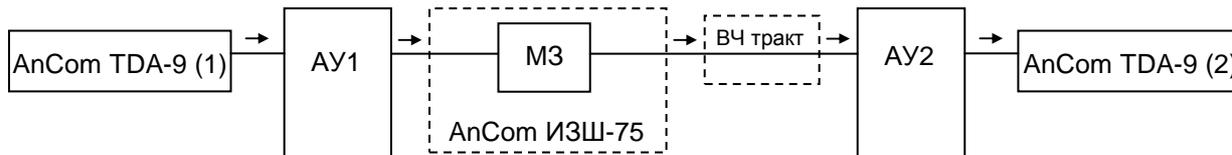


Рисунок 4.3.4 Схема измерения пределов работы АРУ

- Установить в М3 AnCom ИЗШ-75 затухание 0дБ;

Для аналогового канала:

- Сформировать Анализатором AnCom TDA-9 (1) тестовый сигнал;
- Измерить Анализатором AnCom TDA-9 (2) уровень приема номинального сигнала (затухание на М3 0 дБ), сформированного AnCom TDA-9 (1);
- Увеличивая затухание на М3 с шагом 1 дБ, зафиксировать значение затухания на М3, при котором уровень измеренного сигнала уменьшится относительно номинального более чем на 0,5 дБ. Зафиксированное значение на М3 является пределом работы АРУ при увеличении затухания;
- Установить в М3 AnCom ИЗШ-75 затухание 0 дБ;
- Уменьшая затухание аттенюаторов, установленных между входом приёмного тракта и приёмным фильтром АУ2, зафиксировать значение затухания, при котором уровень измеренного сигнала увеличится относительно номинального более чем на 0,5 дБ. Зафиксированное значение на М3 является пределом работы АРУ при увеличении затухания.

Для измерения пределов работы АРУ для направления передачи от АУ2 к АУ1 необходимо М3 в составе AnCom ИЗШ-75 переставить на сторону АУ2 и производить измерения AnCom TDA-9 (1).

4.3.5 Измерение запаса по затуханию для аналогового канала

- Собрать схему измерения запаса по затуханию в направлении от АУ1 к АУ2 в соответствии с рисунком 4.3.5;

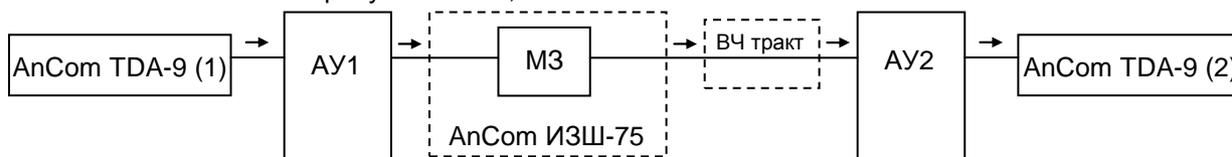


Рисунок 4.3.5 Схема измерения запаса по затуханию

- Установить в М3 AnCom ИЗШ-75 затухание 0дБ;

Для аналогового канала:

- Сформировать Анализатором AnCom TDA-9 (1) тестовый сигнал;
- Измерить Анализатором AnCom TDA-9 (2) уровень приема номинального сигнала (затухание на М3 0 дБ), сформированный AnCom TDA-9 (1);
- Увеличивать затухание на М3 с шагом 1 дБ до наступления одного из событий:
 - Уровень измеренного сигнала уменьшился относительно номинального сигнала более чем на 0,5 дБ;
 - Соотношение сигнал/помеха начнет становиться ниже 26 дБ;
- Затухание на М3, определённое по тому критерию, который будет удовлетворён первым, равно запасу по затуханию.

Для измерения запаса по затуханию для направления передачи от АУ1 к АУ2, необходимо М3 в составе AnCom ИЗШ-75 переставить на сторону АУ2 и производить измерения AnCom TDA-9 (1).

4.3.6 Соотношение уровня сигнала и широкополосной помехи для аналогового канала

- Собрать схему в соответствии с рисунком 4.3.6;

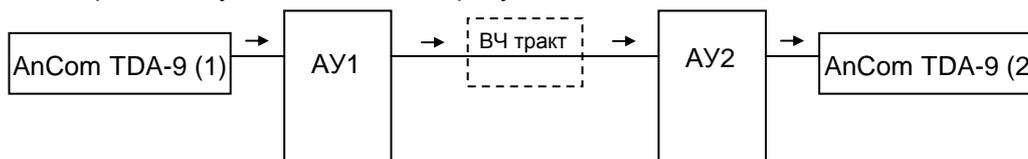


Рисунок 4.3.6 Схема измерения соотношения уровня сигнала и широкополосной помехи

Для аналогового канала:

- Сформировать Анализатором AnCom TDA-9 (1) тестовый сигнал;
- Измерить AnCom TDA-9 (2) соотношение С/П в полосе 0,3...3,4 кГц;
- Для хороших погодных условиях С/П должна быть не менее 35 дБ;
- При сильном дожде должна быть не менее 26 дБ.

4.3.7 Соотношение уровня сигнала и узкополосной помехи от других каналов – для аналогового канала

- Собрать схему в соответствии с рисунком 4.3.7;

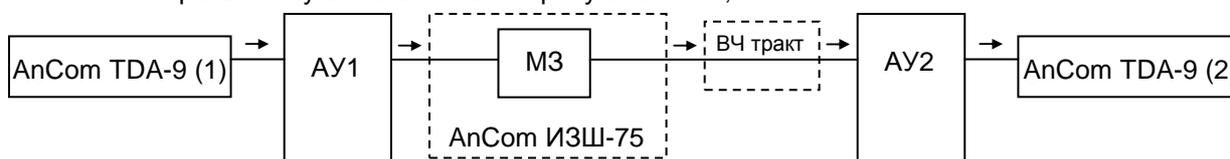


Рисунок 4.3.7 Схема измерения соотношения уровня сигнала и узкополосной помехи от других каналов

- Установить затухание в М3 встроенного в AnCom И3Ш-75, равным запасу по затуханию;
- Сформировать Анализатором AnCom TDA-9 (1) тестовый сигнал;
- Измерить Анализатором AnCom TDA-9 (2) уровень тестового сигнала;
- Снять формирование AnCom TDA-9 (1) тестового сигнала;
- Определить при помощи AnCom TDA-9 (2) уровень максимальной узкополосной помехи в полосе 0,3...3,4 кГц;
- Соотношение тестового сигнала и максимальной узкополосной помехе должно быть не менее 35 дБ.

4.3.8 Затухание несогласованности

При измерении затухания несогласованности используется мостовая схема, встроенная в Анализатор AnCom A-7/307.

4.3.8.1 Затухание несогласованности АУ относительно 75 Ом

- Собрать схему в соответствии с рисунком 4.3.8;

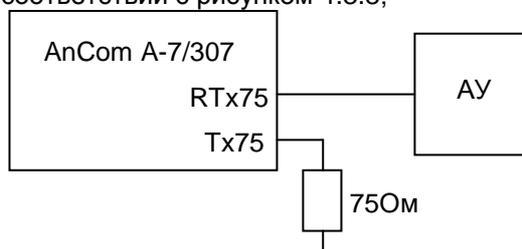


Рисунок 4.3.8 Схема измерения Затухание несогласованности АУ относительно 75 Ом

- Установить выходной уровень АУ 0 дБм;
- Измерить затухание несогласованности АУ, используя Анализатор AnCom A-7/307.

4.3.8.2 Затухание несогласованности АУ относительно ВЧ тракта

- Собрать схему в соответствии с рисунком 4.3.9;

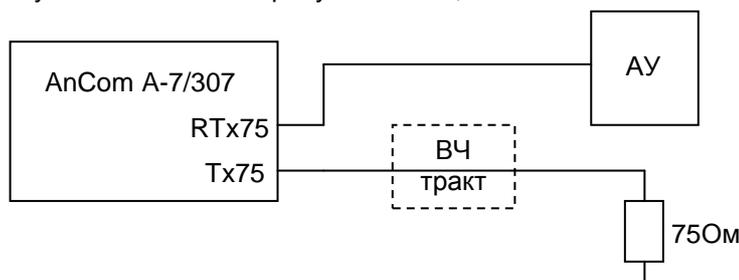


Рисунок 4.3.9 Схема измерения Затухание несогласованности АУ относительно ВЧ тракта

- Измерить затухание несогласованности АУ относительно ВЧ тракта, нагруженного на 75 Ом, используя Анализатор AnCom A-7/307.

4.4 Паспортизация каналов комбинированной ВЧ аппаратуры уплотнения

4.4.1 Общие соображения по паспортизации ВЧ каналов

При разработке паспорта на ВЧ тракт авторы руководствовались следующими соображениями:

Эксплуатирующие организации должны быть заинтересованы в паспортизации, которая должна:

- Не только обеспечивать проведение формализованных однотипных проверок ВЧ каналов на предприятиях отрасли на этапах приемки и ввода в эксплуатацию, периодическом техническом обслуживании и внеочередных измерениях;
- Но и облегчать поиск повреждений при эксплуатации.

Обеспечение нормирующей базой:

- Объемы испытаний и их периодичность, перечень контролируемых параметров и нормы на них должны соответствовать руководящим документам отрасли, в том числе стандарту организации (СТО) ОАО «ФСК ЕЭС» «Технологическая связь. Руководство по эксплуатации цифровых и аналоговых каналов ВЧ связи по ВЛ 35-750 кВ».

Обеспечение измерительной техникой:

- Перечень измеряемых параметров и требования к их точности должны поддерживаться широко распространенными в отрасли приборами;
- Соответствующие приборы должны иметь:
 - «Свидетельство об утверждении типа средств измерений», выданное Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии;
 - Экспертное заключение ОАО "ФСК ЕЭС" (при наличии соответствующих требований со стороны ОАО "ФСК ЕЭС");
 - Свидетельство о поверке.

Методологическое обеспечение процесса проведения измерений:

- Наличие методик проведения измерений с файлами автоматической настройки приборов на проведение каждого конкретного измерения;
- Наличие методических рекомендаций по организации проведения измерений;
- Наличие методик определения причин несоответствия результатов измерения параметров каналов ожидаемым значениям;
- Обеспечение сравнимости результатов полученных при проектировании ВЧ каналов, вводе их в эксплуатацию, периодическом обслуживании и поиске повреждений. Что возможно только:
 - При жесткой регламентации методики проведения измерения, основные пункты которой должны приводиться непосредственно в паспорте;
 - Сохранение результатов измерения должно осуществляться в связке с настройками прибора на момент измерения и в форматах, обеспечивающих использование этих результатов для нормирования при последующих измерениях.

Структурированность системы паспортизации:

- Структура паспортов должна строиться по принципу вложенности «матрешки»: вершина «Паспорт на ВЧ каналы», в них входит «Паспорт на ВЧ тракт», в который включаются «Паспорта на устройства обработки и присоединения»;
- При чем, в «Паспорт на ВЧ каналы», созданный при вводе в эксплуатацию, последовательно включаются протоколы паспортизации, создаваемые при техническом обслуживании и внеочередных измерениях;
- По мере развития паспортизации должна обеспечиваться возможность перехода на «электронные паспорта».

Ниже рассматривается пример заполнения паспорта на комбинированную АУ с одновременной организацией аналогового канала (в полосе 4 кГц) и цифрового канала (в полосе 4 кГц). Данный пример (в определенном смысле искусственный) позволяет обозначить особенности паспортизации как аналоговых, так и цифровых каналов. Для тех же целей, и в аналоговом, и в цифровом канале, организованы ВЧ каналы передачи речи, ТМ, ММО с различными интерфейсами. При паспортизации реальной системы возможны различные комбинации аналоговых и цифровых каналов, с различной шириной полосы (4, 8, 12...кГц), различными пользовательскими интерфейсами и различными видами сигнализации для каналов передачи речи. Особенности паспортизации при наличии в комбинированной аппаратуре каналов передачи сигналов команд РЗ и ПА рассматривается в разделе «Паспортизация оборудования и каналов передачи команд РЗ и ПА»

4.4.2 Пример паспорта на комбинированную аппаратуру уплотнения и каналы ВЧ связи

УТВЕРЖДАЮ:

(постоянно, временно, на какой срок)

(должность)

(фамилия, подпись)

Дата " _____ " _____

ПАСПОРТ НА КОМБИНИРОВАННУЮ АППАРУРУ УПЛОТНЕНИЯ И КАНАЛЫ ВЧ СВЯЗИ

Предприятие	<i>Сети «АБС»</i>
Наименование (номер) ВЧ канала связи	<i>ВЧ канал № ххх: «Иваново-Сидорово»</i>
Наименование (номера) концевых ПС и напряжения ВЛ на концевых ПС, кВ	<i>«Иваново» (ПС №ххх, 110кВ) «Сидорово» (ПС №ххх, 110кВ)</i>

1 Общая часть

Дата паспортизации ВЧ канала при вводе в эксплуатацию	<i>10.10.10</i>
Номинальные полосы частот каналов, работающих по ВЧ тракту, передача/прием, кГц	<i>240 -248 / 276 - 284</i>
Документ, разрешающий использование этих частот (решение проектного института, энергосистемы)	<i>Решение № ххх ОАО Институт «ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ» от 09.09.09</i>
Приложение 1: Паспорт на ВЧ тракт со схемой организации связи и входящими в него паспортами на устройства обработки	<i>№ ххх, от 01.01.10 № ууу при последующих измерениях</i>
Приложение 2: Протокол. Настройки аппаратуры, и результаты измерений при вводе в эксплуатацию	<i>№ ххх, от 01.01.10</i>
Приложение 3: Протокол. Настройки аппаратуры и результаты измерений при техническом обслуживании	<i>Заполняется при последующих измерениях</i>
Приложение 4: Протокол. Настройки аппаратуры и результаты измерений при техническом обслуживании	<i>Заполняется при последующих измерениях</i>

Состав оборудования		
Пункт установки	«Иваново», ПС №xxx	«Сидорово», ПС №xxx
Тип, заводской номер и дата выпуска оборудования	ЦВК-16 №457, 05.05.09	Линия-Ц №457, 05.05.09
Типы и номера блоков	ЦВК-16У №457, ЦВК-16Т №457, шкаф 19"28U - №457	Блок 1 №457, блок 2 №457
Тип канала	Для частотных полос №1- Аналоговый режим Для частотных полос №2 - Цифровой режим Канал «точка-точка», подключение к тракту несимметричное (75 Ом)	

1.1 Объем испытаний и их периодичность

- Для комбинированной аппаратуры уплотнения и каналов ВЧ связи периодичность технического обслуживания – раз в год (ТО-2) и раз в три года (ТО-3).

1.2 Погодные условия

- Рекомендуемые условия проведения измерений при вводе в эксплуатацию и техническом обслуживании ТО-2 и ТО-3 – «хорошая погода летом» или «хорошая погода зимой» – что обеспечивает сопоставимость результатов измерений, как между различными обслуживаниями, так и с расчетными значениями и нормами;
- При внеочередных измерениях фактические погодные условия должны быть внесены в протокол.

1.3 Условия измерения

- Состояние ВЛ при измерениях – рабочее (включена), ответвления подключены;
- Аппаратура уплотнения выведена из эксплуатации;
- При измерениях необходимо указывать число ВЛ, которые были включены на каждой из ПС на рассматриваемом напряжении.

2 Приложение 1. Паспорт на ВЧ тракт

Паспорт прилагается.

3 Приложение 2. Протокол. Настройки оборудования и результаты измерений при вводе в эксплуатацию

3.1 Результаты измерений

Дата	Заключение о соответствии требованиям	Проверку выполнил Ф.И.О.	Подпись
10.10.10	Соответствует	Иванов И.И.	

3.2 Используемые при проверке средства измерения и оборудование

Тип средства измерения	Наименование	Заводской номер	Дата очередной поверки
Анализатор	AnCom A-7/307	009.5555	10.11.10
Имитатор затухания и шума	AnCom ИЗШ-75	076.1111	10.11.10
Анализатор	AnCom TDA-9	016.8888	10.11.10
Тестер цифрового потока	AnCom E-9	015.7777	10.11.10
Тестер цифрового потока	AnCom P3A-Тест	075.9999	10.11.10

3.3 Условия измерения

Подстанция	Погодные условия	Количество ВЛ, включенных на подстанциях
Оконечная подстанция ПС1	Хорошая погода летом	2
Оконечная подстанция ПС2	Хорошая погода летом	3
Промежуточная подстанция	-	-

3.4 Настройки оборудования и результаты измерения параметров оборудования и каналов

Электропитание оборудования					
Напряжение питания		Постоянное 220В		Переменное 220В, 50 Гц	
Потребляемая мощность		230 Вт		240 Вт	
Параметры аппаратуры и канала на ВЧ стыке					
Диапазон частот	по передаче, кГц	240-244	244-248	276-280	280-284
	по приему, кГц	276-280	280-284	240-244	244-248
Уровень сигнала по передаче $R_{ПРД}$, дБм (в полосе 4 кГц) ¹⁾		$R_{ПРД1}= 28,7$	$R_{ПРД1}=29,0$	$R_{ПРД2}= 22,7$	$R_{ПРД2}= 23,6$
Уровень сигнала по приему $R_{ПРМ}$, дБм (в полосе 4 кГц) ¹⁾		$R_{ПРМ1}= 6,5$	$R_{ПРМ1}= 9,4$	$R_{ПРМ2}= 12,2$	$R_{ПРМ2}= 13,0$
Затухание тракта по приему, дБ $a_{12}= R_{ПРД2} - R_{ПРМ1}$, $a_{21}= R_{ПРД1} - R_{ПРМ2}$.		$a_{12}= 16,4$	$a_{12}= 14,0$	$a_{21}= 16,5$	$a_{21}= 16,0$
Уровень широкополосных помех в полосе приема, дБм		-60	-60	-47.5	-57.0
Соотношение сигнал/широкополосная помеха в полосе приема, дБ ^{2) 4)}		66,3 хорошая погода	69.6 хорошая погода	59,7 хорошая погода	70 хорошая погода
Соотношение уровней сигнала и узкополосных помех от других каналов ^{3) 4)}		Соответствует		Соответствует	
Затухание аттенюатора в тракте приема, дБ		24		24	

Запас по затуханию канала, дБ ⁵⁾	20	20	20	20
Рабочая точка АРУ, дБм ⁶⁾	-10	-10	-10	-10
Контрольные частоты, кГц (дБм)	240,1(26)	244,1(27)	276.1(20)	276.1(21)

¹⁾ Условия измерения для цифрового канала – канал не загружен; для аналогового канала – канал передачи речи загружен передачей сигнала МЧС с номинальным уровнем, каналы ТМ не загружены.

²⁾ Измеренное значение Сигнал/Помеха должно быть больше чем

С/П_{указанное производителем для белого шума}

+ поправка на погоду (26 дБ при плохой погоде и 35 дБ при хорошей)

+ поправка на тип ВЛ (0дБ для 35-110 кВ, 4дБ для 220кВ, 6дБ для 330 кВ и выше)

+ 9 дБ (запас).

³⁾ Измеренное значение Сигнал/узкополосная помеха должно быть определено для уровня сигнала при расчетном затухании и с запасом 35 дБ.

⁴⁾ Для цифрового канала данное соотношение должно выполняться при номинальной скорости цифрового потока.

⁵⁾ Запас по затуханию канала должен быть не меньше величины, определённой в проектной документации на рассматриваемый канал. Не рекомендуется, чтобы установленная величина запаса по затуханию превышала нормированное значение более чем на 3 дБ.

⁶⁾ Рабочая точка АРУ должна устанавливаться так, чтобы:

- При передаче **цифрового** потока с максимальной из заявленных скоростей система обеспечивала коэффициент ошибок ЦП не более 10^{-6} ;
- А для **аналоговых** каналов обеспечивала постоянство уровня тональных сигналов с точностью $\pm 0,5$ дБ.

При следующих изменениях затухания ВЧ тракта относительно затухания, определённого при хорошей погоде:

- Уменьшение затухания на величину не менее 5 дБ;
- Увеличение затухания на величину не менее запаса по затуханию канала.

