

Цифровая система ВЧ связи по ЛЭП МС04-PLC

Техническое описание и инструкция по эксплуатации
КВ2.131.005 ТО
(ред.7 / май 2021)

Оглавление

	Стр.
1 Назначение.....	3
2 Основные параметры.....	4
3 Конструкция и состав аппаратуры.....	9
3.1 Плата МП02.....	12
3.1.1. Режимы и субканалы платы МП02.....	12
3.1.2 Стыки каналов платы МП02.....	17
3.1.3 Схемы организации телефонной связи.....	18
3.2. Плата МД02.....	20
3.2.1. Функции платы.....	20
3.2.2. Обработка канальных сигналов.....	20
3.2.3. Установка скорости передачи ЦП в полосе 4 кГц.....	21
3.2.4. Лицевая панель платы.....	24
3.2.5. Индикация состояния и активация линии.....	24
3.2.6. Режим объединения цифровых ВЧ каналов.....	25
3.2.7. Регистрация в энергонезависимой памяти событий и неисправностей.....	25
3.2.8. Программная настройка параметров.....	25
3.2.9. Мониторинг состояния ВЧ канала.....	25
3.3. Плата ТР01.....	26
3.4. Плата ФПРМ.....	27
3.5. Плата УМ02.....	28
3.6. Плата ФПРД.....	29
3.7. Платы питания ИП01/ИП02.....	29
4 Монтаж аппаратуры.....	30
5 Настройки и конфигурирование аппаратуры.....	30
5.1. Настройки платы МД02 и ВЧ аттенюатора.....	30
5.2. Настройки платы МП02.....	33
5.3. Настройки платы УМ02.....	34
5.4. Настройки платы ФПРМ.....	34
6 Контроль состояния аппаратуры.....	35
7 Система программного управления и мониторинга MC04–PLC Monitor.....	36
8 Приложение 1. Схема применения системы MC04–PLC.....	48

1 Назначение.

Цифровая система ВЧ связи МС04–PLC предназначена для организации каналов телемеханики (ТМ), передачи данных (ПД) и телефонных каналов (ТФ) по высоковольтным линиям электропередач (ЛЭП) распределительной сети 35/110 кВ.

Аппаратура организует высокочастотные (ВЧ) каналы связи в полосе 4/8/12 кГц в диапазоне частот 16-1000 кГц в режиме временного и частотного разделения сигналов. Обработка сигналов производится в цифровой форме.

Присоединение к ЛЭП производится по схеме фаза – земля через конденсатор связи и фильтр присоединения. Подключение ВЧ окончания аппаратуры к фильтру присоединения несимметричное и выполняется одним коаксиальным кабелем.

Аппаратура изготавливается с разнесенным и смежным расположением полос пропускания направлений приема и передачи.

Перечисленные ниже функции поддерживаются в аппаратуре со следующими версиями ПО: плата МД02 – v11 для MCU, v12 для FPGA; плата МП02 – v2.2; плата УМ02 – v8.

Функциональные возможности.

Количество каналов ВЧ связи с шириной полосы 4 кГц – до 3 в полосе 12 кГц.

Разделение сигналов – временное ВРС (цифровой канал) и частотное ЧРС (аналоговый канал).

Независимая установка режимов ВРС или ЧРС в каждом из 3–х ВЧ каналов.

Модуляция низкочастотного цифрового потока – QAM с разделением на 89 поднесущих OFDM.

Модуляция ВЧ сигнала – амплитудная с передачей одной боковой полосы частот АМ ОБП.

Непрерывная адаптация скорости цифрового потока (ЦП) к изменяющемуся отношению сигнал/шум.

*Скорость передачи ЦП в полосе 4 кГц – до 32 кбит/с, в полосе 12 кГц – до 96 кбит/с.

Режим объединения двух или трех цифровых ВЧ каналов на одну шину TDM1.

Интерфейсы телефонии в режиме ВРС – 4–х проводные 4W, 2–проводные FXS/FXO.

Интерфейсы телефонии в режиме ЧРС – 4–х проводные 4W, прозрачная передача ТЧ сигналов.

Количество каналов ТФ в каждом ВЧ канале в режиме ВРС с полосой 4 кГц – до 2.

Преобразование сигнализации АДАСЭ в абонентскую сигнализацию FXS/FXO.

Диспетчерское и абонентское соединение по протоколу АДАСЭ по ТФ каналу.

Цифровая эхокомпенсация в ТФ каналах.

Цифровые интерфейсы ТМ и ПД – RS232, Ethernet.

Интерфейс управления и мониторинга – Ethernet.

Встроенный анализатор уровней передачи/приема ВЧ тракта, измеритель ошибок, температуры.

Регистрация неисправностей и сигнализации в энергонезависимой памяти.

Цифровой переприем – транзит каналов на промежуточных подстанциях без потерь качества.

Мониторинг – программа МС04–Monitor: конфигурация, настройка, диагностика.

Удаленный мониторинг и конфигурирование через встроенный в ВЧ канал обслуживания.

Поддержка протокола сетевого управления SNMP.

Радиальные и древовидные схемы мониторинга удаленных полуккомплектов.

Электропитание: сеть ~220 В/50 Гц или постоянное напряжение 48/60 В.

*Скорость передачи ЦП – полезная скорость передачи пользовательских данных. Общая скорость передачи данных на асинхронном стыке RS232 на 25% больше скорости передачи ЦП за счет старт–стоповых битов.

2 Основные параметры.

Линейный ВЧ стык

- | | |
|---|---------------|
| 1. Рабочий диапазон частот | 16 – 1000 кГц |
| 2. Ширина номинальной полосы частот | 4/8/12 кГц |
| 3. Номинальное сопротивление передатчика (несимметричная линия) | 75 Ом |
| 4. Номинальное входное сопротивление приемника: | |
| – несогласованное высокоомное (по умолчанию) | > 1 кОм |
| – согласованное (по заказу) | 75 Ом |

5. Затухание, вносимое в тракт параллельно включенной аппаратуры шунтирующим действием входного сопротивления:

Таблица 1.

Полоса передачи, кГц	Разнос частот между границами частотных каналов, не более, кГц	
	Норма затухания: не более 1,5 дБ	Норма затухания: не более 1,0 дБ
4	8	12
8	8	16
12	12	16

6. Номинальная мощность ВЧ передатчика, доступная в базисной полосе частот одного канала

$P_{\text{ном.кан}}$, дБм:

Таблица 2.

Исполнение по мощности	Диапазон частот	Полоса частот					
		4 кГц/ 1 канал		8 кГц/ 2 канала		12 кГц/ 3 канала	
		ЧРС	ВРС	ЧРС	ВРС	ЧРС	ВРС
20 Вт	от 16 до 300 кГц	43	43	37	39	34	36
	от 300 до 700 кГц	42	42	36	38	33	35
	от 700 до 1000 кГц	41	41	35	37	32	34
40 Вт	от 16 до 300 кГц	46	46	40	42	37	39
	от 300 до 700 кГц	45	45	39	41	36	38
	от 700 до 1000 кГц	44	44	38	40	35	37

7. Распределение доступной номинальной мощности передатчика $P_{\text{ном.кан}}$ между подканалами одного ВЧ канала в базисной полосе 4 кГц, допуск $\pm 1,0$ дБм:

Таблица 3.

Тип канала	Режим разделения	Уровень передачи подканала, дБм			
		ЦП	ТФ	внешний FSK модем ТМ	Пилот-сигнал
ТФ+Пилот	ЧРС	–	$P_{\text{ном.кан}} - 3$		$P_{\text{ном.кан}} - 19,5$
ТФ+ТМ+Пилот	ЧРС	–	$P_{\text{ном.кан}} - 9$	$P_{\text{ном.кан}} - 13$	$P_{\text{ном.кан}} - 19,5$
ЦП+Пилот	ВРС	$P_{\text{ном.кан}} - 10,5$	–		$P_{\text{ном.кан}} - 19,5$

Примечание. Уровень в подканале речи ТФ и ТМ имеет запас на перегрузку в 3 дБ.

8. Уровень мощности внеполосного спектра в полосе 4 кГц:

- 14 дБм – в прилегающей полосе;
- 24 дБм – в полосе, отстоящей от края полосы пропускания, на 4 кГц;
- 34 дБм – в полосе, отстоящей от края полосы пропускания, на 8 кГц.

9. Уровень паразитных излучений передатчика:

- 14 дБм – в прилегающей полосе;
- 24 дБм – в полосе, отстоящей от края полосы пропускания, на 4 кГц;
- 34 дБм – в полосе, отстоящей от края полосы пропускания, на 8 кГц.

10. Уровень мешающего сигнала вне полосы приемника, при котором коэффициент битовых ошибок ЦП не более 10^{-7} в цифровом режиме, в аналоговом режиме уровень помех на НЧ окончаниях – не более -55 дБм0п.

Таблица 4.

Сдвиг частоты мешающего сигнала относительно краев номинальной полосы частот приема аппаратуры, Гц	Уровень мешающего сигнала на ВЧ входе аппаратуры относительно уровня приёма не менее, дБм0
100	+10
4000	+20
8000	+40

11. Чувствительность ВЧ приемника по АРУ (пилот–сигналу) – в диапазоне $-25...-40$ дБм. При этом в аналоговом режиме уровень собственных шумов на НЧ выходе не более -50 дБм0п, в цифровом режиме коэффициент битовых ошибок ЦП не более 10^{-6} .

12. Глубина регулировки АРУ аппаратуры – не менее 40 дБ. в аналоговом режиме изменение уровня на НЧ выходе не более $\pm 0,5$ дБ, в цифровом режиме коэффициент ошибок не более 10^{-6} .

13. Скорость передачи ЦП/данных на стыке RS232 в полосе 4 кГц при минимально допустимых отношениях сигнал/шум и коэффициенте битовых ошибок не более 10^{-6} :

Таблица 5.

Скорость передачи ЦП / данных на стыке RS232, кбит/с, не менее	8 / 10	12 / 15	16 / 20	20 / 25	24 / 30	28 / 35	30 / 37,5	*32 / 40
Минимально допустимое отношение сигнал/шум** (ОСШ), дБ	19	23	27	31	36	41	44	–

Примечание. В таблице дан фиксированный набор скоростей. Регулятор скорости обеспечивает непрерывную (без скачков) адаптацию скорости к изменениям ОСШ для множества точек от 0,1 до 32 кбит/с с дискретностью 0,1 кбит/с.

* При скорости передачи 32 кбит/с коэффициент битовых ошибок более 10^{-5} .

** Характер шума– «белый» шум.

14. Максимальная скорость передачи ЦП при объединении ВЧ каналов:

- при объединении двух цифровых ВЧ каналов (полоса 8 кГц) – 64 кбит/с;
- при объединении трех цифровых ВЧ каналов (полоса 12 кГц) – 96 кбит/с.

15. Относительный уровень мешающего сигнала с произвольной частотой в полосе частот приемника, при котором коэффициент ошибок ЦП не более 10^{-7} – не менее (-52) дБ0.

16. В разнесенном режиме минимальное разнесение частот собственного передатчика и собственного приемника в полосе 4/8/12 кГц, при котором коэффициент ошибок ЦП не более 10^{-7} :
 – 8 кГц для частотного диапазона 16–500 кГц;
 – 12 кГц для частотного диапазона 500–1000 кГц.

17. При смежном расположении частот приема и передачи рабочее затухание ВЧ тракта и максимальная скорость ЦП, при которой коэффициент ошибок ЦП не более 10^{-7} :

Таблица 6.

Число ВЧ каналов, мощность ПРД	3 канала, 40 Вт	3 канала, 20 Вт	2 канала, 20 Вт	1 канал, 20 Вт
Рабочее затухание при максимальной скорости ЦП до 20 кбит/с	20 дБ	23 дБ	24 дБ	25 дБ
Максимальная скорость ЦП при рабочем затухании ВЧ тракта до 20 дБ	20 кбит/с	23 кбит/с	25 кбит/с	27 кбит/с

18. Время восстановления работы канала после потери синхронизации – не более 30 с. Синхронизация не теряется при кратковременной потере канала до 1 с. Время готовности канала к работе после включения аппаратуры – не более 1,5 минуты.

19. Время задержки сигналов в канале между аналоговыми НЧ окончаниями:
в аналоговом режиме – не более 60 мс, в цифровом режиме – не более 160 мс.

20. Стык транзита обеспечивает прием/передачу содержимого ВЧ канала в режиме ЧРС или ВРС между блоками двух систем по двум витым неэкранированным парам с затуханием до 6 дБ на частоте 384 кГц. Максимальная длина линии транзита для кабелей типа UTP категории 5 составляет 300 метров.

Аналоговые НЧ стыки.

1. Затухание несогласованности входного сопротивления по отношению к его номинальному значению 600 Ом в полосе частот 300 – 3400 Гц – не менее 14 дБ.

2. Затухание асимметрии в полосе частот 300 – 3400 Гц – не менее 40 дБ.

3. Уровни на входе/выходе НЧ окончаний:

4-х проводный интерфейс 4W

– передача, номинальный уровень –13,0 дБм, регулировки от –13,0 дБм до +4,0 дБм;

– прием, номинальный уровень +4,0 дБм, регулировки от +4,0 дБм до –13,0 дБм;

2-х проводный интерфейс FXS, FXO

– передача, номинальный уровень 0 дБм;

– прием, номинальный уровень –7,0 дБм.

4. В аналоговом режиме ВЧ канала полоса частот НЧ подканала речи – 300...3400 Гц с возможностью снижения верхней граничной частоты до 2000 Гц.

Неравномерность амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) и искажения группового времени прохождения (ГВП) даны в табл. 6...9.

5. В аналоговом режиме ВЧ канала полоса частот НЧ подканала ТМ в надтональном спектре – 2200 – 3400 Гц. Неравномерность АЧХ остаточного затухания – от минус 0,9 дБ до плюс 3,0 дБ, искажение ГВП – не более 3 мс.

6. Собственные шумы аппаратуры на НЧ выходах – не более –55 дБм0п.

7. Отношение мощности сигнала к мощности суммарных искажений, включая искажения квантования, при подаче на вход канала синусоидального сигнала частотой 1020 Гц, не менее:

– 33 дБ при уровне входного сигнала от 0 дБм до –30 дБм

– 30 дБ при уровне входного сигнала –36 дБм.

– 27 дБ при уровне входного сигнала –40 дБм.

8. Переходное затухание на ближнем и дальнем концах между НЧ стыками соседних ВЧ каналов – не менее 50 дБ.

9. Затухание для сигнала «эхо» в тракте передачи речевого сигнала при включении функции эхоподавления – не менее 30 дБ.

10. В цифровом режиме качество передачи речи – не ниже 3,5 балла по шкале MOS согласно ITU-T P.862.

11. Ограничитель амплитуд в канале речи обеспечивает превышение сигнала на ВЧ выходе не более +3 дБм при увеличении сигнала на НЧ входе от 0 дБм до +15 дБм.

12. Параметры сигнала вызова и питания линии стыка FXS:

- напряжение сигнала вызова – 40...60 Вэфф;
- частота сигнала вызова – 25 Гц;
- ток питания микрофона – 21...22 мА.

13. Параметры приемника сигнала вызова и питания линии стыка FXO:

- напряжение срабатывания приемника сигнала вызова – 10...20 Вэфф;
- напряжения на входе канала при токе питания 30...35 мА – 25...35 В.

14. Параметры сигналов АДАСЭ:

- сигнальные частоты $F1 = (1200 \pm 5)$ Гц, $F2 = (1600 \pm 5)$ Гц;
- номинальный относительный уровень на передачу $(-6 \pm 0,5)$ дБс;
- номинальный относительный уровень на приеме (-6 ± 3) дБс.

Таблица 7. АЧХ остаточного затухания при граничной частоте 3400 Гц.

Диапазон частот, Гц	Допустимые пределы изменения затухания, дБ
от 300 до 400	от минус 0,9 до плюс 3,0
от 400 до 600	от минус 0,9 до плюс 1,7
от 600 до 2400	от минус 0,9 до плюс 0,9
от 2400 до 3000	от минус 0,9 до плюс 1,7
от 3000 до 3400	от минус 0,9 до плюс 3,0

Таблица 8. Частотная характеристика искажения ГВП при граничной частоте 3400 Гц.

Диапазон частот, Гц	ГВП, мс, не более
от 400 до 500	5
от 500 до 600	3
от 600 до 1000	1,5
от 1000 до 2600	0,5
от 2600 до 3000	2,5

Таблица 9. АЧХ остаточного затухания при граничной частоте 2000 Гц.

Диапазон частот, Гц	Допустимые пределы изменения затухания, дБ
от 300 до 400	от минус 0,9 до плюс 3,0
от 400 до 600	от минус 0,9 до плюс 1,7
от 600 до 1200	от минус 0,9 до плюс 0,9
от 1200 до 1600	от минус 0,9 до плюс 1,7
от 1600 до 2000	от минус 0,9 до плюс 3,0

Таблица 10. Частотная характеристика искажения ГВП при граничной частоте 2000 Гц.

Диапазон частот, Гц	ГВП, мс, не более
от 400 до 500	5
от 500 до 600	3
от 600 до 1000	1,5
от 1000 до 1500	0,5
от 1500 до 1700	3

Стыки телемеханики и передачи данных

1. По стыку RS-232 поддерживаются два режима работы:

- прозрачный кодонезависимый режим на скорости 100/200/300 бит/с, величина краевых искажений не более 4 %;
- асинхронный стартстопный режим на скорости от 1,2 кбит/с до 115,2 кбит/с, количество стоп-бит 1/2, бит четности, длина посылки – 8 бит.

В асинхронном режиме обеспечивается неразрывность кадров FT1.2.

2. Уровни сигналов по стыку RS-232:

- выходное напряжение ± 9 В, нагрузка 3 кОм;
- входное напряжение $\pm (3-15)$ В, входная нагрузка 3...7 кОм.

3. Характеристики стыка Ethernet:

- интерфейс 10/100 BASE-T IEEE 802.3;
- auto negotiation поддерживается;
- auto MDI/MDX поддерживается;
- максимальный размер кадра 1514 байт;
- режим сетевого шлюза, передача пакетов IPv4 из одной сети в другую.

Вход/выход сигнализации:

- вход охранной или пожарной сигнализации от датчика типа «сухой» контакт;
- выход охранной или пожарной сигнализации с дальнего конца;
- выход аварийной сигнализации блока.

Коммутируемое постоянное или переменное напряжение выхода сигнализации – до 350 В, коммутируемый ток – до 100 мА.

Электропитание:

- от сети переменного тока 220 В с допуском от плюс 10% до минус 15 %;
- от источника постоянного тока с номинальным напряжением 48 В с диапазоном от 36 до 72 В.

Потребляемая мощность: – от сети питания 220 В или 48 В – не более 100 Вт.

По способу защиты от поражения электрическим током аппаратура относится к классу I по ГОСТ 12.2.007-75.

Габаритные размеры блока в евроконструктиве 3U: – 485*135*215мм.

Вес: – не более 5 кг.

Условия эксплуатации:

- температура окружающего воздуха от +1 до +45°C;
- относительная влажность воздуха до 80 % при температуре плюс 25°C;
- атмосферное давление не ниже 60 кПа (450 мм рт. ст.);
- среда не взрывоопасная, не содержащая токопроводящей пыли.

3 Конструкция и состав аппаратуры.

Цифровая трехканальная система ВЧ связи MC04-PLC включает два полукомплекта аппаратуры, размещаемых на ближнем и дальнем концах ВЧ тракта. Полукомплект выполнен в виде блока 19 дюймов высотой 3U. В блок устанавливаются следующие функционально-конструктивные узлы (платы):

- ИП01- вторичный источник питания, сетевой вход 220В/50Гц, выход +48В, -48В, +12В;
- ИП02- вторичный источник питания, вход 36...72В, выход +48В, -48В, +12В;
- МП02- мультиплексор каналов ТМ, ПД, ТФ, кодек G.729, цифровой эхокомпенсатор;
- МД02- модуляция/демодуляция ЦП в аналоговый ВЧ сигнал, мониторинг и управление;
- ФПРМ - линейный трансформатор, аттенюатор и 4-х контурный фильтр ПРМ, усилитель ПРМ;
- ФПРД - 1/2-х контурный фильтр ПРД, высокоомный импеданс вне полосы ПРД;
- УМ02- усилитель мощности, цифровая индикация уровней ПРД, индикация аварий;
- ТР01 - транзит содержимого ВЧ канала между блоками, устанавливается на место плат МП02.

Связи между функционально-конструктивными узлами блока отражены в структурной схеме на рис.1. Обмен сигналов цифровых и аналоговых между платами производится через цепи кроссплаты блока. Внешний вид блока дан на рис.2

Количество плат МП02 соответствует количеству ВЧ каналов от 1 до 3, конфигурируемых на плате МД02. В режиме объединения трех цифровых ВЧ каналов на одну шину TDM1 требуется одна плата МП02 №1.

В случае транзита одного из ВЧ каналов между блоками на промежуточной подстанции на место платы МП02 устанавливается плата транзита ТР01, обеспечивающая прием/передачу содержимого ВЧ канала без преобразования в аналоговую форму.

Блок имеет два основных исполнения по пиковой мощности, огибающей ВЧ сигнала ПРД:
 1Р - установлен один усилитель УМ02 и один фильтр ФПРД, мощность ВЧ сигнала ПРД - 20 Вт;
 2Р - установлены два усилителя УМ02 и два фильтра ФПРД, мощность ВЧ сигнала ПРД - 40 Вт.

Обозначение блока включает:

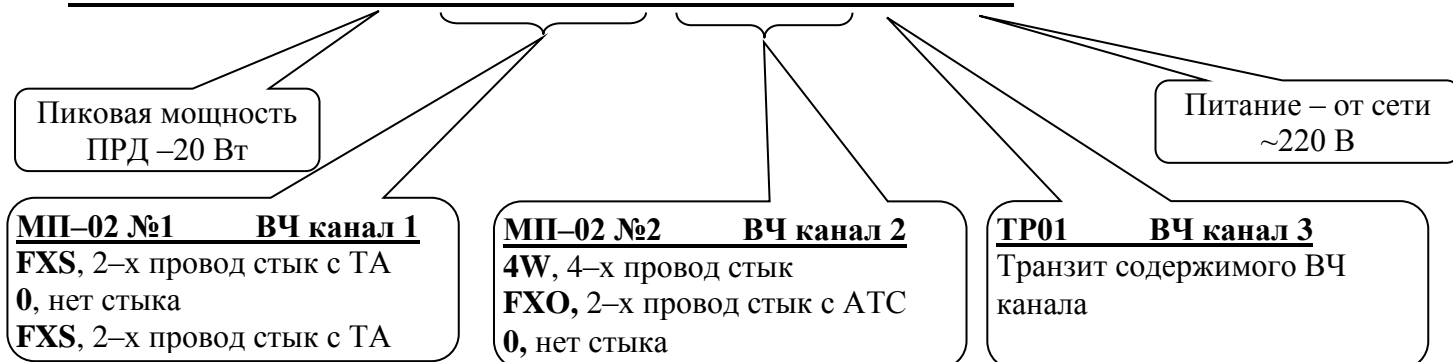
- количество задействованных ВЧ каналов 1/2/3;
- исполнение по пиковой мощности сигнала ПРД: 1Р - 20 Вт, 2Р - 40 Вт;
- типы пользовательских стыков каждого из 3-х ВЧ каналов / плат МП-02 или плата ТР01;
- напряжение питания блока - сеть ~220 В или напряжение постоянного тока 48 В.

