



Цифровая система ВЧ связи по ЛЭП MC04-PLC

Техническое описание и инструкция по эксплуатации
КВ2.131.005 ТО
(ред. 2/ октябрь 2019)

Оглавление

	Стр.
1 Назначение.....	3
Функциональные возможности.....	3
Основные параметры.....	4
2 Конструкция и состав аппаратуры.....	8
2.1 Плата МП02.....	11
2.1.1 Режимы и каналы платы МП02.....	11
2.1.2 Стыки каналов платы.....	13
2.1.3 Схемы организации телефонной связи.....	15
2.2. Плата МД02.....	17
2.3 Плата ФПРМ.....	19
2.4 Плата УМ02.....	20
2.5 Плата ФПРД.....	21
2.6 Платы питания ИП01/ИП02.....	21
3 Монтаж аппаратуры.....	22
4 Настройки и конфигурирование аппаратуры.....	22
4.1. Настройки ВЧ тракта и платы МД02:.....	22
4.2. Настройки платы МП02:.....	23
4.3. Настройки стыка Ethernet платы МП02.....	24
5 Контроль состояния аппаратуры.....	25
6 Система программного управления и мониторинга MC04–PLC Monitor.....	26
7 Приложение 1. Схема применения системы MC04–PLC.....	35

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 обеспечивает передачу данных по высокочастотному (ВЧ) каналу связи в полосе 4/8/12 кГц в диапазоне частот 16-1000 кГц.

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.

Функциональные возможности.

Количество базовых ВЧ каналов шириной 4 кГц – до 3.

Режим каналов – цифровой (временное разделение) и аналоговый (частотное разделение).

Модуляция низкочастотного цифрового потока – QAM с разделением на 88 поднесущих OFDM.

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

Адаптация битовой скорости цифрового потока (ЦП) к изменяющемуся отношению сигнал/шум.

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

Количество каналов ТФ в каждом ВЧ канале – до 3.

Преобразование сигнализации АДАСЭ в абонентскую сигнализацию FXS/FXO.

Диспетчерское и абонентское соединение по протоколу АДАСЭ по одному 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 SNMP – при оснащении сетевым модулем S–port.

Радиальные и древовидные схемы мониторинга удаленных полукомплектов.

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

Основные параметры.

Линейный ВЧ стык

- | | |
|---|---------------|
| 1. Рабочий диапазон частот | 16 – 1000 кГц |
| 2. Ширина рабочей полосы | 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	24

6. Номинальная пиковая мощность огибающей сигнала ВЧ передатчика:

Таблица 2.

Частота	Исполнение 1Р: один усилитель	Исполнение 2Р: два усилителя
от 16 до 300 кГц	20 Вт	40 Вт
от 300 до 700 кГц	15 Вт	30 Вт
от 700 до 1000 кГц	10 Вт	10 Вт

7. Уровень внеполосного спектра аппаратуры не более:

- 14 дБм – при отходе от края полосы пропускания 4 кГц;
- 24 дБм – при отходе от края полосы пропускания 8 кГц;
- = 34 дБм – при отходе от края полосы пропускания 12 кГц.

8. Уровень мешающего сигнала вне полосы приемника, при котором коэффициент битовых ошибок цифрового потока (ЦП) не более 10^{-6} :

Таблица 3.

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

Примечание. Уровень мешающего сигнала на ВЧ входе относительно уровня приёма – разность уровней мешающего и полезного сигналов.

9. Относительный уровень мешающего сигнала в полосе частот приемника, при котором коэффициент ошибок ЦП не более 10^{-6} – не менее (–26) дБ.

10. Чувствительность ВЧ приемника при коэффициенте ошибок ЦП не более 10^{-6} – не более (–25) дБм.

11. Глубина регулировки АРУ аппаратуры при коэффициенте ошибок ЦП не более 10^{-6} – не менее 40 дБ.

- | | |
|--|--------|
| 12. Допустимое затухание линии в разнесенном режиме (с учетом помех) | 50 дБ |
| Допустимое затухание в смежном режиме | 20 дБ. |

13. Время задержки сигналов в канале между аналоговыми НЧ окончаниями:

- в аналоговом режиме – не более 50 мс
- в цифровом режиме – не более 150 мс.

14. Время готовности канала к работе после включения аппаратуры – не более одной минуты.

15. Максимально возможная доступная пользователю скорость передачи ЦП в полосе ВЧ канала 4 кГц – 23,3 кбит/с.

Скорость передачи в канале устанавливается адаптивно в соответствии со следующими противоположными критериями, задаваемые при программной конфигурации:

- максимальное качество (достоверность) передачи с коэффициентом битовых ошибок менее 10^{-6} при минимальной скорости, обеспечивающей заданное высокое соотношение сигнал/шум;
- максимальная скорость передачи при заданном низком соотношении сигнал/шум и коэффициенте битовых ошибок более 10^{-6} до 10^{-4} .

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. 4...7.

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 эхозаграждения – 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. Параметры сигнала вызова и питания линии стыка FXS:

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

12. 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.

13. Параметры сигналов АДАСЭ:

- сигнальные частоты $F1=(1200\pm5)$ Гц, $F2=(1600\pm5)$ Гц;
- номинальный относительный уровень на передачу ($-6\pm0,5$) дБо;
- номинальный относительный уровень на приеме (-6 ± 3) дБо.

Стыки телемеханики и передачи данных

1. По стыку RS-232 устанавливаются программно два режима работы:

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

2. Уровни сигналов по стыку RS-232:

- выходное напряжение ± 9 В на нагрузке 3000 Ом;
- 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.

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

Габаритные размеры блока: – 485*135*215мм.

Вес: – не более 5 кг.

Условия эксплуатации:

- температура окружающего воздуха от плюс 5 до плюс 45°C;
- относительная влажность воздуха до 80 % при температуре плюс 25°C;
- атмосферное давление не ниже 60 кПа (450 мм рт. ст.).

Таблица 4. 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 5. 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 6. 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 7. 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

2 Конструкция и состав аппаратуры.

Цифровая трехканальная система ВЧ связи MC04-PLC включает два блока 19 дюймов высотой 3U, в который устанавливаются следующие функционально-конструктивные узлы (платы):

- ИП01- блок питания, сетевой вход 220В/50Гц, выход +48В,-48В,+12В;
- ИП02- блок 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 базовых ВЧ каналов с полосой 4 кГц, конфигурируемых на плате МД02 - от 1 до 3. 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:

- 1Р - установлен один усилитель УМ02 и один фильтр ФПРД, мощность ВЧ сигнала - 20 Вт;
- 2Р - установлены два усилителя УМ02 и два фильтра ФПРД, мощность ВЧ сигнала - 40 Вт.

Обозначение блока включает:

- количество задействованных ВЧ каналов 1/2/3;
- исполнение по пиковой мощности огибающей ВЧ сигнала: 1Р - 20 Вт или 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 постоянное напряжение 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



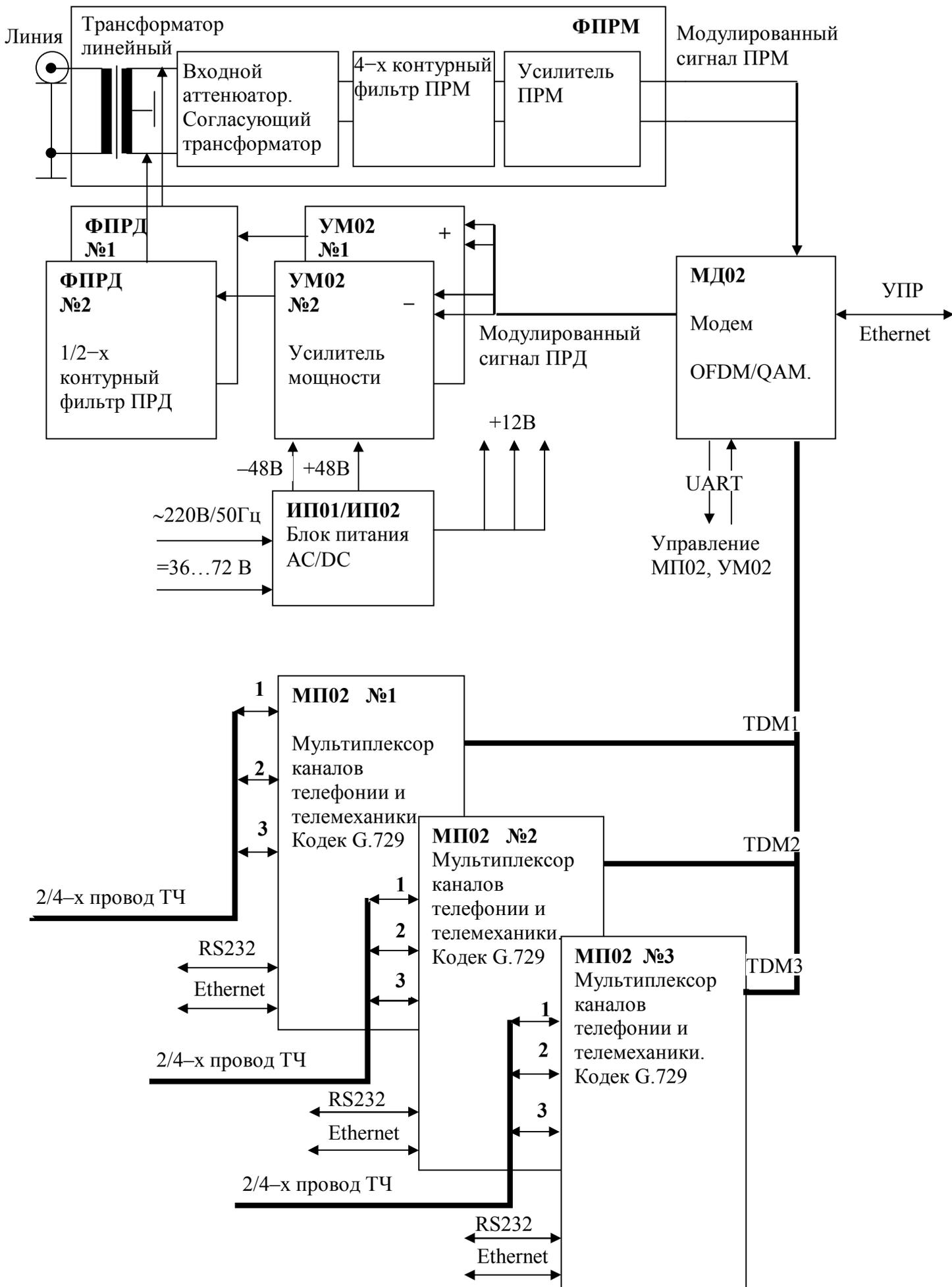


Рис.1. Структурная схема блока MC04-PLC.