Виды передаваемой информации

Тип канала в заданной полосе частот Для цифрового: скорость интегрального цифрового потока номинальная (минимальная), кбит/с		Аналоговый	Цифровой 12.8 (6.4)	Аналоговый	Цифровой 12.8 (6.4)
Распределение каналов при номинальной (минимальной) скорости потока	№1 ТЛФ	1		1	
	№2 ТЛФ		1		1
	№3 ММО (RS)		1 (0)		1 (0)
	№4 ММО (Ethernet)		1 (0)		1 (0)
	№5 ТМ (100)	1		1	
	№6 ТМ (200)	1		1	

Характеристики ВЧ каналов

Пункт установки и тип оборудования	«Иваново», ПС №ххх ЦВК-16	«Сидорово», ПС №ххх Линия-Ц
Каналы передачи речи (Канал №1)		
Количество каналов	2	2
Вид окончания: четырехпроводное, абонентская линия, Е1 и т.п.	Интерфейс №1А – Е1, FS1 (выход на АТС) Интерфейс №1Б Абонентская линия ТА (FXO) – ДК	Интерфейс №1А Абонентская линия ТА (FXO) – ПС Интерфейс №1Б Абонентская линия ТА (FXO) – ДК

		<i>Интерфейс №2 Четырехпроводный</i>	<i>Интерфейс №2 Четырехпроводный</i>
Тип сигнализации: АДАСЭ (ДК/ПС), Абонентская линия FXO (АТС) и FXS(TA), Точка-точка, E&M, 2BCK и т.п.		<i>№1 АДАСЭ №2 E&M</i>	<i>№2 Абонентская линия FXS(TA) №2 E&M</i>
Поддержка передачи факсовых сообщений		<i>Да - №1А и №2</i>	<i>Да - №1А и №2</i>
Поддержка передачи DTMF сигналов		<i>Да - №1А и №2</i>	<i>Да - №1А и №2</i>
Для аналоговых каналов	Рабочий диапазон частот	<i>№1 300...2400</i>	<i>№1 300...2400</i>
	Частотная характеристика остаточного затухания (соответствие шаблону)	<i>№1А и №1Б Соответствует (см. Приложение 2.1 Результаты измерений)</i>	
	Частотная характеристика ГВП (соответствие шаблону)	<i>№1А и №1Б Соответствует (см. Приложение 2.1 Результаты измерений)</i>	
	Уровни передачи / приема при выключенных компандерах: 4-х проводный: -13,0/+4,0 дБм 2-х проводный: 0 / - 7,0 дБм	<i>Интерфейс №1Б 0,2 /-6,8</i>	<i>Интерфейс №1А 0,2 /-7,3 Интерфейс №1Б 0,3 /-7,1</i>
Для цифровых каналов	Уровни передачи / приема 4-х проводный: -13,0/+4,0 дБм 2-х проводный: 0 / - 7,0 дБм	<i>№2 -13,2/+4,1 дБм</i>	<i>№2 -13,1/+4,2 дБм</i>
	MOS оценка качества передачи речи (не менее 3,5)	<i>№2 – 3.6</i>	<i>№2 – 3.6</i>
	Время задержки, мс (150 мс для каналов оперативно-диспетчерской связи; – 300 мс для каналов административно-технологической связи)	<i>№2 - 145</i>	<i>№2 - 145</i>
	Наличие эхокомпенсатора	<i>№ 1 – нет № 2 - да</i>	<i>№ 1 – нет № 2 - да</i>
Каналы ТМ			
Тип интерфейса и количество: прозрачный кодонезависимый канал RS-232, RS-485, RS-422		<i>Канал №5 – RS-232 Канал №6 – RS-485</i>	<i>Канал №5 – RS-422 Канал №6 – RS-422</i>
Скорость передачи: 100, 200, 300, 600, 1200, 2400, бит/с		<i>Канал №5 – 100 Канал №6 – 200</i>	
Поддержка протоколов ГОСТ Р МЭК 60870-5-101 (указать используемые в системе протоколы и наличие их поддержки в канале ТМ)		<i>Соответствует требованиям ГОСТ Р МЭК 60870-5-101</i>	
Для аналоговых каналов	BER для встроенных модемов, не более 10^{-3}	<i>Канал №4 - 10^{-6} Канал №5 - 10^{-5}</i>	
	Краевые искажения для встроенных модемов, % (не более 12% для С/П, указанного производителем)	<i>Канал №4 – 1% Канал №5 – 1,5%</i>	<i>Канал №4 – 1% Канал №5 – 1,5%</i>
	Уровни передачи /приема для внешних модемов -20...0/-20...0 дБм, указать фактическую настройку	-	-
	Рабочий диапазон частот для внешних модемов	-	-
	Частотная характеристика остаточного затухания для внешних модемов (соответствие шаблону)	-	-

Для цифровых каналов	ES – не более 14 за рекомендуемое время измерения 1 час	-	-
	SES – не более 2 за рекомендуемое время измерения 6 часов	-	-
	Краевые искажения для встроенных модемов, % (не более 12% для С/П, указанного производителем)	-	-
Уровни сигналов цифровых интерфейсов		Канал №4 – соответствуют RS-232 Канал №5 – соответствуют RS-485	Канал №4 и №5 – соответствуют RS-422
Каналы ММО			
Тип интерфейса и количество		Канал №3 – RS-232 Канал №4 - Ethernet	Канал №3 – RS-232 Канал №4 - Ethernet
Скорость передачи, формат данных, управление потоком данных		Канал №3 – 9,6 кБит/с, 1старовый, 1стоповый, без четности Поддержка CTS/RTS Канал №4 – 10/100 Мбит/с	
Поддержка протоколов (указать используемые в системе протоколы и наличие их поддержки в канале ТМ)		Канал №3 Соответствует ГОСТ Р МЭК 60870-5-101 Канал №4 Соответствует ГОСТ Р МЭК 60870-5-104	
Размер максимального пакет данных (буфера) при отсутствии управления потоком и скорости в канале меньше чем скорость на интерфейсе, кБайт		Для каналов №3 и №4 не более 1кБайт	
Для цифровых и аналоговых каналов	BER – не более 10^{-6}	Канал №3 - 10^{-7} Канал №4 – $5 \cdot 10^{-7}$	
	ES – не более 14 за 1 час	Канал №3 – 3 Канал №4 – 2	
	SES – не более 2 за 6 часов	Канал №3 – 0 Канал №4 – 1	
Дополнительные возможности интерфейса		Канал №4 Ethernet поддерживает функции VLAN, NAT	
Проверка работы предупредительной сигнализации			
Работа предупредительной сигнализации в аналоговом ВЧ канале		Соответствует	Соответствует
Работа предупредительной сигнализации в цифровом ВЧ канале		Соответствует	Соответствует
Сопrotивление изоляции и электрическая прочность изоляции			
Проверка электрической прочности изоляции и сопротивления изоляции произведена службой изоляции подстанции, протоколы проверки прикладываются к паспорту Приложение № 2.2			
Цепи, проверяемые на электрическую прочность изоляции	Условия проверки: напряжение промышленной частоты в течение 60 с (кВ эфф)	Протокол №333 от 10.10.10	Протокол №334 от 10.10.10
Входные и выходные цепи с напряжением до 60 В	0,5	Соответствует	Соответствует
Цепи питания постоянным током ниже 60 В	1	Соответствует	Соответствует
Все цепи с	2.5	Соответствует	Соответствует

напряжением выше 60 В			
Цепи, проверяемые на сопротивление изоляции относительно корпуса	Условия проверки: температура ниже 35°C, относительная влажность менее 75%, Требования: сопротивление изоляции должно быть больше, МОм	<i>Соответствует</i>	<i>Соответствует</i>
Каналы: телефонные, ТМ, ММО	10	<i>Соответствует</i>	<i>Соответствует</i>

3.5 Приложение 2.1 Результаты измерений

Графические результаты измерений:

- Частотные характеристики затухания и ГВП в ТЧ каналах.

3.6 Приложение 2.2

Протокол службы изоляции подстанции: «проверка электрической прочности изоляции и сопротивления изоляции».

4 Приложение 3.

УТВЕРЖДАЮ:

(постоянно, временно, на какой срок)

(должность)

(фамилия, подпись)

Дата “_____” _____

Протокол. Настройки оборудования и результаты измерений при техническом обслуживании

Форма протокола аналогична форме протокола при вводе в эксплуатацию.

4.5 Производители Комбинированной аппаратуры уплотнений и номенклатура их продукции

ООО «НПФ Мультиобработка» (предприятие изготовитель) ООО «Электронные системы» (предприятие разработчик)			
Свердловская область, г. Каменск-Уральский	www.multio.ru www.elsystem.su	e-mail - info@multio.ru	Тел.(3439) 399-266
Система связи и телемеханики ССТМ «ES100» Гарантия 36 месяцев	КМТЛ. 465413.001ТУ Заключение аттестационной комиссии на соответствие техническим требованиям ОАО «ФСК ЕЭС» и ОАО «Россети» № 47/021-2013 от 01.08.2013 г Сертификат соответствия требованиям ЭМС № 0968883 Сертификат соответствия требованиям взрывобезопасности № 1231482 Декларацию соответствия требованиям Министерства связи платы телефонии №СПД-6158 от 06.05.2013 г Сертификат соответствия продукции требованиям технических регламентов Таможенного союза ТС RU C-RU.АЯ55.В.00162 от 30.10.2014 года		

Система связи и телемеханики ССТМ «ES100»

Система относится к области передачи информации по линиям электропередач всех классов напряжений и другим проводным средам. Система может быть использована, при организации ведомственных каналов диспетчерского и технологического управления в энергосистемах и других потребителей.

Тип системы – Комбинированная цифровая без РЗ ПА. Аппаратура обеспечивает передачу сигналов, несущих различную информацию, с разными вариантами разделения (демультиплексирования) сигналов:

- С временным разделением сигналов – режим (ВРС);
- С частотным разделением сигналов – режим (ЧРС);
- В смешанном режиме передачи, когда часть полосы частот используется для передачи в режиме ВРС, а часть – в режиме ЧРС;
- Контрольных частот (КЧ).

Аппаратура обеспечивает выбор номинальных полос частот передачи/приема аппаратуры в пределах диапазона частот от 16 до 1000 кГц.

Номинальная ширина полосы частот для одного направления приема/передачи должна быть от 4 кГц до 56 кГц с шагом 4 (1) кГц. Предусмотрена инверсия спектра общая и поканальная.

Аппаратура состоит из двух станций А и Б. Оборудование каждой станции размещается в одном конструктиве (на базе типового 19" конструктива высотой 6U/3U). Станции отличаются частотами настройки в направлениях приема и передачи.

Аппаратура рассчитана на питание от сети переменного тока частотой 50 Гц $\pm 5\%$, напряжением 220 В с допустимыми отклонениями от минус 15 % до плюс 10 % и на питание от внешних аккумуляторных батарей 48; 60; 110; 220 В. Напряжения 48 и 60 В могут использоваться как резервное питание.



Интерфейсы ССТМ «ES100»:**Каналы передачи речи**

- Число аналоговых каналов ТЧ от 1 до 21 (для передачи речи);
- В аналоговом режиме стандартные или комбинированные телефонные каналы (ТФ) для передачи речевой информации в полосе от 0,3 до 2,0; от 0,3 до 3,7 кГц с двух- и четырехпроводными окончаниями. Ширина полосы переключается с шагом 100 Гц;
- Встроенные устройства телефонной автоматики (УТА), работающие по протоколам АЛ-АТС, АДАСЭ. Обеспечивается возможность сопряжения с АТС и телефонными аппаратами;
- Телефонные каналы в цифровом режиме передаются со скоростью 6400 Бит/сек по протоколу сжатия G.729.

Каналы передачи ТМ

- Встроенные асинхронные модемы в надтональном спектре со скоростями от 100 до 1200 бит/с в верхней части спектра канала ТЧ от 2,56 до 3,7 кГц, 1200 и 2400 бит/с в тональном диапазоне от 0,3 до 2,4 кГц и от 0,3 до 3,4 кГц соответственно. Параметры входных/выходных импульсов по стыку RS-232 – стандартный двухуровневый сигнал RS-422;
- В цифровом режиме возможно организовать один ТМ канал со скоростью до 300 Бит/сек, в каждой полосе 4 кГц;
- Максимальное количество каналов ТМ в цифровом режиме – до 7 шт.

Каналы передачи ММО

- Канал передачи данных по Ethernet со скоростью до 300 кБит/сек с поддержкой: UDP, TCP/IP, ICN, NAT, встроенный маршрутизатор, режим моста, режим клиент-сервер, МЭК104;
- В цифровом режиме есть возможность организации цифрового канала передачи данных (ЦКПД) с помощью встроенного модема со скоростью до 31 кбит/с в полосе 4 кГц с учетом стар/стопных сигналов;
- Предусмотрена возможность подключения аналоговых входов/выходов внешних модемов (от 1 до 21 аналоговых каналов ТЧ);
- Цифровой поток Е1 позволяет транслировать необходимые сигналы, не прибегая к лишним аналоговым преобразованиям сигналов. При этом в принимаемом потоке выделяются необходимые тайм-слоты в которые транслируется необходимая информация;
- Поддерживаемые типы цифровых интерфейсов – RS-232 (до 8 шт.), RS-485 (до 14 шт.), Ethernet.

Технологические интерфейсы

- Ethernet с возможностью подключения в локальную вычислительную сеть, для контроля и управления, что дает возможность удаленного контроля состояния станции;
- USB, RS485, RS232, Ethernet для работы от ПК;
- Собственная программа управления.

Отличительные особенности ССТМ «ES100»:

- Диапазон частот от 16 кГц до 1000 кГц;
- Выходная мощность до 80 Вт;
- Полоса частот до 56 кГц;
- Возможность стыковки с другой ВЧ аппаратурой;
- Смешанный режим работы, с передачей данных 9600 Бит/сек, в том числе и в полосе 4 кГц;
- Возможность организации канала передачи данных в полосе 4 кГц со скоростью до 31 кБит/сек;
- Канал данных со скоростью до 300 кБит/сек;
- Канал Ethernet: UDP, TCP/IP, ICN, маршрутизатор, мост, клиент-сервер, МЭК104;
- Возможность переключения между интерфейсами: Ethernet, RS485/422, RS232;
- Собственная программа управления, по Ethernet, RS485;
- Возможность обработки потока Е1.

ООО «НПФ «Модем»			
Санкт-Петербург	www www.npfmodem.spb.ru	e-mail support@npfmodem.spb.ru ,	Тел. 8 (812) 340-01-02, 8 (812) 340-01-02
ЦВК-16 Модификация ЦВК-16 (Ревизия 3) на базе кассеты обработки сигналов ЦВК-16Т	ТУ 665710-005-53307496-2012		
Гарантия 36 месяцев	Заклучение аттестационной комиссии на соответствие техническим требованиям ОАО «ФСК ЕЭС» №47/008-2013 от 05.03.2013 г		
	Сертификат соответствия №РОСС RU.АГ03.Н01243		

Аппаратура высокочастотной связи «Цифровой высокочастотный канал-16» (ЦВК-16) предназначена для организации телефонных каналов, каналов телемеханики и передачи данных межмашинного обмена по высокочастотным каналам связи в полосе 4, 8, 12, 16 кГц.

В цифровом режиме в каждой отдельной полосе частот 4 кГц реализованы возможности многоканальной передачи на основе мультиплексного канала передачи данных со скоростью до 25,6 кбит/с, включающего канал Ethernet, до трех цифровых телефонных каналов (G.729 ITU-T), до четырех асинхронных (старт-стопных) каналов передачи данных межмашинного обмена (ММО) или кодонезависимых каналов телемеханики (ТМ) со скоростями от 100 до 1200 бит/с.

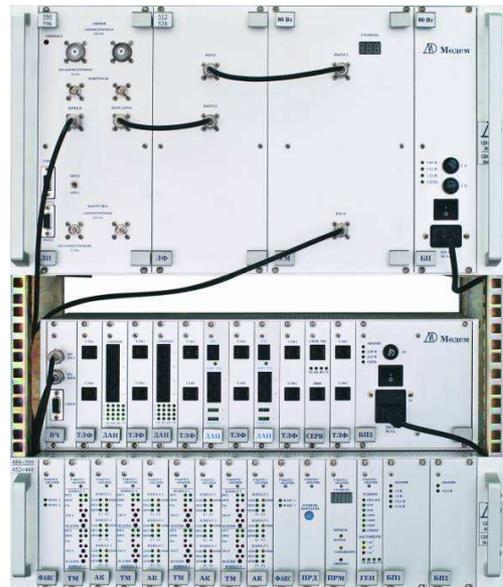
В аналоговом режиме в полосе 4 кГц аппаратура поддерживает традиционный аналоговый способ связи со встроенными разделительными фильтрами речи и четырьмя надтональными модемами ТМ со скоростями передачи от 100 до 600 бит/с или с одним надтональным модемом ТМ со скоростью 1200 бит/с.

Возможность гибкого перераспределения информационной емкости мультиплексного канала позволяет конфигурировать аппаратуру от сервисного ПК на различное число телефонных каналов и каналов ТМ, а также различные скорости передачи данных межмашинного обмена (от 25,6 до 0,8 кбит/с). В цифровом режиме в каждой полосе 4 кГц аппаратура обеспечивает многоступенчатую адаптацию по скорости передачи интегрального цифрового потока в диапазоне от 25,6 кбит/с до 6,4 кбит/с в зависимости от соотношения сигнал-помеха в линии с реализацией приоритетов по каналам различного назначения (телефон, ТМ, ММО, Ethernet).

Сервисное программное обеспечение реализует функции контроля работоспособности, регистрации событий в энергонезависимой памяти, измерения характеристик линии, конфигурирования аппаратуры, удаленного доступа, документирования событий и измерений.

Аппаратура состоит из двух кассет: кассеты усилителя мощности с фильтром входа и линейным фильтром, а также кассеты обработки сигналов с функциями абонентских оконечаний.

Фильтры – перекоммутируемые во всем частотном диапазоне с возможностью задания переключателями требуемых номинальных полос передачи и приема.



Общие характеристики:

Размеры и вес:	<ul style="list-style-type: none"> • Два блока 19' конструктив, высота по 6U • Вес аппаратуры без шкафа и соединительных кабелей – 26 кг
Питание	<ul style="list-style-type: none"> • Напряжение электропитания постоянное 220 В или переменное 220В, 50 Гц • Номинальная потребляемая мощность до 230 Вт

Характеристики ВЧ-тракта:

Диапазон рабочих частот ВЧ-канала	24 – 1000 кГц, перекоммутируемые с шагом 4 (1) кГц	
Номинальная полоса частот передачи, приема (B_N)	4, 8, 12, 16 кГц	
Тип модуляции в каждой полосе 4 кГц	АМОБП	
Максимальная выходная мощность	40, 80 Вт (46, 49 дБм)	
Входное и выходное сопротивление	75 / 150 Ом (несимметричное / симметричное) затухание несогласованности не менее 10 дБ	
Допустимое затухание ВЧ-канала	теоретическое — 80 дБ; практическое— 63 дБ (с учетом помех и искажений ВЧ-канала)	
Чувствительность приемника	в аналоговом режиме по контрольной частоте	номинальная — минус 35 дБм максимальная — минус 50 дБм
	в цифровом режиме по рабочему сигналу	номинальная — минус 30 дБм; максимальная — минус 45 дБм
Разнос частот (минимальное расстояние между границами номинальных полос параллельно работающей аппаратуры на общей линии, для $B_N = 4$ кГц)	до 500 кГц	<ul style="list-style-type: none"> • Собств. передатчик - собств. приемник (смежный) - 0 кГц • Собств. приемник - собств. приемник — 8 кГц • Собств. передатчик - сторонний приемник — 8 кГц • Собств. передатчик - сторонний передатчик — 12 кГц
	выше 500 кГц	<ul style="list-style-type: none"> • Собств. передатчик - собств. приемник (смежный) - 0 кГц • Собств. приемник - собств. приемник — 12 кГц • Собств. передатчик - сторонний приемник — 12 кГц • Собств. передатчик - сторонний передатчик — 20 кГц
Избирательность (превышение стороннего мешающего сигнала над собственным принимаемым)	<ul style="list-style-type: none"> • $\geq 0,1$ кГц от границ канала — +30 дБ (аналоговый режим) • $\geq 0,1$ кГц от границ канала — +32 дБ (цифровой режим) 	
Диапазон АРУ	80 дБ	

Характеристики НЧ-тракта (для каждой полосы 4 кГц ВЧ-тракта):

Цифровой режим	
Общее число мультиплексируемых абонентских каналов	<ul style="list-style-type: none"> • 3 речевых (вокодер ITU-T G.729D, 6,4 кбит/с); • До 4 каналов ММО или прозрачной кодонезависимой ТМ • Канал Ethernet для передачи ТМ в протоколе МЭК-104
Возможные скорости передачи интегрального цифрового потока данных	25,6; 22,4; 19,2; 16,0; 12,8; 9,6; 6,4 кбит/с
Адаптация в канале по скорости передачи в зависимости от уровня помех с	<ul style="list-style-type: none"> • Многоступенчатая с шагом 3,2 кбит/с • Установка приоритетов абонентских каналов
Общее время до готовности	не более 80 с
Время задержки	<ul style="list-style-type: none"> • В речевом канале – не более 140 мс • В кодонезависимых каналах ТМ – не более 120 мс • В канале ММО – не более 115 мс

Время прохождения команды PING с длиной кадра 32 байта	350 мс (при канальной скорости Ethernet 9600 бит/с)
Аналоговый режим	
Общее число мультиплексируемых абонентских каналов	<ul style="list-style-type: none"> • 1 речевой (полоса фильтра Д) • 1 четырехпроводное окончание (полоса фильтра К) • До 4-х модемов надтональной ТМ
Уровень собственного шума на выходе телефонного окончания	минус 55 дБм0п
Общее время до готовности	не более 10 с
Время задержки	<ul style="list-style-type: none"> • В речевом канале – не более 65 мс • В канале ТМ 100 бод – не более 60 мс • В канале ТМ 1200 бод – не более 27 мс
Эквалайзер	
компенсация неравномерности АЧХ	до 12 дБ
компенсация неравномерности ГВП	до 200 мкс

Встроенные модемы телемеханики и межмашинный обмен (для каждой полосы 4 кГц ВЧ-тракта):

Цифровой режим	
Количество каналов ТМ / ММО	до 4-х
Скорость передачи	<ul style="list-style-type: none"> • Кодонезависимой ТМ 100, 200, 300, 600, 1200 бит/с • В асинхронном режиме передачи (ММО) — 1,2 – 230,4 кбит/с
Интерфейс физического уровня	RS-232C (стык С2)
Максимальная скорость ММО, Ethernet	25,6 кбит/с
Текущая скорость ММО, Ethernet	зависит от фактического занятия телефонных каналов
Способ обмена по интерфейсу ММО	асинхронный
Интерфейс Ethernet	10Base-T/100Base-TX; «прозрачный» мост
Аналоговый режим	
Количество модемов ТМ	до 4-х
Скорости передачи данных ТМ	100, 200, 300, 600, 1200 бит/с (с сохранением речевого канала) 2400 бит/с (без сохранения речевого канала)
Характеристики модуляции на скоростях 100, 200 бит/с	в соответствии с Рекомендациями R37, R38 ITU-T

Телефонные окончания (для каждой полосы 4 кГц ВЧ-тракта):

Количество	до 3-х
Типы окончаний	<ul style="list-style-type: none"> • Четырехпроводное (номинальный уровень передачи – минус 13 дБн, приема – +4,3 дБн) с сигнализацией вызова от внешней АДАСЭ • Двухпроводное сторона телефонного аппарата (FXS) • Двухпроводное сторона АТС (FXO) • Е1 (АДАСЭ, 2ВСК)
Типы сигнализаций	<ul style="list-style-type: none"> • АДАСЭ • Точка-точка • Удаленный абонент • ДК/ПС
Регулировка уровня	±12,5 дБ

Отличительные особенности:

- Полная цифровая обработка;
- До 12 цифровых телефонных каналов;
- До 16 каналов телемеханики и передачи данных;
- Возможность работы в традиционном аналоговом режиме;
- Каналы передачи данных телемеханики МЭК 60870-5-101, МЭК 60870-5-104;
- Поставка оборудования ЦВК-16 с 2008 года. Поставлено более 580 полукомплектов.