На плате МП-02 по умолчанию имеются цифровые интерфейсы RS232 и Ethernet, которые в обозначении блока не указываются.

Пример обозначения блока в 3-х канальном исполнении:

НЧ порты 1 / 2 / 3 - 1 / 2 / 3

MC04-PLC- 3 - 1P - FXS / 0 / FXS - 4W / FXO / 0 - TP - 220V



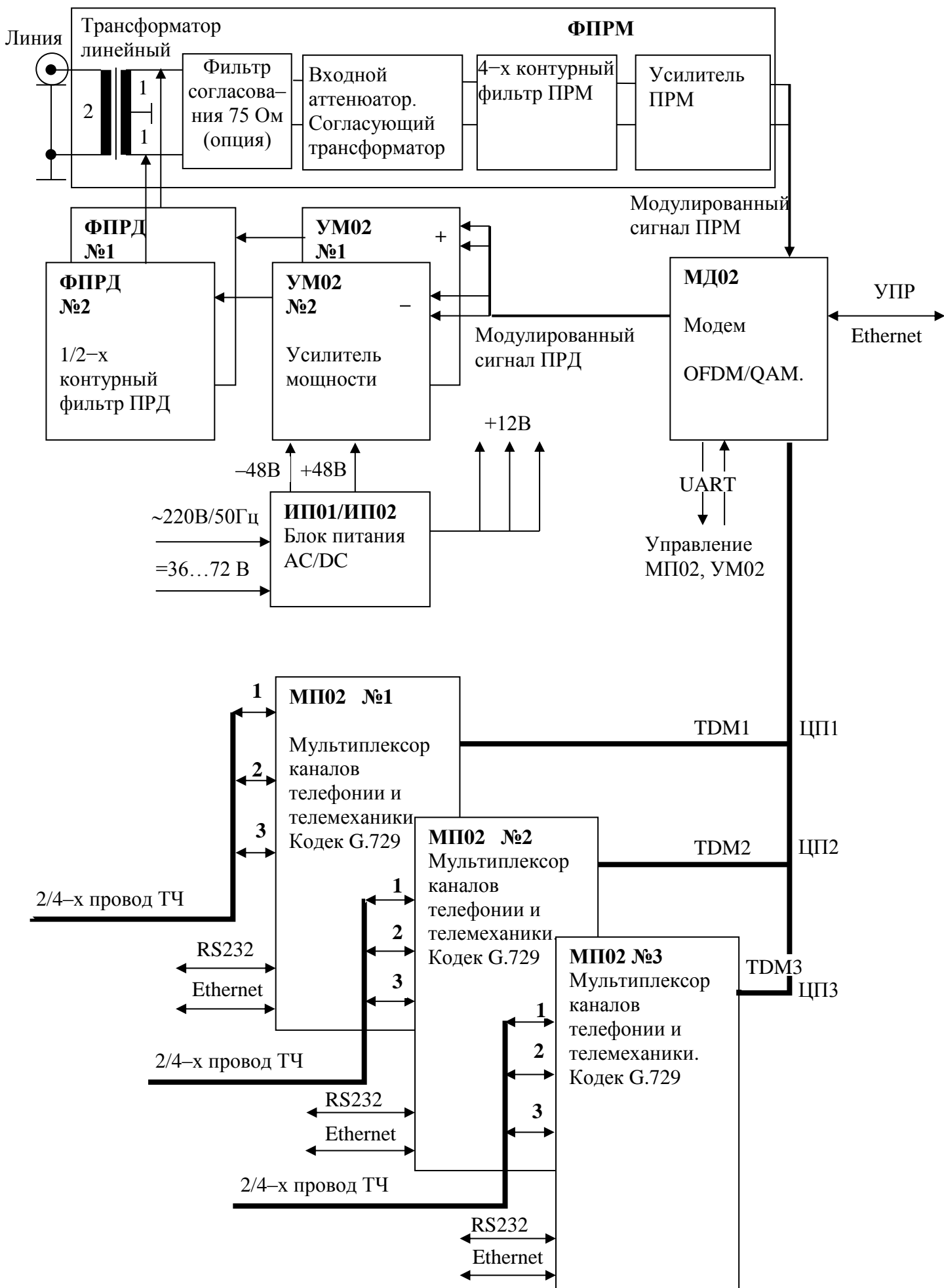


Рис. 1. Структурная схема блока МС04-PLC.



Рис.2. Внешний вид блока MC04-PLC.

Установка плат для исполнений по мощности ПРД и числу ВЧ каналов:

Исполнение 1Р: одинарная пиковая мощность ПРД.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
МП02	МП02*	МП02*	МД02	ФПРМ	–	–	УМ02	ФПРД	ИП01**
МП02	МП02*	МП02*	МД02	ФПРМ	УМ02	ФПРД	–	–	ИП01**

Исполнение 2Р: двойная пиковая мощность ПРД.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
МП02	МП02*	МП02*	МД02	ФПРМ	УМ02	ФПРД	УМ02	ФПРД	ИП01**

* – устанавливаются для 2-х и 3-х канального исполнения. В случае транзита ВЧ каналов между блоками на промежуточной подстанции на место платы МП02 устанавливается плата транзита ТР01. В режиме объединения трех цифровых ВЧ каналов на одну шину TDM1 требуется одна плата МП02 №1.

** – ИП01 – питание от сети 220В/50Гц;

– ИП02 – питание напряжением постоянного тока 36...72 В.

Незадействованные места (слоты) блока закрываются защитными планками.

3.1 Плата МП02.

Функции платы:

- аналого-цифровое преобразование НЧ сигналов ТФ на скорости 64 кбит/с;
- прием/передача сигналов ТМ и ПД через стыки RS-232C и Ethernet;
- мультиплексирование субканалов ТМ, ПД и ТФ в ВЧ канал;
- прием/передача данных ЦП по шине TDM с платой модема МД02;
- разделение НЧ полосы на тональную и надтональную полосы в аналоговом режиме ВЧ канала;
- сжатие ТЧ каналов кодеком G.729 до скорости 6,4 / 8 кбит/с в цифровом режиме ВЧ канала;
- цифровая эхокомпенсация 2-х проводных ТЧ каналов;
- конфигурирование канальных окончаний;
- преобразование абонентской сигнализации в АДАСЭ и обратно;
- организация общего канала обслуживания и сигнализации ВЧ каналов.

Модули ТЧ.

Для организации каналов ТФ в плате МП02 имеется три порта **1, 2, 3**, конфигурируемые установкой на плату соответствующих сменных модулей ТЧ.

Типы сменных модулей ТЧ:

- 4W01 – 4-х проводный стык для организации каналов ТМ и ТФ с сигнализацией АДАСЭ;
- FS01 – 2-х проводный стык с телефонным аппаратом типа **FXS**;
- FO01 – 2-х проводный стык с абонентским комплектом АТС типа **FXO**.

3.1.1. Режимы и субканалы платы МП02.

В системе передачи MC04-PLC организуется до трех ВЧ каналов, по которым передаются данные от трех плат канальных окончаний МП02 как показано на рис.3. Каналы конфигурируются в цифровой, аналоговый или транзитный режим передачи, при этом в одной системе могут одновременно работать все три режима. Транзитный режим поддерживается заменой платы МП02 на плату ТР01.

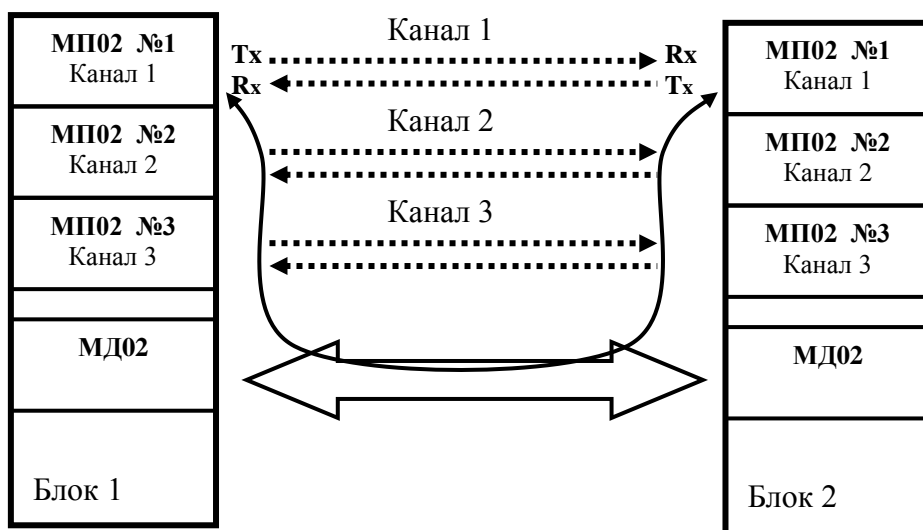


Рис. 3. Схема организации каналов в системе MC04-PLC.

3.1.1.1. Цифровой режим.

В цифровом режиме каждая плата МП02 обеспечивает прием/передачу в ВЧ канале сигналов следующих интерфейсов (стыков):

- 3 стыка ТФ с конфигурацией типа стыка сменными модулями ТЧ;
- стык RS-232;
- стык Ethernet.

Распределение субканалов платы МП02 в ВЧ канале.

В полосе пропускания ВЧ канала организуются следующие субканалы платы МП02: субканал сигнализации и обслуживания СО, субканал телемеханики ТМ в кодонезависимом режиме, два голосовых субканала телефонии ТФ1 и ТФ2, субканал передачи данных ПД. Полоса пропускания – скорость ЦП в ВЧ канале отображается в мониторинге на вкладке **Состояние** платы МП02.



Рис. 4. Распределение субканалов платы МП02.

По **субканалу СО** передаётся общая канальная сигнализация (ОКС) для голосовых модулей, служебная информация, а также есть возможность передачи сообщений мониторинга и удаленной загрузки нового ПО. Скорость канала обслуживания задаётся конфигурированием платы от 100 до 6400 бит/с с шагом 100 бит/с.

По **субканалу ТМ** передаются данные от стыка RS-232 в прозрачном кодонезависимом режиме. В этом режиме обеспечивается передача низкоскоростных сигналов ТМ (например, ТМ типа ГРАНИТ) методом наложения, т.е. передача состояний медленного сигнала производится с высокой частотой. Для скоростей передачи сигналов ТМ 100/200/300 бит/с скорость передачи в канале составляет 0,8/1,6/2,4 кбит/с соответственно.

По **субканалу ТФ1 и ТФ2** передаются данные кодека G.729. Занимаемая кодеком полоса может быть настроена равной 6,4 кбит/с или 8,0 кбит/с в режиме разговора. Если используются модули с установлением вызова (FXO, FXS, 4W в режиме АДАСЭ), канал голоса будет занимать только на время разговора. После окончания разговора (положена трубка на FXS, принят сигнал **ОТБОЙ** АДАСЭ), полоса передачи под канал голоса освобождается, увеличивая тем самым полосу для передачи данных. При конфигурировании аппаратуры задают число **субканалов ТФ**, которые могут одновременно находиться в состоянии разговора, 1 или 2 (см. ниже).

По **субканалу ПД** передаются IP-пакеты от порта Ethernet и данные от порта RS-232 в асинхронном стартстопном режиме. Данные от порта RS-232 передаются вместе с данными от порта Ethernet при установке пакетного режима передачи данных. В этом режиме обеспечивается передача пакетов FT1.2 (МЭК 60870-5-101): принимаемые данные разбиваются на кадры по паузам между байтами, на передачу кадры отправляются неразрывно без пауз между байтами внутри кадра, а между кадрами вставляются интервалы тишины. Пакетный режим устанавливается для систем ТМ с поддержкой протокола МЭК 60870-5-101 выбором типа данных **пакеты** при конфигурировании.

Для измерения скорости передачи ЦП устанавливается тестовый режим порта RS-232 выбором типа данных **поток**. При выборе режима обеспечивается непрерывная потоковая передача поступающих данных. Для выбранной скорости в ВЧ потоке выделяется полоса передачи (задаётся с шагом 0,8 кбит/с). При этом канал ПД отключается, IP-пакеты от порта Ethernet не передаются.

Набор скоростей порта RS-232 – 0,2/0,3/0,6/1,2/2,4/4,8/9,6/19,2/38,4/57,6/115,2 кбит/с.

Приоритеты субканалов.

Скорость передачи ВЧ канала может изменяться как на этапе конфигурирования, так и во время работы при адаптации скорости под шумы линии. В связи с этим субканалам платы МП02 назначен приоритет. На рис. 4 распределения субканалов приоритет уменьшается слева направо: субканал СО имеет самый высокий приоритет, субканал ПД самый низкий.

При снижении скорости в ВЧ канале сначала уменьшается скорость субканала ПД, затем выключается субканал ТФ, потом данные ТМ.

Типовые варианты распределения субканалов в полосе ВЧ канала.

В табл. 11 показаны типовые варианты распределения субканалов платы МП02 в полосе ВЧ канала. Минимальная общая скорость передачи ЦП определяется вариантом загрузки ВЧ канала субканалами ТМ, ТФ, ПД. Во всех вариантах, помимо варианта 4, субканал обслуживания СО занимает полосу 0,2 кбит/с, достаточную для мониторинга и конфигурации дальнего полукомплекта аппаратуры. В варианте 4 субканал обслуживания СО занимает максимальную полосу 6,4 кбит/с, выбирается для дистанционного изменения ПО удаленного полукомплекта.

Для вариантов 1–3 субканал ТМ организуется переводом стыка RS232 в прозрачный кодонезависимый режим со скоростями передачи сигналов ТМ 100/200/300 бит/с. Субканал ТМ занимает полосу соответственно 0,8 / 1,6 / 2,4 кбит/с. Один субканал ТФ занимает полосу 6,4 кбит/с. При выключении субканала ТФ освободившаяся полоса занимает каналом ПД. Минимально необходимая общая скорость передачи ЦП – 7,4...9 кбит/с.

В варианте 3 задействуются оба субканала ТФ. При выключении одного или обоих субканалов ТФ освободившаяся полоса занимает каналом ПД. Общая скорость передачи ЦП при задействованном субканале ТМ – 13,8 / 14,6 / 15,4 кбит/с.

Для вариантов 5–7 субканал ПД используется как канал ТМ по протоколу МЭК 60870-5-101 или МЭК 60870-5-104. По субканалу организуется передача пакетов FT1.2 через стык RS232 в асинхронном стартстопном режиме или IP пакетов через стык Ethernet. Скорость передачи ПД – переменная в диапазоне от минимума (<1 кбит/с) до максимума 28–30 кбит/с (при незанятом субканале ТФ).

Варианты загрузки 8, 9, 10 даны для режима объединения двух или трех ВЧ каналов на одну шину TDM1 платы МП02 №1:

- вариант 8: общая полоса двух ВЧ каналов 8 кГц, общая скорость – до 64 кбит/с.
 - варианты 9 и 10: общая полоса трех ВЧ каналов 12 кГц, общая скорость – до 96 кбит/с.
- Режим объединения задается при конфигурировании ВЧ каналов на плате МД02.

Таблица 11. Типовое распределение субканалов в полосе ВЧ канала.

Варианты загрузки канала	Скорость передачи для субканалов, кбит/с					Общая скорость ВЧ каналов, кбит/с
	СО–сигнализация и обслуживание	ТМ– прозрачный кодонезависимый режим: 100/200/300 бит/с	ТФ 1	ТФ 2	ПД: асинхронный RS232; Ethernet.	
1	0,2	0,8 / 1,6 / 2,4	–	6,4	–	7,4 / 8,2 / 9
2	0,2	0,8 / 1,6 / 2,4	–	–	6,4	7,4 / 8,2 / 9
3	0,2	0,8 / 1,6 / 2,4	6,4	6,4	–	13,8 / 14,6 / 15,4
4	6,4	–	–	–	8,6	15
5	0,2	–	–	6,4	13,4	20
6	0,2	–	–	–	21,8	22
7	0,2	–	–	–	25,8	26
8	0,2	–	–	6,4	47,4	27*2=54
9	0,2	–	–	–	83,8	28*3=84
10	0,2	–	–	6,4	80,4	29*3=87

Приоритеты модулей ТЧ.

В порты **1, 2, 3** платы возможна установка до трёх модулей ТЧ. Если по числу субканалов ТФ установлен режим **1**, то в состоянии разговора (передача голосовых данных через линию) может находиться только один модуль. Модуль порта **3** имеет высший приоритет, модуль порта **1** – низший. Т.е. при одновременной попытке занятия канала модулями, в состоянии разговора будет модуль **3**, модулям **1** и **2** будет выдан сигнал **ОТБОЙ**.

Если по числу субканалов ТФ установлен режим **2**, то в состоянии разговора одновременно могут находиться два модуля, при этом модуль **1** занимает **субканал ТФ1**, а модули **2** и **3** занимают **субканал ТФ2** (приоритетным является модуль 3).

Передача голосовых данных осуществляется от модулей **1/2/3** платы МП02 блока 1 соответственно к модулям **1/2/3** платы МП02 блока 2. Исключение составляет режим диспетчерского ДК и абонентского ПС соединения по протоколу АДАСЭ по одному ТЧ каналу. Модуль 4W01 в режиме АДАСЭ, установленный в порт **2** блока 1, взаимодействует с двумя модулями FS01, установленными в порты **2** и **3** платы МП02 блока 2. При такой установке модулей обеспечивается приоритет ТФ канала диспетчера ДК над абонентским каналом.

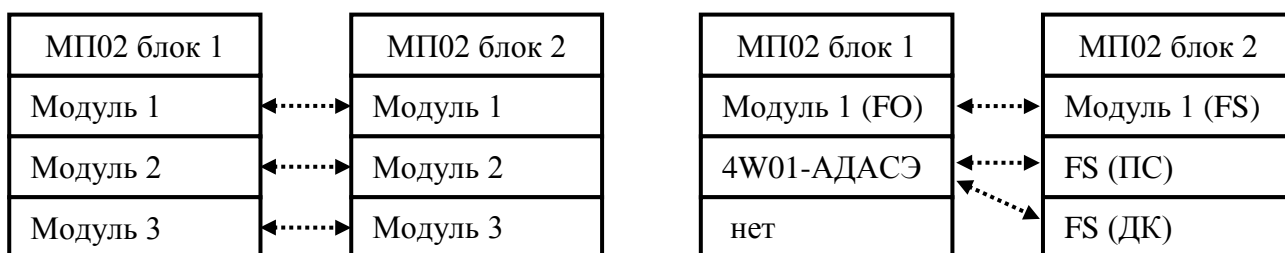


Рис. 5. Схема установки голосовых модулей ТЧ.

3.1.1.2. Аналоговый режим.

В аналоговом режиме передаются только сигналы ТЧ от модулей, сигнализация отсутствует, цифровые данные (от портов Ethernet, RS-232) не передаются, канал обслуживания не работает. Полоса передачи 4 кГц разделяется между модулями платы МП02: через модуль 1 передаются ТЧ сигналы тонального диапазона, через модуль 2 передаются ТЧ сигналы надтонального диапазона. Сигналы модуля 1 и 2 суммируются в цифровой форме с уровнем -6 дБ относительно номинального цифрового уровня. Сигналы модуля 3, если он установлен, передаются без изменений с уровнем 0 дБ. При приёме из линии сигналы разделяются по частотам и выдаются на соответствующий модуль.

На рис. 6 показана передача ТЧ сигналов от платы МП02 блока **А** к плате МП02 блока **Б**, в обратную сторону передача сигналов производится аналогичным образом. Входные данные от модуля 1 блока **А** проходят через входной цифровой ФНЧ, данные от модуля 2 проходят через цифровой ФВЧ. Сумма сигналов передаётся плате МП02 блока **Б**. В блоке **Б** сигналы разделяются, проходя через выходные цифровые ФНЧ и ФВЧ.

Частота деления $f_{\text{разд}}$ задаётся конфигурированием от 2100 до 3400 Гц с шагом 200 Гц. Ширина переходной зоны между полосой пропускания и полосой затухания для каждого из фильтров составляет 100 Гц.

Ограничитель амплитуд включается галочкой при конфигурировании и обеспечивает в случае передачи сигналов речи ограничение сигнала на ВЧ выходе не более +3 дБ при увеличении сигнала на НЧ входе от 0 дБ до +15 дБ.

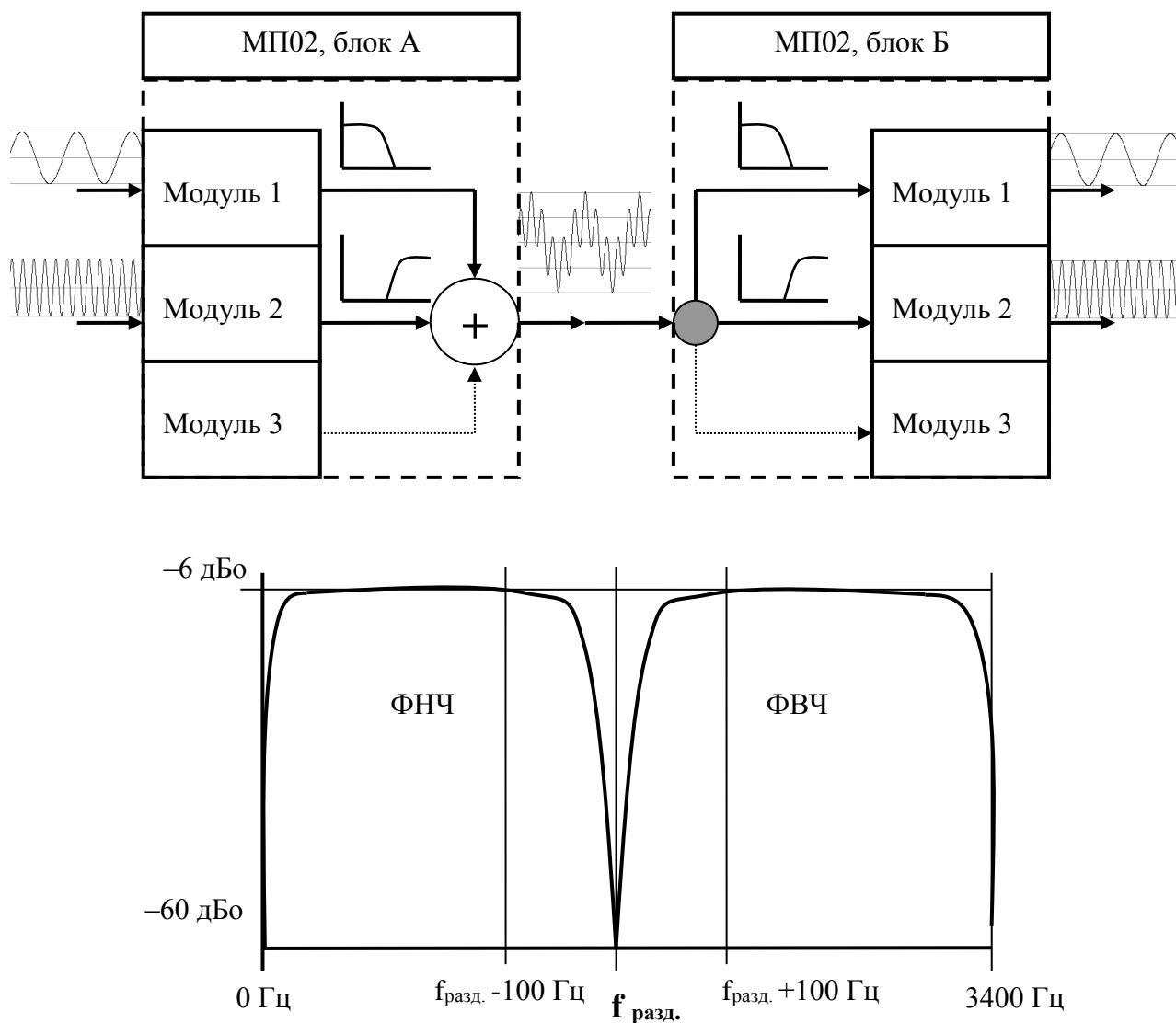


Рис. 6. Схема разделения и АЧХ входных и выходных фильтров для модулей 1 и 2.