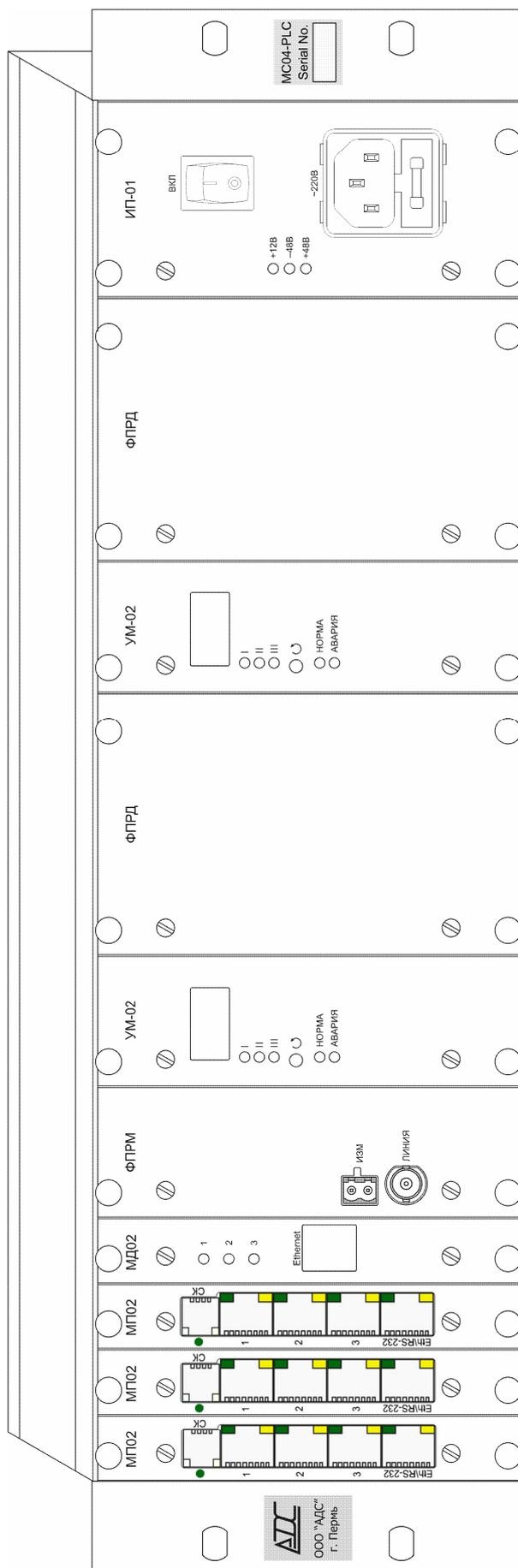


Рис.2. Внешний вид блока МС04-PLC

2.1 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 каналов ТМ, ПД и ТФ в базовый 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 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.

2.1.1 Режимы и каналы 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.

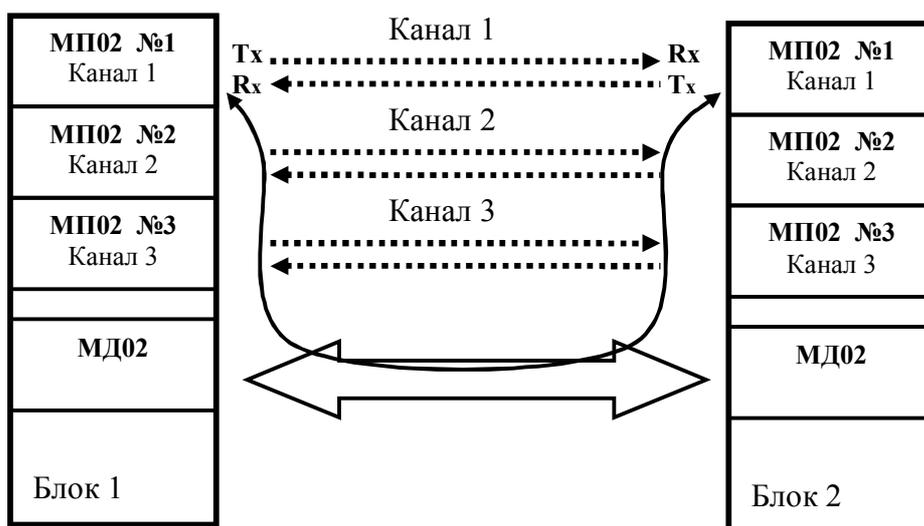


Рис.3. Схема организации каналов в системе MC04-PLC.

2.1.1.1. Цифровой режим.

В цифровом режиме каждая плата МП02 обеспечивает прием/передачу в ВЧ канале сигналов 5–ти интерфейсов;

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

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**.

В порты 1, 2, 3 платы возможна установка до трёх модулей ТЧ, при этом в состоянии разговора (передача голосовых данных через линию) в данный момент времени 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**.

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 абонентскими каналами.

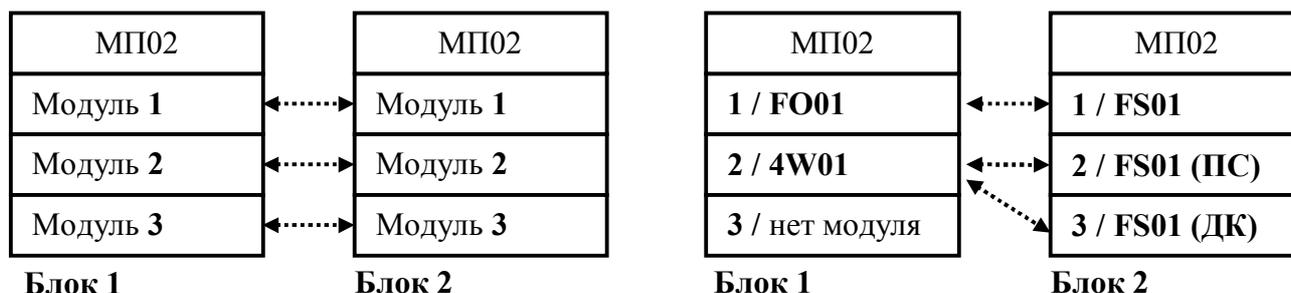


Рис.4. Схема установки голосовых модулей ТЧ.

Распределение каналов платы МП02 в ВЧ канале.

Полоса пропускания ВЧ канала делится между каналами платы МП02: канал обслуживания, канал телемеханики, голосовой канал, канал передачи данных. Скорость (полоса пропускания) в ВЧ канале отображается в мониторинге на вкладке **Состояние** платы МП02.

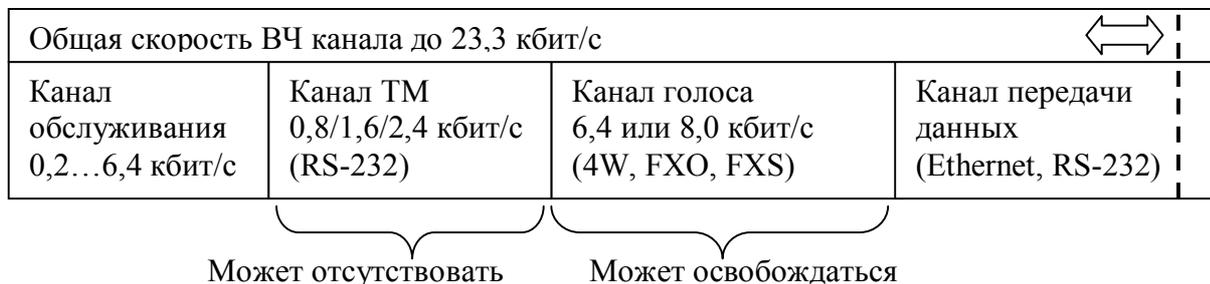


Рис.5. Распределение каналов платы МП02.

По **каналу обслуживания** передаётся сигнализация для голосовых модулей, служебная информация, а также есть возможность передачи сообщений мониторинга. Скорость канала обслуживания задаётся конфигурированием платы от 200 до 6400 бит/с с шагом 100 бит/с.

По **каналу телемеханики** 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 **голосовому каналу** передаются данные кодека G.729. Занимаемая кодеком полоса может быть 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.

По **каналу передачи данных** отправляются IP-пакеты от порта Ethernet и данные от порта RS-232 в асинхронном старт/стопном режиме.

Приоритеты каналов передачи.

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 каналам платы МП02 назначен приоритет. На рис. 4 распределения каналов приоритет уменьшается слева направо: канал обслуживания имеет самый высокий приоритет, канал передачи данных самый низкий.

При снижении скорости в ВЧ канале сначала уменьшается скорость канала передачи данных, затем выключается канал голоса, потом данные телемеханики. При снижении скорости потока передачи ниже настроенной скорости канала обслуживания, канал обслуживания прекращает работу.