ООО «НПФ «Модем»	
<p>ЦВК-16П для организации переприема. Модификация ЦВК-16 (Ревизия 3) на базе кассеты обработки сигналов ЦВК-16ПТ</p> <p>Гарантия 36 месяцев</p>	<p>ТУ 665710-005-53307496-2012</p> <p>Заключение аттестационной комиссии на соответствие техническим требованиям ОАО «ФСК ЕЭС» №47/008-2013 от 05.03.2013 г</p> <p>Сертификат соответствия №РОСС RU.АГ03.Н01243</p>

Аппаратура цифровой высокочастотной связи ЦВК-16 (Ревизия 3) с функцией переприема на базе кассеты обработки сигналов ЦВК-16ПТ предназначена для переприема сигналов в прямом и обратном направлениях каждой базовой полосы 4 кГц номинальной полосы частот до 16 кГц.

Аппаратура ЦВК-16П является модификацией аппаратуры ЦВК-16.

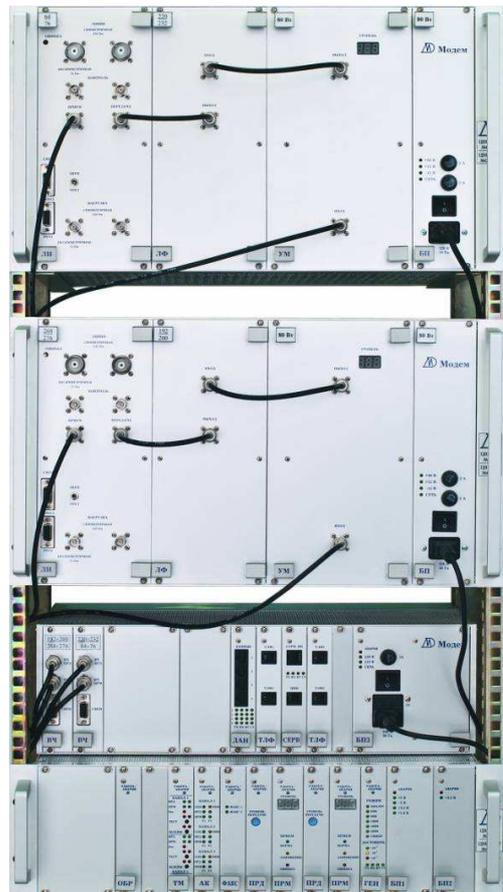
Возможна организация переприема в полосе 4, 8, 12, 16 кГц в аналоговом и цифровом режимах с переходом на новые частоты ВЧ тракта за пунктом переприема.

В состав комплекта аппаратуры переприема ЦВК 16 с функцией переприема входит кассета ЦВК-16ПТ и две кассеты усилителя мощности ЦВК-16У с соответствующими фильтрами входа и линейными фильтрами, устанавливаемые в стандартный шкаф 19'.

Кассета ЦВК-16ПТ аппаратуры связи ЦВК-16 (Ревизия 3) обеспечивает переприем в промежуточных пунктах цифровых каналов связи с возможностью выделения или добавления каналов в любой полосе 4 кГц.

Переприем реализуется в цифровом представлении сигналов ВЧ тракта без преобразования в вокодер цифрового телефонного канала и мультиплексоре интегрального цифрового потока. Это исключает внесение новых искажений, характерных для вокодерного преобразования на каждом участке переприема; уменьшается время задержки и, таким образом, снимается ограничение по числу участков переприема для цифровых каналов связи.

Дополнительным преимуществом применения ЦВК-16 (Ревизия 3) на базе кассеты ЦВК-16ПТ является существенное снижение стоимости аппаратуры за счет отказа от использования двух полукомплектов аппаратуры ЦВК-16 в пункте переприема.



Общие характеристики (отличающиеся от ЦВК-16):

Размеры и вес:	<ul style="list-style-type: none"> • Три блока 19' конструктив, высота по 6U • Вес аппаратуры без шкафа и соединительных кабелей – 41 кг
Питание	<ul style="list-style-type: none"> • Напряжение электропитания постоянное 220 В или переменное 220В, 50 Гц • Номинальная потребляемая мощность до 310 Вт

Характеристики ВЧ-тракта (отличающиеся от ЦВК-16):

Диапазон рабочих частот ВЧ-канала	24 – 1000 кГц, перекоммутируемый с шагом 4 (1) кГц	
Номинальная полоса частот передачи, приема (B_N)	2 направления передачи, в каждом направлении 4, 8, 12, 16 кГц	
Максимальная выходная мощность	40, 80 Вт (46, 49 дБм)	
Чувствительность приемника	в аналоговом режиме по контрольной частоте	номинальная — минус 35 дБм максимальная — минус 50 дБм
	в цифровом режиме по рабочему сигналу	номинальная — минус 30 дБм максимальная — минус 45 дБм
Разнос частот (минимальное расстояние между границами номинальных полос параллельно работающей аппаратуры на общей линии, для $B_N = 4\text{кГц}$)	до 500 кГц	<ul style="list-style-type: none"> • Собств. приемник - собств. приемник — 8 кГц • Собств. передатчик - сторонний приемник — 8 кГц • Собств. передатчик - сторонний передатчик — 12 кГц
	выше 500 кГц	<ul style="list-style-type: none"> • Собств. приемник - собств. приемник — 12 кГц • Собств. передатчик - сторонний приемник — 12 кГц • Собств. передатчик - сторонний передатчик — 20 кГц
Избирательность (превышение стороннего мешающего сигнала над собственным принимаемым)	<ul style="list-style-type: none"> • $\geq 0,1$ кГц от границ канала — +28 дБ (аналоговый режим) • $\geq 0,1$ кГц от границ канала — +30 дБ (цифровой режим) 	

Характеристики тракта переприема:

Время задержки	Полосы переприема	Не более 25 мс
	Добавляемые полосы	Аналогично ЦВК-16
Варианты конфигураций переприема	14 вариантов: переприем всех полос (1÷4), добавление от 1 до 3 полос в любом направлении	
Число добавляемых полос	Не более 3-х	

Сравнение вариантов построения переприема на базе ЦВК-16 и ЦВК-16П:

Параметр	на базе двух полукомплектов ЦВК-16 по НЧ-окончаниям	на базе ЦВК-16П
Число переприемных участков в цифровом режиме	Один переприем	До четырёх переприемов
Перекрываемое затухание	Максимальное, нет суммирования помех разных линейных трактов	Ниже, чем для 1-ого варианта, из-за суммирования помех разных транзитных участков тракта. Мощность по передаче на 1 дБ ниже, чем для ЦВК-16
Время задержки в тракте речи	280 мс с одним переприемом	Для одного переприема 170 мс (140+30n), мс где n – число переприемов
Использование частотного диапазона	Требует выделения дополнительных частотных полос, возможно использование смежного приема	Требует выделения дополнительных частотных полос, невозможно использование смежного

		приема в одном направлении.
Качество речевого канала	Снижение качества речи из-за работы двух последовательно включенных вокодеров	Нет ухудшения качества речи
Стоимость оборудования	Удвоение	Ниже, чем для 1-го варианта, не зависит от ширины полосы
Потребляемая мощность	Выше	Ниже
Массо-габаритные показатели	Хуже	Лучше
Сложность монтажа и пуско-наладки	Требует организации НЧ переприемов по всем каналам, что приводит к увеличению стоимости работ, возможным ошибкам при монтаже	Не требует организации переприема по НЧ окончаниям. Уменьшение времени и стоимости пуско-наладочных работ

Отличительные особенности:

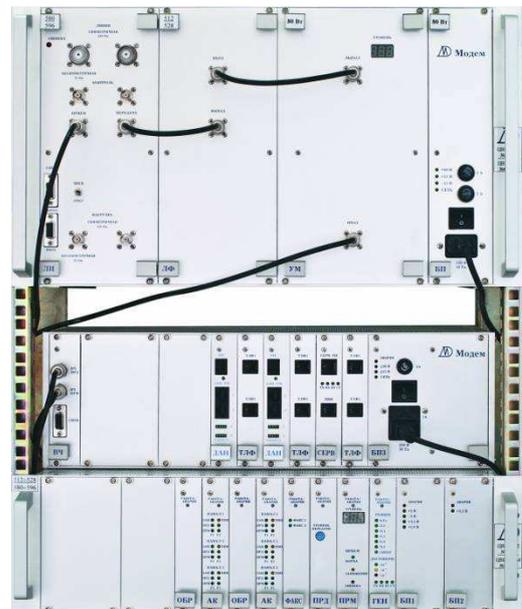
- Транзит цифровых телефонных каналов без вокодерного преобразования;
- Транзит цифровых потоков данных для каналов связи, телемеханики, АСКУЭ с выделением и добавлением каналов в полосе 4 кГц;
- Новые возможности при построении цифровых сетей на базе ВЧ каналов связи;
- Поставка оборудования ЦВК-16П с 2009 года. Поставлено около 40 полукомплектов.

ООО «НПФ «Модем»	
<p>ЦВК-16М для высокоскоростной передачи данных. Модификация ЦВК-16 (Ревизия 3) на базе кассеты обработки сигналов ЦВК-16МТ</p> <p>Гарантия 36 месяцев</p>	<p>ТУ 665710-005-53307496-2012</p> <p>Заключение аттестационной комиссии на соответствие техническим требованиям ОАО «ФСК ЕЭС» №47/008-2013 от 05.03.2013 г</p> <p>Сертификат соответствия №РОСС RU.АГ03.Н01243</p>

Аппаратура цифровой высокочастотной связи по ЛЭП ЦВК-16 (Ревизия 3) на базе кассеты обработки сигналов ЦВК-16МТ для диапазона частот 24-1000 кГц в полосе 8, 16 кГц обеспечивает скорость передачи интегрального цифрового потока до 102,4 кбит/с. Аппаратура позволяет строить каналы для передачи телемеханики в протоколе МЭК-104 со скоростью 64 бит/с (требование ОАО «ФСК ЕЭС» и ОАО «СО ЕЭС»).

Максимальная информационная емкость ВЧ канала в базовой полосе 16 кГц: канал Ethernet 102,4 кбит/с; два цифровых телефонных канала; два асинхронных канала передачи данных, телемеханики или АСКУЭ.

Канал Ethernet реализует соединение типа «прозрачный» мост, осуществляя ретрансляцию пакетов на канальном уровне, при этом не требуется внешнего маршрутизатора при соединении двух LAN устройств. Скорость передачи адаптивно меняется в соответствии с заданными приоритетами и соотношением сигнал/помеха.



Характеристики ВЧ-тракта (отличающиеся от ЦВК-16):

Диапазон рабочих частот ВЧ-канала	24 – 1000 кГц перекоммутируемые с шагом 4 (1) кГц
Номинальная полоса частот передачи, приема (B_N)	8, 16 кГц
Максимальная выходная мощность	40, 80 Вт (46, 49 дБм)
Чувствительность приемника по рабочему сигналу	номинальная — минус 30 дБм максимальная — минус 45 дБм

Характеристики НЧ-тракта (отличающиеся от ЦВК-16):

Общее число мультиплексируемых абонентских каналов в каждой базовой полосе (8, 16 кГц)	<ul style="list-style-type: none"> • 2 речевых канала(вокодер ITU-T G.729D, 6,4 кбит/с) • До 2 каналов ММО • Канал Ethernet для передачи ТМ в протоколе МЭК-104 	
Возможные скорости передачи цифрового потока данных	$B_N=16$ кГц	102,4; 89,6; 76,8; 64,0; 51,2; 38,4; 25,6 кбит/с
	$B_N=8$ кГц	51,2; 44,8; 38,4; 32,0; 25,6; 19,2; 12,8 кбит/с
Общее время до готовности	не более 60 с	
Время задержки $B_N=16$ кГц ($B_N=8$ кГц)	<ul style="list-style-type: none"> • В речевом канале – не более 85 мс (105 мс) • В канале ММО – не более 30 мс (60 мс) 	
Время прохождения команды PING с длиной кадра 32 байта	80 мс (при канальной скорости Ethernet 64 кбит/с)	

Отличительные особенности:

- Скорость передачи до 102,4 кбит/с;
- До 2 каналов Ethernet, до 4 цифровых телефонных каналов;
- Адаптация в канале по физической скорости и информационной емкости;
- Номинальная полоса частот 8, 16 кГц;
- Каналы передачи данных телемеханики МЭК 60870-5-101, МЭК 60870-5-104;
- Поставка оборудования ЦВК-16М с 2011 года. Поставлено более 50 полукомплектов.

ООО «Промэнерго»			
г.Каменск-Уральский	www www.promen.ru	e-mail main@promen.ru	Тел/ факс +7 (3439) 375-800
ОАО «Шадринский телефонный завод»			
г.Шадринск	www www.shtz.shadrinsk.net	e-mail shtz@shadrinsk.net	Тел/ факс +7 (35253) 6-24-06
<p>АКСТ «Линия-Ц»</p> <p>Аппаратура каналов связи, телемеханики, передачи данных и команд РЗ и ПА</p> <p>АКСТ РЗПА «Линия-Ц»</p>	<p>Технические условия: ТУ: Рс1.223.007ТУ</p> <p>Заключение ОАО «ФСК ЕЭС», ОАО «РОССЕТИ»: ЗАК №47/022-2010 срок действия до 02.08.2015</p> <p>Сертификат соответствия: № РОСС RU.АГ93.Н03664</p>		

Комплексная аппаратура с цифровой обработкой сигнала АКСТ РЗПА «ЛИНИЯ-Ц» предназначена для организации высокочастотных каналов ТЧ, ТМ, РЗ и ПА и передачи данных по высоковольтным ЛЭП 35...1150 кВ в информационных структурах АСКУЭ, диспетчерского и технологического управления энергосистемами и энергообъектами. Также аппаратура может использоваться как комплексная, так и специализированная для связи и передачи команд РЗ и ПА.



Особенности:

- Евроконструктив 19", 6U;
- Усилитель мощности 80 Вт имеет систему резервирования из 2 усилителей по 40 Вт;
- Два блока питания, работающих в режиме разделения нагрузки и горячей замены;
- Мониторинг, электронное управление и диагностика местной и удаленной станций с помощью персонального компьютера, а также всей группой аппаратуры входящей в локальную сеть;
- Высокая скорость и многоканальная передача данных (до 29 000 бит/сек в 4 кГц);
- Мультиплексирование от 1 до 6 потоков (в спектре от 4 до 24 кГц) ПД;
- Передача данных ТМ в протоколах МЭК 60870-5-101/104;
- Возможность работы с другой аппаратурой ВЧ связи на «ответных концах»;
- Встроенный или вынесенный в отдельный терминал, дуплексный блок передачи команд РЗ и ПА. Связь с вынесенным терминалом по оптоволоконному кабелю;
- Возможность использования выносного терминала с блоком передачи команд РЗ и ПА, как отдельного УПАСК, в том числе и по ВОЛС;
- Интеграция в АСУ ТП по протоколам SNMP; МЭК 61850;
- Возможность работы аппаратуры в радиальном (разветвленном) режиме, в том числе и в комплексном исполнении с функцией РЗ и ПА;
- Развитые возможности частотного уплотнения (8/3, 4/2 и др.);
- Гибкое конфигурирование. Возможность использования нескольких конфигураций в одном аппаратном исполнении;
- Адаптация к каналу связи и к требованиям потребителя;
- Встроенные фильтры ДК, модемы ТМ, телефонные окончания, модуль цифрового уплотнения речи;
- Передача/прием состояния 10 «сухих» контактов, которые можно использовать для телесигнализации и телеуправления (охранной сигнализации);

- Питание от сети переменного тока 110–220 В и/или постоянного тока = 48, 60, 110–220 В;
- Встроенные или вынесенные НЧ-окончания и многое другое.

Технические характеристики аппаратуры АКСТ «Линия-Ц»; АКСТ РЗПА «Линия-Ц»:

Рабочие частоты, кГц	16–1000 с шагом 1 кГц
Номинальная полоса приема/передачи, кГц	от 4 до 48
Номинальное волновое сопротивление ВЧ входов, Ом	75 ,150 (возможность регулировки)
Расположение полос пропускания в направлении ПРМ и ПРД	разнесенное, смешанное
Модуляция	АМ с одной боковой полосой с прямым цифровым синтезом
Режим работы	ЧРС, ВРС и смешанный режим
Диапазон АРУ, дБ	до 72
Количество БОС в станции, шт.	1÷6, 1÷4 (с блоком РЗ и ПА)
Блок РЗ и ПА	встроенный или вынесенный терминал
Протокол АСУТП	SNMP, МЭК 61850
Аналоговый режим	
Рабочая полоса частот БОС, кГц	4, 8, 12
Программирование полосы частот канала, кГц:	от 0,3 до (2,0–3,7) с шагом 0,1
Скорость передачи модемы FSK, бит/с	от 100 до 2400 (до 3х на канал)
Цифровые интерфейсы	RS-232, RS-422, Ethernet
Режим УТА	АДАСЭ, АЛ-АТС, СЛ
Время задержки, мс	не более 50
Импеданс входа/выхода, Ом	600
Цифровой режим	
Рабочая полоса частот синхронного (QAM) модема, кГц	1-12
Скорость передачи синхронного модема, бит/с	до 29000 в 4 кГц (1 в каждом БОС)
Информационная загрузка цифрового потока	до 2 каналов ТФ + 3 каналов ТМ + 3 канал ПД
Скорость речевого канала, бит/с	1800, 3800
Максимальная скорость передачи в полосе 24/48 кГц, кбит/с	до 170/340
Максимальное время задержки, мс	не более 100
Коэффициент ошибок	$1 \cdot 10^{-6}$ (при SNR 26 дБ, 24 кбит/с)
Время синхронизации модема, с	менее 1

Возможности блока РЗПА:

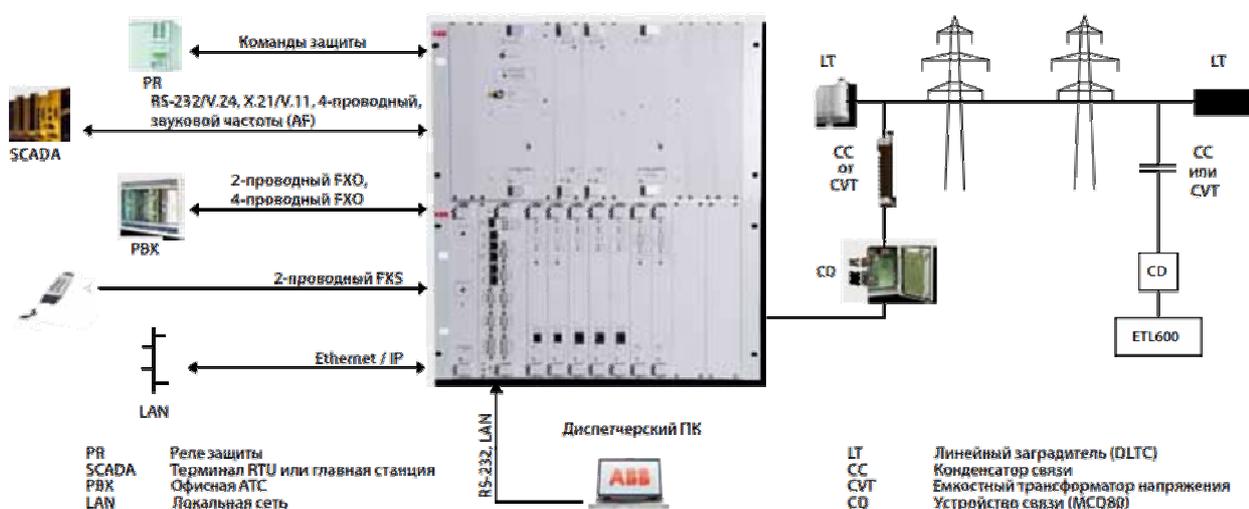
- Передача/прием до 24 команд РЗ и ПА;
- Время передачи команд не более 25 мс;
- Возможность работы по оптическому стыку в режиме транзита команд РЗ и ПА или с выносным комплектом РЗПА на расстоянии;
- Точность фиксации событий передачи команд 1 мс;
- Синхронизация от встроенного блока GPS, удаленной станции или сервера NTP;
- Передача команд одночастотным кодом при пропадании КС;
- Режим Boosting или форсировка – использование всей выходной мощности для посылки команд РЗ и ПА;
- Фиксация приема команд после пропадания ОС не более 0,3 с;
- Ввод задержки на срабатывание (опционально) 5–10 мс;
- Запоминание принятых команд с задержкой на замыкание;

Состав аппаратуры формируется в соответствии с требованиями заказчика к числу, типам, интерфейсам, скоростям передаваемых каналов.