Таблица 12. Варианты разделения полосы.

№	Тональная полоса, Гц	Переходная полоса, Гц	Надтональная полоса, Гц
1	300..2000	2000..2200	2200..3400
2	300..2200	2200..2400	2400..3400
3	300..2400	2400..2600	2600..3400
4	300..2600	2600..2800	2800..3400
5	300..2800	2800..3000	3000..3400
6	300..3400	—	—

3.1.2 Стыки каналов платы МП02.

Стыки каналов ТФ, ТМ и ПД выведены на лицевую планку платы МП02:

- СК – вход/выход сигнализации;
- 1, 2, 3 – три порта для организации ТЧ каналов ТФ;
- Eth\RS232 – порт для организации канала ТМ и ПД.

Вход/выход сигнализации, разъем СК:

- 1–2 – вход охранной или пожарной сигнализации от датчика типа «сухой» контакт;
- 3–4 – выход аварийной сигнализации блока / выход охранной или иной сигнализации.

Назначение выходных контактов 3–4 задается при конфигурировании платы МП02:

- как выход аварийной сигнализации блока;
- как выход охранной или пожарной сигнализации с дальнего конца системы.

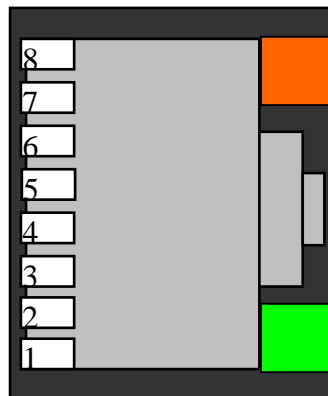
Стыки каналов ТФ.

Для организации каналов ТЧ в плате МП02 имеется три порта 1, 2, 3, конфигурируемые установкой на плату соответствующих сменных модулей 4W01, FS01, FO01.

Назначение контактов разъема портов 1, 2, 3:

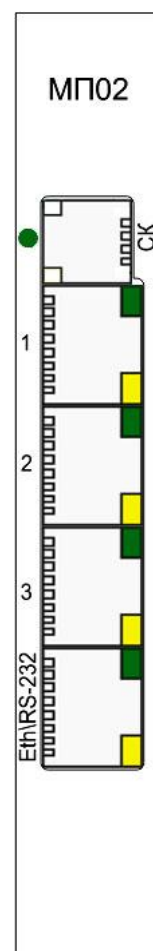
4–х проводный ТЧ стык – при установке модуля 4W01.

Контакт	Назначение
8	–
7	–
5	–
4	–
6	b – выход ТЧ
3	a – выход ТЧ
2	f – вход ТЧ
1	e – вход ТЧ



2–х проводный ТЧ стык FXS/FXO – при установке модуля FS01/FO01.

Контакт	Назначение
8	–
7	–
6	–
5	RING – b
4	TIP – a
3	–
2	–
1	–



Мигание верхнего оранжевого индикатора разъема портов 1, 2, 3 индицирует процесс загрузки ПО модуля, после загрузки – гаснет.

Состояние нижнего зеленого индикатора разъема ТФ портов 1, 2, 3.

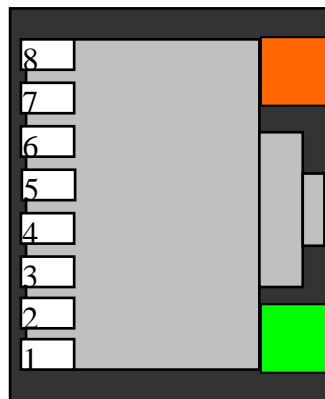
Погашен	Модуль FS01/FO01/4W01 не установлен или заблокирован
Горит	Модуль установлен и находится в рабочем состоянии
Мигает	Канал занят. Состояние вызова или разговора

Стыки каналов ТМ и ПД.

Организация каналов ТМ и ПД обеспечивается через цифровые стыки порта Eth\RS232:

Цепи порта Eth\RS232 разъема ТТ-8Р8С.

Контакт	Назначение
8	GND RS-232C
7	–
5	TXD RS-232C
4	RXD RS-232C
6	Ethernet Rx
3	
2	Ethernet Tx
1	



Верхний оранжевый индикатор разъема индицирует состояние канала ПД: горит – канал открыт, не горит – канал закрыт.

Нижний зеленый индикатор отображает связь с компьютером: постоянно горит – есть линк, мигает – идет передача данных.

3.1.3 Схемы организации телефонной связи.

"Горячая линия" точка-точка, FXS – FXS.



Обеспечивается прямое соединение между двумя телефонными аппаратами. При снятии трубки на телефонном аппарате одной стороны телефон на другом конце будет прерывисто звонить: 1 с – звонок, 4 с – пауза. Пока трубка на другом конце не снята, на поднятый телефон проходит акустический сигнал контроля посылки вызова (КПВ). При отсутствии связи между полуккомплектами выдается сигнал **Занято**.

"Удаленный абонент", FXS – FXO.



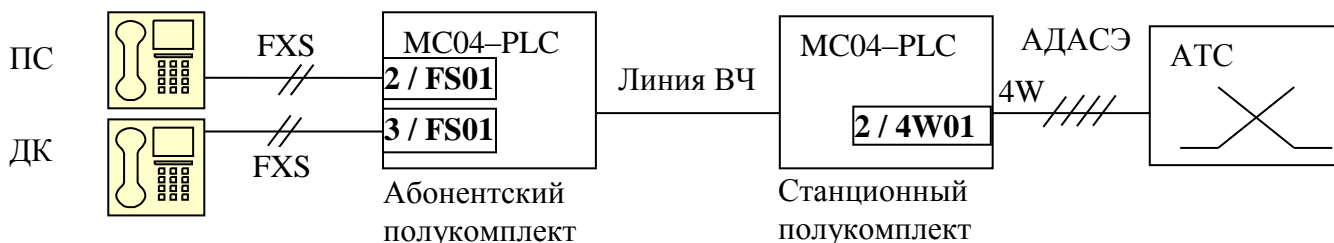
ТЧ канал аппаратуры помещается в разрыв 2-х проводного шлейфа между телефоном и абонентским комплектом АТС. Поддерживается импульсный набор номера. Занятие линии, вызывной сигнал, импульсный набор номера передаются на другую сторону вне полосы ТЧ в ЦП по каналу СО – ОКС.

Соединение "абонентская линия – встречная АТС" по протоколу АДАСЭ.



Абонент соединяется с АТС через 4-х проводный ТЧ канал, организованный с помощью модулей 4W01, порт 3 платы МП02. ВЧ канал – ЧРС, аналоговый режим. Подключение 2-х проводного телефона к 4-х проводному каналу обеспечивается абонентским транслятором, например, типа АОТ12-ДК, который абонентскую сигнализацию FXS преобразует в сигнализацию АДАСЭ. Сигналы АДАСЭ – частотные сигнальные посылки 1200/1600 Гц – передаются без обработки прозрачно внутри полосы по ТЧ каналу.

Диспетчерское (ДК) и абонентское (ПС) соединение по протоколу АДАСЭ по одному ТЧ каналу.



На абонентском полукомплекте установлены два модуля FS01 в порты 2 и 3, которые обеспечивают интерфейсы FXS для подключения телефонных аппарата соответственно абонента ПС и диспетчера ДК.

На станционном полукомплекте соединение с АТС производится через 4-х проводный интерфейс ТЧ модуля 4W01, установленного в порт 2. Двухчастотная 1200/1600 Гц сигнализация АДАСЭ по табл. 13 станционного полукомплекта преобразуется в сигнализацию абонентского полукомплекта, которая передается в ЦП по ОКС.

Разделение каналов ДК и ПС выполняется частотой запроса на соединение 1200 / 1600 Гц. Канал ДК занимает частотой 1600 Гц (входящее и исходящее занятие). Канал ПС занимает частотой 1200 Гц (входящее и исходящее занятие). Сигнал **Ответ** выдается частотой 1200 Гц. Набор номера выполняется частотными посылками 1200 Гц скважностью 60/40 мс. При одновременном занятии каналов в работе остается приоритетный канал ДК. Абоненту канала ПС выдается сигнал **Отбой**. Сигнал **Отбой** также выдается абоненту при отсутствии связи по ВЧ тракту.

Таблица 13. Сигналы АДАСЭ.

Сигнал АДАСЭ	Тип абонента. Направление передачи	Частота и длительность сигнала	
		при передаче	при приеме
Занятие встречной АТС, исходящее соединение	Абонент ПС→АТС	1200 Гц 220–230 мс	
Вызов абонента ПС, входящее соединение	Абонент ПС←АТС		1200 Гц 150–220 мс
Набор номера	Абонент ПС→АТС	1200 Гц 45–55 мс	
Занятие встречного диспетчера, исходящее соединение	Абонент ДК→ диспетчер	1600 Гц 220–230 мс	
Вызов абонента ДК, входящее соединение	Абонент ДК← диспетчер		1600 Гц 150–220 мс
Ответ	Абонент ПС←АТС Абонент ДК← диспетчер		1200 Гц 150–220 мс
Отбой		1200+1600 Гц 650–750 мс	1200+1600 Гц 300–650 мс

3.2. Плата МД02.

3.2.1. Функции платы:

- обработка сигналов трёх ВЧ каналов (рис.7);
- идентификация блока и маршрутизация сообщений в сети мониторинга;
- сетевое управление через программный модуль SNMP–агент;
- регистрация в энергонезависимой памяти типа неисправностей и сигнализации, даты и времени их возникновения.

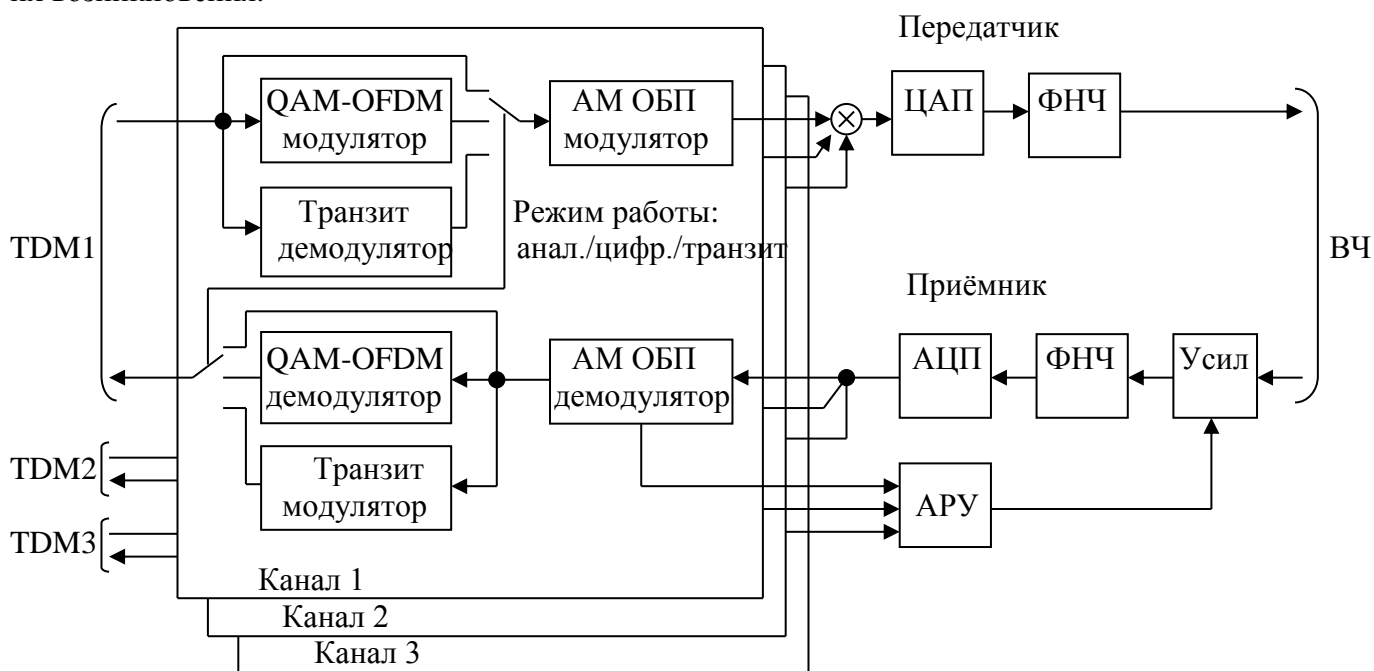


Рис. 7. Функциональная схема обработки сигналов ВЧ каналов платы МД02.

3.2.2. Обработка канальных сигналов.

Поддерживаются 3 режима работы ВЧ каналов: *аналоговый (ЧРС)*, *цифровой (ВРС)*, *транзит*.

В *аналоговом* режиме по шинам TDM передаются 16-ти разрядные отсчёты аналоговых сигналов плат МП02, следующие с частотой 8 кГц. Сигналы занимают полосу 4 кГц. После приёма сигнала из TDM к нему добавляется пилот-сигнал, затем выполняется перенос сигнала в заданную полосу ВЧ сигнала с помощью амплитудной модуляции с передачей одной боковой полосы АМ ОБП.

Пилот-сигнал обеспечивает восстановление сигнала при демодуляции в приёмнике. Частота пилот-сигнала – 3778 Гц.

В *цифровом* режиме в TDM передаются цифровые потоки. Плата формирует отдельно для каждого направления цикловый синхросигнал с периодом 10 мс, длительность которого определяет количество битов, передаваемых в течение цикла, и этим – скорость передачи цифрового потока через TDM. Максимальная скорость передачи на шине TDM 128 кбит/с. Биты, принимаемые из TDM, группируются по тройкам циклов и модулируют OFDM сигнал.

В цифровом режиме в полосе 4 кГц размещается 89 несущих OFDM сигнала и пилот-сигнал 3778 Гц. Первая несущая OFDM используется для организации служебного канала связи (ЕОС) с удаленным блоком со скоростью 67 бит/с, остальные – для переноса цифрового потока. Для модуляции несущих сигналов OFDM используется QAM.

Примечание. OFDM (Orthogonal Frequency-Division Multiplexing) – модуляция, при которой сигнал представляется группой несущих синусоидальных сигналов с частотами, кратными одному значению. Модуляция выполняется периодическим изменением амплитуды и фазы несущих сигналов. Способ, применяемый при демодуляции, обеспечивает подавление влияния несущих сигналов друг на друга (ортогональность). QAM (Quadrature Amplitude Modulation) – модуляция, при которой сигнал представляется суммой двух синусоидальных сигналов одной частоты со сдвигом фаз 90°, каждый из которых модулируется своим сигналом. Пример квадратурной диаграммы сигнального созвездия 64QAM дан на рис. 8.

В режиме *транзита* в TDM передаются бинарные потоки с тактовой частотой 384 кГц, модулированные 16-ти разрядными отсчётами аналоговых сигналов, формируемых демодуляторами АМ ОБП. Наличие транзитного сигнала, принимаемого из TDM, контролируется детектором транзитного сигнала. Сигнал детектора выдаётся через TDM на индикатор платы TP01.

Сигналы модуляторов АМ ОБП всех трёх каналов объединяются в общий ВЧ сигнал, который затем преобразуется в аналоговую форму цифро-аналоговым преобразователем ЦАП и через фильтр нижних частот ФНЧ поступает на ВЧ выход платы.

Уровень выходных канальных ВЧ сигналов конфигурируется по отношению к порогу ограничения ЦАП. Для исключения ограничения сигналов их уровень должен быть: 0 дБ – для одноканального исполнения, не более минус 4 дБ – для 2-х канального исполнения, не более минус 7 дБ – для 3-х канального исполнения.

Сигнал, принимаемый с ВЧ входа платы, усиливается для согласования с динамическим диапазоном аналого-цифрового преобразователя АЦП. Далее выполняются преобразования обратные тем, которые были в передатчике: демодуляция АМ ОБП, демодуляция QAM-OFDM и передача кодов по шинам TDM на платы МП02.

Входной усилитель может изменять усиление в диапазоне от 0 до 50 дБ и используется контуром автоматического регулирования усиления (АРУ) для поддержания сконфигурированного уровня сигнала на входе АЦП. АРУ отслеживает пилот-сигнал того канала, у которого уровень сигнала наибольший. Так как усилитель может только усиливать сигнал, АРУ работает, если уровень сигнала на входе платы не превышает значения, заданного для АЦП, иначе сигнал на АЦП повторяет сигнал на входе платы. АРУ ограничивает усиление, если уровень сигнала на входе платы падает ниже заданного значения чувствительности АРУ.

Уровень сигнала на АЦП и чувствительность АРУ конфигурируются по отношению к порогу ограничения АЦП. Значение уровня сигнала АЦП необходимо выбирать так, чтобы сумма полезного сигнала и помех не превышала порог ограничения АЦП, равный 1,5 В. Нижнее предельное среднеквадратичное значение уровня сигнала АЦП должно быть не менее –25,6 дБ для одноканального режима. Для двух и трехканального режимов нижнее предельное значение должно быть выше –25,6 дБ на величину неравномерности амплитудно-частотной характеристики ВЧ тракта, оцениваемую на частотах размещения канальных пилот-сигналов. Следует также учитывать, что по мере снижения уровня сигнала на АЦП увеличивается вес собственного шума АЦП. Не рекомендуется устанавливать избыточную чувствительность АРУ, так как в условиях воздействия помех это затрудняет активацию приёмника.

Выходной аналоговый ВЧ сигнал передается на плату усилителя мощности УМ02. Входной аналоговый ВЧ сигнал принимается от платы ФПРМ. Номинальные выходной/входной уровни ВЧ сигналов – 3,0 Впик.

3.2.3. Установка скорости передачи ЦП в полосе 4 кГц.

В цифровом режиме распределение ЦП между несущими сигналами OFDM и скорость передачи постоянно подстраиваются под текущие шумовые условия передачи в ЛЭП. Время цикла подстройки зависит от загрузки ЕОС канала связи и при отсутствии мониторинговых сообщений составляет 15...20 с, при их наличии – 25...30 с.

Режим работы регулятора скорости задается тремя программными параметрами:

- **запас по шуму** (рис. 8) – отношение шага квантования к среднеквадратическому значению шума для несущих сигналов OFDM;
- **минимальная скорость** – значение, ниже которого скорость не должна опускаться;
- **максимальная скорость** – значение, выше которого скорость не должна подниматься.

Скорость передачи перестраивается путём изменения шага квантования (индекса QAM – числа битов на символ), что приводит к изменению **запаса по шуму** – он снижается по мере увеличения скорости передачи для данного отношения сигнал/шум (ОСШ). В диапазоне скоростей от **минимальной** до **максимальной** регулятор подбирает скорость передачи так, чтобы фактический **запас по шуму** был равен заданному.

Скорость передачи ЦП определяется по формуле: $v = (N * n) / T$, бит/с, где $N=88$ – количество несущих, $n=2...12$ – число битов на OFDM символ, $T=30$ мс – длительность OFDM символа.

Максимальная скорость при $n=8$ – 23466 бит/с, при $n=9$ – 26400 бит/с, при $n=10$ – 29333 бит/с.

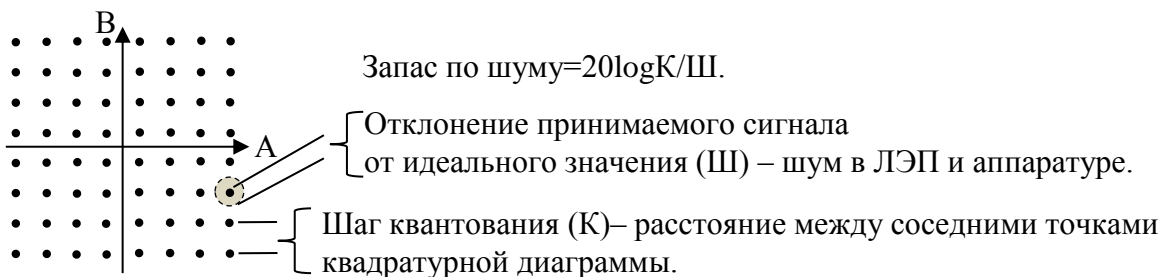


Рис. 8. *Запас по шуму*: пример сигнального созвездия для 64 QAM (n=6).