В таблице 8 показан пример распределения каналов платы МП02 в зависимости от общей скорости: скорость канала обслуживания (КО) задана 0,2 кбит/с, канала ТМ – 0,8 кбит/с, канала голоса – 6,4 кбит/с, канал ПД занимает всю оставшуюся полосу. При отсутствии канала ТМ и незадействованном голосовом канале скорость (полоса) канала ПД почти равна скорости ЦП в ВЧ канале. Например, при скорости ЦП равной 15 кбит/с скорость ПД будет равна 14,8 кбит/с.

Таблица 8.

				Общая скорость
0,2 кбит/с	1,0 кбит/с	7,4 кбит/с		15,0 кбит/с
КО	ТМ	Голос	ПД	15 кбит/с
КО	ТМ	Голос	ПД	12 кбит/с
КО	ТМ	Голос	ПД	9 кбит/с
КО	ТМ	Голос		7,4 кбит/с
КО	ТМ	XXX		1,0...7,3 кбит/с
КО	XXX			0,2...0,9 кбит/с

2.1.1.2. Аналоговый режим.

В аналоговом режиме передаются только сигналы от ГЧ модулей 4W01 и канал сигнализации отсутствует. Данные от портов Ethernet, RS-232 не передаются, канал обслуживания не работает.

Модуль 4W01, установленный в порт 1, имеет полосу пропускания 300...2000 Гц и обеспечивает передачу ТФ сигналов речи в узком тональном диапазоне.

Модуль 4W01, установленный в порт 2, имеет полосу пропускания 2200...3400 Гц и обеспечивает передачу сигналов аналоговых каналов ТМ в надтональном диапазоне.

При приёме из линии сигналы ВЧ канала разделяются с помощью фильтра по частотам 300...2000 Гц и 2200...3400 Гц и выдаются соответственно на модуль 1 и модуль 2.

Модуль 4W01, установленный в порт 3, имеет полосу пропускания 300...3400 Гц и обеспечивает передачу ТФ сигнала в широком тональном диапазоне. Канал может использоваться для ТФ соединения типа "абонентская линия – встречная АТС" по протоколу АДАСЭ с использованием внешнего абонентского транслятора.

2.1.2 Стыки каналов платы.

Стыки каналов ТФ, ТМ и ПД выведены на лицевую планку платы МП02 (рис. 6):

- СК – релейные вход/выход, «сухие» контакты охранного или иного датчика;
- 1, 2, 3 – три порта для организации ГЧ каналов ТФ;
- Eth\RS232 – порт для организации канала ТМ и ПД.

Релейный вход/выход, разъем СК:

- 1–2 – вход релейный, «сухой» контакт;
- 3–4 – выход релейный (350 В, 100 мА).

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 ТЖ-8P8C портов **1, 2, 3** даны в табл.9 и 10.

Таблица 9. 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

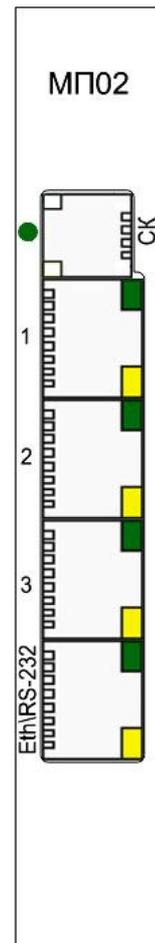
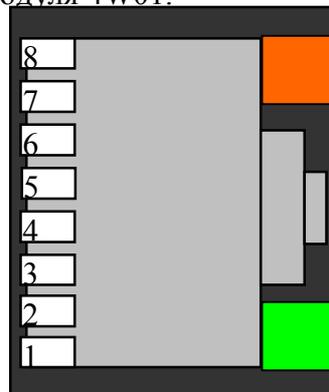


Таблица 10. 2-х проводный ТЧ стык FXS/FXO – при установке модуля FS01/FO01.

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

Рис. 6. Лицевая панель платы МП02.

Таблица 11. 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

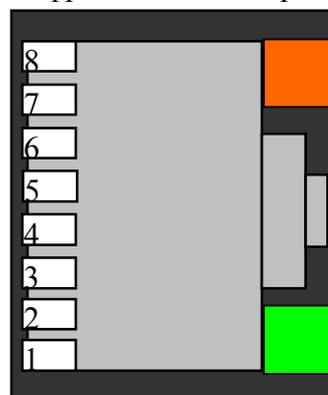
Мигание верхнего оранжевого индикатора разъема портов **1, 2, 3** индицирует процесс загрузки ПО модуля, после загрузки – гаснет.

Стыки каналов ТМ и ПД.

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

Таблица 12. Цепи порта **Eth\RS232** разъема ТЖ-8P8C.

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.

2.1.3 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.



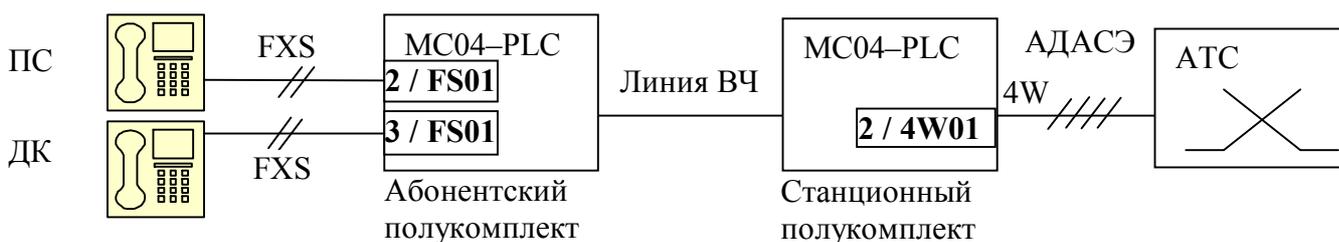
ТЧ канал аппаратуры помещается в разрыв 2-х проводного шлейфа между телефоном и абонентским комплектом АТС. Поддерживаются как тональный DTMF, так и импульсный набор номера. Занятие линии, вызывной сигнал, импульсный набор номера передаются на другую сторону вне полосы ТЧ в ЦП по ОКС.

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



Абонент соединяется с АТС через 4-х проводный ТЧ канал, организованный с помощью модулей 4W01, аналоговый режим, порт 3 платы МП02. 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 полуккомплекте установлены два модуля FS01 в порты 2 и 3, которые обеспечивают интерфейсы FXS для подключения телефонных аппарата соответственно абонента ПС и диспетчера ДК.

На стационарном полукомплекте соединение с АТС производится через 4-х проводный интерфейс ГЧ модуля 4W01, установленного в порт 2. Двухчастотная 1200/1600 Гц сигнализация АДАСЭ по табл. 12 стационарного полукомплекта преобразуется в сигнализацию абонентского полукомплекта, которая передается в ЦП по ОКС.

Разделение каналов ДК и ПС выполняется частотой запроса на соединение 1200 Гц или 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

2.2. Плата МД02.

2.2.1. Функции платы:

- прием/передача 3–х цифровых НЧ потоков, поступающих по шинам TDM от плат МП02;
- аналого–цифровое и обратное преобразование ВЧ сигналов;
- модуляция/демодуляция несущего ВЧ сигнала НЧ сигналом (цифровой поток);
- конфигурирование 3–х ВЧ каналов и ВЧ окончания;
- локальный доступ к аппаратуре через порт Ethernet;
- организация сетевого мониторинга ближнего и дальнего конца.

2.2.2. Модуляция/демодуляция.

Плата выполняет преобразования цифровых НЧ потоков (модуляция) от плат МП02 в аналоговый высокочастотный сигнал с передачей цифрового потока в режиме временного или частотного разделения каналов (цикл 30 мс), а также обратное преобразование (демодуляция) ВЧ сигнала в цифровой НЧ поток.

Модуляция выполняется в два этапа. На первом этапе низкочастотный цифровой поток преобразуется с помощью QAM–модуляции в OFDM сигнал в полосе 0,1–3,9 кГц с разделением на 88 поднесущих, включая одну поднесущую встроенного канала обслуживания (eoc) и две поднесущие пилот сигнала. На втором этапе выполняется перенос низкочастотного OFDM сигнала в полосу ВЧ от 16 до 1000 кГц с помощью амплитудной модуляции с передачей одной боковой полосы АМ ОБП. Оба преобразования выполняются в цифровой форме. Полученные отсчеты подаются на ЦАП для получения аналогового ВЧ сигнала.

Демодуляция осуществляется аналогично в обратном порядке. АЦП преобразует ВЧ сигнал в поток цифровых отсчетов. Далее происходит перенос ВЧ сигнала в полосу 0,1–3,9 кГц, затем OFDM демодулятор формирует цифровой поток, принимаемый платой МП02.

Примечание. OFDM (*Orthogonal frequency-division multiplexing* — мультиплексирование с ортогональным частотным разделением каналов) является цифровой схемой модуляции, которая использует большое количество близко расположенных ортогональных (энергетически независимых) поднесущих. Каждая поднесущая модулируется по обычной схеме модуляции, например, QAM (квадратурная амплитудная модуляция).

2.2.3. Технические характеристики.

Аналоговый стык:

- номинальный выходной/входной уровень (амплитуда) 1,5 В
- диапазон автоматической регулировки усиления (APУ) 51 дБ

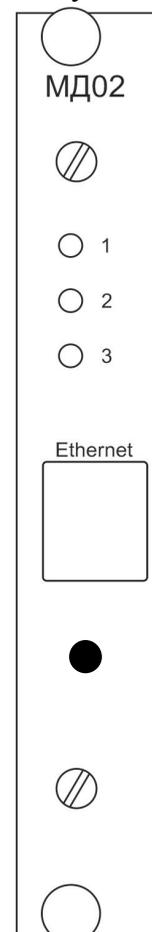
Цифровые стыки с платами МП02:

- количество стыков – 3
- тип интерфейса – синхронный TDM
- длительность цикла – 10 мс
- частота тактирования – 32 кГц.