ООО "АББ" Департамент «Системы связи»			
г. Москва	www http://www.abb.ru/communicationnetworks	e-mail es@ru.abb.com	Тел +7 495 777 2220 доб. 5300/5335
ETL600 R4 Универсальная цифровая система ВЧ-связи по ЛЭП			

Передовая конструкция ETL600 позволяет реализовать безупречную интеграцию всех типов аналоговых и цифровых сервисов через широко используемые интерфейсы на основе стандартов IEC и рекомендаций ITU (Международный союз электросвязи).

Обзор системы ETL600



Перспективная концепция

Полоса частот всегда являлась ограниченным ресурсом для систем ВЧ связи по ЛЭП. Необходимость повышения коммуникационной способности вызвала проблемы с частотным уплотнением, что значительно затруднило расширение сети ВЧ связи по ЛЭП. Для того, чтобы удовлетворить требованиям по совмещению с существующими схемами распределения частот или справиться с необходимостью более высокой скорости передачи информации, как того требуют приложения по обработке данных, система ETL600 обеспечивает высокую степень гибкости выбора ширины полосы пропускания. Не только расширен имеющийся диапазон изменения несущей частоты от 500 до 1000 кГц – благодаря чему удваивается число используемых каналов ВЧ связи по ЛЭП – но и получена возможность программирования полосы передачи вне пределов традиционного диапазона 4 или 8 кГц, что обеспечивает повышение скорости передачи данных до 256 кбит/с.



ETL600-050: компактная версия одиночной стойки, выходная мощность 50 Вт, 4 слота для аналогового и цифрового голосовых интерфейсов, а также интерфейса телезащиты (имеется еще вариант с двумя стойками мощностью 50 Вт и 7 слотами).

Эта беспрецедентная скорость передачи данных может использоваться одним внешним устройством, таким как мультиплексор, коммутатор или маршрутизатор (с применением канала ВЧ связи по ЛЭП в качестве чистой "высокоскоростной трубы передачи данных"), либо совместно несколькими интегрированными, конфигурируемыми пользователем портами данных с временным уплотнением каналов посредством внутреннего адаптивного мультиплексора MUX600.

Если нужно заполнить «пробелы» существующей схемы распределения номинальной полосы частот 4 или 8 кГц и требуется аналоговая речь, то можно запрограммировать специальные рабочие режимы с каналами АВЧ (APLC) 2 кГц и ЦВЧ (DPLC) 2 или 6 кГц (с обеспечением максимальной пропускной способности данных в остающейся полосе частот).

Независимо от того, придерживается ли заказчик традиционной схемы распределения частот или желает выйти за пределы типовой (64 кбит/с) скорости передачи существующей цифровой системы ВЧ связи по ЛЭП, ETL600 предоставляет все необходимые возможности в виде функций, программируемых на месте.

Мультисервисное оборудование:

В ETL600 объединены все приложения, важные для электроэнергетических компаний, а именно:

- Прозрачная передача тональных сигналов, таких как речь с ограниченной полосой и наложенным дистанционным управлением;
- Цифровая передача сжатых речевых сигналов;
- Полностью прозрачная и/или UART-совместимая передача асинхронных данных со скоростью до 9600 бит/с с минимальной задержкой в приложения «точка-многоточка», типичные для опроса в системе SCADA;
- Адаптивное мультиплексирование передачи данных с контролем потока;
- Синхронная передача данных со скоростью от 9,6 до 256 кбит/с;
- Разделение портов и каналов для наиболее эффективного использования ограниченных ресурсов полосы частот;
- Прямое соединение LAN по Ethernet/IP и работа в системе SCADA с IEC 60870-5-104 TCP/IP;
- Телезащита с передачей до 2 x 4 независимых и одновременных команд;
- Легкое подключение внешних коммутаторов, мультиплексоров и маршрутизаторов для интеграции сети, агрегирования сервисов и управления трафиком через стандартные интерфейсы.



ETL600-100: две версии стойки, выходная мощность 100 Вт, 7 слотов для аналогового и цифрового голосовых интерфейсов, а также интерфейса телезащиты.

ETL600 сохраняет все функциональные возможности, хорошо зарекомендовавшей себя системы ETL500, и в то же время отличается рядом беспрецедентных свойств, которые делают систему ETL600 идеально соответствующей требованиям инфраструктур связи.

Универсальная архитектура

Обладающая универсальной архитектурой аппаратных и программных средств система ETL600 делает выбор между традиционным аналоговым и современным цифровым ВЧ оборудованием окончательно беспредметным и устаревшим – в отличие от большинства традиционных систем, в которых такой выбор является решающим и не подлежащим пересмотру.

Используя те же самые аппаратные компоненты, пользователь может выбрать и изменить рабочий режим на месте посредством лишь нескольких нажатий клавиши мыши. Кроме того, что система ETL600 удобна для пользователя и отличается беспрецедентно гибкостью применения, она также гарантирует безусловную совместимость как с прежними, так и с самым современным цифровым телекоммуникационным оборудованием.

В соответствии со стремлением ABB обеспечить защиту значительных инвестиций заказчика в технологию ВЧ связи по ЛЭП возможно даже модернизировать существующее оборудование ETL500 до наиболее усовершенствованного уровня технологии ETL600 с максимальной степенью сохранения существующих установок, существенно продлевая таким образом жизненный цикл прошлых инвестиций.

ETL600, версия 4 – кратко о новых свойствах:

- Повышенная выходная мощность: 50 Вт – до 1 МГц, 100 Вт – до 1 МГц;
- Более компактные версии оборудования: новая одиночная стойка 50 Вт для наиболее широко используемых конфигураций оборудования;
- Усовершенствованная функциональность сети (LAN):
 - 4 интегрированных порта LAN (коммутация и IP-маршрутизация, поддержка VLAN);
 - Повышенная кибербезопасность, поддержка новейших стандартов;
- Цифровая передача сжатых речевых сигналов:
 - Сокращенная задержка и неизменное качество речи в транзитной связи;
 - Взаимное соединение до 5 терминалов ETL600 на подстанции;
- Одиночное или дублированное электропитание для всех конфигураций стоек.

5 Комбинированная аппаратура передачи сигналов команд РЗ и ПА

5.1 Общее представление

В этой главе рассматриваются измерения параметров, характеризующих помехозащищённость и надёжность работы канала УПАСК, интерфейсы которого представлены на рисунке 2.4 и 2.1,а.

При этих измерениях проверяется:

- Уровни передачи в ВЧ спектре для охранного сигнала и сигналов команд. Уровни передачи должны соответствовать значениям, рекомендуемым проектом;
- Уровни приема на ВЧ входе для охранного сигнала и сигналов команд. Уровни приема должны быть в соответствии с уровнями передачи противоположного конца канала и затуханием тракта;
- Запас по затуханию с проверкой замыкания выходных цепей приемника команд при их передаче, проверкой сигнализации. Согласно СТО по эксплуатации, запас по затуханию должен быть не меньше величины, определённой в проектной документации на рассматриваемый канал. Не рекомендуется, чтобы установленная величина запаса по затуханию превышала нормированное значение более чем на 3 дБ;
- Уровень чувствительности приемников. Уровень чувствительности должны соответствовать значениям, рекомендуемым проектом на канал.
- Отношение сигнал/(широкополосная помеха) для минимально допустимого уровня сигнала команды. Это отношение должно быть не менее величины, указанной производителем;
- Отношение (уровень чувствительности)/(узкополосная помеха) в полосе приема. Разность между уровнем чувствительности приемника и измеренными уровнями любых синусоидальных помех в полосе приема должна быть не меньше значения, указанного производителем аппаратуры;
- Уровень срабатывания предупредительной сигнализации. Значение уставки срабатывания предупредительной сигнализации снижения уровня приема ОС относительно значения, измеренного при хорошей погоде, задается проектом или соответствующей службой защиты. Как правило, принимаются значения снижения от 6 до 10 дБ, но не менее расчетного затухания, обусловленного гололедно-изморозиевыми отложениями.

Все испытания должны проводиться по программе работ по проверке систем РЗ и ПА.

5.2 Измерение параметров ВЧ канала

5.2.1 Измерение уровня выхода охранного сигнала и сигнала команды

Выходная мощность передатчика для охранного сигнала (ОС) и сигнала команды на ВЧ выходе измеряется в схеме рисунка 4.2.1 при нагрузке выхода АУ на номинальное сопротивление аппаратуры Zн (обычно 75 Ом).

Измерение сигнала команды производится при передаче непрерывной команды.

Измерение уровня ОС и сигнала команды при одночастотном и двухчастотном параллельным кодированием производится с помощью избирательного измерителя уровня (ИИУ) с высокоомным входом. Избирательности ИИУ должны быть достаточно высокими (например 25 Гц).

Измерение уровня сигнала команды при двухчастотном последовательном кодировании производится с помощью осциллографа.

5.2.2 Измерение уровня приема охранного сигнала и сигнала команды в ВЧ спектре

Измерение уровня приёма охранного сигнала и сигнала команды производится в схеме рисунка 4.2.3 при нагрузке ВЧ кабеля в пункте приёма на номинальное сопротивление ВЧ тракта Zн (обычно 75 Ом). Измерения производятся в хорошую погоду.

Измерение производится избирательным измерителем уровня (ИИУ) с высокоомным входом. Избирательность ИИУ должна быть достаточно высокой (например 25 Гц).

Для измерения сигнала команды на противоположном конце канала подаётся непрерывная команда.

Уровень приёма команды должен быть выше уровня чувствительности, по крайней мере, на требуемую величину запаса по затуханию.¹³

5.2.3 Измерение запаса по затуханию

Измерение запаса по перекрываемому затуханию выполняется в схеме рисунка 4.2.5 (вариант дуплексной аппаратуры). Измерение производится в хорошую погоду для каждого из направлений передачи команд (на рисунке приведена схема измерения запаса по затуханию для направления «Пер1- Пр1»). При определении запаса по затуханию для другого направления передачи МЗ включается в цепь передатчика №2, а контроль за работоспособностью производится по работе приемника №2. Для стандартного варианта построения аппаратуры, когда в тракте приёма команд нет системы АРУ, измерение запаса по затуханию производят в следующем порядке:

- Затухание МЗ устанавливается равным 0 дБ и по каналу передаётся какая-либо команда (например, №1). Проверяется прием команды (по замыканию выходных цепей приемника). Проверяется также запись в журнале событий и сигнализация передачи и приема команды;
- Затухание МЗ увеличивается степенями по 5 дБ от нуля до того значения, при котором команда перестает приниматься. Обозначим эту величину $a_{нпр}$;
- Уменьшая затухание МЗ от значения $a_{нпр}$ степенями по 0,5 – 1 дБ находят максимальное затухание МЗ, при котором на другом конце канала фиксируется прием команды. Обозначим эту величину $a_{макс.к1}$;
- При затухании МЗ, равным $a_{макс.к1}$ по каналу поочередно передаются все остальные команды. Проверяется прием каждой из команд. Если какая-либо команда при затухании $a_{макс.к1}$ не принимается, то затухание МЗ уменьшают степенями по 0,5 – 1 дБ до фиксации приёма этой команды. Обозначим эту величину $a_{макс.к2}$. Проверку прохождения следующих команд производят уже при этом значении затухания МЗ. Обозначим минимальную из полученных величин, как $a_{макс.к}$;
- При затухании МЗ, равным $a_{макс.к}$ по каналу не менее 20 раз передается каждая из команд. Проверяется прием всех команд (по журналу событий и по замыканию выходных цепей приемника). Проверяется также действие сигнализации передачи и приема команд.
- При успешном окончании опытов значение $a_{макс.к}$ затухания, введенного на МЗ, соответствует запасу по перекрываемому затуханию в канале передачи команд.
- При успешном окончании опытов значение $a_{макс.к}$ затухания, введенного на МЗ, соответствует запасу по перекрываемому затуханию в канале передачи команд.

¹³ При использовании для передачи команд двухчастотного последовательного кода надёжный метод измерения уровня приёма не существует. В этом случае ограничиваются измерением запаса по затуханию или судят о приемном уровне на основании измерений уровня выхода и затухания ВЧ тракта.

5.2.4 Измерение чувствительности приемника для сигнала команд

Измерение чувствительности приемника для сигнала команд производится в схеме рисунка 5.2.1.

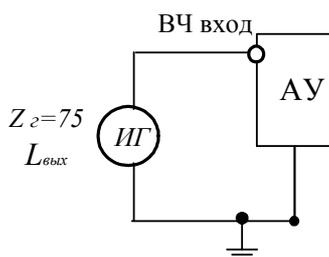


Рисунок 5.2.1 Схема измерения чувствительности приемника команд

Измерительный генератор синусоидального сигнала (ИГ) должен иметь внутреннее сопротивление, равное 75 Ом. Выход ИГ с частотой, равной частоте команды, для которой производится измерение, подключается к ВЧ входу приемника. Выходной уровень ИГ ($L_{\text{вых}}$) регулируется от минимума до момента фиксации приема команды. Проверка производится для всех команд.

Описанная методика может применяться для аппаратуры, использующей при передаче команд одночастотный код. Для аппаратуры, использующей двух-, трехчастотный или более сложный код, регулировка и проверка должны проводиться при измерении запаса по затуханию (см. п.5.2.3).

5.2.5 Измерение отношения сигнал/помеха для широкополосной помехи

Измерение отношения сигнал/помеха (С/П) для широкополосной помехи выполняется при хороших погодных условиях по схеме рисунка 4.2.3. Порядок проведения измерений следующий:

- От аппаратуры АУ1 длительно передается одна из команд. На противоположной стороне канала измеряется уровень приёма этой команды на ВЧ кабеле, нагруженном на сопротивление 75 Ом. Измерение производится с помощью ИИУ с полосой пропускания не более 25 Гц или АС с разрешающей способностью не более 25 Гц. Обозначим этот уровень, как L_k ;
- Аппаратура АУ1 отключается от ВЧ тракта и на противоположной стороне канала измеряется уровень помех от короны. Уровень измеряется в пределах полосы частот приемника. Этот уровень должен быть приведен к полосе частот 4 кГц. Обозначим этот уровень, как $L_{\text{пом.4}}$;
- Отношение С/П для сигнала команды определяется как:

$$C/P = L_k - L_{\text{пом.4}}$$

Формула 5.2.1

Полученная величина С/П должна быть не менее суммы заданного запаса по перекрываемому затуханию канала с 6 дБ.

5.2.6 Измерение отношения сигнал/помеха для узкополосных помех

Измерение уровня узкополосных помех производится в схеме рисунка 4.2.3 при отключении аппаратуры АУ1. Измерение производится аналогично измерениям по второй точке раздела 5.2.5, но измеряются не широкополосные, а узкополосные помехи.

По полученным значениям узкополосных помех определяется разность между определенным ранее уровнем чувствительности приемника (п.5.2.4) и измеренными уровнями каждой из узкополосных помех. Эта разность должна быть не меньше значения, указанного производителем аппаратуры.

5.2.7 Измерение уровня принимаемого сигнала при срабатывании предупредительной и аварийной сигнализации

Измерение производится при хорошей погоде. Схема измерений представлена на рисунке 4.2.5. Затухание МЗ увеличивается до значения, при котором срабатывает предупредительная сигнализация. После этого ВЧ кабель отключается от аппаратуры АУ2 и нагружается на сопротивление 75 Ом. Измеряется уровень ОС. Этот уровень и является уровнем срабатывания предупредительной сигнализации. При отключении аппаратуры АУ2 от ВЧ кабеля должно быть проверено появление аварийной сигнализации нарушения канала.

При этих измерениях проверяется регистрация в журнале событий.

5.3 Методики измерения параметров ВЧ канала

5.3.1 Измерение уровня выхода охранного сигнала и сигнала команды

- Собрать схему измерения в соответствии с рисунком 5.3.1;

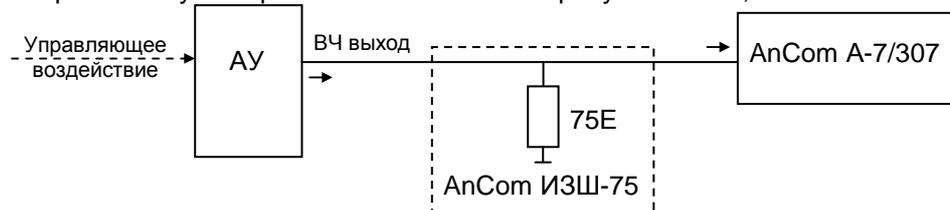


Рисунок 5.3.1 Схема измерения уровня выхода охранного сигнала и сигнала команды

- Измерить уровень Охранного Сигнала (ОС) анализатором AnCom A-7/307, измеренный уровень ОС должен быть равен установленному уровню в АУ;
- Сформировать непрерывную команду, при необходимости использовать внешнее управляющее воздействие;
- Измерить уровень команды анализатором AnCom A-7/307, измеренный уровень команды должен быть равен установленному уровню в АУ.

5.3.2 Измерение уровня приема охранного сигнала и сигнала команды в ВЧ спектре

- Собрать схему измерения в соответствии с рисунком 5.3.2;

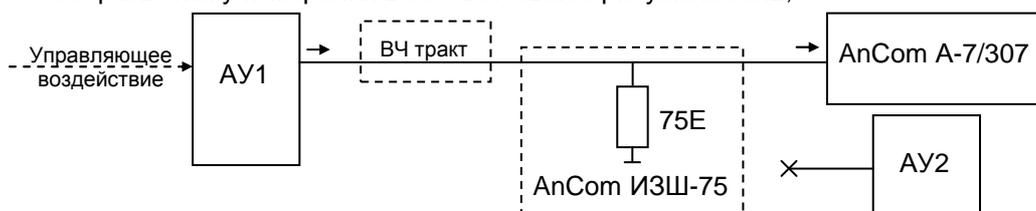


Рисунок 5.3.2 Схема измерения уровня приема охранного сигнала и сигнала команды в ВЧ спектре

- Измерить уровень Охранного Сигнала (ОС) со стороны АУ2 анализатором AnCom A-7/307, измеренный уровень ОС должен быть выше уровня чувствительности АУ2 не менее, чем на величину требуемого запаса по затуханию;
- Сформировать непрерывную команду, при необходимости использовать внешнее управляющее воздействие;
- Измерить уровень команды со стороны АУ2 анализатором AnCom A-7/307, измеренный уровень команды должен быть выше уровня чувствительности АУ2 не менее, чем на величину требуемого запаса по затуханию.

5.3.3 Измерение запаса по затуханию

- Собрать схему измерения в соответствии с рисунком 5.3.3;

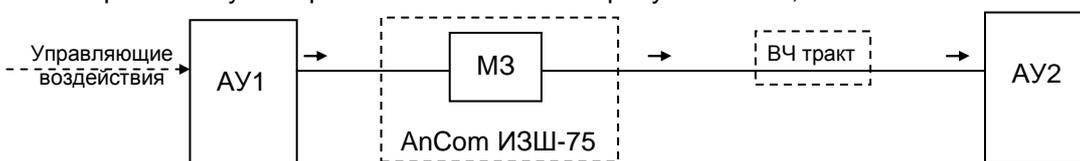


Рисунок 5.3.3 Схема измерения запаса по затуханию

- Произвести измерение запаса по затуханию в соответствии с методом измерения запаса по затуханию описанном в разделе 5.2.3, используя М3, встроенный в AnCom ИЗШ-75.

5.3.4 Измерение чувствительности приемника для сигнала команд

Передача команд одночастотным кодом

- Собрать схему измерения в соответствии с рисунком 5.3.4;

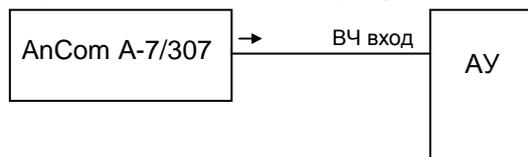


Рисунок 5.3.4 Схема измерения чувствительности приемника для сигнала команд

- Сформировать анализатором AnCom A-7/307 последовательность частот (частота ОС и частота команды). Уровень частоты команды установить минимальным;
- Последовательно увеличивать выходной уровень частоты команды, зафиксировать факт приема АУ команды;
- Произвести аналогичную проверку для всех команд.

5.3.5 Измерение отношения сигнал/помеха для широкополосной помехи

- Собрать схему измерения в соответствии с рисунком 5.3.5;

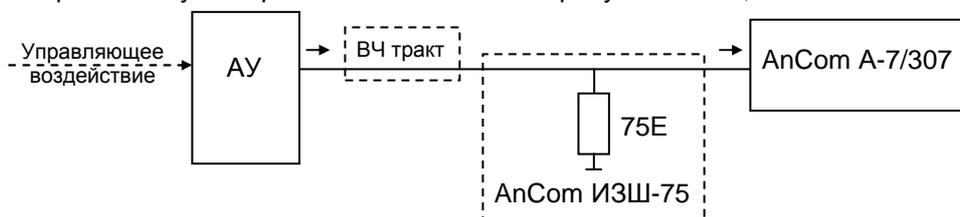


Рисунок 5.3.5 Схема измерения отношения сигнал/помеха для широкополосной помехи

- Сформировать АУ длительную передачу команды, при необходимости подать на АУ управляющее воздействие;
- Измерить отношение С/П в 4 кГц полосе передатчика АУ анализатором AnCom A-7/307 (С/П \geq (запас по перекрываемому затуханию канала) + 6 дБ).