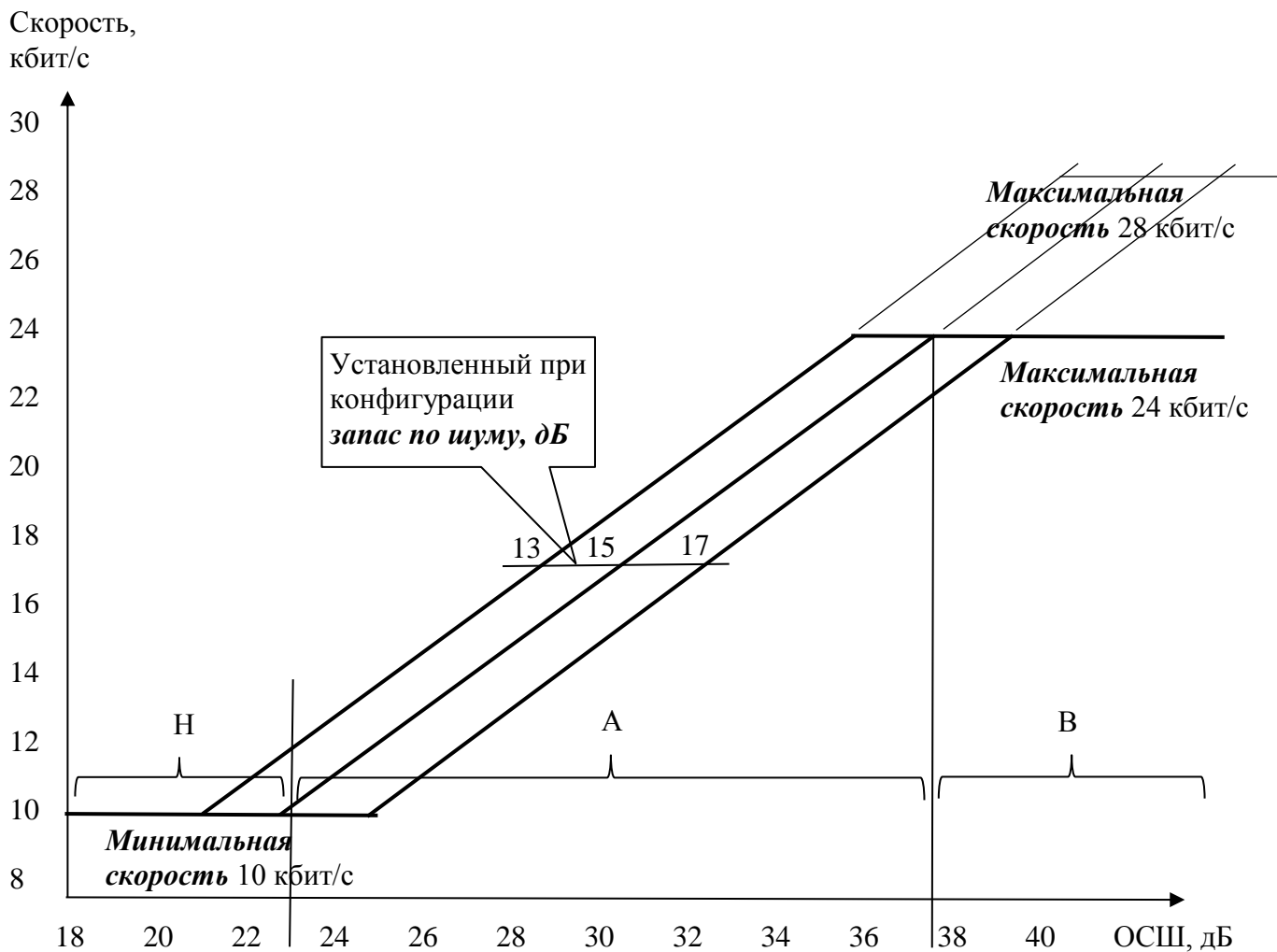


Рис. 9. Зависимость скорости передачи от соотношения сигнал/шум в линии.

Примечание.

Запас по шуму отображает качество принимаемого сигнала. Чем выше *запас по шуму*, тем лучше качество и соответственно тем меньше вероятность битовых ошибок. Данный параметр служит критерием для изменения скорости передачи данных в режиме непрерывной без скачков адаптации к изменениям ОСШ. Режим непрерывной адаптации исключает прохождение пакета ошибок или обрыв связи, что имеет место при ступенчатой адаптации скорости.

Запас по шуму 13 дБ в заводских условиях обеспечивает вероятность битовых ошибок не более 10^{-6} . Для линейных условий следует устанавливать *запас по шуму* 14–16 дБ.

Запас по шуму увеличивается при уменьшении скорости передачи данных, постоянно отслеживается во время передачи данных.

Регулятор скорости передачи ЦП поддерживает три режима регулирования в зависимости от ОСШ в линии (рис. 9):

- режим адаптации скорости к изменениям шума в линии при ОСШ в диапазоне А;
- режим стабилизации **минимальной скорости** при ОСШ в диапазоне Н;
- режим ограничения **максимальной скорости** при ОСШ в диапазоне В.

Режим регулирования скорости передачи устанавливается автоматически в зависимости от величины отношения сигнал/шум (ОСШ) в линии и программных установок аппаратуры: **запас по шуму**, **минимальной скорости** и **максимальной скорости** передачи.

Установка режима регулирования проходит следующим образом:

режим адаптации скорости

- если фактический измеренный **запас по шуму** более установленного значения, то скорость будет расти выше **минимальной** и адаптируется к изменениям ОСШ с поддержанием установленного **запаса по шуму** и коэффициента ошибок;

режим стабилизации минимальной скорости

- если фактический **запас по шуму** менее установленного значения, то регулятор поддерживает установленную **минимальную скорость** при уменьшении **запаса по шуму** ниже выбранного значения и увеличении коэффициента ошибок.

режим ограничения максимальной скорости

- если в процессе адаптации скорость достигла установленного значения **максимальной скорости**, то регулятор по мере дальнейшего роста ОСШ ограничивает скорость на данном максимальном уровне, а фактический **запас по шуму** будет расти более установленного значения, что снижает вероятность появления ошибок и соответственно уменьшается коэффициент ошибок.

Ограничение **максимальной скорости** может быть востребовано при работе на ВЧ линиях с высокой вероятностью прохождения импульсных помех высокого уровня. В этих условиях в периоды времени с высоким ОСШ регулятор скорости, если нет ограничения, может установить высокую скорость с малым **запасом по шуму**, что приводит к снижению помехоустойчивости и повышает чувствительность к всплескам шума. В результате при резком ухудшении шумовой обстановки повышается вероятность потери синхронизации и потери связи на время активации 30–35 с. Ограничение **максимальной скорости** повышает **запас по шуму**, снижает чувствительность к скачкообразным изменениям шума и снижает вероятность временной потери связи.

Установленный **запас по шуму** задает требуемый коэффициент ошибок и границу перехода из одного режима регулирования в другой. При испытаниях в заводских условиях на ИЛ с генератором «белого» шума получена следующая зависимость коэффициента ошибок от запаса: при **запасе по шуму** 12–13 дБ коэффициент битовых ошибок менее 10^{-6} , при **запасе по шуму** менее 12 дБ коэффициент битовых ошибок более 10^{-6} .

В условиях реальной ВЧ линии **запас по шуму**, при котором обеспечивается такой коэффициент битовых ошибок, зависит от статистических характеристик шума в ЛЭП и требуется индивидуальная настройка для каждой ЛЭП. Из практики работы на реальных линиях для обеспечения коэффициента битовых ошибок 10^{-6} требуется **запас по шуму** 14–16 дБ.

В режиме адаптации скорость передачи ЦП в полосе 4 кГц при минимально допустимых отношениях сигнал/шум ВЧ линии и коэффициенте битовых ошибок 10^{-6} соответствует:

Скорость ЦП, кбит/с, не менее	8	12	16	20	24	28	30	32
Минимально допустимое отношение сигнал/шум, дБ	19	23	27	31	36	41	44	–

Примечание. Здесь приведены фиксированные скорости, но в процессе конфигурирования и непрерывной без скачков адаптации скорость может установиться на любых промежуточных значениях в диапазоне от единиц до 32 кбит/с с дискретностью 0,1 кбит/с, подстраиваясь под реальный ОСШ в линии. Такой способ адаптации обеспечивает максимально возможную скорость при оптимальном, выбранном через **запас по шуму**, коэффициенте ошибок.

Процесс нарастания скорости от минимальной до максимально возможной по условиям шума включает несколько циклов подстройки через ЕОС канал длительностью примерно 20 с. В каждом цикле происходит приращение скорости примерно на 3 кбит/с. Таким образом, нарастание скорости от 10 кбит/с до 20 кбит/с проходит примерно за 1 мин (3 цикла подстройки).

3.2.4. Лицевая панель платы.

На лицевой панели платы размещены светодиодные индикаторы **1, 2, 3**, которые показывают состояние приёмников трех ВЧ каналов, соединитель **Ethernet** и кнопка.

Соединитель **Ethernet** предназначен для подключения блока к сети Ethernet с целью выполнения операций конфигурирования и мониторинга. Блок может быть подключен к одному или нескольким компьютерам непосредственно или через другие блоки. Количество блоков в узле соединения может быть до 15 (обеспечивается применением внешнего Bridge).

Характеристики стыка Ethernet:

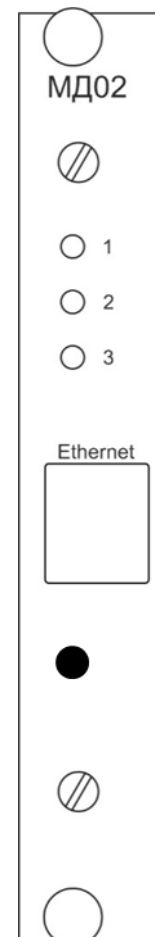
- интерфейс 10/100 BASE-T IEEE 802.3;
- auto negotiation поддерживается;
- auto MDI/MDX поддерживается.

Кнопка предназначена для установления сетевого адреса по умолчанию: IP=192.168.0.254, VID=0, с целью определения или перестройки рабочего сетевого адреса. Для этого необходимо нажать кнопку и удерживать её в нажатом состоянии до появления миганий нижнего индикатора соединителя. Для возврата к рабочему сетевому адресу необходимо вновь нажать кнопку и удерживать её в нажатом состоянии до прекращения миганий индикатора соединителя.

3.2.5. Индикация состояния и активация линии.

Индикаторы **1, 2, 3** и нижний индикатор соединителя показывают состояние платы:

- одновременное свечение индикатора соединителя и индикаторов **1, 2, 3** красным цветом указывают на неготовность платы к работе;
- если индикатор соединителя погашен, индикаторы **1, 2, 3** показывают состояние приёмников ВЧ каналов в соответствии с номерами индикаторов;
- каналный индикатор погашен, если ВЧ канал выключен. Включение/выключение канала выполняется конфигурированием;
- каналный индикатор светится красным цветом, если отсутствует входной ВЧ сигнал канала (не найден пилот-сигнал). Свечение продолжается до завершения настройки ВЧ демодулятора;
- равномерное мигание с периодом 1 с каналного индикатора жёлтым цветом указывает на запуск цикла активации OFDM приёмника ВЧ канала. При установлении связи по служебному каналу связи мигания прекращаются;
- непрерывное свечение каналного индикатора жёлтым цветом показывает, что идёт процесс установления скорости передачи данных от дальнего конца. При этом скорость ещё не достигла сконфигурированного значения;
- каналный индикатор светится зелёным цветом, когда обеспечивается передача данных от дальнего конца с заданной скоростью. При этом выдаются кратковременные вспышки жёлтого цвета по ошибкам приёма.



3.2.6. Режим объединения цифровых ВЧ каналов.

В режиме объединения данные двух или трех ВЧ каналов передаются по одной шине TDM1 платы МП02 №1. В этом режиме обеспечивается повышение скорости передачи данных на цифровых стыках RS232 или Ethernet платы МП02 №1: до 64 кбит/с при объединении двух ВЧ каналов (полоса 8 кГц) и до 96 кбит/с при объединении трех ВЧ каналов (полоса 12 кГц).

Передача данных по шинам TDM плат МП02 №2 и МП02 №3 в этом режиме блокируется. Режим объединения задается программно при конфигурировании.

3.2.7. Регистрация в энергонезависимой памяти событий и неисправностей.

В журнале событий регистрируются тип неисправностей и сигнализации, даты и времени возникновения. Максимальное число записей в списке событий – 1023. В случае переполнения последующие записи производятся вместо первых. Информация о времени регистрируемых событий поступает от часов аппаратуры с дискретностью 1 с. Точность часов – 1 с.

Типы регистрируемых событий:

- обрыв ВЧ линии;
- отказ усилителя мощности УМ02 или нет сигнала на входе усилителя;
- высокая температура (120°C) выходных транзисторов усилителя мощности;
- питание блока включено/выключено;
- приемник ВЧ сигнала в рабочем/нерабочем состоянии для каждого из 3–х каналов;
- изменение коэффициента ошибок более чем в 4 раз;
- изменение уровня сигнала на входе приёмника более 3 дБ;
- изменение скорости ЦП более чем на 2 кбит/с;
- наличие/потеря транзитного сигнала с НЧ стороны.

3.2.8. Программная настройка параметров:

- уровень ЦАП передатчика, ВЧ выход – от 0 до –20 дБ, дискретность 0,4 дБ;
- уровень АЦП приемника, ВЧ вход – от 0 до –25,4 дБ, дискретность 0,2 дБ;
- чувствительность АРУ – до –51 дБ, дискретность 0,2 дБ;
- режим объединения двух или трех цифровых ВЧ каналов на одну шину TDM1;
- по каждому из 3–х каналов ВЧ:
 - частоты цифровых фильтров ПРД и ПРМ в полосе 4 кГц в диапазоне 16...1000 кГц;
 - режим ВЧ канала: цифровой/аналоговый/транзитный;
 - режим Ведущий/Ведомый;
 - запас по шуму от 1 до 31 дБ, дискретность 1 дБ;
 - минимальная скорость ЦП от 0,1 до 32 кбит/с, дискретность 0,1 кбит/с.
 - максимальная скорость ЦП от 0,1 до 32 кбит/с, дискретность 0,1 кбит/с.

3.2.9. Мониторинг состояния ВЧ канала.

На вкладке **Работа каналов** отображается информация о состоянии канала:

- состояние приёмника (перегрузка, нет сигнала, активация, приём данных)
- режим работы канала (аналог, цифра, транзит)
- уровень входного сигнала
- скорости передатчика и приёмника
- запас по шуму
- число ошибок (символьных), коэффициент ошибок (символьных).

Коэффициент символьных ошибок – отношение числа символов с ошибками к общему числу битов за время наблюдения. Вес одной символьной ошибки равен 3 битовым ошибкам ЦП. Для оценки достоверности передачи в первом приближении можно считать, что коэффициент символьных ошибок $3 \cdot 10^{-7}$ соответствует коэффициенту битовых ошибок $1 \cdot 10^{-6}$.

3.3. Плата TP01.

Плата TP01 обеспечивает транзит содержимого ВЧ канала в режиме ЧРС или ВРС между блоками двух систем по двум витым неэкранированным парам. Плата устанавливается вместо платы МП02 в случаях использования ВЧ канала в режиме транзита. Количество транзитных ВЧ каналов может быть до 3-х – по максимальному количеству ВЧ каналов в системе.

Плата преобразует уровни и согласование с линией передачи сложных структурированных транзитных сигналов, сформированных платами МД02 двух систем. При конфигурировании ВЧ каналы платы МД02, содержимое которых требуется передать в другую систему, устанавливаются в режим **Транзит**.

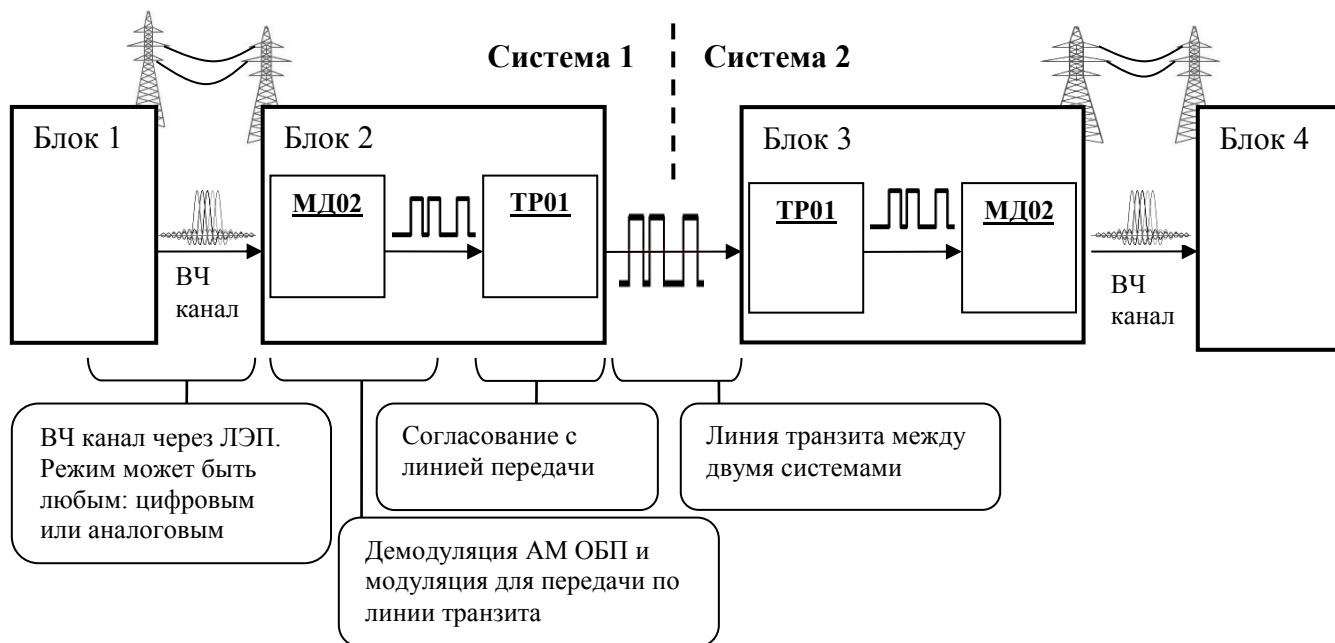


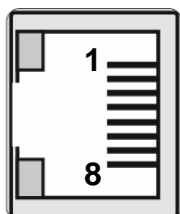
Рис. 10. Схема транзитной передачи.

Параметры внешнего стыка:

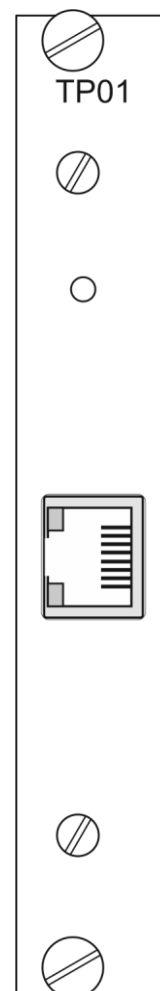
Номинальное выходное сопротивление	110 Ом
Номинальное входное сопротивление	110 Ом
Номинальные уровни передачи	$\pm 1 \text{ В} \pm 10\%$

Индикатор отображает наличие сигнала, принимаемого из транзитной линии передачи:

- не горит - нет входного сигнала;
- горит зелёным - есть входной сигнал.



Номер контактов	Назначение
1,2	Приём
7,8	Передача



Для подключения используется вилка 8P8C и кабель типа UTP категории 5.

Длина кабеля зависит от затухания, которое должно составлять не более 6 дБ на частоте 384 кГц. Максимальная длина линии транзита для кабелей типа UTP категории 5 составляет 300 метров.

3.4. Плата ФПРМ.

3.4.1. Функции.

Плата ФПРМ предназначена для приема линейного ВЧ сигнала и передачи ВЧ сигнала в линию. Плата обеспечивает подавление собственного сигнала передатчика, а также сигналов передатчиков параллельно подключенной аппаратуры. Плата поставляется в 2-х исполнениях по входному сопротивлению в полосе приема:

- ФПРМ – высокоомное несогласованное входное сопротивление;
- ФПРМС – согласованное на 75 Ом входное сопротивление.

В плате ФПРМ входной сигнал с линейного трансформатора подается на высокоомный аттенюатор (номинальное затухание 26 дБ), на котором суммируется с сигналом собственного передатчика, принимаемого с выхода платы ФПРД. Передаваемый сигнал через линейный трансформатор уходит в линию. На первичных обмотках линейного трансформатора обеспечивается суммирование ВЧ сигналов с выхода двух передающих фильтров при установке в блок двух комплектов плат УМ02 и ФПРД.

Суммарный принимаемый сигнал через согласующий трансформатор поступает на полосовой фильтр, который обеспечивает первичное подавление сигналов собственного передатчика и передатчиков параллельно подключенной аппаратуры ВЧ связи. Сигнал с выхода фильтра усиливается малошумящим усилителем, чем компенсируются потери в аттенюаторе и полосовом фильтре. Для обеспечения высокой избирательности полосовой фильтр приемника содержит четыре последовательно включенных колебательных LC контура.

Плата ФПРМС имеет дополнительный фильтр, который выполняет согласование по входному сопротивлению 75 Ом в полосе ПРМ. Вход и выход дополнительного фильтра включаются в разрыв цепи между первичной обмоткой линейного трансформатора и высокоомным аттенюатором платы. Фильтр содержит один последовательный LC-контур и резистивную нагрузку, обеспечивающую согласование 75 Ом.

Настройка полосы пропускания фильтров производится в заводских условиях и включает в себя выбор номиналов индуктивностей и конденсаторов с помощью переключателей. Точная настройка производится с помощью винта регулировки индуктивностей.

3.4.2. Настройка аттенюатора.

Исходная заводская настройка затухания аттенюатора 26 дБ обеспечивает работу аппаратуры при затуханиях линии 20–30 дБ на низких частотах до 500 кГц и 10–20 дБ на высоких частотах более 500 кГц. При меньших затуханиях линии, а также при смежном расположении частот собственного передатчика и приемника для исключения выхода сигналов за допустимый диапазон в аттенюатор вводится дополнительное затухание 6 дБ, 12 дБ, 18 дБ, 24 дБ, 30 дБ. Дополнительное затухание устанавливается с помощью 4-х разрядного ДИП-переключателя на лицевой планке, номера разрядов 1/2/3/4 обозначены как 0/12/24/6 дБ.

Таблица 14. Настройка аттенюатора.

Дополнительное затухание аттенюатора	Установка разрядов ДИП-переключателя			
	1 / 0 дБ	2 / 12 дБ	3 / 24 дБ	4 / 6 дБ
30 дБ	–	–	ON	ON
24 дБ	–	–	ON	–
18 дБ	–	ON	–	ON
12 дБ	–	ON	–	–
6 дБ	ON	–	–	ON
0 дБ	ON	–	–	–

3.4.3. Настройка платы под исполнения блока по количеству усилителей УМ02 в блоке:

- печать платы v2: один УМ02 – джампер J89 в положении 1, два УМ02 – J89 в положении 2;
- печать платы v3 и v4: один УМ02 – джампер X38 в положении 1, два УМ02 – X38 в положении 2.

3.4.4. Лицевые разъемы (рис. 2):

- ЛИНИЯ – вилка типа BNC для подключения коаксиальной линии к фильтру присоединения;
- ИЗМ – розетка для подключения измерителя уровня линейного сигнала.

3.4.5. При пропадании напряжения питания усилителя мощности ВЧ цепи аппаратуры отключаются с помощью реле от ВЧ кабеля (разъема ЛИНИЯ). При обрыве ВЧ линии выключается усилитель мощности и реле отключает ВЧ цепи аппаратуры от ВЧ кабеля (разъема ЛИНИЯ).

3.5. Плата УМ02.

3.5.1. Функции.

Основное назначение платы УМ02 – усиление по мощности модулированного сигнала передачи от платы МД02 и выход на плату передающего фильтра ФПРД. Плата также обеспечивает цифровую индикацию уровней передачи ВЧ сигнала, уровней приема ВЧ сигнала поканально и индикацию аварий.

Количество плат УМ02 в блоке (в паре с платой ФПРД):

- 1 – при номинальной мощности ПРД 20 Вт;
- 2 – при номинальной мощности ПРД 40 Вт.

3.5.2. Технические характеристики:

- диапазон рабочих частот – 16...1000 кГц;
- пиковая мощность огибающей ВЧ сигнала на частоте 100 кГц – 25 Вт;
- КПД при максимальной мощности – не менее 50%;
- максимальное входное напряжение – 1,5 В (амплитуда);
- входное сопротивление – 6,7 кОм;
- выходное сопротивление – 15 Ом;
- неравномерность частотной характеристики в диапазоне рабочих частот – $\pm 0,5$ дБ;
- уровень гармонических искажений – не более минус 60 дБ;
- уровень собственных шумов на выходе – не более 20 мВэфф;
- напряжение питания усилителя +12В, +48В, –48В.