2.2.4. На лицевой панели платы размещены светодиодные индикаторы **1, 2, 3**, которые индицируют состояние 3–х ВЧ каналов, соединитель **Ethernet** и кнопка.

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

- совместное 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 каналов в соответствии с номерами индикаторов;
- каналный индикатор погашен, пока канал выключен. Включение/выключение канала выполняется конфигурированием;
- каналный индикатор светится красным цветом, если отсутствует входной ВЧ сигнал канала (не найден пилот-сигнал). Свечение продолжается пока не завершена настройка ВЧ демодулятора;



- равномерное мигание с периодом 1 с канального индикатора жёлтым цветом указывает на запуск цикла активации OFDM приёмника канала. При установлении связи по служебному каналу мигания прекращаются;
- непрерывное свечение канального индикатора жёлтым цветом показывает, что идёт процесс установления скорости передачи данных от дальнего конца, однако скорость ещё не достигла сконфигурированного значения;
- канальный индикатор светится зелёным цветом, когда обеспечивается передача данных от дальнего конца с заданной скоростью. При этом выдаются кратковременные (35 мс) вспышки жёлтого цвета по ошибкам приёма.

Соединитель 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).

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.

2.2.5. Программно настраиваются следующие параметры:

- регулятор уровня по ВЧ выходу в диапазоне от 0 до – 20 дБ;
- регулятор запаса по уровню приема в диапазоне от 0 до – 26 дБ;
- глубина автоматической регулировки усиления (АРУ) до – 51 дБ;
- 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;
 - минимальное отношение сигнал/шум;
 - минимальная скорость цифрового потока.

2.2.6. В цифровом режиме постоянно выполняется автоматическая подстройка скорости передачи цифрового потока и его перераспределение между несущими сигналами под текущие шумовые условия передачи в ЛЭП. В ходе подстройки скорость передачи поддерживается максимальной, при которой обеспечивается заданное отношение сигнал/шум, но не ниже заданной. Уровень сигнала в отношении сигнал/шум равен шагу квантования его цифровых значений. Заданные скорость передачи и отношение сигнал/шум устанавливаются конфигурированием.

Установку скорости передачи в канале можно производить в соответствии со следующими противоположными критериями:

- максимальное качество (достоверность) передачи с коэффициентом битовых ошибок менее 10^{-6} при минимальной скорости, обеспечивающей заданное высокое соотношение сигнал/шум;
- максимальная скорость передачи при заданном низком соотношении сигнал/шум и коэффициенте битовых ошибок более 10^{-6} до 10^{-4} .

Максимально возможная доступная скорость передачи ЦП в полосе ВЧ канала – 23,3 кбит/с.

2.3 Плата ФПРМ.

2.3.1. 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.

Входной сигнал с линейного трансформатора подается на 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.

2.3.2. Настройка полосового фильтра.

Для обеспечения высокой избирательности фильтр приемника содержит четыре последовательно включенных колебательных LC контура. Настройка полосы пропускания фильтра производится в заводских условиях и включает в себя выбор номиналов индуктивностей и конденсаторов с помощью переключателей. Точная настройка производится с помощью винта регулировки индуктивностей.

2.3.3. Настройка аттенюатора.

Исходная заводская настройка затухания аттенюатора 26 дБ обеспечивает функционирование аппаратуры при затуханиях линии более 30 дБ. При меньших затуханиях линии 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 джамперов J2, J3, J4, J6 по табл.6: + джампер установлен, – джампер снят.

Таблица 14. Настройка аттенюатора.

Затухание линии	Дополнительное затухание аттенюатора	Установка джамперов			
		J2	J3	J4	J6
≤ 6 дБ	30 дБ	–	–	+	+
6...12 дБ	24 дБ	–	–	+	–
12...18 дБ	18 дБ	–	+	–	+
18...24 дБ	12 дБ	–	+	–	–
24...30 дБ	6 дБ	+	–	–	+
≥30 дБ	0 дБ	+	–	–	–

2.3.4. Лицевые разъемы (рис. 2):

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

2.3.5. При пропадании напряжения питания усилителя мощности ВЧ цепи аппаратуры должны отключаться от ВЧ кабеля (разъема ЛИНИЯ).

При обрыве ВЧ линии должен выключаться усилитель мощности и отключаться ВЧ цепи аппаратуры от ВЧ кабеля (разъема ЛИНИЯ).

2.4 Плата УМ02.

2.4.1. 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 и индикацию аварий.

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

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

2.4.2. 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 (амплитуда) – 1,5 В;
- входное сопротивление – 3,8 кОм;
- выходное сопротивление – 10 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.

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

- светодиодный 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;
- уровень выходного сигнала в линии L_u относительно напряжения 0,775 В;
- среднеквадратичное напряжение U_{rms} суммарного ВЧ сигнала на линейном выходе;
- температура 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	Уровень сигнала передатчика L_u	22d	дБн
2	II	Напряжение в линии U_{rms}	8.7	В
3	II			
4	III			
5	III	Температура	68°	$^{\circ}\text{C}$

2.4.4. Аварийные состояния и индикация платы УМ02:

- обрыв линии связи, индикация аварии **A1** в мигающем режиме;
- обрыв связи между платой УМ02 и платой ФПРД, индикация аварии **A2** в мигающем режиме;
- потеря передаваемого ВЧ сигнала от платы МД01, индикация авария **A3** в мигающем режиме;
- температура выходных транзисторов более 90°C , индикация аварии **A4** в мигающем режиме.

В случае аварий **A1, A2, A4** происходит выключение усилителя и отключение с помощью реле линии связи. 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.

2.5 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 два последовательного LC-контура. Настройка полосы пропускания фильтра производится в заводских условиях и включает в себя выбор номиналов индуктивностей и конденсаторов с помощью переключателей. 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 500 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.

2.6 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 ~ 220 В для ИП01 и ± 48 В для ИП02, светодиоды индикации выходных напряжений **+12V/–48V/+48V**.

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

3 Монтаж аппаратуры.

3.1. Блок устанавливается и крепится четырьмя винтами в стойку или шкаф 19 дюймов. 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.

3.2. 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.

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

3.4. Подключение телефонных окончаний производится к портам 1/2/3 платы МП02. Для подключения необходимо обжать ответные части разъемов RJ-45 в соответствии с назначением контактов на рисунках п.2.1.2.

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

4 Настройки и конфигурирование аппаратуры.

4.1. Настройки ВЧ тракта и платы МД02:

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

Аппаратная настройка входного ВЧ аттенюатора под затухание линии производится с помощью джамперов на плате ФПРМ по табл.14. Заводская поставка: затухание линии – ≥ 30 дБ, дополнительный аттенюатор – 0 дБ (установлен джампер J2).

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

4.1.1. Конфигурация ВЧ передатчика и приемника.

На вкладке **Конфиг. ВЧ** настраиваются:

- уровень ВЧ передатчика от 0 до – 20 дБ;
- запас по уровню приема от 0 до – 26 дБ;
- глубина автоматической регулировки усиления (АРУ) – до 51 дБ.

Рекомендуемые установки:

- уровень ВЧ передатчика:
 - 0,4 дБ – для одноканальной аппаратуры
 - 3,6 дБ – для двухканальной аппаратуры
 - 6,8 дБ – для трехканальной аппаратуры
- запас на мешающие сигналы по уровню приема – 25,4 дБ
- глубина АРУ – до 51 дБ.

4.1.2. Конфигурация ВЧ каналов.

На вкладке **Конф. каналов** по каждому из 3–х каналов ВЧ 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**
- минимальное отношение сигнал/шум;
- минимальная 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**.

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

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

Рекомендуемые установки по минимальному отношению сигнал/шум и минимальной скорости ЦП:

При первом запуске аппаратуры на линии установить скорость 8 кбит/с, отношение сигнал/шум 31 дБ. После активации линии проконтролировать качество соединения на вкладке **Работа каналов** по измеренному отношению сигнал/шум СШ и коэффициенту ошибок Кош за время наблюдения порядка 5–10 мин. При высоком качестве соединения – СШ более 20 дБ и Кош менее 10^{-6} – скорость можно повысить до нужного значения.

В процессе работы постоянно выполняется автоматическая подстройка скорости передачи цифрового потока под текущие шумовые условия передачи в ЛЭП. В ходе подстройки скорость передачи поддерживается максимальной, но не ниже заданной, при которой обеспечивается заданное отношение сигнал/шум.

Установку скорости передачи в канале можно производить в соответствии со следующими противоположными критериями:

- максимальное качество (достоверность) передачи с коэффициентом битовых ошибок менее 10^{-6} при минимальной скорости, обеспечивающей заданное высокое соотношение сигнал/шум;
- максимальная скорость передачи при заданном низком соотношении сигнал/шум и коэффициенте битовых ошибок более 10^{-6} до 10^{-4} .

Максимально возможная доступная скорость передачи ЦП в полосе ВЧ канала – 23,3 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. Скорость канала ЕОС составляет 67 бит/с.

4.1.3. На вкладке **Работа каналов** отображается информация о состоянии выбранного канала: состояние приёмника, уровень входного сигнала, цифровые скорости передатчика и приёмника, отношение сигнал/шум, число ошибок, коэффициент ошибок, шлейф данных для платы МП02. Индицируются состояния приёмника: перегрузка, нет сигнала, активация, приём данных. Счетчик ошибок: 0..65535 (при достижении верхней границы счетчик останавливается). Напротив счетчика ошибок находится кнопка сброса счетчика.