5.3.6 Измерение отношения сигнал/помеха для узкополосных помех

- Собрать схему измерения в соответствии с рисунком 5.3.6;

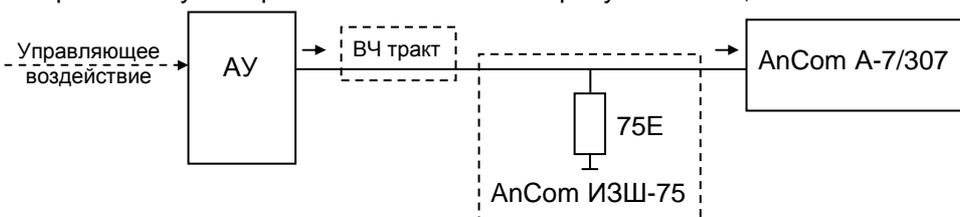


Рисунок 5.3.6 Схема измерения отношения сигнал/помеха для узкополосных помех

- Определить при помощи AnCom A-7/307 уровень максимальной узкополосной помехи в 4 кГц полосе передатчика АУ;
- Отношение сигнал/помеха для узкополосной помехи определяется, как соотношение чувствительности приемника (раздел 5.3.4) и максимальной узкополосной помехи, и должно быть не меньше значения, указанного производителем аппаратуры.

5.3.7 Измерение уровня принимаемого сигнала при срабатывании предупредительной и аварийной сигнализации

- Собрать схему измерения в соответствии с рисунком 5.3.7;

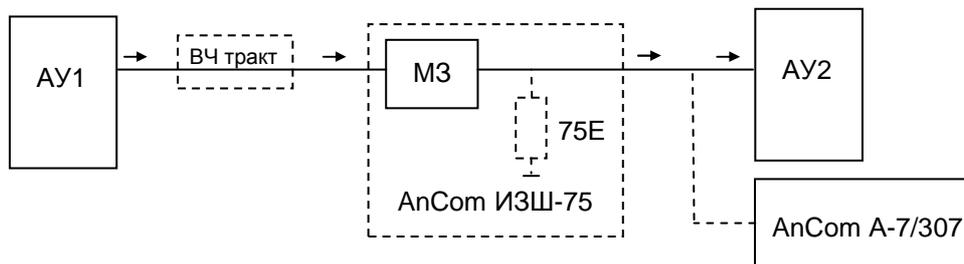


Рисунок 5.3.7 Схема измерения уровня принимаемого сигнала при срабатывании предупредительной и аварийной сигнализации

- При помощи М3, встроенного в AnCom И3Ш-75, увеличивать затухание в линии до значения, при котором срабатывает предупредительная сигнализация на АУ2;
- Отключить АУ2, проверить появление аварийной сигнализации «нарушение канала»;
- Вместо АУ2: нагрузить линию на 75 Ом, используя встроенный резистор в AnCom И3Ш-75; подключить анализатор AnCom A-7/307 и измерить уровень сигнала ОС.

5.4 Паспортизация аппаратуры и ВЧ каналов передачи сигналов команд РЗ и ПА

5.4.1 Общие соображения по паспортизации

Общие соображения по паспортизации ВЧ каналов приведены в разделе «Паспортизация каналов комбинированной ВЧ аппаратуры уплотнения».

Ниже рассматривается пример заполнения паспорта на аппаратуру и канал передачи команд РЗ и ПА. Данный пример (в определенном смысле искусственный) позволяет обозначить особенности паспортизации. При паспортизации реальной системы возможны различные комбинации:

- Количества передаваемых команд, типов их передачи (одночастотные, двухчастотные) и возможности по настройке параметров;
- Типов окончаний (релейный или транзисторный выход на приемнике, наличие на передатчике входов с очищающим импульсом);
- Наличие и типы цифровых окончаний, в том числе в соответствии с МЭК 61850 («Цифровая подстанция»);
- Особенности использования различных каналов для ретрансляции: ТЧ или цифровые (асинхронные типа RS или оптические);
- Наличие дополнительных каналов передачи ТМ, речи или применение оборудования с поддержкой каналов ДФЗ – паспортизация таких каналов должна осуществляться в соответствии с разделами брошюры: «Паспортизация каналов комбинированной ВЧ аппаратуры уплотнения» и «Паспортизация аппаратуры и каналов ВЧ защит».

5.4.2 Пример паспорта на аппаратуру и каналы передачи команд РЗ и ПА

УТВЕРЖДАЮ:

(постоянно, временно, на какой срок)

(должность)

(фамилия, подпись)

Дата " _____ " _____

ПАСПОРТ НА АППАРУРУ И КАНАЛЫ ПЕРЕДАЧИ КОМАНД РЗ и ПА

Предприятие	Сети «АБС»
Наименование (номер) ВЧ канала	ВЧ канал № xxx: «Иваново-Сидорово»
Наименование (номера) концевых ПС и напряжения ВЛ на концевых ПС, кВ	«Иваново» (ПС №xxx, 110кВ) «Сидорово» (ПС №xxx, 110кВ)

1 Общая часть

Дата паспортизации ВЧ канала при вводе в эксплуатацию	10.10.10
Номинальные полосы частот каналов, работающих по ВЧ тракту, передача/прием, кГц	240 -244 / 276 - 280
Документ, разрешающий использование этих частот (решение проектного института, энергосистемы)	Решение № xxx ОАО Институт «ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ» от 09.09.09
Приложение 1: Паспорт на ВЧ тракт со схемой организации связи и входящими в него паспортами на устройства обработки	№ xxx, от 01.01.10 № ууу при последующих измерениях
Приложение 2: Протокол. Настройки аппаратуры, и результаты измерений при вводе в эксплуатацию	№ xxx, от 01.01.10

Приложение 3: Протокол. Настройки аппаратуры и результаты измерений при техническом обслуживании	Заполняется при последующих измерениях
Приложение 4: Протокол. Настройки аппаратуры и результаты измерений при техническом обслуживании	Заполняется при последующих измерениях

Состав оборудования		
Пункт установки	«Иваново», ПС №xxx	«Сидорово», ПС №xxx
Тип, заводской номер и дата выпуска оборудования	АВАНТ К400 №457, 05.05.09	АКА Кедр №458, 05.05.09
Типы и номера блоков, вариант их исполнения	-	АКА Тх №457 АКА Rx №457
Тип канала	Дуплексная передача 16 команд в полосе 4 кГц, одночастотное кодирование Подключение к ВЧ тракту несимметричное (75 Ом)	

1.1 Объем испытаний и их периодичность

Периодичность технического обслуживания каналов УПАСК (устройство передачи/приема аварийных сигналов и команд), а также комбинированных каналов с возможностью передачи/приема аварийных сигналов и команд должна быть одинаковой с периодичностью обслуживания устройств РЗ и ПА. Рекомендуемая периодичность приведена в таблице 1, а перечень работ приведен в таблице 2.

Таблица 1. Периодичность обслуживания каналов УПАСК

Элементная база	Количество лет эксплуатации															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Микроэлектронная	К1	-	К	-	-	В	-	-	К	-	-	В	-	-	К	-
Микропроцессорная	К1	-	-	К	-	-	-	В	-	-	-	К	-	-	-	В

Таблица 2. Перечень работ при различных видах технического обслуживания

п/п	Содержание работы	Работы		
		К1	К	В
1	Измерение затухания ВЧ тракта			+
2	Измерение сопротивления изоляции (до и после испытания прочности изоляции)		+	+
3	Испытание прочности изоляции			+
4	Измерение выходного уровня передатчика	+	+	+
5	Измерение чувствительности приемника		+	+
6	Измерение напряжения срабатывания цепей управления передачей команд		+	+
7	Установка параметров аппаратуры для каждой команды			+
8	Измерение запаса по перекрываемому затуханию канала	+	+	+
9	Измерение уровня принимаемого сигнала	+	+	+
10	Проверка замыкания выходных цепей приемника команд при их передаче, проверка сигнализации	+	+	+
11	Измерение уставки срабатывания предупредительной сигнализации, проверка аварийной сигнализации	+	+	+
12	Измерение уровня помех в полосе приема	+	+	+
13	Измерение уровня синусоидальных помех	+	+	+
14	Проверка правильности регистрации в журнале событий	+	+	+
15	Испытания передатчика и приемника в комплекте с пусковыми и	и	и	+

приемными устройствами.			
«и» испытания проводятся по программе работ по проверке систем РЗ и ПА			
<ul style="list-style-type: none"> • К1– первый профилактический контроль; • К – профилактический контроль; • В – профилактическое восстановление (ремонт). 			

1.2 Погодные условия

- Рекомендуемые условия проведения измерений при вводе в эксплуатацию и техническом обслуживании, что обеспечивает сопоставимость результатов измерений, как между различными обслуживаниями, так и с расчетными значениями и нормами;
- При внеочередных измерениях фактические погодные условия должны быть внесены в протокол.

1.3 Условия измерения

- Состояние ВЛ при измерениях – рабочее (включена), ответвления подключены;
- Аппаратура и ВЧ каналы, используемые для УПАСК, выведены из эксплуатации;
- При измерениях необходимо указывать число ВЛ, которые были включены на каждой из ПС на рассматриваемом напряжении.

2 Приложение 1. Паспорт на ВЧ тракт

Паспорт прилагается

3 Приложение 2. Протокол. Настройки аппаратуры и ВЧ каналов для УПАСК и результаты измерений при вводе в эксплуатацию

3.1 Результаты измерений

Дата	Заключение о соответствии требованиям	Проверку выполнил Ф.И.О.	Подпись
10.10.10	Соответствует	Иванов И.И.	

3.2 Используемые при проверке средства измерения и оборудование

Тип средства измерения	Наименование	Заводской номер	Дата очередной поверки
Анализатор	AnCom A-7/307	009.5555	10.11.10
Имитатор затухания и шума	AnCom ИЗШ-75	076.1111	10.11.10
Тестер цифрового потока	AnCom РЗА-Тест	075.5555	10.11.10

3.3 Условия измерения

Подстанция	Погодные условия	Количество ВЛ, включенных на подстанциях
Оконечная подстанция ПС №хх	Хорошая погода летом	2
Оконечная подстанция ПС №хх	Хорошая погода летом	3
Промежуточная подстанция	-	-

3.4 Настройки оборудования и результаты измерения параметров оборудования и каналов

Пункт установки и тип оборудования		«Иваново», ПС №ххх, АВАНТ К400	«Сидорово», ПС №ххх, АКА Кедр
Электропитание оборудования			
Напряжение питания		Постоянное 220В	Постоянное 220В
Потребляемая мощность		140 Вт	140 Вт
Напряжения источников вторичного питания (Тх/Rx)		Норма / Норма	Норма / Норма
Параметры аппаратуры и канала на ВЧ стыке			
Диапазон частот	по передаче, кГц	240-244	276-280
	по приему, кГц	276-280	240-244
Уровень сигнала по передаче $R_{\text{ПРД}}$, дБм	$R_{\text{ПРД-К1}}$	28	24
	$R_{\text{ПРД-К8}}$	28	24
	$R_{\text{ПРД-К16}}$	28	24
	$R_{\text{ПРД-ОС(КЧ1)}}$	28	24
	$R_{\text{ПРД-КЧ2}}$	28	24
Уровень сигнала по приему $R_{\text{ПРМ}}$, дБм	$R_{\text{ПРМ-К1}}$	2,1	-2,0
	$R_{\text{ПРМ-К8}}$	2,0	-2,2
	$R_{\text{ПРМ-К16}}$	1,8	-2,4
	$R_{\text{ПРМ-ОС(КЧ1)}}$	1,7	-2,5
	$R_{\text{ПРМ-КЧ2}}$	1,7	-2,5
Установленные параметры приемника, дБм/мВ ¹⁾	$R/U_{\text{чувств}}$	-22 / 22	-22 / 22
	$R/U_{\text{предупр}}$	-7 / 120	-7 / 120
	$R/U_{\text{авар}}$	-16 / 44	-16 / 44
Затухание тракта по приему (для сигнала ОС), $a_{\text{ОС}}$, дБ		26,3	26,5
Запас по перекрываемому затуханию, дБ		20	20
Уровень широкополосных помех в полосе приема, дБм		-60	-47,5
Соотношение сигнал (для сигнала ОС) / широкополосная помеха в полосе приема (4кГц), дБ ²⁾		61,7 хорошая погода	45,0 хорошая погода
Соотношение уровней сигнала и узкополосных помех от других каналов ³⁾		Соответствует	Соответствует
<p>¹⁾ Минимально допустимый уровень приема сигнала команды в н.у.:</p> <ul style="list-style-type: none"> Для случая, когда команды должны передаваться через место короткого замыкания на линии, должен быть выше уровня чувствительности на значение запаса по перекрываемому затуханию. Запас по затуханию ВЧ тракта должен быть равен сумме расчетного затухания, обусловленного гололедно-изморозиевыми отложениями, и величины: <ul style="list-style-type: none"> при схеме присоединения «фаза-земля» 22 дБ; при схеме присоединения «фаза-фаза» 8 дБ. Для случая, когда команды должны передаваться по исправной линии, запас по затуханию должен быть равен расчетному затуханию, обусловленному гололедно-изморозиевыми отложениями, но не менее 9 дБ; Не рекомендуется, чтобы установленная величина запаса по затуханию превышала нормированное значение более чем на 3 дБ; Значение уставки срабатывания предупредительной сигнализации при контроле канала (снижения уровня приема ОС относительно значения, измеренного в нормальных климатических условиях) задается проектом или соответствующей службой защиты. Как правило, принимаются значения снижения от 6 до 10 дБ, но не менее расчетного затухания, обусловленного гололедно-изморозиевыми отложениями; При обрыве ВЧ канала должна срабатывать аварийная сигнализация. <p>²⁾ Отношение сигнал/помеха должно быть не менее 6 дБ (сигнал ОС / помеха в полосе 4 кГц)</p> <p>³⁾ Разность между уровнем чувствительности приемника и измеренными уровнями любых синусоидальных помех в полосе приема должна быть не меньше значения, указанного производителем аппаратуры</p>			

Параметры аппаратуры и канала на стыке цепей управления					
Канал передатчика АВАНТ К400 на стороне «Иваново», ПС №ххх					
Параметры настройки					
Обозначение, кроссировка и параметры настройки команд	Номера команд				
	1	2	...	15	16
Название	<i>P31</i>	<i>P32</i>		ПА15	ПА16
Тип команды	<i>блокировка</i>	<i>разрешение</i>		ПА.	Телеоткл.
Группа команд	<i>A</i>	<i>A</i>		<i>Б</i>	<i>Б</i>
Приоритет	<i>1</i>	<i>2</i>		-	-
Частота, Гц ($F_H=240.000$ Гц)	F_H+1140	F_H+1260		F_H+2820	F_H+2940
Номер соединителя и контакта	<i>X1:1,2</i>	<i>X1:3,4</i>		<i>X8:1,2</i>	<i>X8:3,4</i>
Задержка фиксации команды при передаче (Твкл), мс	<i>10</i>	<i>10</i>		<i>50</i>	<i>50</i>
Длительность посылки команды (Тком), мс	<i>50</i>	<i>50</i>		<i>50</i>	<i>Следящ. Непрер. Огранич. 10с</i>
Задержка повторной фиксации, мс	<i>50</i>	<i>50</i>		<i>50</i>	-
Тип входа	<i>Ток приёмника 25мА (при $\approx 220В$), без режима очищающего импульса, Внешний источник опер тока $\approx 220 В$</i>				
Измерение параметров					
Уровень срабатывания, В	<i>160</i>	<i>162</i>		<i>165</i>	<i>165</i>
Время передачи через ВЧ канал (между передатчиком на стороне ПС №ххх и приёмником на стороне ПС №ууу, при нулевых параметрах задержек) при С/П не менее 6 дБ, мс	<i>15</i>	<i>20</i>		<i>40</i>	<i>30</i>
Напряжения вторичных источников питания	<i>Соответствуют норме</i>				
Сопротивление изоляции входов управления, МОм (не менее 100)	<i>500</i>	<i>500</i>		<i>500</i>	<i>500</i>
Сопротивление изоляции цепей сигнализации	<i>Соответствуют норме</i>				
Сопротивление цепей питания	<i>Соответствуют норме</i>				
Канал приемника АВАНТ К400 на стороне «Иваново», ПС №ххх					
Параметры настройки					
Обозначение, кроссировка и параметры настройки команд	Номера команд				
	1	2	...	15	16
Название	<i>P31</i>	<i>P32</i>		ПА15	ПА16
Тип команды	<i>блокировка</i>	<i>разрешение</i>		ПА.	Телеоткл.
Частота, Гц ($F_H=276.000$ Гц)	F_H+1140	F_H+1260		F_H+2820	F_H+2940
Номер соединителя и контакта	<i>X10:1,2</i>	<i>X10:3,4</i>		<i>X18:1,2</i>	<i>X18:3,4</i>
Задержка срабатывания при приеме (Твкл), мс	<i>5</i>	<i>5</i>		<i>5</i>	<i>5</i>
Контроль длительности формирования команды приемником (Тком), мс	<i>70</i>	<i>70</i>		<i>70</i>	<i>70</i>
Задержка на возврат замкнутых выходных цепей приемника команд (Твыкл), мс	<i>200</i>	<i>200</i>		<i>200</i>	<i>Непрер. Огранич. 10с</i>
Длительность ожидания команды	<i>10</i>				

(после пропадания ОС), мс					
Тип выхода	<i>Релейный, нагрузочная способность 0,5А/±220В, Внешний источник опер тока ±220 В</i>				
Измерение параметров					
Уровень срабатывания, В	160	162		165	165
Время передачи через ВЧ канал (при нулевых параметрах задержек), мс	15	20		40	30
Работа предупредительной сигнализации (по входному уровню)	<i>Соответствуют норме</i>				
Работа аварийной сигнализации (по входному уровню, по С/П, есть ОС и Ком – без выдержки t, нет ОС и Ком – выдержк 5мс)	<i>Соответствуют норме</i>				
Сопrotивление изоляции выходов управления, МОм (не менее 100)	500	500		500	500
Сопrotивление изоляции цепей сигнализации	<i>Соответствуют норме</i>				
Сопrotивление цепей питания	<i>Соответствуют норме</i>				
<i>Аналогично заполняется таблица на стороне «Сидорова», ПС №ххх</i>					
Канал передатчика АКА Кедр на стороне «Сидорова», ПС №ххх					
...					
Канал приемника АКА Кедр на стороне «Сидорова», ПС №ххх					
...					

При наличии канала ТМ заполняется таблица аналогичная рассмотренной в разделе «Паспортизация комбинированной аппаратуры уплотнения и каналов ВЧ связи».

При наличии канала по МЭК 61850 см. раздел «Канал передачи сигналов команд РЗА и ПА с Ethernet интерфейсом».

4 Приложение 3.

УТВЕРЖДАЮ:

(постоянно, временно, на какой срок)

(должность)

(фамилия, подпись)

Дата “ _____ ” _____

Протокол. Настройки оборудования и результаты измерений при техническом обслуживании

Форма протокола аналогична форме протокола при вводе в эксплуатацию

5.5 Производители ВЧ аппаратуры передачи сигналов команд РЗ и ПА и номенклатура их продукции

ООО «НПФ «Модем»			
Санкт-Петербург	www www.npfmodem.spb.ru	e-mail support@npfmodem.spb.ru ,	Тел. 8 (812) 340-01-02 8 (812) 340-01-02
ЦВК-16 РЗПА (Ревизия 4)	Разработка завершена, стадия квалификационных испытаний		

Комбинированная аппаратура высокочастотной связи ЦВК-16 РЗПА (цифровой высокочастотный канал в полосе до 16 кГц с функциями передачи команд релейной защиты и противоаварийной автоматики) с выносным терминалом РЗПА предназначена для организации телефонных каналов, передачи команд РЗ и ПА, организации каналов телемеханики и передачи данных межмашинного обмена по высокочастотным каналам связи на базе ЛЭП в полосе 4, 8, 12, 16 кГц.

В аналоговом режиме в базовой полосе 4 кГц аппаратура поддерживает традиционный аналоговый способ связи со встроенными разделительными фильтрами речи и четырьмя надтональными модемами ТМ со скоростями передачи от 100 до 600 бит/с или с одним модемом ТМ со скоростью 2400 бит/с без телефонного канала.

В первой базовой полосе 4 кГц может быть организована передача до 4 команд РЗ и до 28 команд ПА в соответствии с МЭК 60834-1. В комбинированном режиме передача команд производится при снятии сигнала телефонного канала на время передачи команды. Работа в базовых полосах №2-№4 может происходить как со снятием сигналов в этих полосах, так и без их снятия.

В цифровом режиме в базовых полосах 4 кГц №2-№4 реализованы возможности многоканальной передачи на основе мультиплексного канала передачи данных со скоростью до 25,6 кбит/с, включающего канал Ethernet, до трех цифровых телефонных каналов (G.729D ITU-T), до четырех асинхронных (старт-стопных) каналов передачи данных межмашинного обмена (ММО) или кодонезависимых каналов телемеханики (ТМ) со скоростями от 100 до 1200 бит/с.