3.5.3. На лицевой панели платы размещены следующие элементы (см. рис. 2):

- семисегментный цифровой индикатор;
- три светодиода индикации типа параметра;
- кнопка выбора параметра;
- зеленый светодиод НОРМА и красный светодиод АВАРИЯ.

На цифровой индикатор выводятся следующие параметры:

- уровень выходного сигнала собственного передатчика L_p относительно мощности 1 мВт на номинальной нагрузке 75 Ом;
- среднеквадратичное напряжение U_{rms} суммарного ВЧ сигнала на линейном выходе;
- уровень входного сигнала ВЧ каналов платы МД, максимальный уровень 0 дБ.
- температура радиаторов выходных транзисторов усилителя, $T^{\circ}\text{C}$;
- аварийные состояния.

Таблица 15. Цифровая индикация параметров.

Нажатие кнопки	Светодиод типа параметра	Индицируемый параметр	Пример	Единица измерения
–	I	Уровень сигнала передатчика L_p	31d	дБм
1	I	Напряжение в линии U_{rms}	11	В
2	II	Уровень входного сигнала ВЧ канала 1	-18	дБ
3	II	Уровень входного сигнала ВЧ канала 2	-17	дБ
4	III	Уровень входного сигнала ВЧ канала 3	-17	дБ
5	III	Температура	58°	$^{\circ}\text{C}$

3.5.4. Аварийные состояния и индикация платы УМ02:

- обрыв линии связи, индикация аварии **A1** в мигающем режиме;
- потеря передаваемого ВЧ сигнала от платы МД01, индикация аварии **A3** в мигающем режиме;
- температура выходных транзисторов более 120°C , индикация аварии **A4** в мигающем режиме.

В случае аварий **A1, A3, A4** происходит выключение усилителя и отключение линии связи с помощью реле на плате ФПРМ. Далее по истечении 30 сек происходит автоматическое повторное включение. Если аварийных условий нет, восстанавливается нормальная работа. Если авария сохраняется, то будет происходить процесс выключения и включения, с периодом повторения 30 сек.

Аварийное состояние индицируется красным светодиодом АВАРИЯ. Отсутствие аварий индицируется зеленым светодиодом НОРМА.

3.6. Плата ФПРД.

Плата ФПРД является фильтром передатчика и выполняет следующие функции:

- обеспечение высокого импеданса фильтра вне полосы передаваемых сигналов, что исключает шунтирование сигналов другой параллельно подключенной аппаратуры ВЧ связи;
- уменьшение внеполосных излучений, вносимых нелинейностью усилителя мощности;
- защита усилителя мощности от импульсных перенапряжений на ЛЭП, вызванных работой коммутационного оборудования, короткими замыканиями и грозовыми разрядами.

Фильтр включает один/два последовательных LC-контура. Настройка полосы пропускания фильтра производится в заводских условиях и включает в себя выбор номиналов индуктивностей и конденсаторов с помощью перемычек. Точная настройка производится с помощью винта регулировки индуктивностей.

Входной и выходной ВЧ сигналы платы ФПРД передаются через кроссплату блока, поэтому на лицевой панели платы нет соединителей.

Затухание, вносимое фильтром передатчика в тракт передачи, на низких частотах до 300 кГц – не более 1,5 дБ, на высоких частотах до 1000 кГц – не более 3 дБ.

Количество плат ФПРД в блоке (в паре с платой УМ02):

- 1 – при номинальной мощности ПРД 20 Вт;
- 2 – при номинальной мощности ПРД 40 Вт.

При установке в блок двух комплектов плат УМ02 и ФПРД суммирование ВЧ сигналов с выхода двух передающих фильтров производится на первичных обмотках линейного трансформатора платы ФПРМ.

3.7. Платы питания ИП01/ИП02.

Платы ИП01/ИП02 предназначены для электропитания плат блока МС04–PLC. Платы содержат в себе преобразователи для получения напряжений $+(12\pm 0,2)$ В, $+(48\pm 0,5)$ В, $-(48\pm 0,5)$ В.

Выходная мощность: по шине +12В – 15 Вт, по шине +48В – 35 Вт, по шине –48В – 35 Вт.

Потребляемая мощность – не более 100 Вт.

Входное напряжение питания ИП01 – сеть переменного тока ~220 В/50 Гц. Допустимый диапазон изменения напряжения от 85 В до 264 В.

Входное напряжение питания ИП02 – напряжение постоянного тока 36...72 В.

На лицевой панели плат размещены выключатель **ВКЛ**, разъем входного питания ~**220В** для ИП01 и **±48В** для ИП02, **светодиоды** индикации выходных напряжений **+12В/–48В/+48В**.

Выключатель **ВКЛ** предназначен для подключения/отключения входного напряжения. Разъем предназначен для подключения внешнего сетевого напряжения ~220 В/50 Гц для ИП01 и входного напряжения 36...72 В для ИП02. Сетевой шнур питания поставляется в комплекте с блоком.

Светодиоды **+12В/–48В/+48В** индицируют наличие соответствующих напряжений на выходе преобразователей.

4 Монтаж аппаратуры.

4.1. Блок устанавливается в стойку или шкаф 19 дюймов со степенью защиты IP52. Блок крепится четырьмя винтами. Заземление блока выполняется подключением провода заземления к болту заземления, расположенного на задней панели блока.

Способ и место установки блока должны обеспечивать естественную конвекцию воздуха через вентиляционные отверстия. Для этого снизу и сверху блока должен быть зазор не менее 30 мм относительно поверхностей соседней аппаратуры.

4.2. Подключение сети переменного тока производится шнуром питания к разъему ~220В платы ИП01.

При питании от источника напряжения постоянного тока шнур питания подключается к разъему ±48V платы ИП02 с помощью 2-х контактной розетки 2EDGK–5.0.

4.3. Подключение к ВЧ линии – фильтру присоединения – производится коаксиальным кабелем к разъему **ЛИНИЯ** платы ФПРМ. Ответная часть разъема BNC прилагается в ЗИП.

4.4. Подключение телефонных окончаний производится к портам **1/2/3** платы МП02. Для подключения необходимо обжать монтажный кабель типа UTP на ответные части разъемов RJ–45 в соответствии с назначением контактов на рисунках п. 3.1.2.

4.5. Подключение аппаратуры ТМ и ПД производится к порту **Eth/RS232** платы МП02.

Подключения к сети Ethernet производится с помощью стандартных патчкордов.

Для подключения стыка RS232 необходимо обжать монтажный кабель на ответную часть разъема RJ–45 в соответствии с назначением контактов на рисунках п. 3.1.2.

5 Настройки и конфигурирование аппаратуры.

5.1. Настройки платы МД02 и ВЧ аттенюатора:

- аппаратная настройка входного ВЧ аттенюатора под измеренное или расчетное затухание линии;
- программная конфигурация ВЧ передатчика и приемника;
- программная конфигурация ВЧ каналов;
- настройка журнала событий.

Аппаратная настройка входного ВЧ аттенюатора под затухание линии производится с помощью 4-х разрядного ДИП–переключателя на лицевой планке платы ФПРМ по табл.14. Заводская поставка: дополнительный аттенюатор – 0 дБ, установлен разряд 1 ДИП–переключателя в положение ON. Настройка ВЧ аттенюатора при малом затухании линии дана в п. 5.1.4, при смежном расположении частот передатчика и приемника дана в п. 5.4.

Программная конфигурация выполняется с помощью программы **MC04–PLC Monitor**.

5.1.1. Конфигурация ВЧ передатчика и приемника.

На вкладке **Конфигурирование: Общее** настраиваются:

- уровень ЦАП передатчика, ВЧ выход – от 0 до –20 дБ, дискретность 0,4 дБ;
- уровень АЦП приемника, ВЧ вход – от 0 до –25,4 дБ, дискретность 0,2 дБ;
- чувствительность АРУ – от 0 до –51 дБ, дискретность 0,2 дБ;
- режим объединения двух или трех цифровых ВЧ каналов на одну шину TDM1.

Рекомендуемые установки:

– уровень ВЧ передатчика:

цифровой режим

- 0 дБ – для одноканального исполнения
- 4,0 дБ – для двухканального исполнения
- 7,2 дБ – для трехканального исполнения

аналоговый режим

- 0 дБ – для одноканального исполнения
- 6,0 дБ – для двухканального исполнения
- 9,2 дБ – для трехканального исполнения

– уровень АЦП приемника –20 дБ

– чувствительность АРУ –51 дБ.

Уровень АЦП приемника –20 дБ выбран из допустимой неравномерности АЧХ тракта $\Delta A=25,6-20=5,6$ дБ в полосе 8/12 кГц. Если разность (неравномерность) входных уровней 2-х или 3-х каналов, отображаемых на вкладке **Работа каналов** платы МД02, больше 5,6 дБ (например, 10 дБ), то уровень АЦП приемника нужно повысить на величину разности относительно нижнего предельно допустимого уровня –25,6 дБ (например, –16,6 дБ при разности 10 дБ).

5.1.2. Конфигурация ВЧ каналов.

На вкладке **Конфигурирование: Канал 1...3** по каждому из 3–х ВЧ каналов настраиваются:

- включение/выключение канала;
- частоты цифровых фильтров ПРД и ПРМ в полосе 4 кГц в диапазоне 16...1000 кГц;
- режим канала **Цифровой ведущий/ведомый /Аналоговый /Транзит**
- запас по шуму;
- минимальная и максимальная скорость ЦП.

Включение и выключение канала производится установкой/снятием галочки **Канал включен**.

Частоты цифровых фильтров ПРД и ПРМ устанавливаются равными средней частоте полосы канала. Например, для полосы 200–204 кГц устанавливается частота 202 кГц.

В системе передачи из двух блоков в цифровом режиме один блок должен иметь установку **Цифровой ведущий**, другой блок – **Цифровой ведомый**.

Внимание. Блок, имеющий стыки ГХО, должен быть только в режиме **ведущий**.

При аналоговом режиме ВЧ канала устанавливается конфигурация **Аналоговый**.

При транзите ВЧ канала на промежуточных подстанциях в аппаратуру устанавливается плата ТР01, которая обеспечивает пере прием содержимого ВЧ канала без преобразований в аналоговую форму и потерь качества (см. Приложение 1). В этом режиме канала используется конфигурация **Транзит**.

Галочка **мониторинг через служебный канал** указывает плате МД02 использовать свой служебный канал ЕОС для направления запросов удалённому блоку от программы мониторинга. Использование канала ЕОС для мониторинга не рекомендуется как ввиду его низкой скорости, а также его занятости в процессе адаптации ЦП под изменяющиеся уровни шума в линии.

5.1.3. Установки по *запасу по шуму, минимальной и максимальной скорости* ЦП.

Скорость передачи ЦП определяется вариантом загрузки ВЧ канала по табл. 11. **Минимальная скорость** – скорость достаточная для работы субканалов ТМ и ТФ 7,4–9 кбит/с. Максимально возможная скорость для работы субканала ПД – до 30 кбит/с – ограничивается уровнем помех в ВЧ линии и достигается в процессе адаптации скорости к шумам.

Рекомендации по конфигурации:

- **запас по шуму** – установить равным 14–16 дБ, что обеспечивает коэффициент битовых ошибок не более 10^{-6} , например, 15 дБ;
- **минимальная скорость** – установить равной скорости ЦП достаточной для организации субканалов ТМ и ТФ, например, 9 кбит/с;
- **максимальная скорость** – нет ограничения, установить значение более 32 кбит/с (см. ниже).

Примечание. Коэффициент битовых ошибок $1 \cdot 10^{-6}$ соответствует отображаемому на вкладке **Работа каналов** коэффициенту символьных ошибок $3 \cdot 10^{-7}$. Перед настройкой следует сбросить в 0 счетчик ошибок.

После активации линии в зависимости от уровня шума устанавливается следующий режим регулирования скорости (см. рис. 9):

1. При высоком уровне шумов (например, ОСШ менее 20 дБ) устанавливается режим стабилизации скорости, при котором фактический **запас по шуму** будет менее выбранного значения 15 дБ, скорость установится независимо от шумов 9 кбит/с и коэффициент символьных ошибок более $3 \cdot 10^{-7}$.

2. При низком уровне шумов (например, ОСШ более 30 дБ) устанавливается режим адаптации скорости, при котором фактический **запас по шуму** равен выбранному значению 15 дБ, скорость в процессе подстройки под шум в линии установится более **минимальной** (например, 20 кбит/с и более, если позволяют шум в линии) и коэффициент символьных ошибок менее $3 \cdot 10^{-7}$.

Запас по шуму, при котором обеспечивается требуемый коэффициент битовых ошибок не более 10^{-6} , необходимо настраивать под шум конкретной линии. После активации линии на вкладке **Работа каналов** проконтролировать реальную скорость передачи, измеренный **запас по шуму** и коэффициент символьных ошибок за время наблюдения 10–20 мин.

Если при установленном запасе 14–16 дБ коэффициент символьных ошибок более $3 \cdot 10^{-7}$, то следует установить больший (например, на 1 дБ выше) **запас по шуму**. После настройки регулятора скорости на большую величину **запаса по шуму** снижается установившаяся в процессе адаптации скорость ЦП (например, меньше на 1 кбит/с) и снижается коэффициент символьных ошибок. Если одна итерация по увеличению запаса по шуму не обеспечила минимальный коэффициент символьных ошибок, то следует еще увеличить **запас по шуму**, снизить установившуюся скорость и повторно проконтролировать коэффициент символьных ошибок на соответствие не более $3 \cdot 10^{-7}$ за время наблюдения 10–20 мин.

3. Ограничение максимальной скорости может быть востребовано при работе на ВЧ линиях с высокой вероятностью больших всплесков шума – скачкообразного падения ОСШ. В этих условиях в периоды времени с высоким ОСШ регулятор скорости, если нет ограничения, может установить высокую скорость с малым **запасом по шуму**, что приводит к снижению помехоустойчивости и повышает чувствительность к всплескам шума. В результате при резком ухудшении шумовой обстановки повышается вероятность потери синхронизации и потери связи на время активации 30–35 с. Ограничение **максимальной скорости** повышает **запас по шуму**, снижает чувствительность к скачкообразным изменениям шума и снижает вероятность временной потери связи.

Прохождение всплесков шума в линии можно контролировать в журнале событий по количеству сообщений **Приёмник не активирован** (потеря связи на время 30–35 с) для данного ВЧ канала за длительное время работы аппаратуры (сутки и более). Если число таких сообщений велико, например, несколько десятков в сутки, то следует ограничить максимальную скорость, например, до 22 или 24 кбит/с. В режиме ограничения скорости сверху вырастает **запас по шуму** относительно установленного при конфигурации значения, например, 18 дБ вместо установленного значения 15 дБ, что указывает на большую устойчивость к резким падениям ОСШ.

Внимание. Величина установленной **максимальной скорости** должна быть более величины установленной **минимальной скорости**.

5.1.4. Настройка уровня входного сигнала платы МД02.

Необходимость настройки уровней возникает при малом затухании линии. Для исключения ограничения сигналов на входе АЦП уровень входного сигнала должен быть не более:

<u>цифровой режим</u>	<u>аналоговый режим</u>
0 дБ – для одноканального исполнения	0 дБ – для одноканального исполнения
–4,0 дБ – для двухканального исполнения	–6,0 дБ – для двухканального исполнения
–7,2 дБ – для трехканального исполнения	–9,2 дБ – для трехканального исполнения

В цифровом режиме необходимо иметь дополнительный запас порядка 6 дБ по уровню на всплески шумов в линии. С учетом этого запаса уровень входного сигнала должен быть не более:

- 6 дБ – для одноканального исполнения;
- 10 дБ – для двухканального исполнения;
- 13 дБ – для трехканального исполнения.

Снижение уровней производится с помощью настройки входного ВЧ аттенюатора платы ФПРМ. Если по первому включению аппаратуры входные уровни, отображаемые на вкладке **Работа каналов** платы МД02, выше с учетом знака указанных –6/10/13 дБ (меньше по абсолютной величине), следует добавить затухание аттенюатора, при котором входной уровень не будет превышать эти значения. Состояние ДИП переключателя можно изменять при включенном питании полуконспекта и наличии связи с дальним полуконспектом.

5.1.5. Настройка журнала событий.

Настройка производится на вкладке **Журнал**, включает установку времени (часов) и очистку журнала при запуске аппаратуры в эксплуатацию.

5.2. Настройки платы МП02:

На вкладке **Настройки** конфигурируются следующие параметры:

1. Задается **Режим** работы платы – аналоговый или цифровой, режим должен совпадать с выбранным режимом соответствующего канала платы МД02.

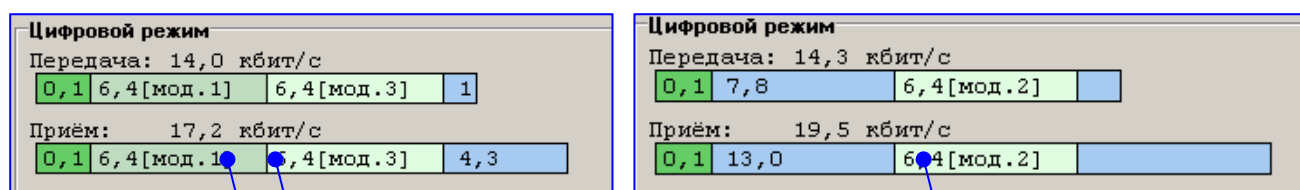
2. В цифровом режиме задается скорость в **канале обслуживания**. Для передачи сигнализации голосовых каналов и мониторинга дальнего конца достаточно 100–200 бит/с.

3. Задается скорость (качество) кодека **голосового канала** 6,4/8,0 кбит/с.

4. Настройка **Число голосовых субканалов** задает число субканалов ТФ, находящихся одновременно в состоянии разговора.

Число субканалов ТФ равно 1. В состоянии разговора (передача голосовых данных через линию) может находиться только один модуль. Выбор модуля осуществляется по приоритету: модуль 3 имеет высший приоритет, модуль 1 – низший. Т.е. при одновременной попытке занятия канала модулями, в состоянии разговора будет модуль 3, модулям 1 и 2 будет выдан сигнал **Отбой**.

Число субканалов ТФ равно 2. Используется два субканала ТФ1 и ТФ2 для передачи голосовых данных от двух модулей. В состоянии разговора одновременно могут находиться два модуля. При этом модуль 1 всегда занимает субканал ТФ1, а модули 2 и 3 занимают субканал ТФ2, приоритетным является модуль 3.



Через субканал ТФ1 передаются данные от модуля 1, через субканал ТФ2 передаются данные от модуля 3.

Субканал ТФ1 свободен от голосовых данных и используется для ПД. Через субканал ТФ2 передаются данные от модуля 2.

5. На панели **Голосовые модули** настраиваются уровни установленных модулей:

– FO/FS – на передачу (цифра→аналог) –7дБ, на прием (аналог→цифра) 0 дБ;

– 4W01 – на передачу +4 дБ, на прием – 13 дБ.

Для модулей 4W01 задается **режим прозрачный**. При организации диспетчерского и абонентского соединения по одному ТЧ каналу задается **режим АДАСЭ**.

При необходимости программного выключения модуля установить галочку **Блок**.

Для подавления эха в двухпроводных ТЧ каналах включается эхокомпенсация галочкой **Вкл** в строке **Эхокомпенсатор**.

6. По стыку RS232 устанавливается режим асинхронный или кодонезависимый и скорости передачи: панель **RS232**, **режим асинхронный /кодонезависимый**.

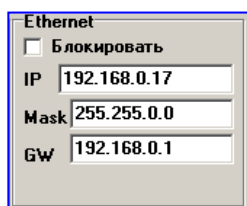
Для асинхронного режима доступны настройки скорости порта и чётности. Поддерживаемый набор скоростей 200/300/600/1200/2400/4800/9600/19200/38400/57600/115200 бит/с. Данные от порта в асинхронном режиме передаются через субканал ПД вместе с данными от порта Ethernet. Выбор режима задается установкой параметра тип данных **пакеты**: обеспечивается передача пакетов FT1.2 (МЭК 60870-5-101), принимаемые данные разбиваются на кадры (по паузам между байтами). На передачу кадры так же отправляются неразрывно (без пауз между байтами внутри кадра), а между кадрами вставляются интервалы тишины.

Для кодонезависимого режима поддерживаются скорости 100/200/300 бит/с. В этом режиме данные передаются по каналу ТМ и занимают от общей полосы 800/1600/2400 бит/с.

7. Параметр **Сигнализация** задаёт режим работы контактов сигнализации. При выборе режима **Дальнего конца** состояние входного контакта передаётся на выходной контакт удалённой платы МП02. При выборе режима **Авария блока**: выходной контакт замыкается при аварийном состоянии любого из выбранных ВЧ каналов платы МД02.

8. Настройки стыка Ethernet платы МП02.

Плата работает в режиме **сетевого шлюза** - передачи пакетов IPv4 из одной сети в другую. В программе мониторинга на панели **Ethernet** доступны настройки: блокировка, IP-адрес порта, маска подсети и IP-адрес шлюза(GW).



Настройки по умолчанию:
192.168.0.254
255.255.0.0
шлюз 192.168.0.1

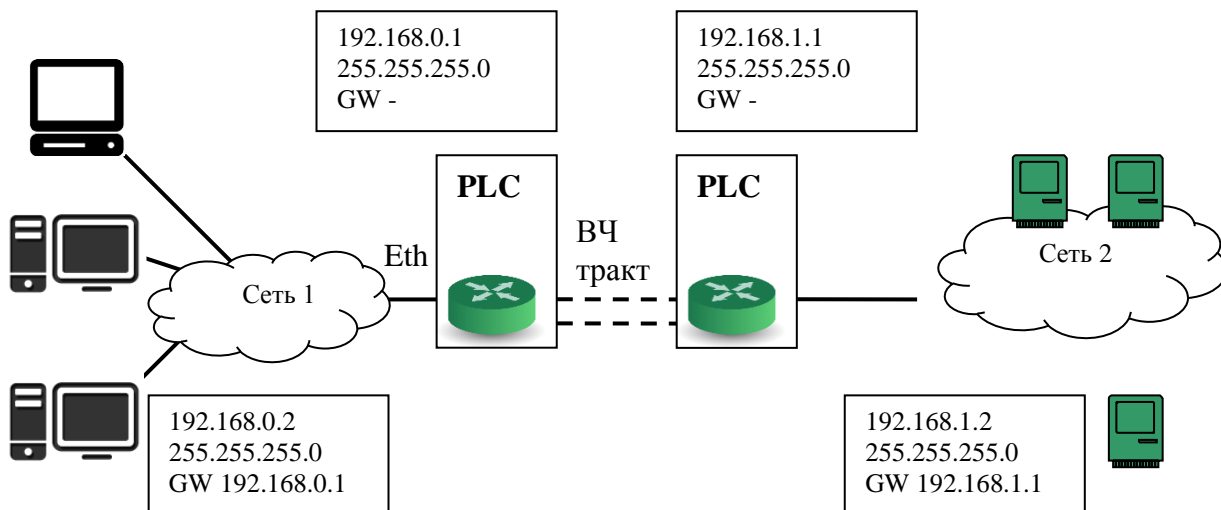
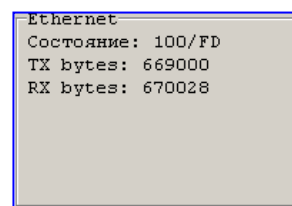


Рис. 11. Структурная схема сетевого шлюза.