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

4.2. Настройки платы МП02:

4.2.1. 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 200 бит/с.

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

4. По стыку RS232 устанавливается режим асинхронный или кодонезависимый и скорости передачи. В асинхронном режиме поддерживаются скорости порта 200/300/600/1200/2400/4800/9600/19200/38400/57600/115200 бит/с, для кодонезависимого режима – 100/200/300 бит/с.

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

6. На панели **Голосовые модули** настраиваются уровни установленных модулей:
- FXO/FXS – 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. Но при организации диспетчерского и абонентского соединения по одному ТЧ каналу задается **режим АДАСЭ**.

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

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

4.3. Настройки стыка Ethernet платы МП02.

Устройство работает в режиме **сетевого шлюза**, передавая пакеты IPv4 из одной сети в другую. Кроме этого, порт Ethernet может использоваться для мониторинга ближнего и удалённого блоков PLC.

В программе MC04-PLC Monitor на панели **Ethernet** доступны настройки: блокировка, IP-адрес порта, маска подсети и IP-адрес шлюза(GW).

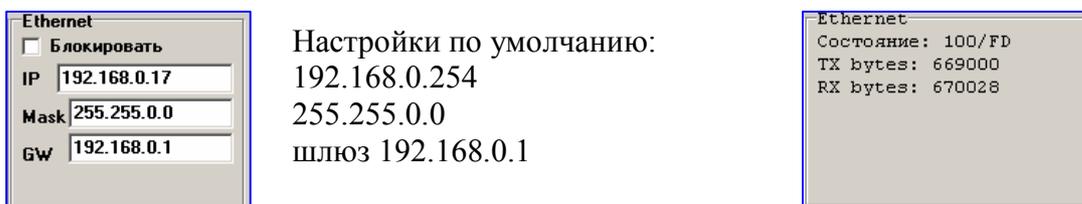


Рис.7. Настройки порта и отображение состояния

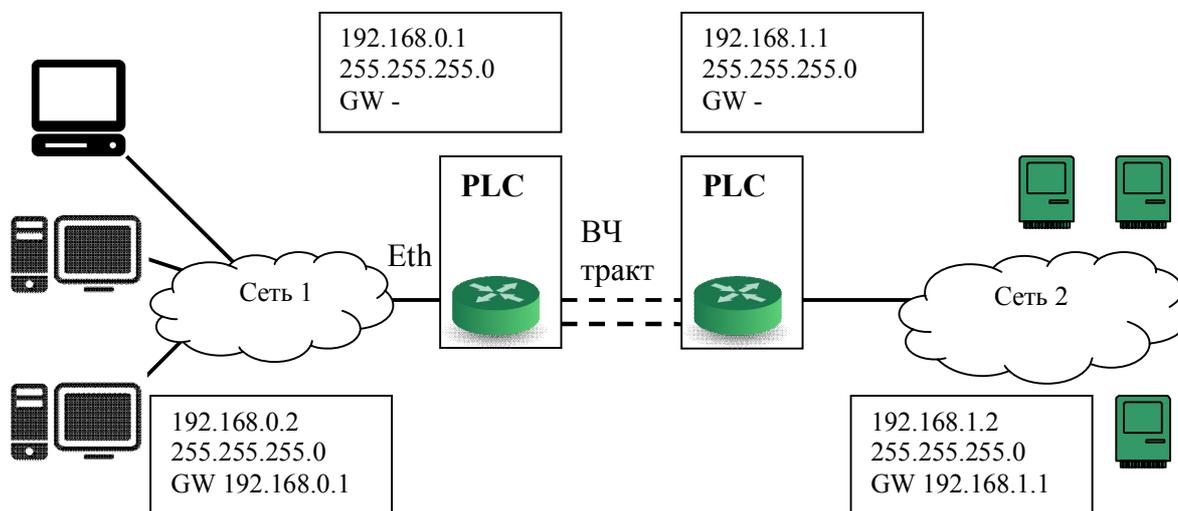


Рис.8. Пример настройки.

5 Контроль состояния аппаратуры.

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

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

5.2. На плате МП02 светодиода индицируют следующие состояния.

Таблица 3. 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.

5.3. На цифровом индикаторе платы УМ02 отображаются следующие параметры:

- среднеквадратичная мощность собственного передатчика;
- среднеквадратичное напряжение суммарного ВЧ сигнала на линейном выходе;
- 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 90°C, индикация аварии **A4** в мигающем режиме.

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

5.4. 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 $\pm 10\%$.

5.5. Качество ВЧ соединения контролируется в окне основных параметров системы мониторинга по коэффициенту ошибок, измеряемого платой МД02.

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.

6 Система программного управления и мониторинга MC04–PLC Monitor.

6.1. Схема организации мониторинга.

Система программного управления и мониторинга MC04–PLC Monitor предназначена для мониторинга состояния всех блоков сети MC04–PLC и программного управления и конфигурирования через встроенный канал управления.

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.

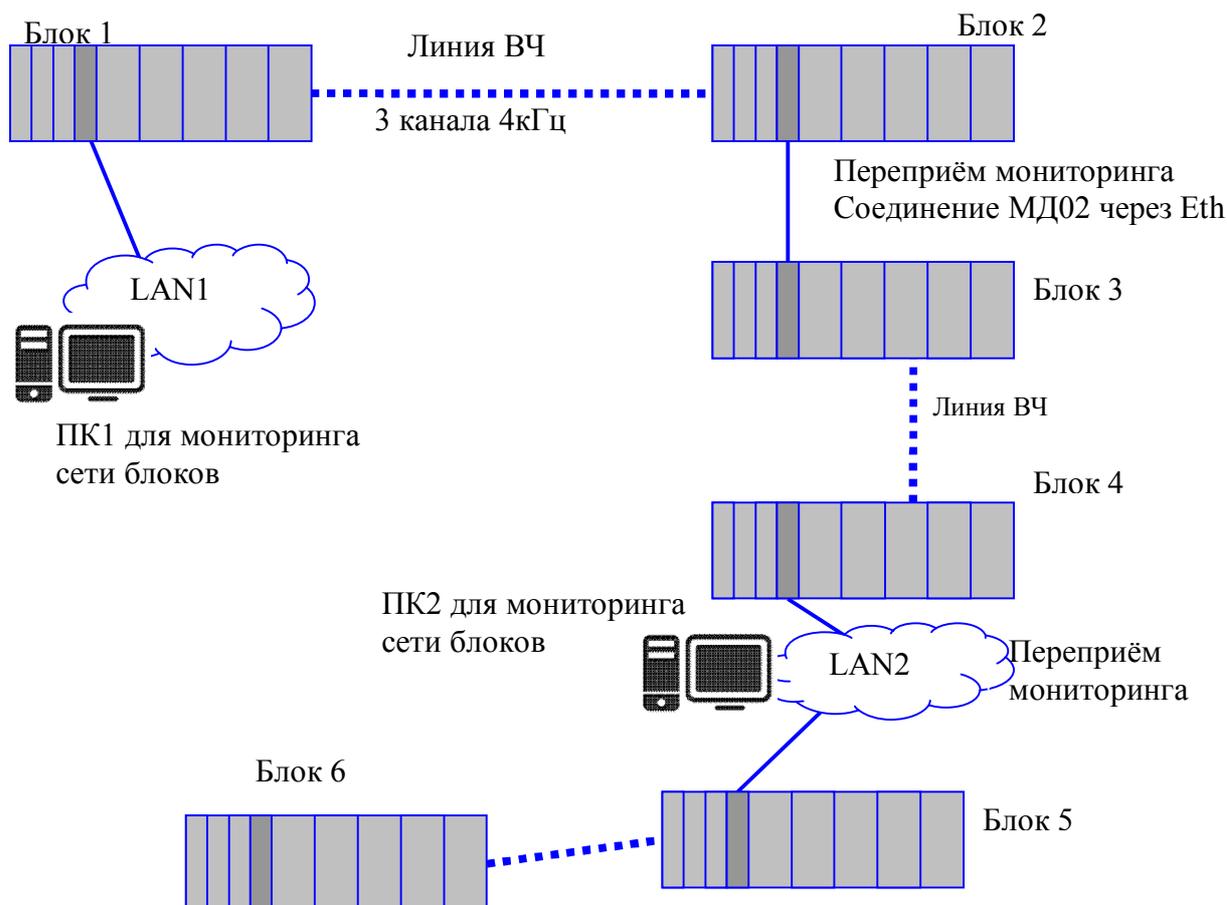


Рис.9. Схема организации мониторинга. Сеть блоков

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

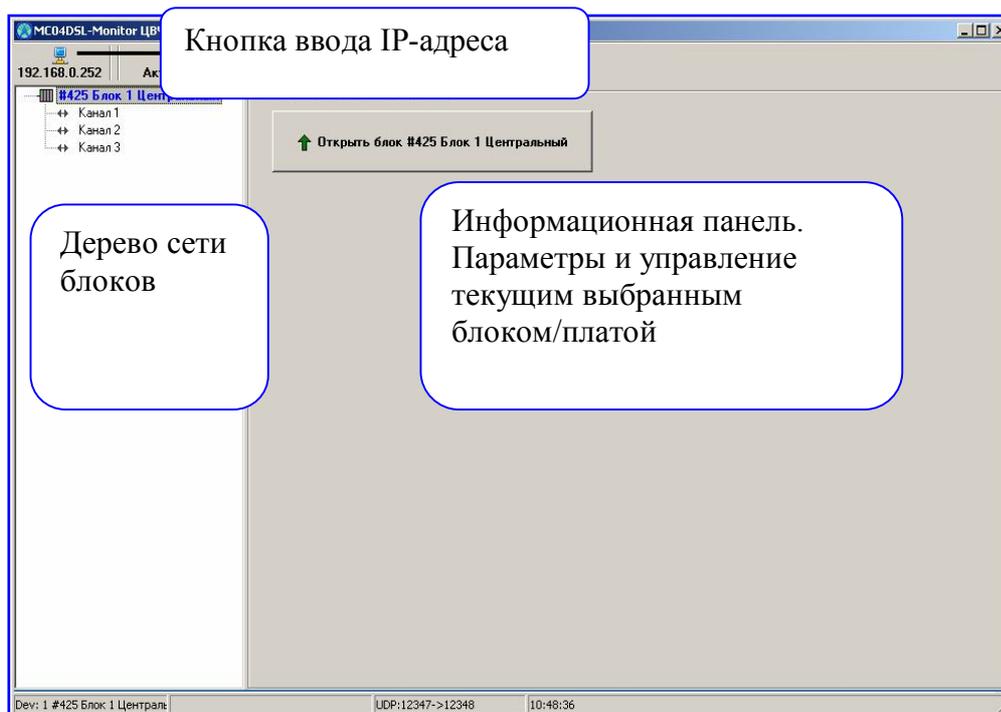
На компьютере запускается **ПО MC04–PLC Monitor**. Для передачи команд мониторинга от ПК до первого блока используется протокол UDP/IP. Для доступа к удалённому блоку через линию ВЧ сообщения от мониторинга транслируются через канал управления.