Общие характеристики (отличающиеся от ЦВК-16):

Размеры и вес:	<ul style="list-style-type: none"> Три блока 19' конструктив, высота по 6U Вес аппаратуры без шкафа и соединительных кабелей – 40 кг
Питание	<ul style="list-style-type: none"> Напряжение электропитания постоянное 220/110 В или переменное 220В, 50 Гц Номинальная потребляемая мощность до 250 Вт

Характеристики ВЧ-тракта (отличающиеся от ЦВК-16):

Диапазон рабочих частот ВЧ-канала	24 – 1000 кГц, перекоммутируемые с шагом 4 (1) кГц	
Номинальная полоса частот (B_N)	4, 8, 12, 16 кГц	
Максимальная выходная мощность	40, 80 Вт (46, 49 дБм)	
Чувствительность приемника	по командам РЗ и ПА	максимальная — минус 20 дБм с шагом 1 дБ (до 0 дБм)
	в аналоговом режиме по контрольной частоте	номинальная — минус 35 дБм максимальная — минус 50 дБм
	в цифровом режиме по рабочему сигналу	номинальная — минус 30 дБм максимальная — минус 45 дБм

Характеристики передачи и приема команд:

Выносной терминал РЗПА	с возможностью установки в общий шкаф ЦВК-16 РЗПА	
Удаление терминала РЗПА	до 1,5 км по оптическому кабелю	
Режимы передачи	<ul style="list-style-type: none"> Со снятием сигналов связи и передачи данных в базовых полосах №2÷№4 Без снятия сигналов в базовых полосах №2÷№4 	
Распределение мощности	программируемое по базовым полосам 4кГц	
Максимальная мощность передачи по одночастотной команды	+47,3 дБм (при УМ 80 Вт)	
Количество команд РЗ	до 4 (одночастотные)	
Количество команд ПА	до 28 (двухчастотные)	
Длительность посылки команды	от 20 до 100 мс (программируемая)	
Следящие команды	Все команды	
Номинальное время передачи команд в полосе 4 кГц (при соотношении С/П, равном 6 дБ)	Блокировка	15 (18) мс, надежность $P_{пк} < 10^{-3}$, безопасность $P_{лк} < 10^{-3}$
	Разрешение (1-я, зона)	18 (20) мс, надежность $P_{пк} < 10^{-2}$, безопасность $P_{лк} < 10^{-4}$
	Разрешение (2-я, 3-я зона)	18 (20) мс, надежность $P_{пк} < 10^{-3}$, безопасность $P_{лк} < 10^{-3}$
	Телеотключение	21 (30) мс, надежность $P_{пк} < 10^{-4}$, безопасность $P_{лк} < 10^{-6}$
	Команды ПА	25 (30) мс, надежность $P_{пк} < 10^{-4}$, безопасность $P_{лк} < 10^{-6}$
Управляющее напряжение команд по передаче	220 / 110 Впост	
Ток потребления каждой цепью управления	20 — 25 мА	
Нагрузочная способность выходных цепей приемника	250 мА/220 Впост	
Задержка на срабатывание по передаче команд	от 1 до 5 мс с шагом 1 мс	
Задержка на срабатывание по приему команд	от 1 до 20 мс с шагом 1 мс	

Задержка на возврат замкнутых выходных цепей приемника команд	от 100 до 1000 мс с шагом 100 мс
Отображение текущих параметров на встроенном дисплее	Измеренные мощности сигналов КС, ОС, РЧ по передаче и приему и их отклонения от нормы. Уровень АРУ. Текущая конфигурация, соотношение сигнал/шум и т.д.
Сигнализация	<ul style="list-style-type: none"> • Аварийная • Предупредительная • Прохождения команды по передаче и приему
Задание конфигурации (числа команд РЗ и ПА, параметров команд, вывод команд из работы), отображение событий	с сервисного ПК
Синхронизация часов через встроенный GPS приемник	с точностью 1 мс

Отличительные особенности:

- Передача команд РЗ (4 команды) и ПА (28 команд);
- Передача цифровых вокодерных телефонных каналов;
- Передача телемеханики в протоколе МЭК-101 и МЭК-104 (Ethernet);
- Соответствует СТО 56947007-33.060.40.177-2014.

ООО «Прософт-Системы»			
г. Екатеринбург	www www.prosoftsystems.ru	e-mail info@prosoftsystems.ru	Тел/ факс +7 (343) 356-51-11 +7 (343) 310-01-06
АВАНТ К400 Приемопередатчик команд РЗ и ПА по ВЧ и цифровым каналам связи Гарантия 5 лет		Сертификат соответствия РОСС RU.АЯ55.Н06563 № 0968953	

ООО «Прософт-Системы» – ведущая российская инженерная компания, с 1995 года осуществляющая проектирование, разработку, производство и внедрение приборов и систем автоматизации для различных отраслей промышленности.

Назначение:

АВАНТ К400 предназначен для передачи команд РЗ и ПА по ЛЭП напряжением 110-750 кВ.



Общие характеристики:

Габаритные размеры	19' 6U
Масса	12 кг
Потребляемая мощность	120 Вт
Электропитание	150..270 VDC
Диапазон рабочих температур	от 0...45°C
Варианты исполнения (ВЧ каналы)	<ul style="list-style-type: none"> • Дуплексный приёмопередатчик 32 команд в полосе частот 4 кГц • Симплексный передатчик или приёмник 64 команд в полосе 4 кГц • Передатчик или приёмник в режиме совместимости с АНКА-АВПА, АКПА, АКА Кедр, УПК-Ц, ВЧТО • Дуплексный приёмопередатчик 32 команд и данных со скоростью до 9600 бит/с в полосе 8 кГц
Варианты исполнения (цифровые каналы)	<ul style="list-style-type: none"> • Дуплексный приёмопередатчик 32 команд по одному или двум мультиплексируемыми каналам С37.94 • Дуплексный приёмопередатчик 32 команд по одному или двум каналам ВОЛС • Дуплексный приёмопередатчик 32 команд по каналу ВОЛС и мультиплексируемому каналу С37.94

Характеристики по ВЧ каналу:

Мощность передатчика	<ul style="list-style-type: none"> В диапазоне 24..300 кГц 46 дБм (40 Вт) В диапазоне 300..600 кГц 45 дБм (32 Вт) В диапазоне 600..1000 кГц 43 дБм (20 Вт)
Чувствительность приёмника	-28 дБм
Время передачи команды	<ul style="list-style-type: none"> При 2-частотном кодировании 25 мс При 1-частотном кодировании 27 мс
Минимальное отношение сигнал/помеха	-2 дБ
Вероятность приёма ложной команды	10 ⁻⁶
Вероятность пропуска команды	10 ⁻⁴
Диапазон рабочих частот	24...1000 кГц
Точность измерения начала и окончания прохождения команды	2 мс

Характеристики по цифровым каналам:

Длина волны	<ul style="list-style-type: none"> 850 нм 1310 нм 1550 нм
Типы волокна	<ul style="list-style-type: none"> Одномодовое 9/125 мкм Многомодовое 50/125 мкм
Тип оптического разъема	<ul style="list-style-type: none"> LC
Время передачи команды:	<ul style="list-style-type: none"> Мультиплексируемые каналы (С37.94) – 12 мс ВОЛС – 10 мс
Точность измерения начала и окончания прохождения команды	2 мс

В максимальной конфигурации:

- Каналы ТМ;
- Каналы команд РЗ и ПА.

Отличительные особенности (передача команд по ВЧ каналам связи)

- Формирование команд двухчастотным параллельным кодом;
- Формирование команд одночастотным кодом;
- Взаимозаменяемость по основному набору блоков с АВАНТ Р400 и АВАНТ РЗСК;
- Постоянное измерение уровня помех в ВЧ канале;
- Срабатывание сигнализации при превышении установленного порога уровня помех;
- Перестройка приёмопередатчика во всем диапазоне рабочих частот без замены блоков.

Отличительные особенности (передача команд по цифровым каналам)

- Одновременная передача всех команд;
- Дальность связи 1..200 км;
- Длина волны и дальность связи определяется используемым SFP модулем;
- Постоянный контроль канала связи;
- Выдача предупреждения и аварии при пропадании канала связи.

Примечания:

- Подключение к АСУ ТП ПС по протоколам ГОСТ Р МЭК 60870-5-101 и ГОСТ Р МЭК 60870-5-104;
- Передача и приём команд в соответствии со стандартом 61850.

ООО «Прософт-Системы»	
АВАНТ РЗСК Приемопередатчик сигналов и команд релейной защиты Гарантия 5 лет	Заключение аттестационной комиссии на соответствие техническим требованиям ОАО «ФСК ЕЭС» № 47/031-2011 Сертификат соответствия РОСС RU.АЯ55.Н06194 № 0175749

ООО «Прософт-Системы» – ведущая российская инженерная компания, с 1995 года осуществляющая проектирование, разработку, производство и внедрение приборов и систем автоматизации для различных отраслей промышленности.

Назначение:

АВАНТ РЗСК предназначен для передачи сигналов ВЧ защит и дискретных команд по ЛЭП напряжением 110-750 кВ.



Основные функции:

- Передача и приём сигналов и команд релейных защит (РЗ) по двух- и трёхконцевым линиям;
- Передача до 4 команд в каждую сторону канала одновременно с сигналом релейной защиты;
- Передача до 8 команд в каждом направлении без передачи сигнала релейной защиты;
- Полудуплексная служебная связь между концами защищаемой линии в период наладки ВЧ канала;
- Сервисное устройство для наладки ВЧ защит.

Общие характеристики:

Габаритные размеры	19' 6U
Масса	12 кг
Потребляемая мощность	120 Вт
Электропитание	150..270 VDC
Диапазон рабочих температур	от 0...45°C
Электромагнитная совместимость	в соответствии со стандартом ГОСТ Р 1317.6.5-2006

ВЧ характеристики:

Диапазон рабочих частот	24...1000 кГц
Номинальная полоса частот	<ul style="list-style-type: none"> • Для двух концевой линии 4 кГц • Для трех концевой линии 8 кГц
Номинальный уровень ВЧ сигнала на выходе передатчика	<ul style="list-style-type: none"> • В диапазоне 24..300 кГц 46 дБм (40 Вт) • В диапазоне 300..600 кГц 45 дБм (32 Вт) • В диапазоне 600..1000 кГц 43 дБм (20 Вт)
Уровень КС	на 12 дБ ниже уровня ВЧ сигнала РЗ (СК)
Чувствительность приёмника	<ul style="list-style-type: none"> • По сигналам релейных защит - 15 дБм • По сигналам команд - 20 дБм
Напряжение передачи команды	220, 110 В
Продолжительность посылки команды	30...100 мс и следящая
Задержка на возврат принятой команды	0..1000 мс
Ном. время передачи команды с ВЧБ	22 мс
Ном. время передачи команды с ДФЗ	22..28 мс
Вероятность приёма ложной команды	10^{-6}
Вероятность пропуска команды	10^{-4}
Контактный пуск	24 В
Безынерционный пуск	5..100 В
Логический пуск	15/2 В
Остановка	24 В
Напряжение манипуляции	5..130 В
Ток выхода	0/20
Напряжение выхода	15/1 В

В максимальной конфигурации:

- Каналы ТМ;
- Каналы команд РЗ и ПА;
- Каналы ВЧ защит.

Отличительные особенности:

- Используется отдельная полоса частот для передачи сигналов в каждом направлении. Расположение полос смежное, каждая шириной 2 кГц, результирующая ширина полосы для двухконцевых линий – 4 кГц, для трёхконцевых – 8 кГц;
- Перестройка по частоте во всем диапазоне работы без сменных блоков;
- Постоянный контроль текущего запаса по затуханию;
- Настройка чувствительности приёмника и порога срабатывания предупредительной сигнализации цифровым способом со встроенного дисплея (или компьютера) с точностью 1 дБ;
- Управление величиной перекрытия импульсов в режиме ДФЗ;
- Управление положением фронта и спада импульсов на приёме от своего и удалённого передатчиков в режиме ДФЗ;
- Управление компенсацией времени распространения сигнала по линии в режиме ДФЗ для устранения асимметрии фазной характеристики;
- Взаимозаменяемость по основному набору блоков с АВАНТ Р400 и АВАНТ К400.

Совместимость:

Взаимодействует с пусковыми и исполнительными органами релейной защитой (ДФЗ, НЗ), выполненными на:

- Электромеханических реле;
- Полупроводниковой элементной базе;
- Микропроцессорных терминалах.

ООО «Промэнерго»			
г.Каменск-Уральский	www www.promen.ru	e-mail main@promen.ru	Тел/ факс +7 (3439) 375-800
ОАО «Шадринский телефонный завод»			
г.Шадринск	www www.shtz.shadrinsk.net	e-mail shtz@shadrinsk.net	Тел/ факс +7 (35253) 6-24-06
Линия-СК Аппаратура передачи и приема сигналов команд РЗ и ПА в составе: передатчик сигналов команд РЗ и ПА «Линия-СК» и приемника сигналов команд РЗ и ПА «Линия-СК»	Технические условия: PE2.158.079 ТУ		

Аппаратура «Линия-СК», предназначена для передачи и приема сигналов команд РЗ и ПА по высокочастотному каналу связи, образованному проводами воздушных линий электропередачи с напряжением от 35 до 1150 кВ.

Аппаратура «Линия-СК» обеспечивает:

- Передачу и прием до 16 команд одночастотным кодом и до 32 команд двухчастотным последовательным кодом;
- Передачу и прием двух сигналов контрольных частот (КЧ);
- Ретрансляцию команд на промежуточном пункте по НЧ-каналу;
- Ретрансляцию команд на промежуточном пункте по цифровому каналу;
- Передачу и прием сигналов телемеханики со скоростью до 200 бод при отсутствии передачи команд.



Аппаратура «Линия-СК» конструктивно имеет несколько модификаций, различающихся:

- По количеству команд на передачу и прием;
- По наличию и типу входов ретрансляции команд;
- По наличию дополнительных функций.

Вариант исполнения Аппаратуры, указывается в обозначении. Структура обозначения имеет следующий вид:

Исполнения:

Для Прд: «Линия-СК» Т - N - X(2) - (Y) (Z)

Для Прм: «Линия-СК» Р - N - X(2) - (Y) (Z)

где:

1: N - 16 или 32 – макс. количество контактных входов/выходов сигналов команд.

Примечание: по особому заказу возможны исполнения на 8 и 24 команды

2: X - Модификация по типу канала передачи:

В - ВЧ канал;

Т - НЧ канал (тональный);

О - волоконно-оптическая линия.

3: 2 (необязательный параметр) - симметричное (150 Ом) ВЧ окончание (только для ВЧ канала)

4: Y (необязательный параметр) - Наличие и тип входов ретрансляции команд.

Н - НЧ вход/выход ретрансляции;

Ц - вход/выход ретрансляции цифровым стыком (RS - 485).

5: Z (необязательный параметр) - Наличие дополнительных функций:

Т - наличие канала телемеханики.

Ф - наличие канала телепередачи фазы.

Аппаратура предназначена для эксплуатации в непрерывном режиме без постоянного обслуживающего персонала.

Номинальные значения климатических факторов по ГОСТ 15150, ГОСТ 15543.1.

При этом:

- Верхнее значение рабочей температуры, °С – плюс 45;
- Нижнее значение рабочей температуры, °С – плюс 1;
- Относительная влажность при температуре плюс 25 °С, % – 80;
- Климатическое исполнение – УХЛ 4.2;
- Габаритные размеры передатчика и приемника аппаратуры: 482 x 275 x 316 мм (19" 6U).

ВЧ характеристики:

- Аппаратура работает в диапазоне частот (16 - 1000) кГц. Шаг изменения номинальной (средней) частоты диапазона составляет 1 кГц;
- Номинальная полоса частот Аппаратуры составляет: 4 кГц (± 2 кГц относительно номинальной частоты);
- Номинальная выходная мощность передатчика (пиковая мощность огибающей сигнала на ВЧ выходе), составляет:
 - В диапазоне частот (24-400) кГц - (46 ± 1) дБм;
 - В диапазоне частот (400-600) кГц - (44 ± 1) дБм;
 - В диапазоне частот (600-1000) кГц - (42 ± 1) дБм.
- Номинальное сопротивление ВЧ окончания равно 75 Ом (несимметричное окончание) или 150 Ом (симметричное окончание). При этом, затухание несогласованности сопротивления ВЧ окончания (по отношению к его номинальному значению) в пределах номинальной полосы частот не менее 12 дБ;
- Уровень аппаратного порога чувствительности приемника (минимально возможный уровень порога чувствительности) минус (26 ± 1) дБм.

Аппаратура «Линия-СК» имеет режим работы, обеспечивающий возможность одновременной передачи до 4-х сигналов РЗ.

Примечания:

- Аппаратура «Линия-СК» может быть настроена на месте эксплуатации для работы в одном ВЧ канале с аппаратурой других типов: АКА «Кедр», «ВЧТО», «АНКА-АВПА», «АКПА-В», «АКАП-В»;
- Большинство блоков, входящих в состав аппаратуры «Линия-СК» полностью взаимозаменяемы с аналогичными блоками, входящими в состав Приемопередатчика сигналов РЗ «Линия-Р», производства ОАО «Шадринский телефонный завод».

ООО «Промэнерго» ОАО «Шадринский телефонный завод»	
<p>АКСТ «Линия-Ц»</p> <p>Аппаратура каналов связи, телемеханики, передачи данных и команд РЗ и ПА</p> <p>АКСТ РЗПА «Линия-Ц»</p>	<p>Технические условия: ТУ: Рє1.223.007ТУ</p> <p>Заключение ОАО «ФСК ЕЭС», ОАО «РОССЕТИ»: ЗАК №47/022-2010 срок действия до 02.08.2015</p> <p>Сертификат соответствия: № РОСС RU.АГ93.Н03664</p>

Описание аппаратуры АКСТ РЗПА «Линия-Ц» и АКСТ «Линия-Ц» расположено в соответствующем пункте раздела «Производители Комбинированной аппаратуры уплотнений и номенклатура их продукции».

ООО "АББ" Департамент «Системы связи»			
г. Москва	www http://www.abb.ru/communicationnetworks	e-mail es@ru.abb.com	Тел +7 495 777 2220 доб. 5300/5335
ETL600 R4 Универсальная цифровая система ВЧ-связи по ЛЭП			

Описание ETL600 R4 расположено в соответствующем пункте раздела «Производители Комбинированной аппаратуры уплотнений и номенклатура их продукции».

ООО «УРАЛЭНЕРГОСЕРВИС»			
г. Екатеринбург	www http://www.uenserv.ru/	e-mail, oms13@uenserv.ru	Тел. +7 (343) 382-73-00 +7 (343) 382-73-01
АКА «КЕДР» аппаратура передачи сигналов - команд РЗ и ПА			

Назначение АКА «КЕДР»:

Предназначен для передачи и приема команд релейной защиты и противоаварийной автоматики (РЗ, ПА):

- Высокочастотным (ВЧ) трактом по ЛЭП 35-1150кВ;
- По выделенной оптоволоконной линии связи – ВОЛС;
- Низкочастотным НЧ трактом по физическим линиям связи или через аппаратуру уплотнения.



АКА «КЕДР» передатчик Тх



АКА «КЕДР» приемник Rx

ООО «УРАЛЭНЕРГОСЕРВИС»	
ПВЗУ-ЕК	Новая разработка.

Описание ПВЗУ-ЕК расположено в соответствующем пункте раздела «Производители аппаратуры ВЧ защиты и номенклатура их продукции».

6 Специализированная аппаратура ВЧ защит

6.1 Общее представление

В этой главе рассматриваются измерения параметров, характеризующих помехозащищённость и надёжность работы канала ВЧ защиты, интерфейсы которого представлены на рисунке 2.3.

При этих измерениях проверяется:

- Уровень передачи сигнала ВЧ защиты на ВЧ выходе. Уровень передачи должен соответствовать значению, рекомендуемому проектом;
- Уровень чувствительности приемника. Уровень чувствительности должен соответствовать значениям, рекомендуемым проектом на канал;
- Измерения тока (напряжения) выхода приемника;
- Запас по затуханию. Согласно СТО по эксплуатации запас по затуханию должен быть не меньше величины, определённой в проектной документации на рассматриваемый канал. Не рекомендуется, чтобы установленная величина запаса по затуханию превышала нормированное значение более чем на 3 дБ;
- Уровни приема сигнала на ВЧ входе. Уровни приема должны быть в соответствии с уровнями передачи противоположного конца канала и затуханием тракта;
- Уровень срабатывания предупредительной сигнализации. Значение уставки срабатывания предупредительной сигнализации снижения уровня приема сигнала относительно значения, измеренного при хорошей погоде, задается проектом или соответствующей службой защиты. Как правило, принимаются значения снижения от 6 до 10 дБ, но не менее расчетного затухания, обусловленного гололедно-изморозиевыми отложениями.
- Отношение (уровень чувствительности)/(узкополосная помеха) в полосе приема. Разность между уровнем чувствительности приемника и измеренными уровнями любых синусоидальных помех в полосе приема должна быть не меньше значения, указанного производителем аппаратуры;
- Проверка управления передатчиком от ППЗ или МП защит;
- Проверка работы манипуляции;
- Проверка правильности регистрации в журнале событий;
- Испытания приемопередатчика в комплекте с ВЧ защитой;
- Измерение сопротивления изоляции (до и после испытания прочности изоляции);
- Испытание прочности изоляции;
- Проверка контактного пуска и останова;
- Проверка безынерционного пуска.

Все испытания должны проводиться по программе работ по проверке релейной защиты.

6.2 Измерение параметров ВЧ канала

6.2.1 Уровень передачи сигнала ВЧ защиты

Уровень передачи сигнала ВЧ защиты на ВЧ выходе измеряется по схеме рисунка 4.2.1 при нагрузке выхода АУ на номинальное сопротивление аппаратуры Z_n (обычно 75 Ом). Сигнал получают пуском передатчика кнопкой.

Измерение производится с помощью избирательного измерителя уровня (ИИУ) с высокоомным входом. Избирательности ИИУ должны быть достаточно высокими (например, 25 Гц).

6.2.2 Измерение чувствительности приемника

Измерение чувствительности приемника производится по схеме рисунка 5.2.1. Частота измерительного генератора синусоидального сигнала (ИГ) устанавливается:

- Для АУ, использующей амплитудную манипуляцию, – равной средней частоте полосы приемника;
- Для АУ, использующей частотную манипуляцию, – равной частоте блокирующего сигнала.

ИГ подключается к ВЧ входу приемника. Выходной уровень ИГ ($L_{\text{вых}}$) регулируется от минимума до значения, при котором на выходе приемника устанавливается значение тока или напряжения, соответствующих наличию сигнала на его входе. Чувствительность приемника принимается равной этому уровню.