5.3. Настройки платы УМ02.

Галочка **Два усилителя в блоке** устанавливается при исполнении блока с выходной мощностью 40 Вт. В случае исполнения блока на 20 Вт галочка снимается. Эта установка обеспечивает правильную индикацию уровня передачи для разных исполнений блока по выходной мощности.

5.4. Настройки платы ФПРМ.

Настройка платы под исполнения блока по количеству усилителей УМ02 в блоке:

- печать платы v2: один УМ02 – джампер J89 в положении 1, два УМ02 – J89 в положении 2;
- печать платы v3 и v4: один УМ02 – джампер X38 в положении 1, два УМ02 – X38 в положении 2.

Настройка аттенюатора при малом затухании линии дана в п. 5.1.4.

При смежном расположении частот передатчика и приемника возникает необходимость подавить аттенюатором сигнал собственного передатчика на входе полосового фильтра платы ФПРМ. Установки аттенюатора платы в зависимости от исполнения аппаратуры по числу ВЧ каналов и мощности передатчика следующие:

3 канала / 40 Вт – 24 дБ
3 канала / 20 Вт – 18 дБ

2 канала / 20 Вт – 18 дБ
1 канал / 20 Вт – 24 дБ.

6 Контроль состояния аппаратуры.

Состояние блока контролируется программой мониторинга и по индикаторам плат МД02, МП02, УМ02, ИП01, ИП02.

6.1. Индикаторы плат питания контролируют наличие входного напряжения и выходных напряжений +12В, –48В, +48В.

6.2. На плате МП02 светодиода индицируют следующие состояния.

Состояние нижнего зеленого индикатора разъема портов **1, 2, 3**.

Погашен	Модуль FS01/FO01/EM01 не установлен или заблокирован
Горит	Модуль установлен и находится в рабочем состоянии
Мигает	Канал занят. Состояние вызова или разговора

Мигание верхнего оранжевого индикатора разъема портов **1, 2, 3** индицирует процесс загрузки ПО модуля, после загрузки – гаснет.

Светодиоды порта **Eth/RS232**:

Верхний оранжевый индикатор разъема индицирует состояние канала ПД:
горит – канал открыт, не горит – канал закрыт.

Нижний зеленый индикатор отображает связь с компьютером: постоянно горит – есть линк, мигает – идет передача данных.

6.3. На цифровом индикаторе платы УМ02 отображаются следующие параметры:

- среднеквадратичная мощность собственного передатчика;
- среднеквадратичное напряжение суммарного ВЧ сигнала на линейном выходе;
- уровень входного сигнала ВЧ каналов платы МД, максимальный уровень 0 дБ
- температура выходных транзисторов;
- аварийные состояния.

Аварийные состояния и индикация платы УМ02:

- обрыв линии связи, индикация аварии **A1** в мигающем режиме;
- потеря передаваемого ВЧ сигнала от платы МД01, индикация аварии **A3** в мигающем режиме;
- температура выходных транзисторов более 120°C, индикация аварии **A4** в мигающем режиме.

Аварийное состояние индицируется красным светодиодом АВАРИЯ. Отсутствие аварий индицируется зеленым светодиодом НОРМА.

6.4. Среднеквадратичное напряжение суммарного ВЧ сигнала на линейном выходе измеряется на контрольном разъеме ИЗМ платы ФПРМ широкополосным вольтметром с высокоомным входом. Измеренное значение напряжение должно соответствовать значению напряжения на цифровом индикаторе платы УМ02 с погрешностью $\pm 10\%$.

6.5. На лицевой панели платы МД02 три светодиода 1, 2, 3 индицируют состояние 3-х ВЧ каналов следующим образом:

- красный – канал не активирован;
- оранжевый – канал в процессе активации, установлен прием сигналов с дальнего конца на минимальной скорости;
- зеленый – канал активирован.

После активации светодиоды краткими (35 мс) оранжевыми вспышками индицируют прохождение ошибок в принимаемом потоке.

Качество ВЧ соединения контролируется в окне основных параметров системы мониторинга по запасу по шуму и коэффициенту ошибок, измеряемых платой МД02.

7 Система программного управления и мониторинга MC04–PLC Monitor.

7.1. Схема организации мониторинга.

Система программного управления MC04–PLC Monitor предназначена для получения состояния любого блока сети MC04–PLC (с платой МД02), программного управления и конфигурирования через встроенный канал управления. Программа доступна по ссылке <http://adc-line.ru/program/MC04-PLC-Monitor-MD02.zip>.

Канал управления ориентирован для проведения пусконаладочных и ремонтных работ на линии и обеспечивает: конфигурирование, детальный мониторинг каждого стыка по качеству и достоверности передачи, оперативное управление (блокировка каналов, установка шлейфов и т.п.), локализация неисправностей по стыкам и линейным участкам.

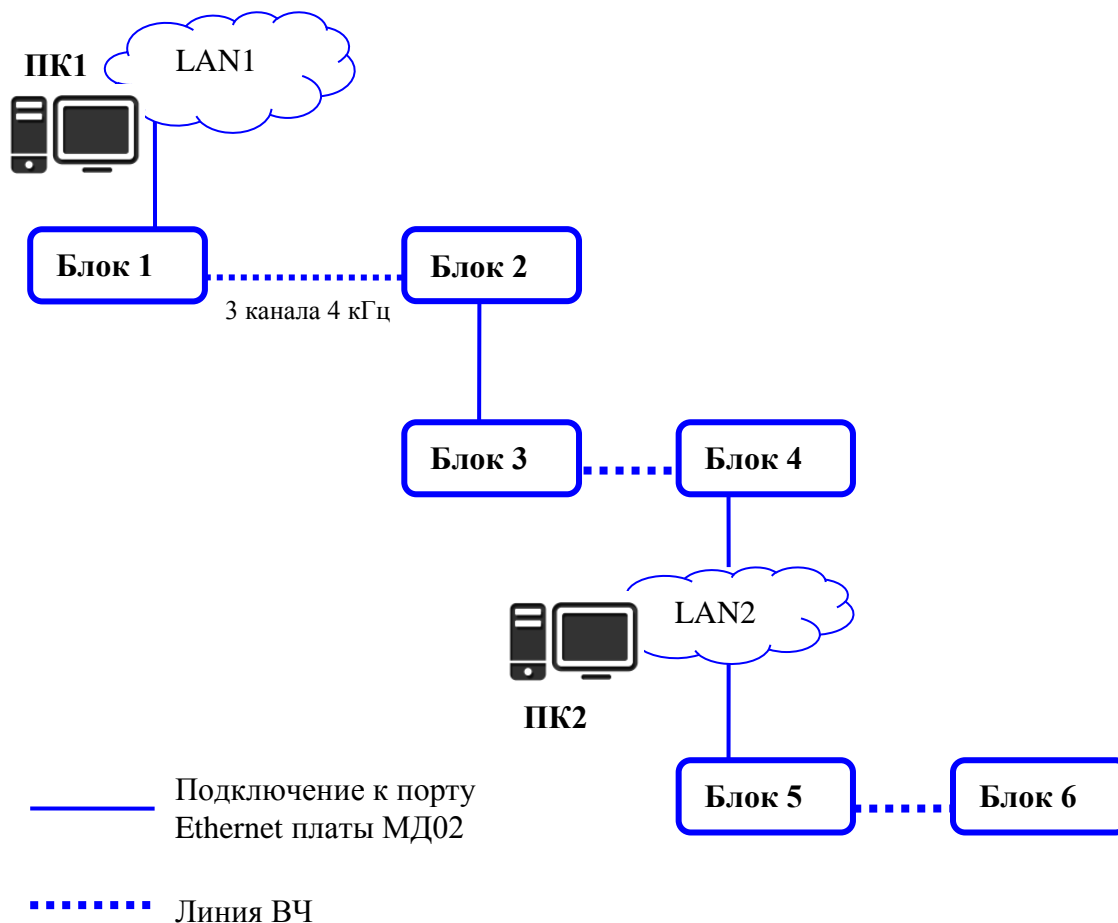


Рис. 12. Пример подключения компьютеров к разным узлам сети блоков.

Компьютер подключается к порту **Eth** платы **МД02** ближайшего блока в сети.

На компьютере запускается **ПО MC04–PLC Monitor**. Для передачи команд мониторинга от ПК до первого блока используется протокол UDP/IP. Для доступа к удалённому блоку через линию ВЧ сообщения от мониторинга транслируются через канал управления.

В качестве канала управления может использоваться:

- канал ЕОС платы МД02;
- канал обслуживания плат МП02.

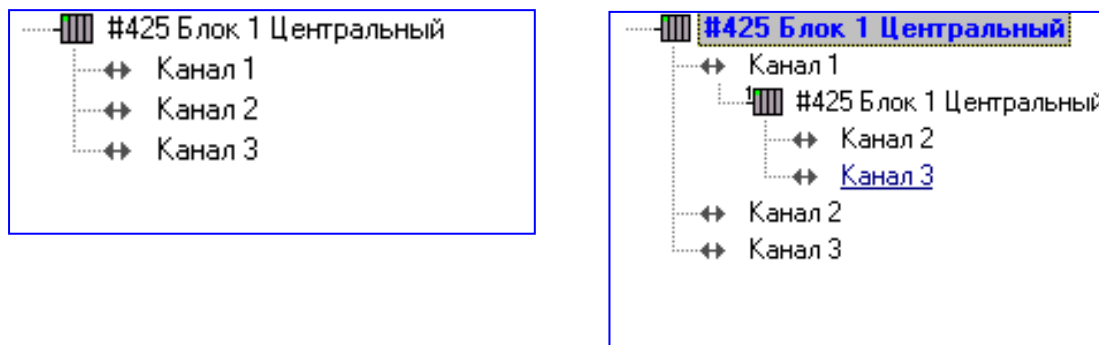
Выбор канала для доступа к удалённому блоку производится в настройках платы МД02 галочкой **мониторинг через служебный канал**. При установленной галочке используется канал ЕОС платы МД02, при снятой – канал обслуживания платы МП02. Скорость канала ЕОС составляет 67 бит/с и не занимает часть общей полосы передачи ЦП. В общем случае использование канала ЕОС для мониторинга не рекомендуется как ввиду его низкой скорости, а также его занятости в процессе адаптации ЦП под изменяющиеся уровни шума в линии.

Скорость канала обслуживания МП02 задаётся конфигурированием от 100 до 6400 бит/с. Канал обслуживания занимает часть общей полосы передачи ЦП. Для целей мониторинга дальнего полукомплекта достаточна скорость 100–200 бит/с.

7.2. Главное окно программы.

При первом запуске необходимо ввести IP-адрес блока для мониторинга. При последующих запусках программа будет обращаться к последнему введённому адресу.

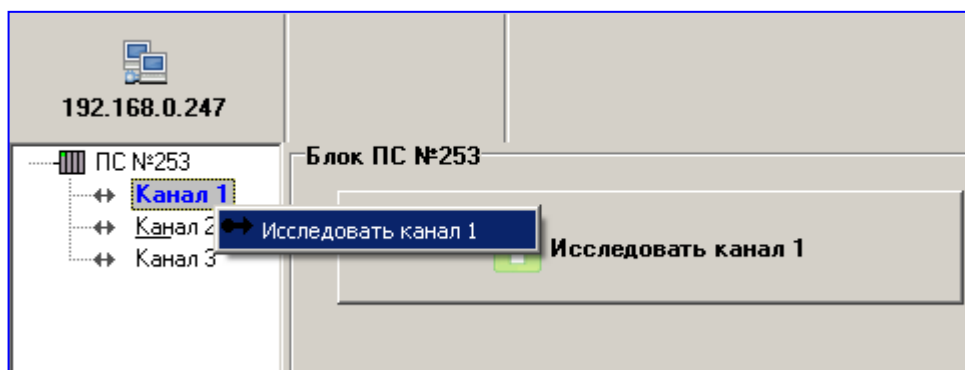
После старта программа автоматически опрашивает наличие первого устройства по указанному IP-адресу. При обнаружении устройств в дереве блоков они будут отображаться в виде иерархической структуры. Каждое устройство имеет три ВЧ канала – три ветки в дереве. Ниже показано: корневой блок, подключенный к мониторингу интерфейсом Eth, а к каналу №1 корневого блока подключен второй блок. Иконка второго блока отображает, что он подключен к корневому блоку своим каналом №1.



7.3. Построение сети.

После обнаружения программой первого блока (корневого) становится возможным поиск удалённых блоков, подключенных к корневому, и работа с ними.

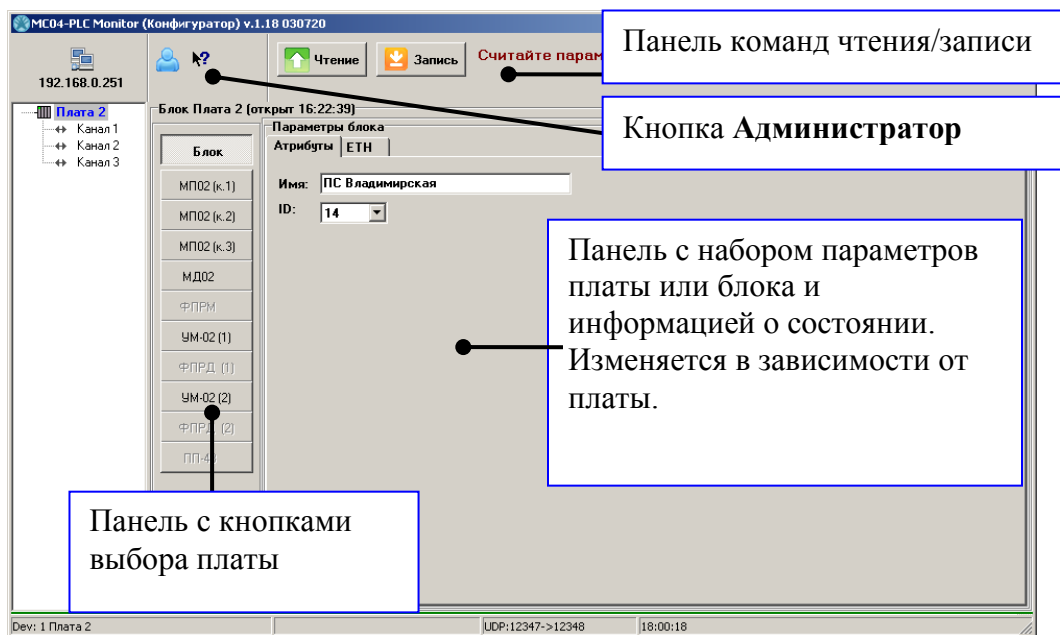
Для построения дерева устройств необходимо выполнить исследование сети – опросить нужные каналы, чтобы проверить подключение удалённых блоков. Для этого необходимо выбрать **канал 1...3** в дереве устройств, затем на панели информации нажать кнопку **Исследовать канал**, либо вызвать контекстное меню и выбрать соответствующий пункт (см. рисунок ниже). Отправится команда исследования канала, а на панель информации выведется надпись о времени отправки.



Если через выбранный канал есть соединение с удалённым блоком, то зависимости от установленной скорости и загруженности канала через несколько секунд придёт ответ. Обнаруженный блок будет добавлен в дерево устройств. Аналогичным образом в дерево добавляются другие блоки сети.

7.4. Открытие блока и доступа к конфигурированию.

Для просмотра состояния блока и входящих в его состав плат, а также для их настройки необходимо выполнить процедуру открытия блока. В дереве устройств необходимо выбрать блок, а затем на панели информации нажать кнопку **Открыть блок**, либо вызвать контекстное меню и выбрать в нём соответствующий пункт.



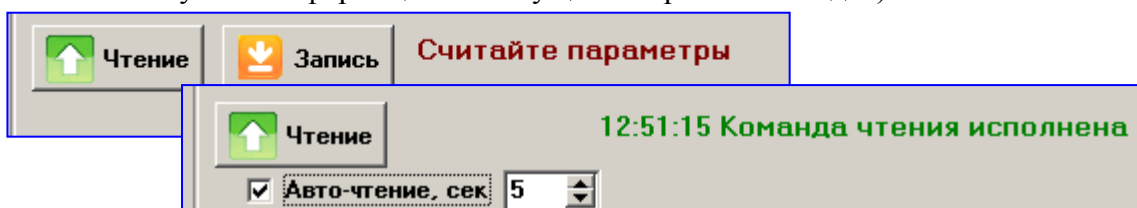
После открытия блока на панели информации появятся три дополнительные панели: панель с кнопками выбора плат/блока, панель команд, панель платы/блока и кнопка **Администратор**. Кнопка **Блок** выбирает сетевые настройки блока.

Внимание. При открытии блока чтение настроек плат не производится, чтение и запись выполняется индивидуально для каждой платы.

Доступ к конфигурированию обеспечивается кнопкой **Администратор**. Цвет иконки на кнопке отображает текущий режим доступа: режим пользователя – чёрный или режим администратора – синий. По умолчанию пароль администратора не задан, пустая строка. В этом случае программа запускается в режиме администратора – разрешено конфигурировать платы, устанавливать шлейфы, обновлять ПО плат.

Если ранее был задан пароль администратора, то программа запускается в режиме пользователя, кнопки записи неактивны. Переход между режимами осуществляется по нажатию кнопки **Администратор**, для перехода в режим администратор необходимо будет ввести пароль, если он был задан. Для задания пароля администратора необходимо нажать данную кнопку, удерживая клавишу <Shift>.

На панели команд находятся кнопки для отправления команд чтения и записи, а также информация о статусе последней команды (команда отправлена, команда исполнена, ошибка исполнения команды). Кнопка **Считать** считывает параметры текущей выбранной группы. Кнопка **Записать** записывает параметры текущей выбранной группы настроек. Кроме этого, если выбраны вкладки с отображением состояния, кнопка **Запись** становится недоступна, появляется опция **Авто-чтение** с указанием интервала в секундах (интервал автоматической отправки запроса **Чтение** для обновления статусной информации на текущей выбранной вкладке).



7.5. Параметры блока.

Блок имеет две группы настроек: **Атрибуты** и **Сетевые**.

Атрибуты блока:

Имя – отображаемое в программе имя блока;

ID – сетевой идентификатор блока. Необходим для участков переприёма мониторинга через Ethernet (см. рис. 9, соединение Блок 2 – Блок 3 и Блок 4 - Блок 5).

Сетевые настройки блока:

IP/маска/шлюз – задаёт параметры блока для сетей IP;

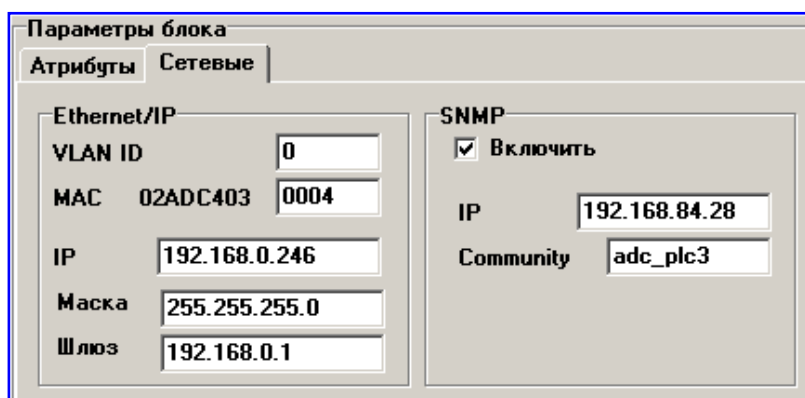
Vlan ID – идентификатор для работы в Vlan (0-без Vlan);

MAC – младшие 2 байта MAC адреса (задаются в шестнадцатеричном виде).

После прочтения настроек на этой вкладке появляются поля **Маска** и **Шлюз**.

Панель протокола сетевого управления SNMP.

В плате МД02 блока реализован программный модуль сетевого управления SNMP-агент, благодаря этому имеется возможность получать сообщения об авариях устройства, используя протокол SNMP. Агент поддерживает только отправку асинхронных уведомлений менеджеру – трапов версии 2с, GET запросы не поддерживаются.



The screenshot shows a configuration window titled "Параметры блока" (Block Parameters) with two tabs: "Атрибуты" (Attributes) and "Сетевые" (Network). The "Сетевые" tab is active. It is divided into two main sections: "Ethernet/IP" and "SNMP".

- Ethernet/IP section:**
 - VLAN ID: 0
 - MAC: 02ADC403 0004
 - IP: 192.168.0.246
 - Маска (Mask): 255.255.255.0
 - Шлюз (Gateway): 192.168.0.1
- SNMP section:**
 - Включить (Enable)
 - IP: 192.168.84.28
 - Community: adc_plc3

Галочка **Включить** активирует агента. Поле **IP** задаёт IP адрес менеджера, которому будет производиться отправка трапов. Поле **community** задаёт содержание соответствующего поля в PDU пакете.

Базы управляющей информации – MIB файлы для SNMP менеджеров находятся в каталоге с программой в подкаталоге `/sys/`.

Описание сообщений о неисправности (trap):

1.3.6.1.4.32109.2.2.1 (Channel down) – ВЧ канал не активирован;

1.3.6.1.4.32109.2.2.2 (Channel up) – ВЧ канал активирован;

1.3.6.1.4.32109.2.2.3 (Transit down) – нет транзитного сигнала на входе платы TP01;

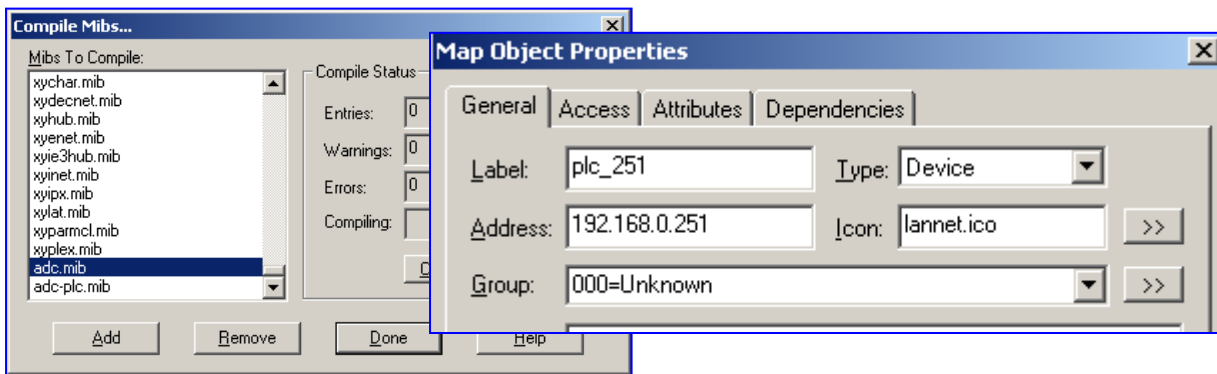
1.3.6.1.4.32109.2.2.4 (Transit up) – есть транзитный сигнал на входе платы TP01.