В качестве канала управления может использоваться:

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

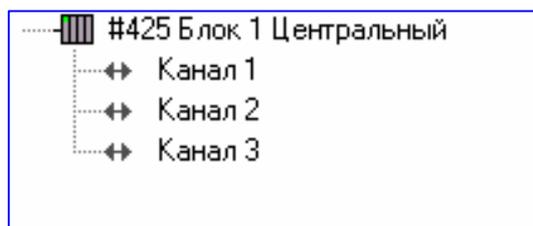
Выбор канала для доступа к удалённому блоку производится в настройках платы МД02 галочкой **мониторинг через служебный канал**. При установленной галочке используется канал ЕОС платы МД02, при снятой – канал обслуживания платы МП02. Скорость канала ЕОС составляет 67 бит/с и не занимает часть общей полосы передачи ЦП. Скорость канала обслуживания МП02 задаётся конфигурированием от 200 до 6400 бит/с. Канал обслуживания занимает часть общей полосы передачи ЦП.

6.2. Главное окно программы.



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

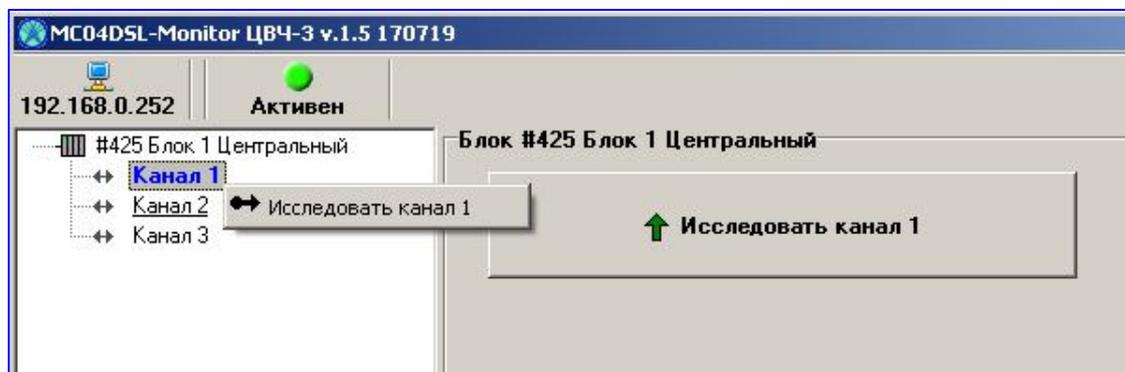
После старта программа автоматически опрашивает наличие первого устройства по указанному IP-адресу. При обнаружении устройств в дереве блоков они будут отображаться в виде иерархической структуры. Каждое устройство имеет 3 канала – 3 ветки в дереве. Ниже показано: корневой блок, подключенный к мониторингу интерфейсом Eth, а к каналу №1 корневого блока подключен второй блок. Иконка второго блока отображает, что он подключен к корневому блоку своим каналом №1.



6.3. Построение сети.

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

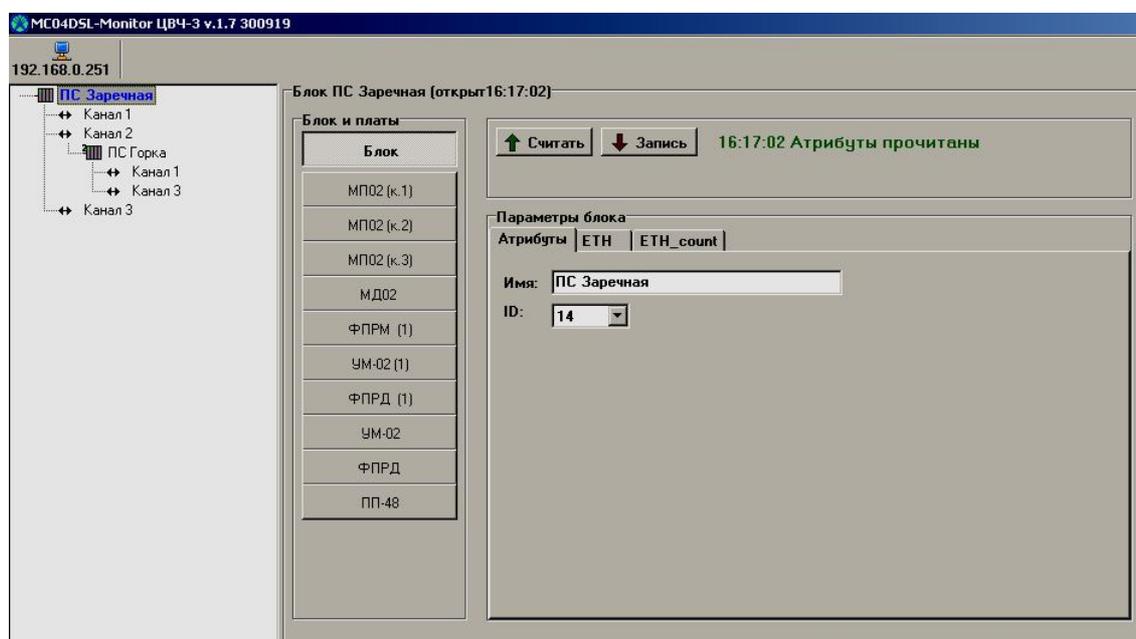
Для построения дерева устройств необходимо выполнить исследование сети – опросить нужные каналы, чтобы проверить подключение удалённых блоков. Для этого необходимо выбрать **канал** (1..3) в дереве устройств, затем на панели информации нажать кнопку **Исследовать канал n**, либо вызвать контекстное меню 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.

6.4. Открытие блока.

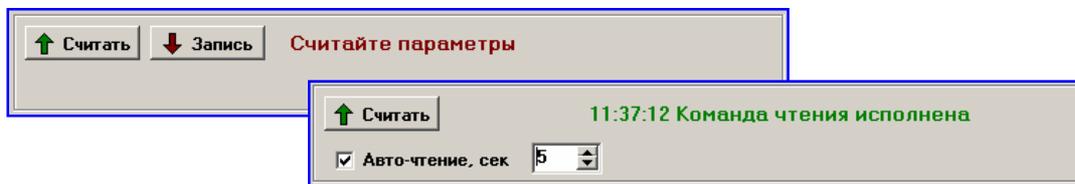
Для просмотра состояния блока и входящих в его состав плат, а также для их настройки необходимо выполнить процедуру открытия блока. В дереве устройств необходимо выбрать блок, а затем на панели информации нажать кнопку **Открыть блок**, либо вызвать контекстное меню и выбрать в нём соответствующий пункт.



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

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

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).



6.5. Параметры блока.

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

Атрибуты блока:

Имя – отображаемое в программе имя блока;

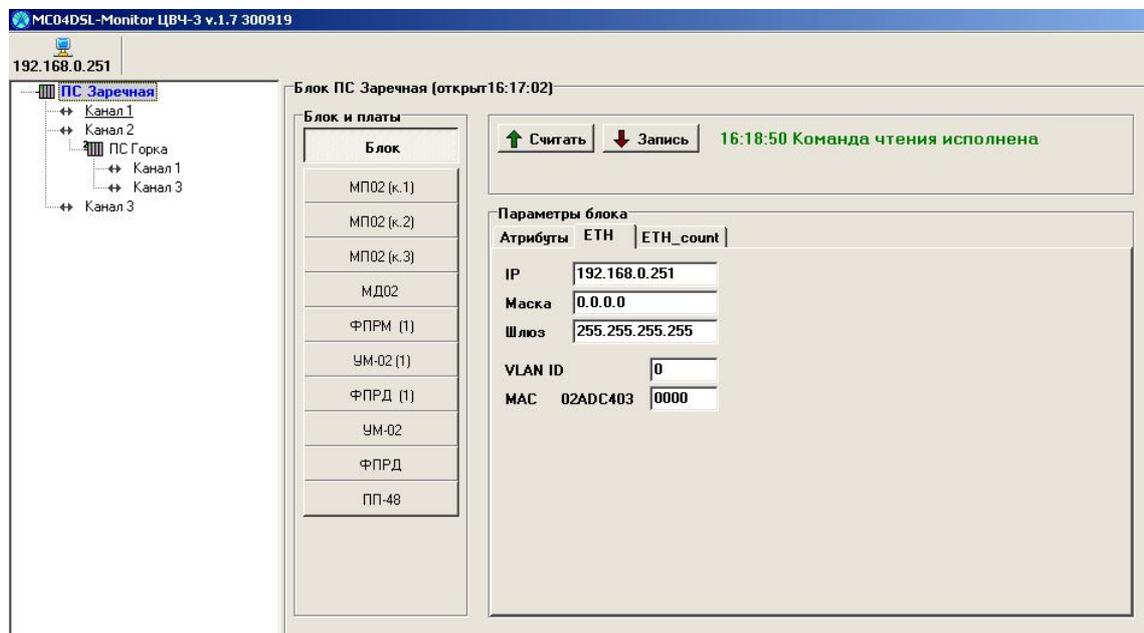
ID – сетевой идентификатор блока. Необходим для участков переприёма мониторинга через Ethernet (см. рис. 9, соединение Блок 2 – Блок 3 и Блок 4 - Блок 5).