6.2.3 Измерение запаса по затуханию

Измерение запаса по перекрываемому затуханию выполняется по схеме рисунка 4.2.5. Измерение производится в хорошую погоду для обоих направлений передачи. На рисунке приведена схема измерения запаса по затуханию для направления «Пер1- Пр1». При определении запаса по затуханию для другого направления передачи МЗ включается в цепь передатчика №2, а контроль за работоспособностью производится по работе приемника №2.

Измерение запаса по затуханию производят в следующем порядке:

- Затухание МЗ устанавливается равным 0 дБ и запускается Пер1 (при использовании ЧМ – на частоте блокирующего сигнала). Фиксируются значения тока или напряжения на выходе приемника;
- Затухание МЗ увеличивается до значения, при котором на выходе приёмника начинается изменение тока или напряжения;
- Затухание, введенное на МЗ, соответствует запасу по перекрываемому затуханию в канале защиты.

6.2.4 Измерение уровня приема сигнала защиты на ВЧ входе

Измерение уровня приема сигнала производится по схеме рисунка 4.2.3 при нагрузке ВЧ кабеля в пункте приема на номинальное сопротивление ВЧ тракта Z_n (обычно 75 Ом). Измерения производятся в хорошую погоду. Измерение приемного уровня производится избирательным измерителем уровня (ИИУ) с высокоомным входом. Избирательности ИИУ должна быть достаточно высокой (например, 25 Гц).

Для измерения сигнала запускается передатчик противоположного конца.

Уровень приёма должен быть выше уровня чувствительности, по крайней мере, на требуемую величину запаса по затуханию.

6.2.5 Измерение уровня принимаемого сигнала при срабатывании предупредительной и аварийной сигнализации

Измерение производится при хорошей погоде. Схема измерений представлена на рисунке 4.2.5.

Приводится в действие система автоконтроля. После этого начинают увеличивать затухание МЗ. Затухание увеличивается до тех пор, пока не срабатывает предупредительная сигнализация. После этого ВЧ кабель отключается от аппаратуры АУ2 и нагружается на сопротивление 75 Ом. Измеряется уровень сигнала. Этот уровень и является уровнем срабатывания предупредительной сигнализации. При отключении аппаратуры АУ2 от ВЧ кабеля должно быть проверено появление аварийной сигнализации нарушения канала.

6.2.6 Измерение отношения сигнал/помеха для узкополосных помех

Измерение уровня узкополосных помех производится в хорошую погоду по схеме рисунка 4.2.3 при отсутствии передачи сигналов по каналу. Измерение уровня помех производится избирательным измерителем уровня (ИИУ) в пределах полосы приёма аппаратуры. ИИУ должен иметь высокоомный вход и достаточно высокую избирательность (например, 25 Гц).

По полученным значениям узкополосных помех определяется разность между определенным ранее уровнем чувствительности приемника (п.5.2.2) и измеренными уровнями каждой из узкополосной помехи. Эта разность должна быть не меньше значения, указанного производителем аппаратуры.

При этих измерениях проверяется регистрация в журнале событий.

6.3 Методика измерения ВЧ каналов

6.3.1 Уровень передачи сигнала ВЧ защиты

- Собрать схему измерения в соответствии с рисунком 6.3.1;

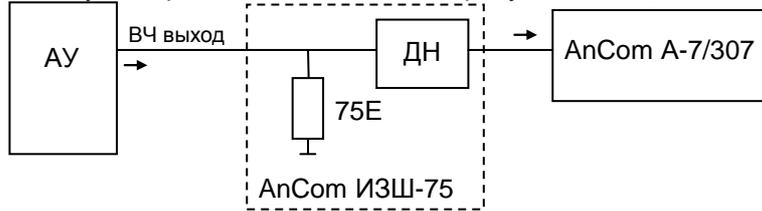


Рисунок 6.3.1 Схема измерения уровня передачи сигнала ВЧ защиты

- Сформировать выходной сигнал (сигнал ВЧ защиты) пуском передатчика кнопкой на проверяемой АУ;
- Измерить уровень выходного сигнала, формируемого АУ, анализатором AnCom A-7/307. Измеренный уровень должен быть равен установленному выходному уровню в АУ. При больших уровнях сигнала на выходе АУ, воспользоваться Делителем Напряжения (ДН), встроенным в AnCom ИЗШ-75.

6.3.2 Измерение чувствительности приемника

- Собрать схему измерения в соответствии с рисунком 6.3.2;

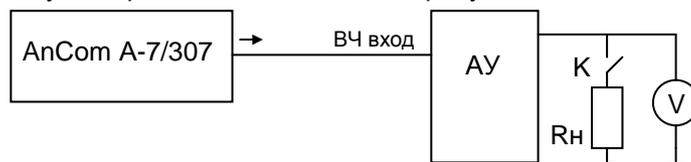


Рисунок 6.3.2 Схема измерения чувствительности приемника

- Сформировать анализатором AnCom A-7/307 синусоидальный сигнал минимального уровня:
 - Для АУ, использующей амплитудную манипуляцию, равный средней частоте полосы приемника;
 - Для АУ, использующей частотную манипуляцию, равный частоте блокирующего сигнала;
- Последовательно увеличивать выходной уровень до значения, при котором на выходе приемника АУ установится значение напряжения, соответствующее наличию сигнала на его входе. Для токового выхода АУ (коммутатор «К» замкнут) измеряется напряжение вольтметром «V» на нагрузке Rн, определенной производителем АУ. Для выхода по напряжению АУ (коммутатор «К» разомкнут) измеряется напряжение вольтметром «V» на выходе АУ. Минимальный уровень, при котором фиксируется факт приема сигнала – чувствительность приемника.

6.3.3 Измерение запаса по затуханию

- Собрать схему измерения в соответствии с рисунком 6.3.3;

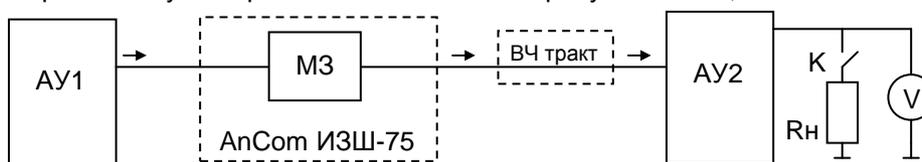


Рисунок 6.3.3 Схема измерения запаса по затуханию

- На M3, встроенном в AnCom ИЗШ-75, установить затухание 0 дБ и запустить передатчик на стороне АУ1. Фиксируются напряжения на выходе приемника на стороне АУ2. Для токового выхода АУ (коммутатор «К» замкнут) измеряется напряжение вольтметром «V» на нагрузке Rн, определенной производителем АУ. Для выхода по напряжению АУ (коммутатор «К» разомкнут) измеряется напряжение вольтметром «V» на выходе АУ;
- Затухание M3 увеличивается до значения, при котором на выходе приемника начинается изменение тока или напряжения;

- Затухание, введенное на МЗ, соответствует запасу по затуханию от АУ1 к АУ2;
- Измерение производится для обоих направлений передачи.

6.3.4 Измерение уровня приема сигнала защиты на ВЧ входе

- Собрать схему измерения в соответствии с рисунком 6.3.4;

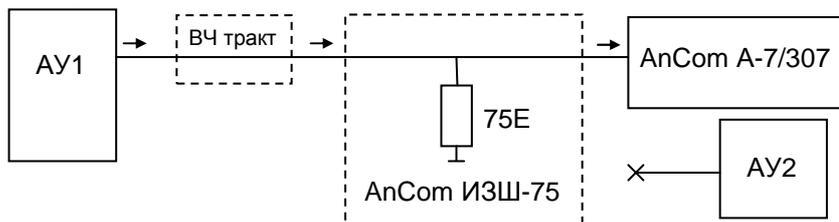


Рисунок 6.3.4 Схема измерения уровня приема сигнала защиты на ВЧ входе

- Запустить передатчик со стороны АУ1;
- Измерить уровень сигнала на стороне АУ2 анализатором AnCom A-7/307. Измеренный уровень должен быть выше уровня чувствительности АУ2 – не менее, чем на величину требуемого запаса по затуханию.

6.3.5 Измерение уровня принимаемого сигнала при срабатывании предупредительной и аварийной сигнализации

- Собрать схему измерения в соответствии с рисунком 6.3.5;

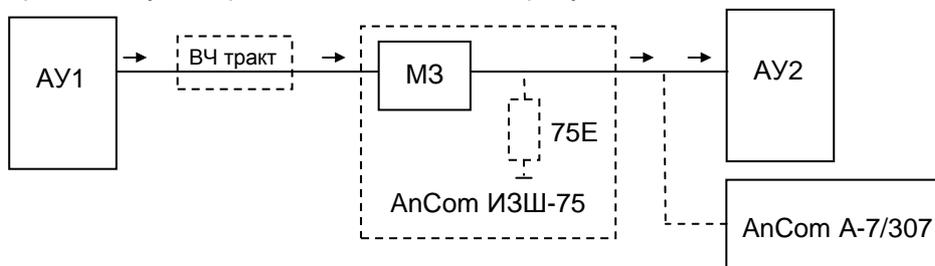


Рисунок 6.3.5 Схема измерения уровня принимаемого сигнала при срабатывании предупредительной и аварийной сигнализации

- Режим проверки «автоконтроль системы»;
- При помощи МЗ, встроенного в AnCom ИЗШ-75, увеличивать затухание в линии до значения, при котором срабатывает предупредительная сигнализация на АУ2;
- Отключить АУ2, проверить появление аварийной сигнализации «нарушение канала»;
- Вместо АУ2: нагрузить линию на 75 Ом, используя встроенный резистор в AnCom ИЗШ-75; подключить анализатор AnCom A-7/307 и измерить уровень сигнала срабатывания предупредительной сигнализации АУ2.

6.3.6 Измерение отношения сигнал/помеха для узкополосных помех

- Собрать схему измерения в соответствии с рисунком 6.3.6;

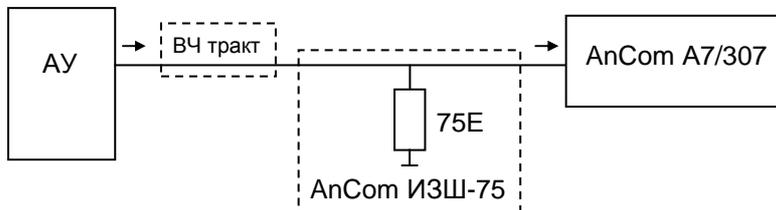


Рисунок 6.3.6 Схема измерения отношения сигнал/помеха для узкополосных помех

- Определить при помощи AnCom A7/307 уровень максимальной узкополосной помехи в 4кГц полосе приема АУ, при отсутствии передачи сигналов по каналу;
- Отношение сигнал/помеха для узкополосной помехи определяется, как соотношение чувствительности приемника (раздел 6.3.2) и максимальной узкополосной помехи, и должно быть не меньше значения, указанного производителем аппаратуры.

6.4 Паспортизация каналов ВЧ защиты

6.4.1 Общие соображения по паспортизации

Общие соображения по паспортизации ВЧ каналов приведены в разделе «Паспортизация каналов комбинированной ВЧ аппаратуры уплотнения».

Ниже рассматривается пример заполнения паспорта на аппаратуру и каналы ВЧ защит. Данный пример (в определенном смысле искусственный) позволяет обозначить особенности паспортизации. При паспортизации реальной системы возможны различные варианты:

- Типов защит: ДФЗ и НЗ;
- Защит, применяемых для работы с различными терминалами: электромеханическими (релейно-контактными защитами), микрорезисторными и микропроцессорными;
- Использования в ВЧ защитах частот:
 - Работа двух приемопередатчиков (прием, передача) на одной частоте;
 - Работа двух передатчиков на разных частотах приема и передачи с разносом частот;
 - Работа трех передатчиков на трехконцевой линии при разносе между частотами передачи 0,5 кГц, при этом каждый приемник принимает сигналы всех передатчиков;
- Типов модуляции: амплитудная, частотная;
- Наличие дополнительных каналов передачи сигналов команд РЗ и ПА, ТМ и речи.

6.4.2 Пример паспорта на аппаратуру и каналы ВЧ защит

УТВЕРЖДАЮ:

(постоянно, временно, на какой срок)

(должность)

(фамилия, подпись)

Дата " _____ " _____

ПАСПОРТ НА АППАРУРУ И КАНАЛЫ ВЧ ЗАЩИТЫ

Предприятие	Сети «АБС»
Наименование (номер) ВЧ канала	ВЧ канал № ххх: «Иваново-Сидорово»
Наименование (номера) концевых ПС и напряжения ВЛ на концевых ПС, кВ	«Иваново» (ПС №ххх, 110кВ) «Сидорово» (ПС №ххх, 110кВ)

1 Общая часть

Дата паспортизации ВЧ канала при вводе в эксплуатацию	10.10.10
Номинальные полосы частот каналов, работающих по ВЧ тракту, передача/прием, кГц	240 -242 / 276 - 278
Документ, разрешающий использование этих частот (решение проектного института, энергосистемы)	Решение № ххх ОАО Институт «ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ» от 09.09.09
Приложение 1: Паспорт на ВЧ тракт со схемой организации связи и входящими в него паспортами на устройства обработки	№ ххх, от 01.01.10 № ууу при последующих измерениях

Приложение 2: Протокол. Настройки аппаратуры, и результаты измерений при вводе в эксплуатацию	№ xxx, от 01.01.10
Приложение 3: Протокол. Настройки аппаратуры и результаты измерений при техническом обслуживании	Заполняется при последующих измерениях
Приложение 4: Протокол. Настройки аппаратуры и результаты измерений при техническом обслуживании	Заполняется при последующих измерениях

Состав оборудования		
Пункт установки	«Иваново», ПС №xxx	«Сидорово», ПС №xxx
Тип, заводской номер и дата выпуска оборудования	ПВЗУ-Е №457, 05.05.09	Линия-Р №458, 05.05.09
Типы и номера блоков, вариант их исполнения	–	–
Тип канала	<p>Работа двух передатчиков на разных частотах приема и передачи с разносом частот 1 кГц</p> <p>Тип защиты - ДФЗ</p> <p>Тип терминалов – электромеханические</p> <p>Тип модуляции - амплитудная</p> <p>Подключение к ВЧ тракту несимметричное (75 Ом)</p> <p>Дополнительные каналы – передача речи в период наладки и обслуживания</p> <p>Автоматический контроль запаса по затуханию</p>	

1.1 Объем испытаний и их периодичность

Периодичность технического обслуживания аппаратуры и каналов ВЧ защит должна быть одинаковой с периодичностью обслуживания устройств РЗ и ПА. Рекомендуемая периодичность приведена в таблице 1, а перечень работ приведен в таблице 2.

Таблица 1. Периодичность обслуживания каналов ВЧ защит

Элементная база	Количество лет эксплуатации															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Электромеханические	K1	-	-	K	-	-	-	B	-	-	-	K	-	-	-	B
Микроэлектронные	K1	-	K	-	-	B	-	-	K	-	-	B	-	-	K	-
Микропроцессорные	K1	-	-	K	-	-	-	B	-	-	-	K	-	-	-	B

Таблица 2. Перечень работ при различных видах технического обслуживания

п/п	Содержание работы	работы		
		K1	K	B
1	Измерение затухания ВЧ тракта			+
2	Измерение сопротивления изоляции (до и после испытания прочности изоляции)		+	+
3	Испытание прочности изоляции			+
4	Измерение выходного уровня передатчика	+	+	+
5	Измерение чувствительности приемника		+	+
6	Измерения тока (напряжения) выхода приемника	и	и	+
7	Измерение запаса по перекрываемому затуханию канала	+	+	+
8	Измерение уровня принимаемого сигнала	+	+	+
9	Измерение уставки срабатывания предупредительной сигнализации, проверка аварийной сигнализации	+	+	+
10	Измерение уровня синусоидальных помех	+	+	+
11	Проверка контактного пуска и останова	и	и	и

12	Проверка безынерционного пуска	и	и	и
13	Проверка управления передатчиком от ППЗ или МП защит	и	и	и
14	Проверка работы манипуляции	и	и	и
15	Проверка правильности регистрации в журнале событий	+	+	+
16	Испытания приемопередатчика в комплекте с ВЧ защитой	и	и	и
«и» испытания проводятся по программе работ по проверке систем РЗ и ПА				

1.2 Погодные условия

- Рекомендуемые условия проведения измерений при вводе в эксплуатацию и техническом обслуживании, что обеспечивает сопоставимость результатов измерений, как между различными обслуживанием, так и с расчетные значения и нормами;
- При внеочередных измерениях фактические погодные условия должны быть внесены в протокол.

1.3 Условия измерения

- Состояние ВЛ при измерениях – рабочее (включена), ответвления подключены;
- Аппаратура и ВЧ каналы, используемые для УПАСК, выведены из эксплуатации;
- При измерениях необходимо указывать число ВЛ, которые были включены на каждой из ПС на рассматриваемом напряжении.

2 Приложение 1. Паспорт на ВЧ тракт

Паспорт прилагается.

3 Приложение 2. Протокол. Настройки аппаратуры и каналов ВЧ защит и результаты измерений при вводе в эксплуатацию

3.1 Результаты измерений

Дата	Заключение о соответствии требованиям	Проверку выполнил Ф.И.О.	Подпись
10.10.10	<i>Соответствует</i>	<i>Иванов И.И.</i>	

3.2 Используемые при проверке средства измерения и оборудование

Тип средства измерения	Наименование	Заводской номер	Дата очередной поверки
<i>Анализатор</i>	<i>AnCom A-7/307</i>	<i>009.5555</i>	<i>10.11.10</i>
<i>Имитатор затухания и шума</i>	<i>AnCom ИЗШ-75</i>	<i>076.1111</i>	<i>10.11.10</i>

3.3 Условия измерения

Подстанция	Погодные условия	Количество ВЛ, включенных на подстанциях
Оконечная подстанция ПС №хх	<i>Хорошая погода летом</i>	2
Оконечная подстанция ПС №хх	<i>Хорошая погода летом</i>	3
Промежуточная подстанция	–	–

3.4 Настройки оборудования и результаты измерения параметров оборудования и каналов

Пункт установки и тип оборудования	ПС «Иваново» ПВЗУ-Е	ПС «Сидорова» Линия-Р
Электропитание оборудования		
Напряжение питания	<i>Постоянное 220В</i>	<i>Постоянное 220В</i>
Потребляемая мощность	<i>150 Вт</i>	<i>150 Вт</i>
Напряжения источников вторичного питания	<i>Норма</i>	<i>Норма</i>

Параметры аппаратуры и канала на ВЧ стыке		
Диапазон частот, кГц (разнесение 1 кГц)	240-242	
Частота и Уровень сигнала по передаче $R_{\text{ПРД}}$, кГц/дБм ¹⁾	240,5 / 28	241,5 / 24
Уровень остаточного сигнала по передаче $R_{\text{ПРД, ост}}$, дБм	-30	-30
Уровень сигнала по приему $R_{\text{ПРМ}}$, дБм	$R_{\text{ПРМ}}$	2,1
		-2,0
Затухание тракта по приему (на рабочей частоте), дБ	26,3	26,5
Запас по перекрываемому затуханию, дБ	20	20
Установленные параметры приемника, дБм/мВ	$R/U_{\text{чувст}}$ ²⁾	-10 / 87
	$R/U_{\text{предупр}}$ ³⁾	-4 / 173
Соотношение уровней сигнала и узкополосных помех от других каналов ⁴⁾	Соответствует	Соответствует
<p>¹⁾ Задается проектом</p> <p>²⁾ Значение чувствительности приемника задается проектом.</p> <p>Минимально допустимый уровень приема сигнала защиты в н.у. должен быть выше уровня чувствительности на значение запаса по перекрываемому затуханию. Запас по затуханию ВЧ тракта должен превышать расчетное затухание, обусловленное гололедно-изморозиевыми отложениями на 8 дБ (при специальном обосновании 5 дБ). Не рекомендуется, чтобы установленная величина запаса по затуханию превышала нормированное значение более чем на 3 дБ.</p> <p>В СТО 56947007-33.060.40.178-2014 нормируется минимально допустимый уровень чувствительности (дБм) приемников каналов ВЧ защит (Таблица 8.1, а и б). Уровень зависит от типа защиты – ДФЗ (микроэлектронные/микропроцессорные) или направленные (электрохимические /микроэлектронные) схемы присоединения к ВЛ и напряжения на ВЛ.</p> <p>³⁾ Значение уставки срабатывания предупредительной сигнализации при автоконтроле (снижения уровня приема относительно значения, измеренного в нормальных климатических условиях) задается проектом или службой релейной защиты. Как правило, принимаются значения снижения от 6 до 10 дБ, но не менее расчетного затухания, обусловленного гололедно-изморозиевыми отложениями. При обрыве ВЧ канала должна срабатывать аварийная сигнализация.</p> <p>⁴⁾ Разность между уровнем чувствительности приемника и измеренными уровнями любых синусоидальных помех в полосе приема должна быть не меньше значения, указанного производителем аппаратуры.</p>		
Параметры цепей управления передатчиком и цепей выхода приемника		
Тип ВЧ защиты и панели (терминала) защит	ДФЗ, электрохимическая панель	ДФЗ, электрохимическая панель
Источник оперативного тока, В	Внешний, =220В	Внешний, =220В
Напряжение контактного пуска / останов, В Норма для электрохимических: 220/110/24 В (допуск - плюс 10%, минус 20 %)	170 / 171	172 / 173
Ток контактного пуска / останов, мА Норма для электрохимических: 20...25 мА	22/22	23 / 23
Напряжение безынерционного пуска, В Норма для электрохимических ДФЗ: 3÷5,5 В	3,9	4,5
Напряжение управления: пуск / останов /запрет АК, В Норма для полупроводниковых и микропроцессорных (21,6 ÷ 28,8)/(0 ÷5)В (±5 %)	–	–
Порог манипуляции (тип: прямая или обратная), В	Электрохимические ДФЗ (Норма 5 ÷15 В)	Прямая, 6 В
	Микропроцессорные ДФЗ	-
Значение на выходе приемника (при отсутствии / наличии сигнала) ¹⁾	Ток, мА	20 / 0,1
	Напряжение, В	–
Работа предупредительной сигнализации (по контролю)	В норме	В норме

запаса по затуханию, целостность входных и выходных цепей)		
Работа аварийной сигнализации (с выводом защиты из действия, дистанционный сброс сигнала неисправности)	<i>В норме</i>	<i>В норме</i>
Сопrotивление изоляции цепей управления, МОм Норма не менее 1МОм	40	40
Сопrotивление изоляции цепей сигнализации	<i>В норме</i>	<i>В норме</i>
Сопrotивление цепей питания	<i>В норме</i>	<i>В норме</i>
¹⁾ Напряжения на выходе приемника для полупроводниковых и микропроцессорных: <ul style="list-style-type: none"> Низкий логический уровень (0÷1) В – при отсутствии ВЧ сигнала на входе приемника (при АМ) или при приеме сигнала неблокирующей частоты (при ЧМ); Высокий логический уровень (15÷24) В – при наличии на входе приемника непрерывного ВЧ сигнала (при АМ) или приеме сигнала блокирующей частоты (при ЧМ); Для приемопередатчиков, использующих ЧМ, разность между длительностями импульсов и пауз на выходе приемника должна регулироваться в пределах от 5° до 30° программными средствами. Устанавливаемое значение разности задается службой релейной защиты. Ток выхода приемника для электромеханических: <ul style="list-style-type: none"> При отсутствии ВЧ сигнала на входе приемника (при АМ) или при приеме сигнала неблокирующей частоты (при ЧМ): <ul style="list-style-type: none"> Для дифференциально-фазной защиты 20 или 10 мА (±5 %); Для дистанционной или направленной защиты (0÷1) мА; При наличии на входе приемника непрерывного ВЧ сигнала (при АМ) или при приеме сигнала блокирующей частоты (при ЧМ): <ul style="list-style-type: none"> Для дифференциально-фазной защиты (0÷1) мА; Для дистанционной или направленной защиты 20 мА (±5 %). 		