В каждом сообщении присутствует дополнительная переменная 1.3.6.1.4.32109.2.1 channel 1...3, указывающая номер канала, в котором произошло данное событие.

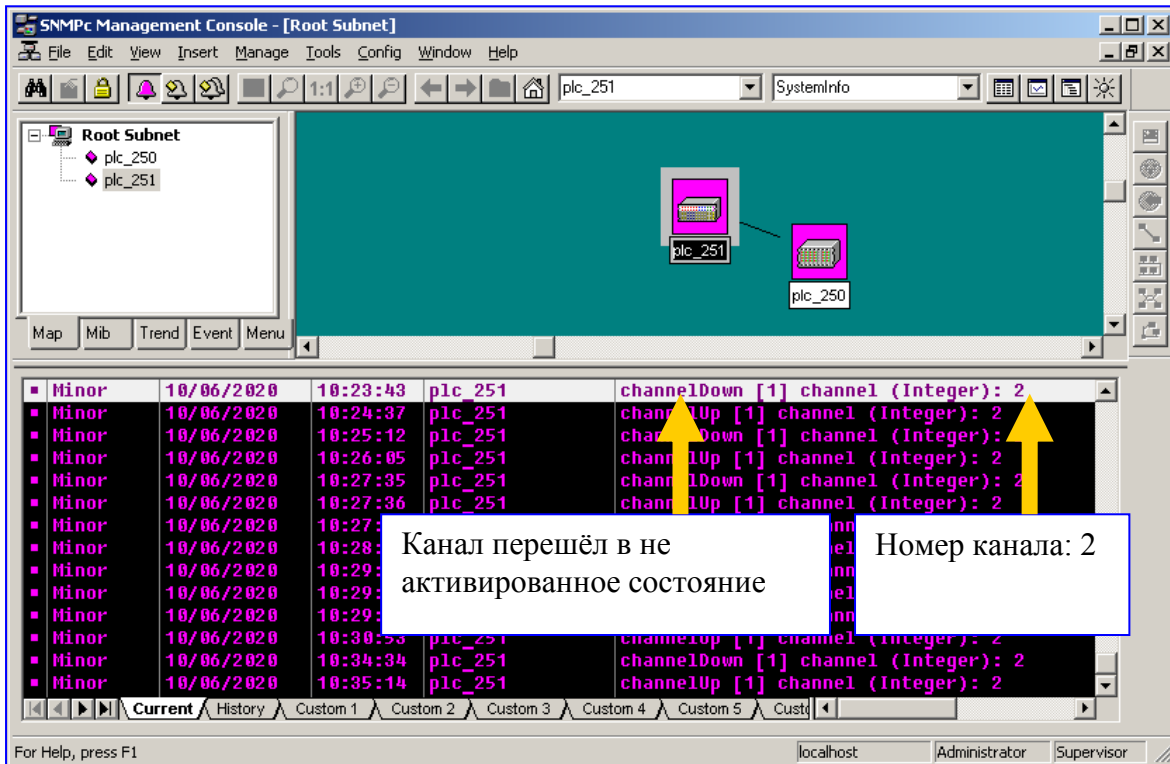
Настройки SNMP менеджера на примере SNMPc:

– добавить MIB-файлы в менеджер, для этого в меню Config-MIB Database нажать **Add** и выбрать файлы **adc.mib** и **adc-plc.mib**. Затем нажать **Compile**;

– добавить на карту устройство: меню **Insert-MapObject-Device**, настроить IP- адрес блока, установить Poll Interval = 0.



Приём трапов от блока отображается в главном окне событий менеджера SNMPc.

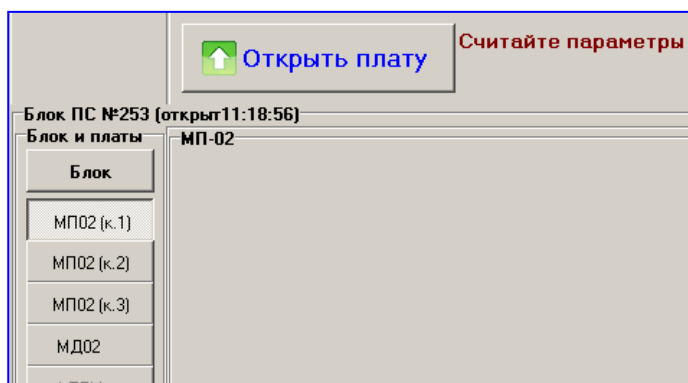


Канал перешёл в не активированное состояние

Номер канала: 2

7.6. Плата МП02.

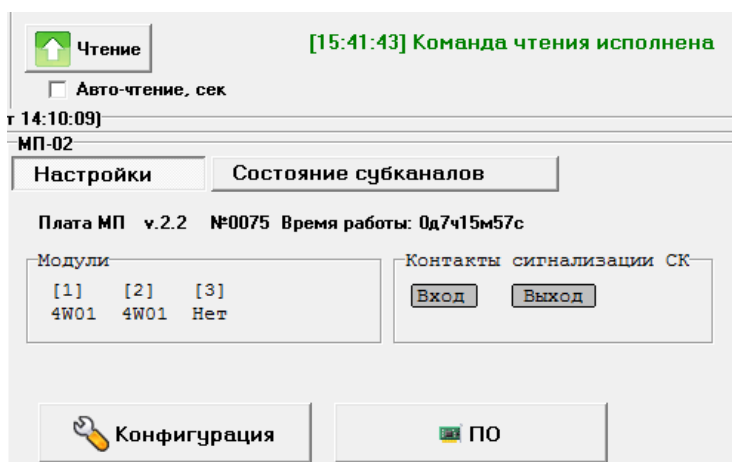
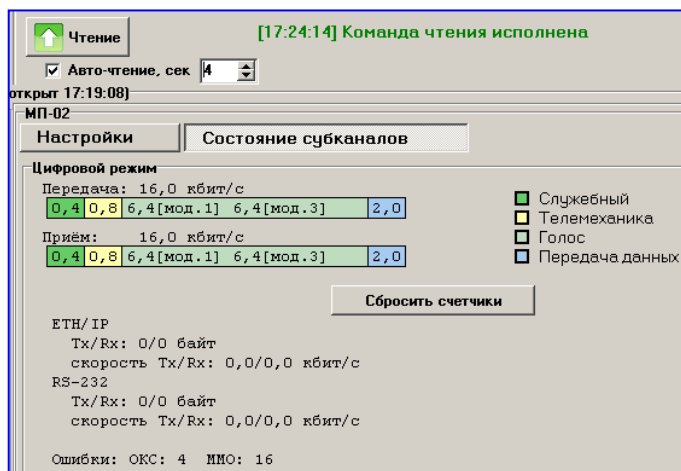
После выбора из списка одной из плат МП02 необходимо отправить команду **Открыть плату**, если данная процедура еще не выполнялась. Цель данной команды – получить информацию о плате: наличие платы, программную версию.



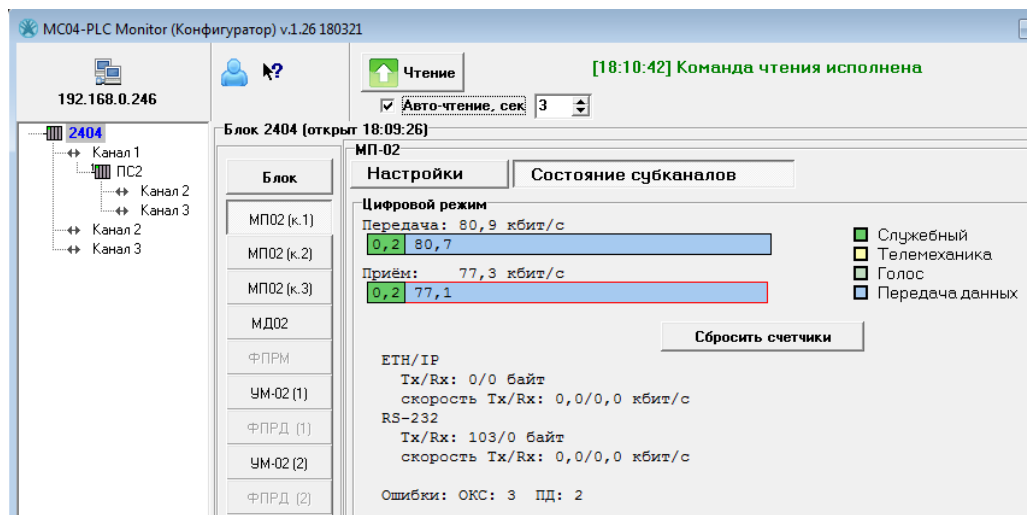
После получения ответа открывается панель МП02 с двумя вкладками: **Настройки** и **Состояние подканалов**.

На первой вкладке находятся кнопки **Конфигурация** и **ПО**, указана версия платы, время работы, типы установленных голосовых модулей, состояние контактов сигнализации. Неактивное (разомкнутое) состояние входного и выходного контактов сигнализации (разъём **СК**) отображается серым цветом, активное (замкнутое) – жёлтым.

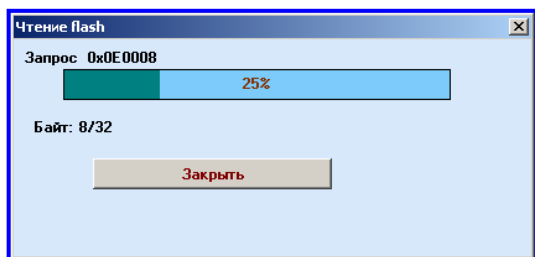
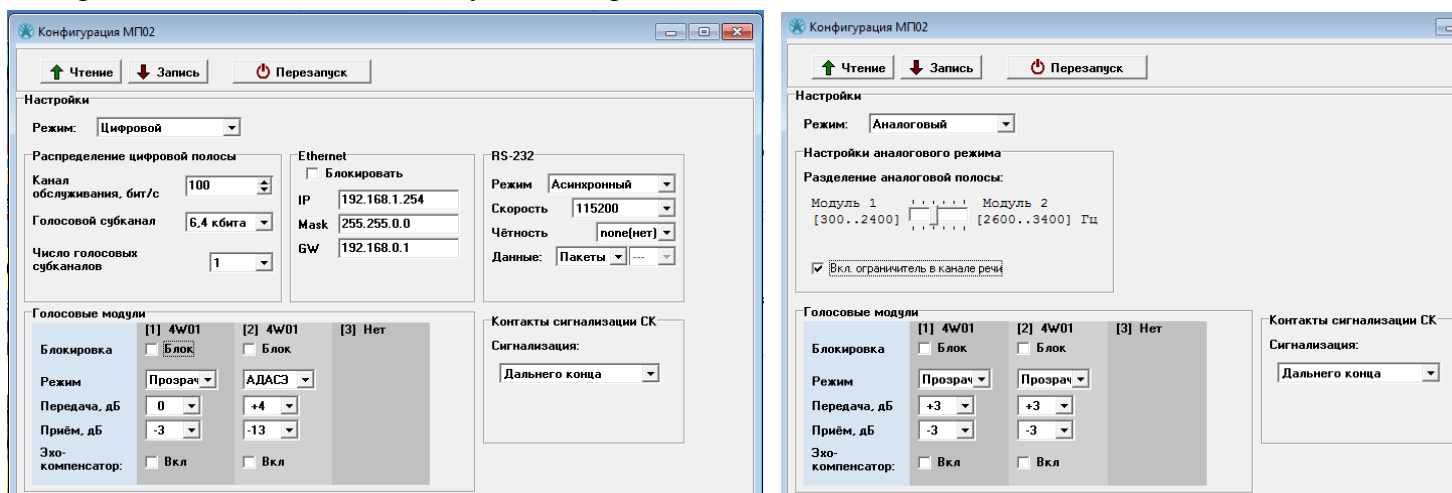
При нажатии на кнопку **Состояние** открывается вкладка, на которой отображается состояние по реальному распределению общей полосы ЦП между субканалами ТФ, ТМ, ПД и субканалом обслуживания. Также здесь отображается статистика по стыкам RS232 и Ethernet.



В режиме объединения цифровых ВЧ каналов состояние субканалов платы МП02 №1 отображается так:



При нажатии на кнопку **Конфигурация**, открывается окно с настройками платы и производится считывание текущих настроек.



Режим задаёт режим работы платы – аналоговый или цифровой, режим должен совпадать с выбранным режимом соответствующего канала платы МД02.

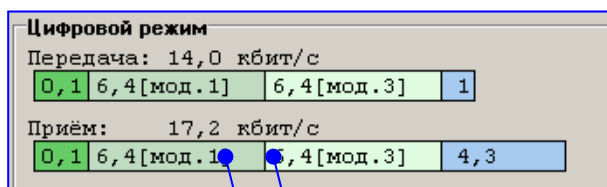
В аналоговом режиме задаётся частота разделения аналоговой полосы на тональную и надтональную полосы, а также обеспечивается включение ограничителя канала речи модуля 1.

В цифровом режиме задаётся скорость субканала обслуживания 100...6400 бит/с и скорость кодека 6,4/8,0 кбит/с. Субканал обслуживания необходим для передачи сигнализации голосовых каналов, а также используется для пересылки запросов мониторинга.

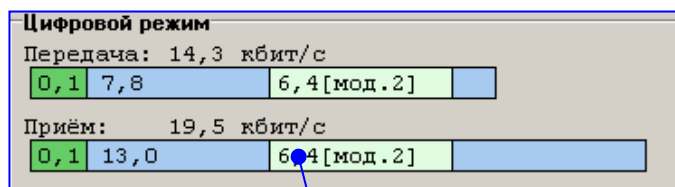
Число голосовых субканалов задает число субканалов ТФ, находящихся одновременно в состоянии разговора.

Число субканалов ТФ равно 1. В состоянии разговора (передача голосовых данных через линию) может находиться только один модуль. Выбор модуля осуществляется по приоритету: модуль 3 имеет высший приоритет, модуль 1 – низший. Т.е. при одновременной попытке занятия канала модулями, в состоянии разговора будет модуль 3, модулям 1 и 2 будет выдан сигнал **Отбой**.

Число субканалов ТФ равно 2. Используется два субканала ТФ1 и ТФ2 для передачи голосовых данных от двух модулей. В состоянии разговора одновременно могут находиться два модуля. При этом модуль 1 всегда занимает субканал ТФ1, а модули 2 и 3 занимают субканал ТФ2, приоритетным является модуль 3.



Через субканал ТФ1 передаются данные от модуля 1, через субканал ТФ2 передаются данные от модуля 3.



Субканал ТФ1 свободен от голосовых данных и используется для ПД. Через субканал ТФ2 передаются данные от модуля 2.

На панели **Голосовые модули** настраиваются уровни установленных модулей:

- FO/FS – на передачу (цифра→аналог) –7дБ, на прием (аналог→цифра) 0 дБ;
- 4W01 – на передачу +4 дБ, на прием – 13 дБ.

Для модулей 4W01 задается **режим прозрачный**. При организации диспетчерского и абонентского соединения по одному ТЧ каналу задается **режим АДАСЭ**.

При необходимости программного выключения модуля установить галочку **Блок**.

Для подавления эха в двухпроводных ТЧ каналах включается эхокомпенсация галочкой **Вкл** в строке **Эхокомпенсатор**.

По стыку RS232 устанавливается режим асинхронный или кодонезависимый и скорости передачи: панель **RS232, режим асинхронный /кодонезависимый**.

В кодонезависимом режиме поддерживаются скорости 100/200/300 бит/с. В этом режиме данные передаются по каналу ТМ и занимают от общей полосы 800/1600/2400 бит/с.

Для асинхронного режима доступны настройки скорости порта и чётности. Поддерживаемый набор скоростей 0,2/0,3/0,6/1,2/2,4/4,8/9,6/19,2/3,84/57,6/115,2 кбит/с. Данные от порта RS-232 передаются вместе с данными от порта Ethernet при установке пакетного режима передачи данных. В этом режиме обеспечивается передача пакетов FT1.2 (МЭК 60870-5-101): принимаемые данные разбиваются на кадры по паузам между байтами, на передачу кадры отправляются неразрывно без пауз между байтами внутри кадра, а между кадрами вставляются интервалы тишины. Пакетный режим устанавливается для систем ТМ с поддержкой протокола МЭК 60870-5-101 выбором типа данных **пакеты** при конфигурировании.

Для измерения скорости передачи ЦП устанавливается тестовый режим порта RS-232 выбором типа данных **поток**. При выборе режима обеспечивается непрерывная потоковая передачи поступающих данных. Для выбранной скорости в ВЧ потоке выделяется полоса передачи (задаётся с шагом 0,8 кбит/с). При этом канал ПД отключается, IP-пакеты от порта Ethernet не передаются.

На панели **Ethernet** устанавливаются сетевые параметры интерфейса Ethernet платы МП02: IP-адрес, маска подсети и шлюз, блокировка порта Ethernet.

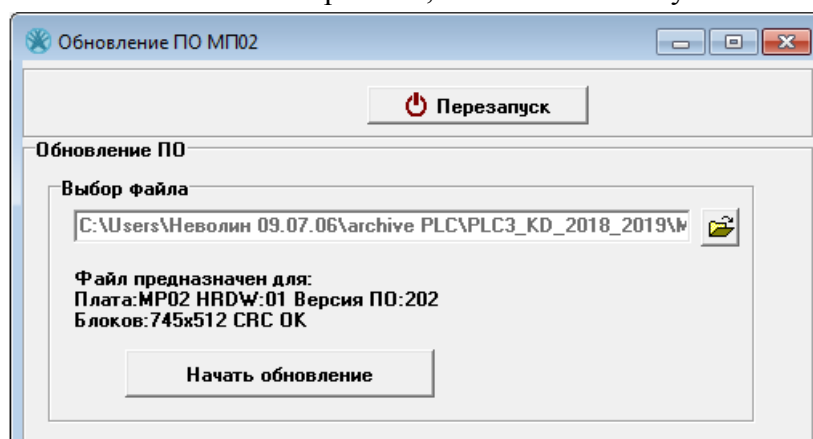
Параметр **Сигнализация** задаёт режим работы контактов сигнализации. При выборе режима **Дальнего конца** состояние входного контакта передаётся на выходной контакт удалённой платы МП02. При выборе режима **Авария блока**: выходной контакт замыкается при аварийном состоянии любого из выбранных ВЧ каналов платы МД02.

После изменения параметров необходимо нажать кнопку **Запись**.

Кнопка **Перезапуск** отправляет команду перезапуска плате. Перезапуск платы МП02 необходим при изменении режима работы (аналоговый/цифровой) плат МД02 и МП02.

При нажатии кнопки **ПО** вкладки **Настройки** открывается окно обновления программного обеспечения. Для обновления необходимо выбрать файл с новой версией ПО **MP-02_vx.x.adb**.

После выбора будет произведена проверка файла на целостность и на соответствие аппаратной версии платы, кнопка **Начать обновление** станет активной. При нажатии этой кнопки начнется процесс записи, который занимает время в зависимости от скорости канала до платы: при подключении к блоку через Ethernet – 3 минут, при удаленном подключении через субканал обслуживания на максимальной скорости 6,4 кбит/с – 20 минут.



7.7. Плата МД02.

Панель платы МД02 содержит вкладки с настройками и состоянием платы.

Конфигурирование: Общее

Настраиваются следующие параметры:

- уровень ЦАП передатчика, ВЧ выход – от 0 до –20 дБ;
- уровень АЦП приемника, ВЧ вход – от 0 до –25,4 дБ;
- чувствительность АРУ – от 0 до –51 дБ;
- режим объединения двух или трех цифровых ВЧ каналов на одну шину TDM1.

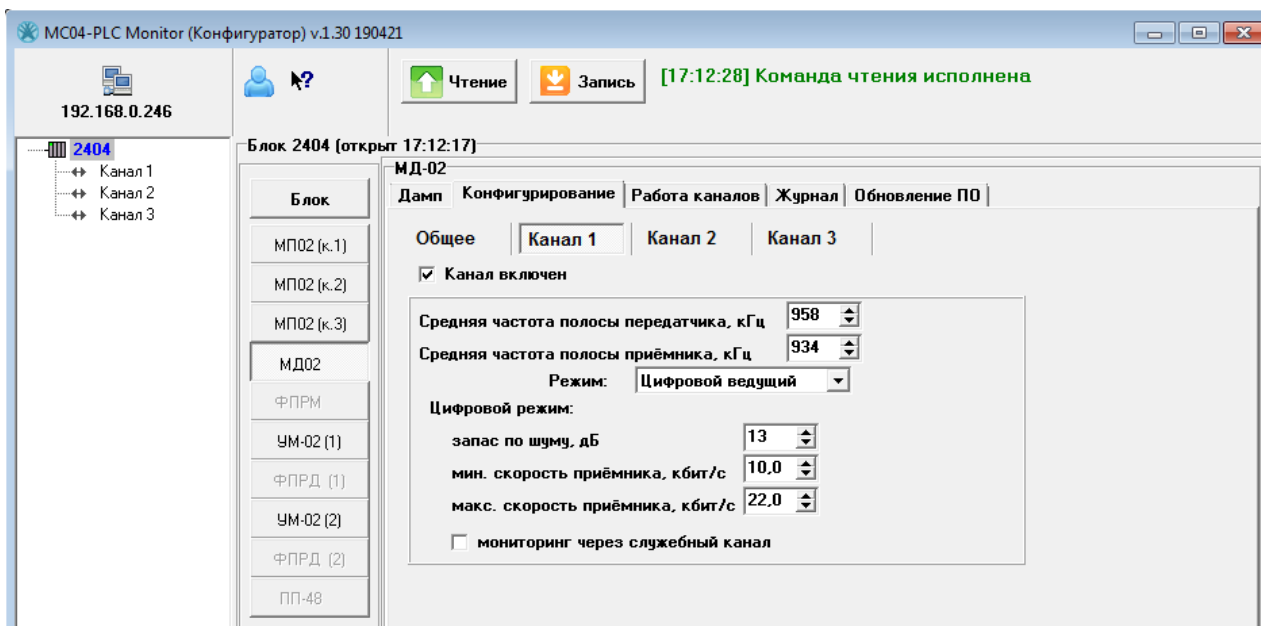
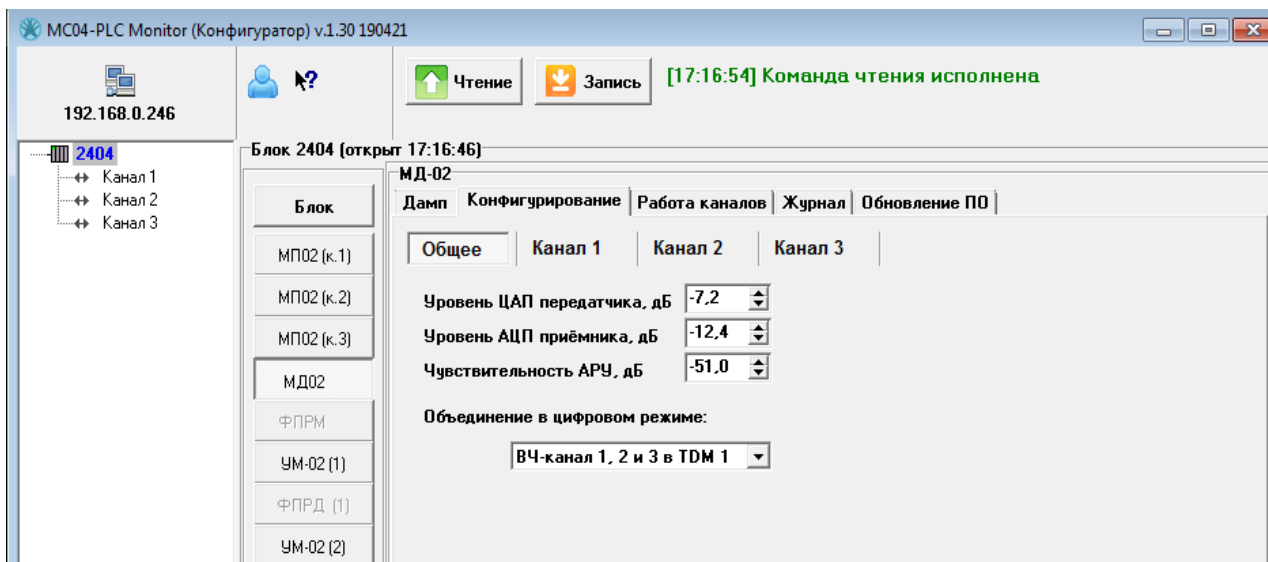
Конфигурирование: Канал 1...3

Конфигурируются по каждому из 3-х каналов ВЧ:

- частоты цифровых фильтров ПРД и ПРМ в полосе 4 кГц в диапазоне 16...1000 кГц;
- режим канала **Цифровой ведущий/ведомый /Аналоговый /Транзит**
- запас по шуму от 1 до 31 дБ;
- минимальная и максимальная скорость ЦП от 0,1 до 35 кбит/с.