Ethernet настройки блока:

IP/Маска/шлюз – настройки для сетей IP;

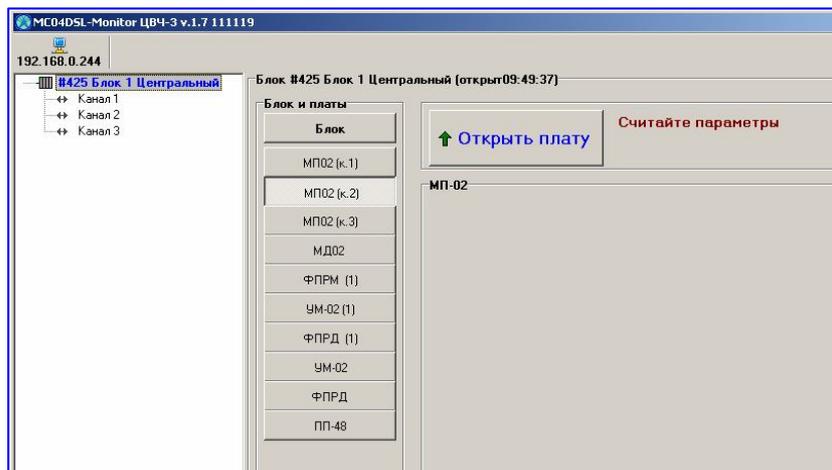
Vlan ID – идентификатор для работы в Vlan;

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

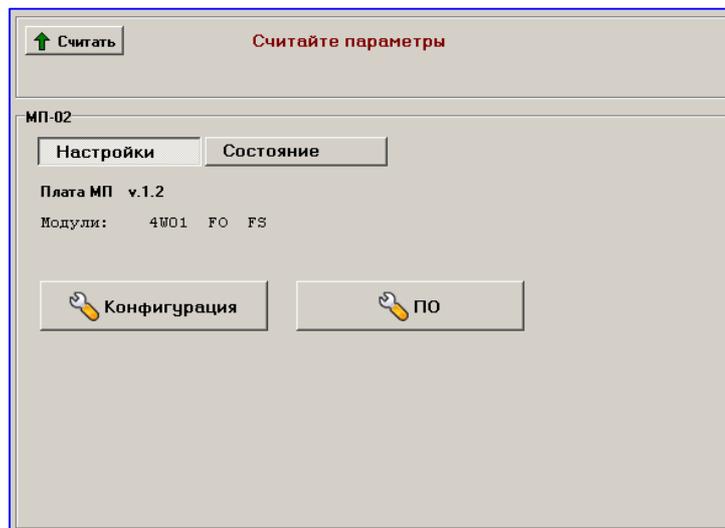


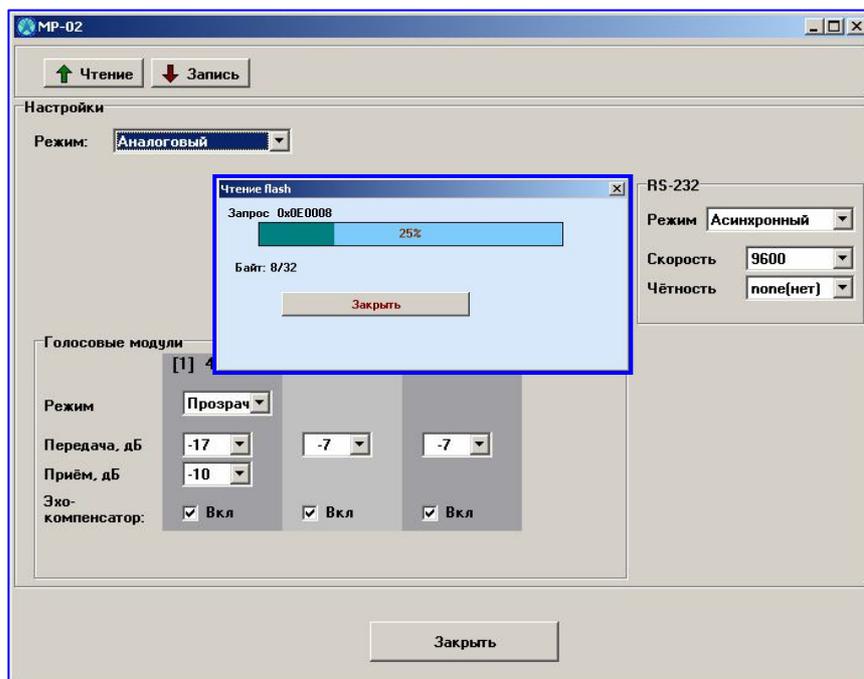
6.6. Плата МП02.

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**. На первой вкладке находятся кнопки **Конфигурация** и **ПО**, указана версия платы, типы установленных голосовых модулей. На второй вкладке выводятся данные о скоростях приёма/передачи каждого интерфейса платы, количество переданных/принятых байт интерфейсов Ethernet и RS-232, а также ошибки в служебном канале и канале передачи данных.

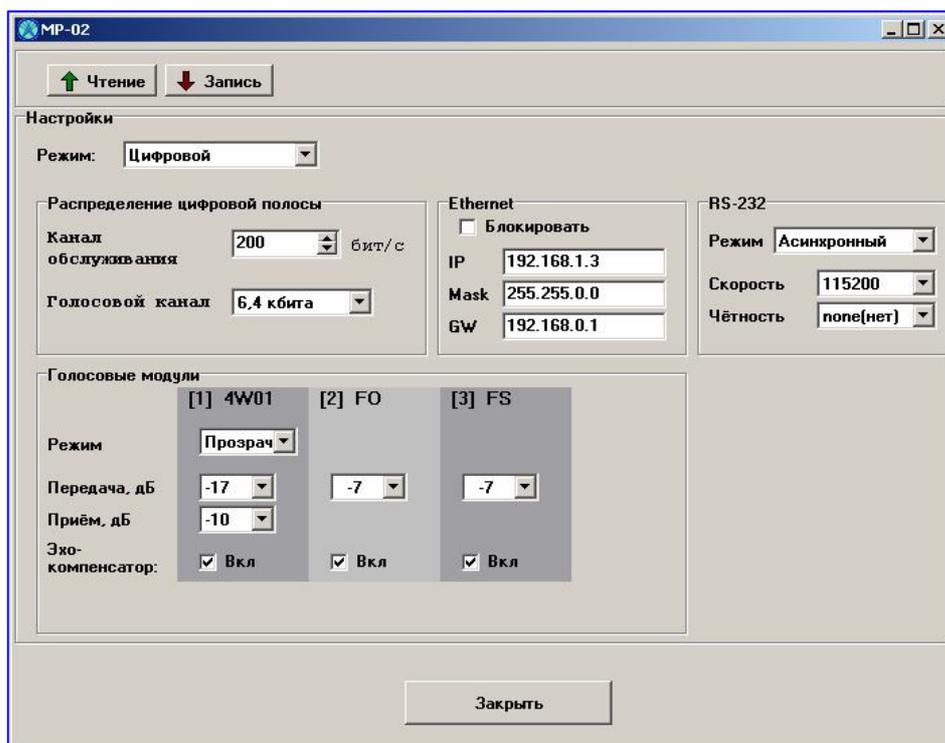




При нажатии на кнопку **Конфигурация**, открывается окно с настройками платы и производится считывание текущих настроек.

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

В цифровом режиме задаётся скорость канала обслуживания 200...6400 бит/с и скорость (качество) кодека 6,4/8,0 кбит/с. Канал обслуживания необходим для передачи сигнализации голосовых каналов, а также может использоваться для пересылки запросов мониторинга.



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

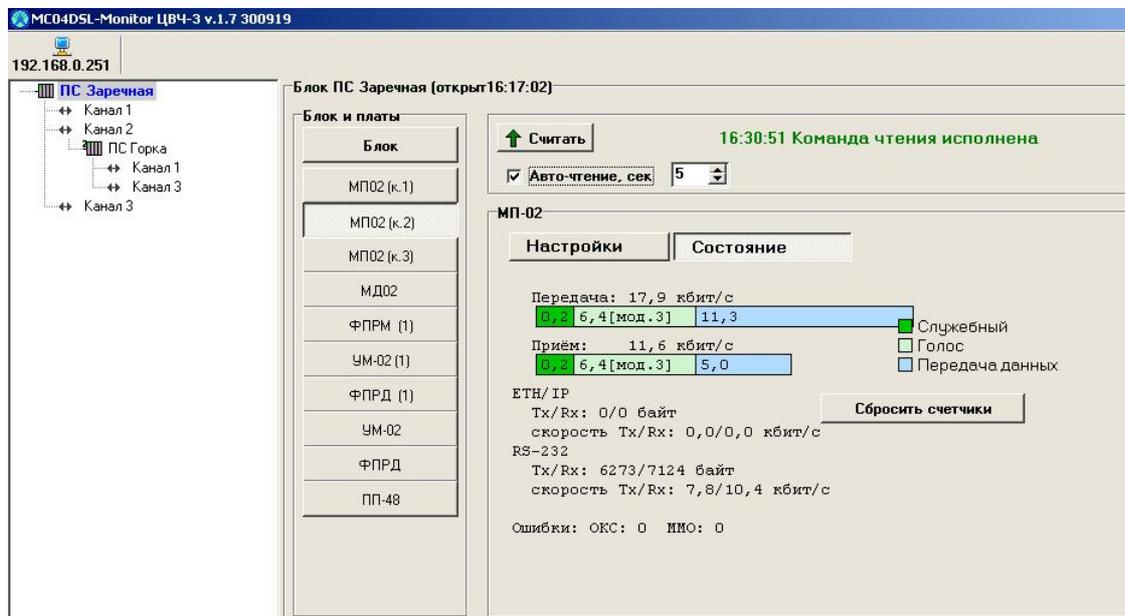
Для **RS-232** сначала настраивается режим асинхронный или кодонезависимый.