При наличии канала ТМ заполняется таблица аналогичная рассмотренной в разделе «Паспортизация комбинированной аппаратуры уплотнения и каналов ВЧ связи»

4 Приложение 3.

УТВЕРЖДАЮ:

(постоянно, временно, на какой срок)

(должность)

(фамилия, подпись)

Дата “ _____ ” _____

Протокол. Настройки оборудования и результаты измерений при техническом обслуживании

Форма протокола аналогична форме протокола при вводе в эксплуатацию

6.5 Производители аппаратуры ВЧ защиты и номенклатура их продукции

ООО «Прософт-Системы»			
г. Екатеринбург	www www.prosoftsystems.ru	e-mail info@prosoftsystems.ru	Тел/ факс +7 (343) 356-51-11 +7 (343) 310-01-06
АВАНТ Р400 Приемопередатчик сигналов ВЧ защит Гарантия 5 лет	Заключение аттестационной комиссии на соответствие техническим требованиям ОАО «ФСК ЕЭС» ЕЭС № 47/018-2010 Сертификат соответствия РОСС RU.ME27.H01997 № 0175496		

ООО «Прософт-Системы» – ведущая российская инженерная компания, с 1995 года осуществляющая проектирование, разработку, производство и внедрение приборов и систем автоматизации для различных отраслей промышленности.

Назначение:

АВАНТ Р400 предназначен для передачи и приема сигналов релейной защиты по высокочастотному каналу связи по ЛЭП напряжением 110-750 кВ.



Основные функции:

- Передача и приём сигналов релейных защит (РЗ) по двух- и трёхконцевым линиям;
- Сервисное устройство для наладки релейных защит;
- Полудуплексная служебная связь между концами защищаемой линии в период наладки ВЧ канала.

Общие характеристики:

Габаритные размеры	19' 6U
Масса	12 кг
Потребляемая мощность	120 Вт
Электропитание	150..270 VDC
Диапазон рабочих температур	от 0...45°C

ВЧ характеристики:

Диапазон рабочих частот	24...1000 кГц
Номинальная полоса частот	4 кГц
Мощность передатчика	<ul style="list-style-type: none"> • В диапазоне частот 24..600 кГц: 46 дБм • В диапазоне частот 600... 1000 кГц: 43 дБм
Чувствительность приемника	-16 дБм
Диапазон установки перекрытия импульсов	0...54°
Диапазон компенсации задержки сигнала	0...18° (0...300 км)

В максимальной конфигурации:

- Каналы ОМП;
- Каналы ВЧ защит.

Отличительные особенности:

- Формирование сигналов РЗ на разнесённых частотах передачи и приёма в полосе 4 кГц;
- Перестройка по частоте во всем диапазоне работы без сменных блоков;
- Периодический контроль текущего запаса по затуханию;
- Настройка чувствительности приёмника и порога срабатывания предупредительной сигнализации цифровым способом со встроенного дисплея (или компьютера) с точностью 1 дБ;
- Взаимозаменяемость по основному набору блоков с АВАНТ К400 и АВАНТ РЗСК;
- Управление величиной перекрытия импульсов в режиме ДФЗ;
- Управление положением фронта и спада импульсов на приёме от своего и удалённого передатчиков в режиме ДФЗ;
- Управление компенсацией времени распространения сигнала по линии в режиме ДФЗ для устранения асимметрии фазной характеристики.

Совместимость:

Работа в ВЧ канале с приёмопередатчиками других производителей:

- ПВЗУ Е,
- ПВЗ 90,
- АВЗК 80,
- ПВЗЛ.

Взаимодействие с пусковыми и исполнительными органами релейной защитой (ДФЗ, НЗ), выполненными на:

- Электромеханических реле;
- Полупроводниковой элементной базе;
- Микропроцессорных терминалах.

ООО «Прософт-Системы»	
<p>АВАНТ РЗСК Приемопередатчик сигналов и команд релейной защиты</p> <p>Гарантия 5 лет</p>	<p>Заключение аттестационной комиссии на соответствие техническим требованиям ОАО «ФСК ЕЭС» № 47/031-2011</p> <p>Сертификат соответствия РОСС RU.АЯ55.Н06194 № 0175749</p>

Описание аппаратуры АВАНТ РЗСК расположено в соответствующем пункте раздела «Производители ВЧ аппаратуры передачи сигналов команд РЗ и ПА и номенклатура их продукции».

ООО «Промэнерго»			
г.Каменск-Уральский	www www.promen.ru	e-mail main@promen.ru	Тел/ факс +7 (3439) 375-800
ОАО «Шадринский телефонный завод»			
г.Шадринск	www www.shtz.shadrinsk.net	e-mail shtz@shadrinsk.net	Тел/ факс +7 (35253) 6-24-06
Линия-Р Приемопередатчик сигналов релейных защит	Технические условия: PE2.158.078 ТУ Заключение ОАО «ФСК ЕЭС», ОАО «РОССЕТИ»: Протокол № ИП-27/14 от 25.07.2014 г. по продлению срока действия Заключения аттестационной комиссии №47/017-2013 от 31.05.2013 г. Срок действия: до 30.05.2018 г. Сертификат соответствия: № РОСС RU.AB86.H01316. №0867560		

Приемопередатчик сигналов релейных защит «Линия-Р» предназначен для передачи и приема сигналов релейной защиты по высокочастотному каналу связи, образованному проводами воздушных линий электропередачи с напряжением от 35 до 1150 кВ.

Приемопередатчик обеспечивает:

- Передачу и прием сигналов РЗ. Способ формирования сигналов РЗ – одночастотный, с амплитудной манипуляцией;
- Периодический автоматический контроль запаса по затуханию канала связи и целостности входных и выходных цепей;
- Служебную связь между концами защищаемой линии в период наладки ВЧ канала;
- Передачу и прием команд дистанционного пуска и сброса;
- Автоматический вывод защиты из действия при обнаружении неисправности.



Приемопередатчик обеспечивает совместную работу с панелями дифференциально-фазных ВЧ защит и направленных защит с ВЧ блокировкой всех типов, выполненными на электромеханических реле, полупроводниковых и микропроцессорных элементах.

Приемопередатчик применяется как для комплектования вновь вводимых панелей защиты, так и для замены устаревших приемопередатчиков на действующих панелях.

Приемопередатчик предусматривает следующие варианты применения:

- Работу двух приемопередатчиков на одной частоте;
- Работу двух приемопередатчиков на разнесенных частотах передачи с разнесом частот 1 кГц;
- Работу трех приемопередатчиков на разнесенных частотах передачи с разнесом частот 0,5 кГц.

Приемопередатчик предназначен для эксплуатации в непрерывном режиме без постоянного обслуживающего персонала.

Номинальные значения климатических факторов по ГОСТ 15150, ГОСТ 15543.1.

При этом:

- Верхнее значение рабочей температуры, °С – плюс 45;
- Нижнее значение рабочей температуры, °С – плюс 1;
- Относительная влажность при температуре плюс 25 °С, % – 80;
- Климатическое исполнение – УХЛ 4.2;
- Габаритные размеры приемопередатчика: 482 x 275 x 316 мм.

Характеристики:

- Приемопередатчик работает в диапазоне частот (16 - 1000) кГц. Шаг изменения номинальной (средней) частоты диапазона должен составлять 1 кГц;
- Номинальная полоса частот Приемопередатчика составляет: 2 кГц (± 1 кГц относительно номинальной частоты);
- Номинальная выходная мощность передатчика (пиковая мощность огибающей сигнала на ВЧ выходе), составляет:
 - В диапазоне частот (24-400) кГц - (45 ± 1) дБм;
 - В диапазоне частот (400-600) кГц - (43 ± 1) дБм;
 - В диапазоне частот (600-1000) кГц - (42 ± 1) дБм.
- Номинальное сопротивление ВЧ окончания равно 75 Ом. При этом затухание несогласованности сопротивления ВЧ окончания (по отношению к его номинальному значению) в пределах номинальной полосы частот не менее 12 дБ;
- Уровень аппаратного порога чувствительности приемника (минимально возможный уровень порога чувствительности) минус (16 ± 1) дБм.

Отличительные особенности:

Использование импульсного усилителя и дифференциально-мостового линейного фильтра позволило создать простую, надежную и привычную для эксплуатирующих организаций линейную часть. В то же время, в типовой способ формирования сигналов РЗ – одночастотный, с амплитудной манипуляцией – введен ряд изменений, позволяющих обеспечить:

- Минимальные искажения, вносимые приемопередатчиком в формирование фазной характеристики в режиме ДФЗ;
- Исключение влияния отраженного сигнала при длине линии до 400 км без использования работы на разнесенных частотах;
- Высокие характеристики помехоустойчивости по сигналам РЗ.

Использование указанного способа позволяет исключить такие факторы, влияющие на асимметрию фазной характеристики, как:

- Искажения длительности сигнала на приеме;
- Влияние величины напряжения манипуляции;
- Задержка, при распространении сигнала по линии.

Опыт проведения пусконаладочных работ показал, что одной из отличительных особенностей приемопередатчика «Линия-Р» является простота подключения и настройки на линию.

Проверка работы приемопередатчиков «Линия-Р» совместно с ДФЗ типа «ШЭ2710-582» (ООО «НПП «ЭКРА») и с ДФЗ типа «Бреслер ТОР 300 ДФЗ» (ИЦ «БРЕСЛЕР») показала следующие особенности использования приемопередатчика «Линия-Р»:

- Стабильность временных параметров, отражающихся на угловых характеристиках:
 - Стабильные величины углов блокировки и симметричность фазной характеристики;
 - Возможность регулировки положения фазной характеристики с помощью компенсации времени пробега ВЧ сигнала по ВЛ;
- Передача без искажений импульсов сигнала манипуляции малой длительностью (до 0,834 мс);
- Отсутствие необходимости в использовании дополнительного источника питания.

Примечания:

- Приемопередатчик «Линия-Р» может быть настроен на месте эксплуатации для работы в одном ВЧ канале с аппаратурой других типов: АВАНТ Р400, ПВЗЛ, ПВЗУ-Е и др.;
- Большинство блоков, входящих в состав приемопередатчика «Линия-Р» полностью взаимозаменяемы с аналогичными блоками, входящими в состав аппаратуры передачи и приема сигналов команд РЗ и ПА «Линия-СК».

ООО «УРАЛЭНЕРГОСЕРВИС»			
г. Екатеринбург	www http://www.uenserv.ru/	e-mail, oms13@uenserv.ru	Тел. +7 (343) 382-73-00 +7 (343) 382-73-01
ПВЗУ-Е приёмопередатчик высокочастотных защит			

Назначение ПВЗУ-Е:

ПВЗУ-Е предназначен для работы с высокочастотным каналом связи, образованным ВЧ обработкой проводов воздушных линий электропередачи напряжением 35 - 1150 кВ.

ПВЗУ-Е предназначен для работы в комплекте с устройствами релейной защиты (РЗ), выполненными на базе:

- Электромеханических реле (ДФЗ, НЗ);
- Полупроводниковых элементов (ППЗ);
- Цифровых терминалов (ЦВЧЗ).



ПВЗУ-Е (ВЧ канал)

ООО «УРАЛЭНЕРГОСЕРВИС»	
ПВЗУ-ЕК	Новая разработка

ПВЗУ-ЕК осуществляет функции аппаратуры высокочастотных защит и приёмопередатчика телекоманд. Передача сигналов ВЧЗ и сигналов команд производится автономно, что позволяет передавать и принимать сигналы команд одновременно с передачей сигналов ВЧЗ.

ПВЗУ-ЕК имеет исполнение для работы с высокочастотным каналом связи по ВЛ напряжением классов 35...1150 кВ.

ВЧ канале связи предусматривается работа двух приёмопередатчиков в полосе частот 4 кГц (прием – 2 кГц, передача – 2 кГц).

ПВЗУ-ЕК поддерживает работу устройств высокочастотных защит (ВЧЗ), выполненных на базе:

- Электромеханических реле (ДФЗ, НЗ);
- Полупроводниковых элементов (ППЗ);
- Цифровых терминалов (ЦВЧЗ), в том числе:
 - ШЭ2607 031/081, от НПП ЭКРА;
 - БРЕСЛЕР ШЛ 2704, от ИЦ Bresler;
 - Micom P547, от AREVA;
 - L 60, от GE.

ПВЗУ-ЕК обеспечивает:

- Передачу и прием сигналов ВЧЗ;
- Передачу и прием четырех сигналов – команд РЗ;

- Непрерывную передачу (и прием) охранного (контрольного) сигнала;
- Автоматический контроль исправности канала связи и наличия запаса по затуханию ВЧ сигнала;
- Связь в режиме переговорного устройства в период наладки.

Технические характеристики ПВЗУ-ЕК:

Наименование параметра	Значение
Диапазон частот настройки	16...1000 кГц
Занимаемая полоса частот	4 кГц
Полоса передачи и полоса приема (смежные)	2 / 2 кГц
Шаг изменения частот настройки	4 кГц
Пиковая выходная мощность передатчика на активной нагрузке 75Ом, при напряжении питания =220/110В (+20%/-40%) (не менее):	
• В диапазоне частот 24-200 кГц	31 Вт
• В диапазоне частот 201-400 кГц	31 Вт
• В диапазоне частот 401-600 кГц	25 Вт
• В диапазоне частот 601-1000 кГц	20 Вт
Аппаратный уровень чувствительности:	
• Для сигнала ВЧЗ	- 8 дБм
• Для сигналов команд	- 8 дБм
Число передаваемых / принимаемых команд	4 / 4
Потребляемая мощность (не более)	85 Вт
Габаритные размеры	482,6x269 x380 мм
Средний срок службы (при соблюдении требований эксплуатационной документации)	20 лет
Масса (не более)	20 кг

ПВЗУ-ЕК изготавливается в 19-дюймовом корпусе (соответствует стандарту МЭК 297), построен на современной элементной базе, имеет:

- Гальваническую развязку по цепям управления и сигнализации;
- Высокую ремонтпригодность за счет взаимозаменяемости блоков и плат;
- Возможность изменения рабочей частоты в условиях эксплуатации.

Номинальные значения климатических факторов для ПВЗУ-ЕК - УХЛ 4.2 по ГОСТ 15150-69. ПВЗУ-ЕК соответствует группе механического исполнения М40 по ГОСТ 17516.1-90.

ПВЗУ-ЕК обеспечивает запись в энергонезависимую память данных: о работе ВЧЗ, прохождении команд, неисправностях аппарата и канала связи с меткой времени возникновения события (дискретностью 1 мс). Считывание информации из энергонезависимой памяти производится с помощью ПК через порт последовательной передачи данных RS-232.

Осуществляется непрерывный автоматический контроль текущего состояния терминала защиты, аппарата и канала связи, включая наличие запаса по затуханию ВЧ сигнала. При этом, производится передача данных о текущем состоянии в локальную сеть АСУ ТП посредством интерфейса RS-485.

На табло блока ПРЦ отображается текущее значение уровней сигналов, в том числе:

- Уровень шумов (на выходе фильтра РЗ);
- Уровень принимаемого сигнала;
- Запас по уровню чувствительности в относительных единицах (дБ);
- Уровень сигнала передатчика.

Предусмотрена внешняя предупредительная и аварийная сигнализация (контактами выходных реле).

С помощью встроенной панели управления или посредством ПК возможна перестройка таких параметров, как:

- Частота настройки передатчика (в диапазоне, 16...1000кГц);
- Частота настройки приемника (в диапазоне, 16...1000кГц);
- Уровень чувствительности приемника команд и приемника сигналов ВЧЗ (раздельно, с шагом 1 мВ, в диапазоне 12 дБ).

7 Заключение

ООО «Аналитик-ТС» выражает огромную признательность Шкарину Ю.П. за неоценимый вклад в создание и развитие ВЧ связи в электроэнергетике. Мы надеемся, что серия совместных с Юрием Павловичем изданий, посвященная измерениям ВЧ связи по ЛЭП, поможет настоящим и будущим специалистам отрасли в освоении этого непростого и необходимого для нашей электроэнергетики ремесла.

С гордостью за отечественную промышленность благодарим наших партнеров и коллег – производителей аппаратуры уплотнения (АУ) для ВЧ связи: комбинированной (аналоговой и цифровой) и специализированной (передача сигналов ВЧ защит, передача сигналов команд РЗ и ПА).

Выражаем особую благодарность Лукиных Олегу Валерьевичу, Назарову Юрию Валерьевичу, Онанко Анатолию Федоровичу за предоставленные материалы.

ООО «Аналитик-ТС» приглашает к взаимовыгодному информационному и коммерческому сотрудничеству:

- Производителей оборудования присоединения;
- Производителей аппаратуры уплотнения ВЧ связи, ВЧ защит, РЗ и ПА;
- Лаборатории и иные организации, оказывающие услуги по проведению пусконаладочных и ремонтных работ в сфере ВЧ связи по ЛЭП;
- Эксплуатационные службы и проектные организации.

ООО «Аналитик-ТС» осуществляет комплексные поставки измерительных приборов для ВЧ связи (торговая марка AnCom) и ПО для расчета ВЧ трактов (WinTrakt, WinNoise).

Вопросы, пожелания и предложения по приобретению и работе с приборами AnCom, а также содержанию настоящей брошюры направляйте в ООО "Аналитик ТелекомСистемы":

125424 Москва, Волоколамское шоссе, 73

Тел./факс: (495) 775-60-11

sales@analytic.ru

www.analytic.ru

Скачать электронную версию

сайт AnCom



www.analytic.ru/products/29/articles/

Google books

Ищите

<bibliogroup:"Библиотека AnCom"> в



<http://books.google.ru/>

Измерения в ВЧ связи. Каналы и аппаратура / под ред. Ю.П. Шкарина.
– изд. 1.- М.: Библиотека AnCom, 2014. – 197 с.



Юрий Павлович Шкарин

– известный специалист в области передачи информации по каналам ВЧ связи по ЛЭП, кандидат технических наук, старший научный сотрудник.

Ю. П. Шкарин – автор книг "Волновые процессы и электрические помехи в многопроводных линиях электропередачи" (1973), "Линейные тракты каналов ВЧ связи по линиям электропередачи" (1986), "Специальные измерения ВЧ каналов по линиям электропередачи" (1990), "Расчет параметров высокочастотных трактов по линиям электропередачи" (1999). Составитель "Методических указаний по расчету параметров и выбору схем ВЧ трактов по линиям электропередачи 35 - 750 кВ переменного тока" (1989) и автор большого числа статей в журналах "Электричество", "Электрические станции", "Известия АН СССР, сер. Энергетика и транспорт", "Энергетик и докладов на сессиях CIGRE и заседаниях ИК 35 и ИК 36 CIGRE.

Лауреат премии им. П.Н. Яблочкова АН СССР.

В разное время работал профессором Московского энергетического института и ведущим научным сотрудником АО ВНИИЭ.

Редактор настоящего издания, а также соавтор разделов, описывающих параметры ВЧ каналов и аппаратуры, методы их измерений.



ООО «Аналитик-ТС»

– ООО «Аналитик-ТС», торговая марка «AnCom», является ведущим отечественным производителем современных средств измерений, предназначенных для комплексной экспертизы ВЧ связи по ЛЭП, а также решения ряда измерительных задач, связанных с контролем оборудования релейной защиты и цифровых подстанций (МЭК 61850).

Разделы, описывающие работу с анализаторами AnCom, а также методы и методики измерений – сформированы коллективом ООО «Аналитик-ТС».