Галочка **мониторинг через служебный канал** указывает плате МД02 использовать свой служебный канал для направления запросов удалённому блоку от программы мониторинга. При установленной галочке используется канал ЕОС платы МД02, при снятой – канал обслуживания платы МП02. Ввиду занятости канала ЕОС в процессе адаптации скорости не рекомендуется использовать этот канал для мониторинга.

Установленная галочка **Канал включен** разрешает работу приёмника и передатчика.

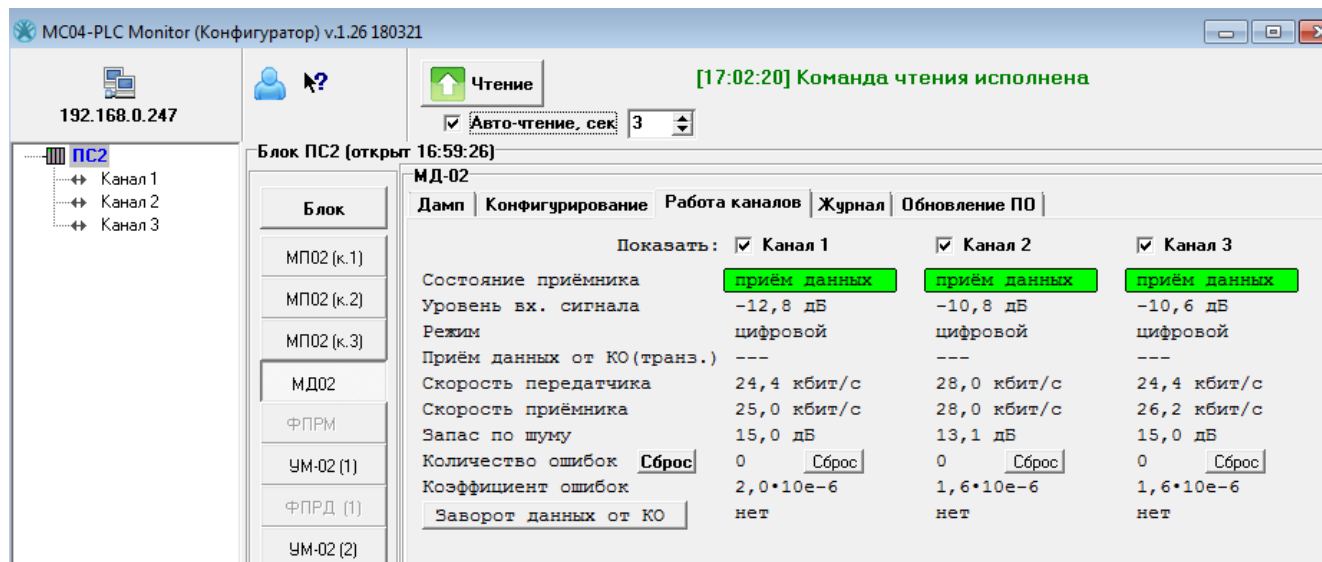


Работа каналов.

На данной вкладке отображается информация о состоянии выбранного канала: состояние приёмника, уровень входного сигнала, скорости ЦП передатчика и приёмника, запас по шуму, число символьных ошибок, коэффициент символьных ошибок, шлейф данных для платы МП02. Возможные состояния приёмника: перегрузка, нет сигнала, активация, приём данных.

Счетчик ошибок имеет диапазон 0...65535, при достижении верхней границы обнуляется. Рядом со счетчиком ошибок находится кнопка сброса счетчика.

Коэффициент символьных ошибок – отношение числа символов с ошибками к общему числу битов за время наблюдения. Вес одной символьной ошибки равен 3 битовым ошибкам ЦП. Для оценки достоверности передачи в первом приближении можно считать, что коэффициент символьных ошибок $3 \cdot 10^{-7}$ соответствует коэффициенту битовых ошибок $1 \cdot 10^{-6}$.



На этой же панели находятся кнопки установки и сброса заворота данных канальных плат.

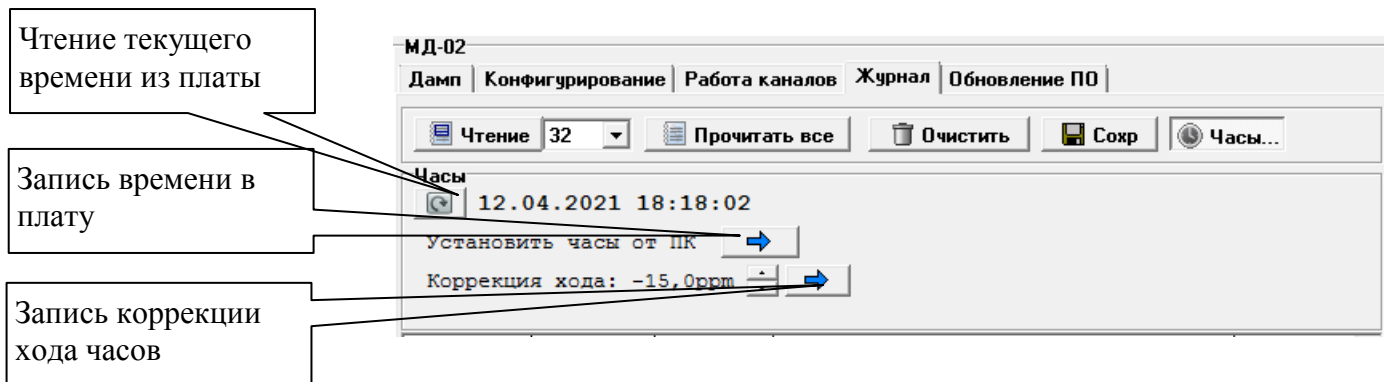
Журнал.

На данной вкладке находятся элементы управления журналом событий блока. В журнале событий регистрируются тип неисправностей и сигнализации, даты и времени возникновения. Максимальное число записей в списке событий – 1023. В случае переполнения последующие записи производятся вместо первых. Информация о времени регистрируемых событий поступает от часов аппаратуры с дискретностью 1 с. Точность часов – 1 с.

Типы регистрируемых событий:

- обрыв ВЧ линии;
- отказ усилителя мощности УМ02 или нет сигнала на входе усилителя;
- высокая температура (120°C) выходных транзисторов усилителя мощности;
- питание блока включено/выключено;
- приемник ВЧ сигнала активирован/не активирован (в нерабочем состоянии) для каждого из 3-х каналов;
- изменение коэффициента ошибок более чем в 4 раз;
- изменение уровня сигнала на входе приёмника более 3 дБ;
- изменение скорости ЦП более чем на 2 кбит/с;
- наличие/потеря транзитного сигнала с НЧ стороны.

Кнопка **Часы** открывает и закрывает панель настройки часов. Источник синхронизации времени – ПК с запущенной программой МС04–Monitor. Часы на ПК должны быть синхронизированы с сервером времени, т.е. на ПК должна быть запущена служба времени.

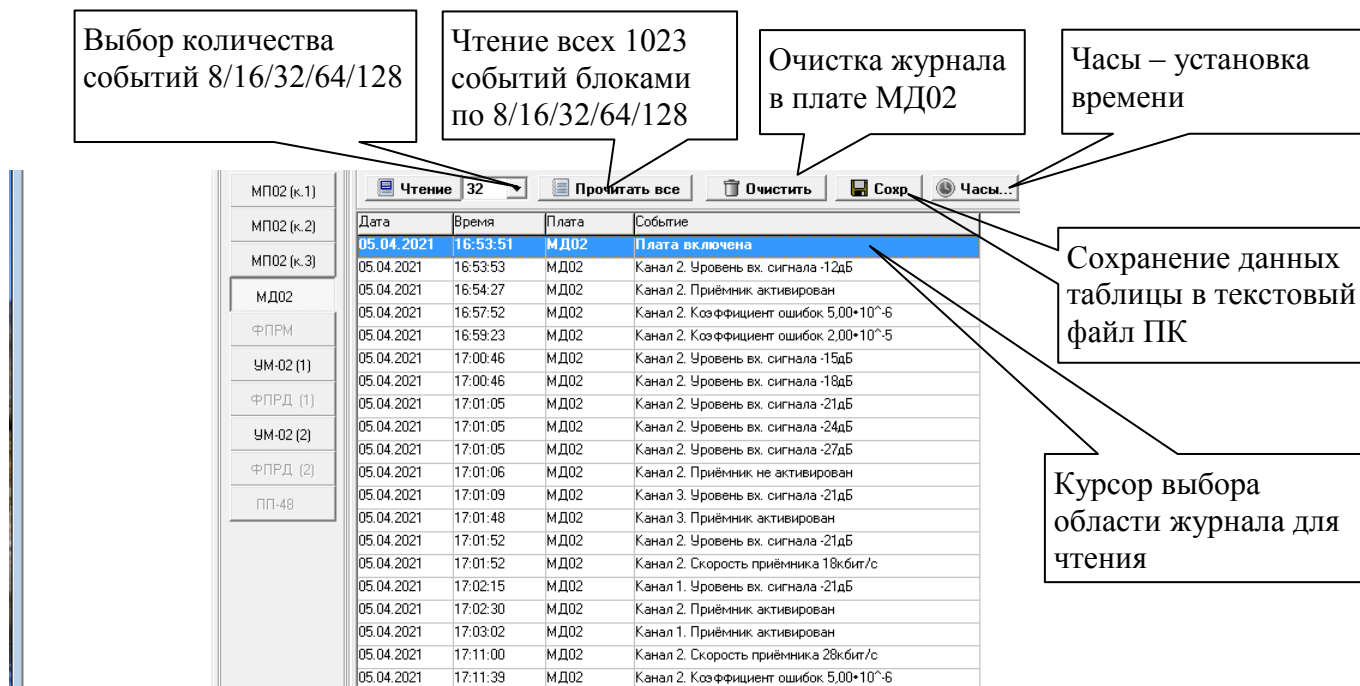


После открытия журнала на панели появляется пустая таблица с числом строк равным числу записей на текущий момент. Верхние строки таблицы соответствуют ранним записям, нижние – поздним записям в журнале. Для чтения событий необходимо выбрать соответствующую строку таблицы, выбрать количество событий 8/16/32/64/128, отображаемых по нажатию кнопки **Чтение**. После нажатия этой кнопки в таблице отобразится один блок событий длиной, заданной кнопкой выбора количества событий. При нажатии кнопки **Прочитать все** в таблицу пишутся все 1023 события блоками выбранной длины.

Чтение событий занимает время в зависимости от скорости канала до платы:

- при подключении к блоку через Ethernet: 128 событий – 2 с, 1023 события – 10 с.
- при удаленном подключении через субканал обслуживания на скорости 0,2 кбит/с: 128 событий – 30 с, 1023 события – 5 мин.

Если во время чтения в журнале появляются новые записи, то в таблице добавляются новые пустые строки ниже.



Обновление ПО.

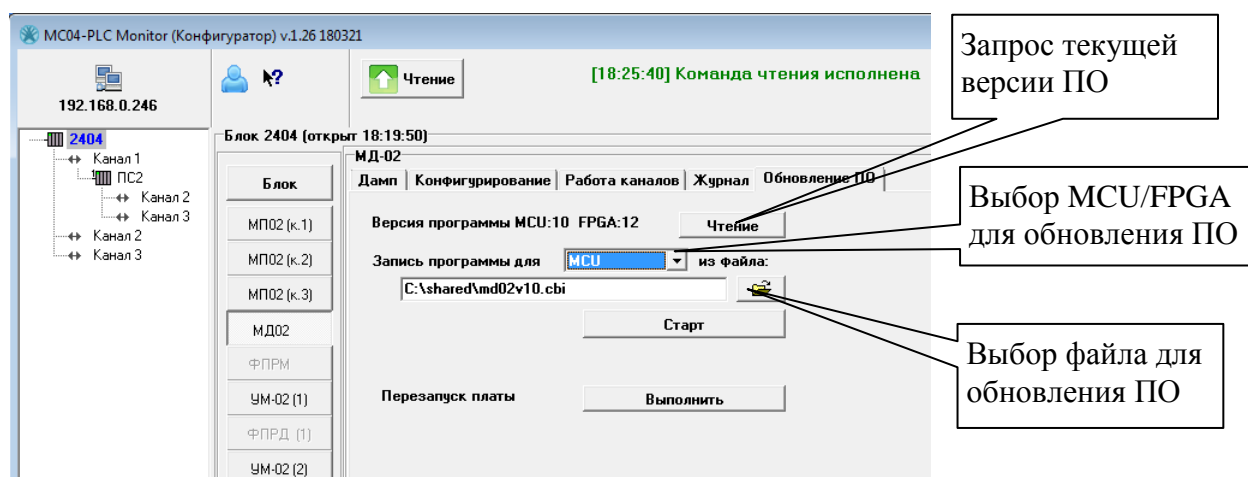
Программное обеспечение платы МД02 состоит из двух частей: программы для MCU и программы для FPGA. При переходе на эту вкладку отправляется команда чтения версии ПО. При успешном чтении версия отображается на экране. Для обновления необходимо выбрать объект обновления MCU/FPGA, затем выбрать соответствующий файл с программой MCU: *.cbi, FPGA: *.lbi), нажать кнопку **Старт**. Начнется процесс записи, который занимает время в зависимости от скорости канала до платы:

– при подключении к блоку через Ethernet: FPGA – 5 мин, MCU– 0.5 мин.

– при удаленном подключении через субканал обслуживания на максимальной скорости 6,4 кбит/с: FPGA – 30 мин, MCU – 3 мин.

Если обновляется FPGA, то после записи необходимо проверить запись новой версии по нажатию кнопки **Чтение** и выполнить **Перезапуск платы**.

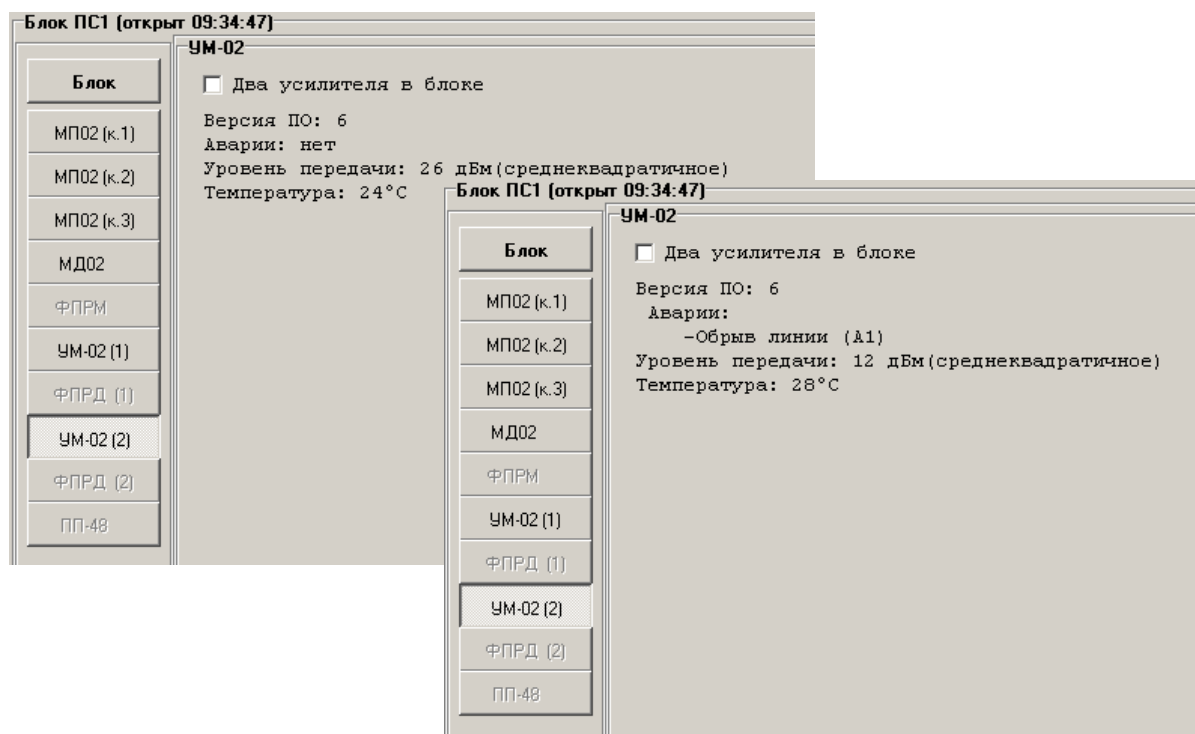
Процесс удаленной записи не останавливает функционирование субканалов ТМ, ТФ, ПД. Потеря канала происходит только после перезапуска платы на время активации 30–35 с.



7.8. Плата УМ02.

На панели платы УМ02 дана информация о состоянии платы: версия ПО, наличие и тип аварии, уровень ВЧ передачи, температура мощных выходных транзисторов.

Галочка **Два усилителя в блоке** устанавливается при исполнении блока с выходной мощностью 40 Вт. В случае исполнения блока на 20 Вт галочка снимается. Эта установка обеспечивает правильную индикацию уровня передачи для разных исполнений блока по мощности.



8 Приложение 1. Схема применения системы МС04-PLC.

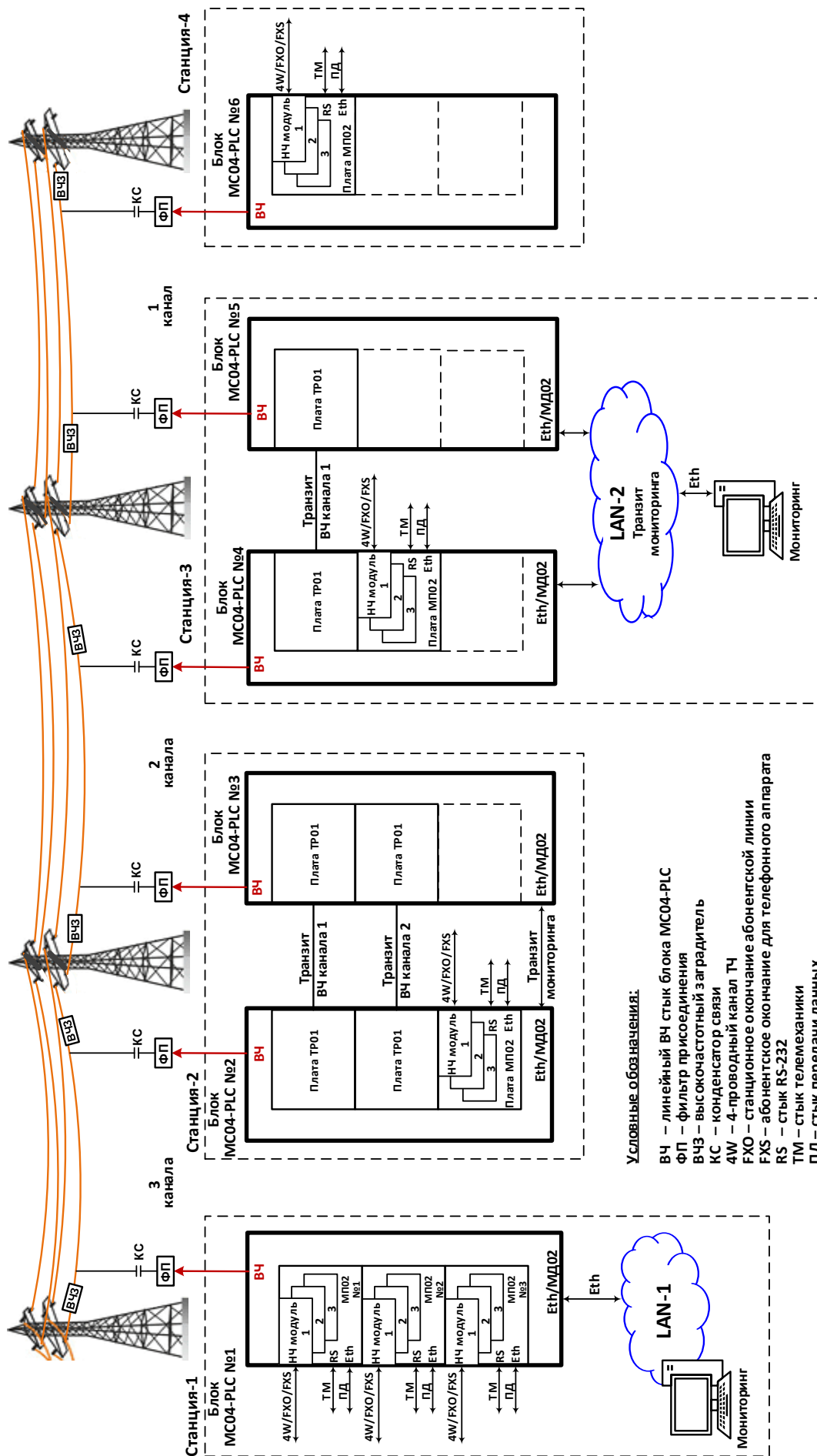


Схема применения 3-канальной ЦСП МС04-PLC ВЧ связи по ЛЭП с функцией вставки/выделения ВЧ каналов