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.

Для кодонезависимого режима поддерживаются скорости 100/200/300 бит/с.

На панели **Голосовые модули** настраиваются параметры установленных модулей в зависимости от их типа. Галочка **Вкл** в строке **Эхокомпенсатор** доступна для всех модулей. При установленной галочке для данного модуля включается эхокомпенсация.

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



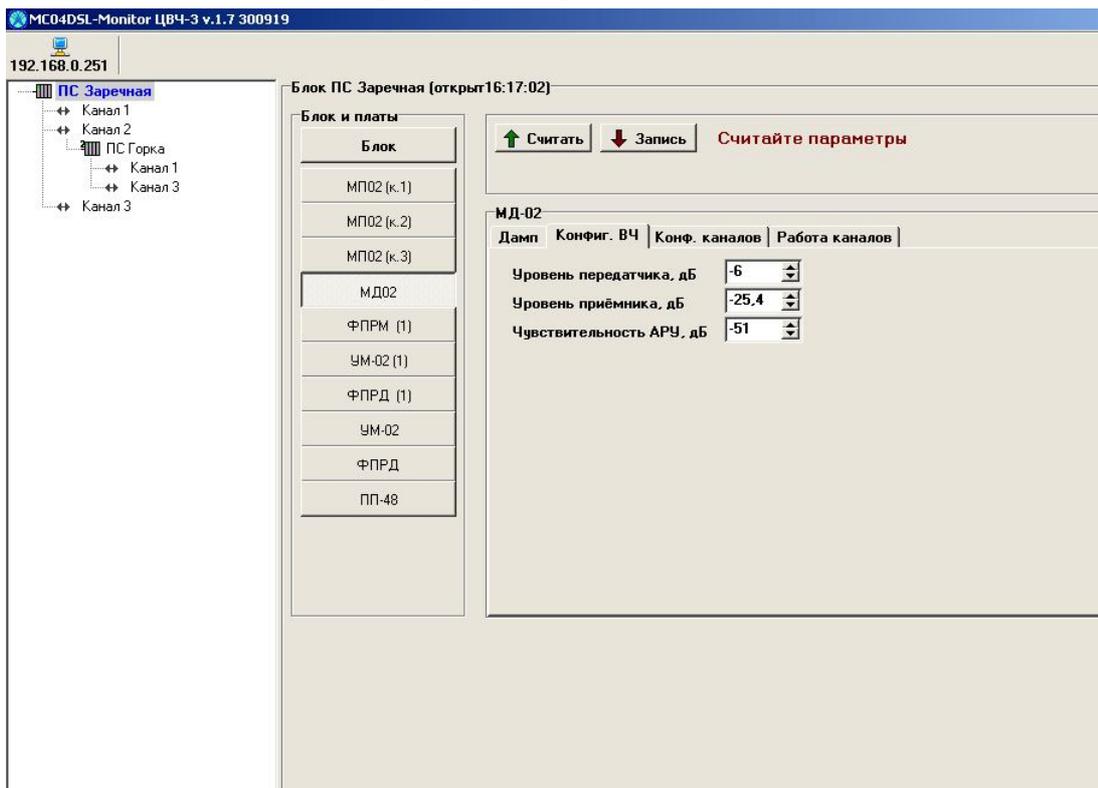
6.7. Плата МД02.

Панель платы МД02 содержит вкладки с настройками и состоянием платы.

Конфиг. ВЧ

Настраиваются следующие параметры:

- уровень ВЧ передатчика от 0 до – 20 дБ;
- запас по уровню приема от 0 до – 26 дБ;
- глубина автоматической регулировки усиления (АРУ) – до 51 дБ.



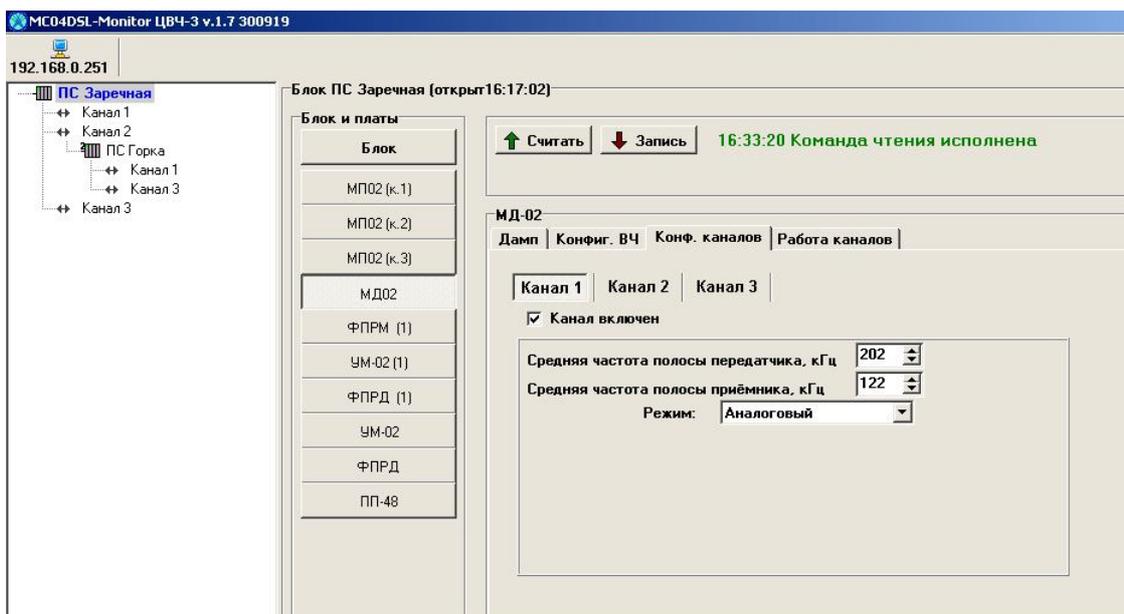
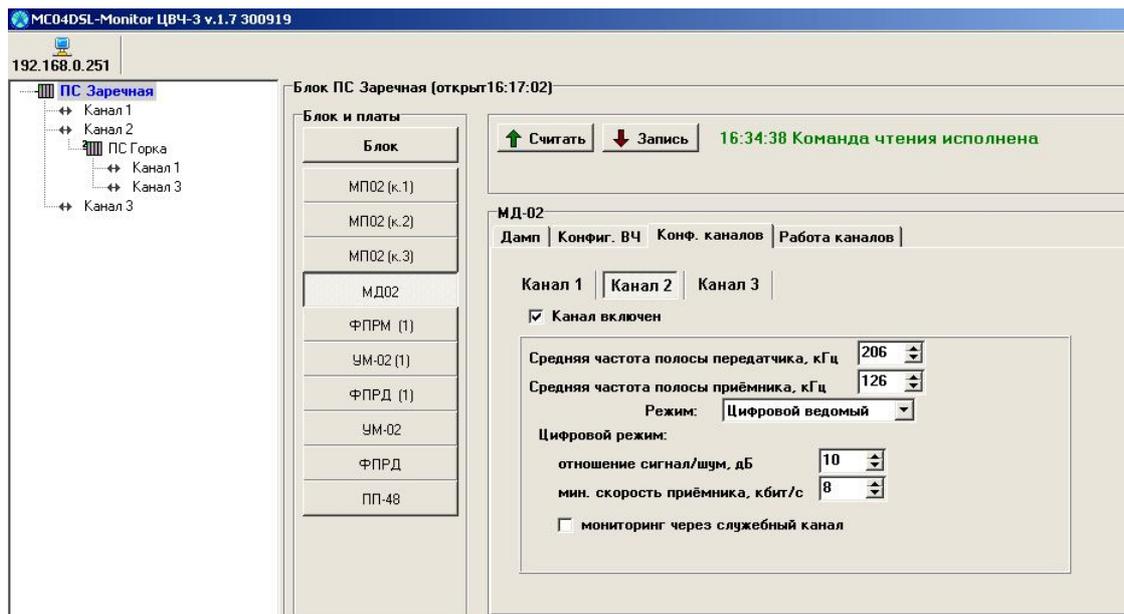
Конф. каналов

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**
- минимальное отношение сигнал/шум в цифровом режиме;
- минимальная скорость цифрового потока в цифровом режиме.

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. Скорость канала ЕОС составляет 67 бит/с и не занимает часть общей полосы передачи ЦП.

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



Установку скорости передачи в канале можно производить в соответствии со следующими противоположными критериями:

- максимальное качество (достоверность) передачи с коэффициентом битовых ошибок менее 10^{-6} при минимальной скорости, обеспечивающей заданное высокое соотношение сигнал/шум;
- максимальная скорость передачи при заданном низком соотношении сигнал/шум и коэффициенте битовых ошибок более 10^{-6} до 10^{-4} .

Максимально возможная доступная скорость передачи ЦП в полосе ВЧ канала – 23,3 кбит/с.

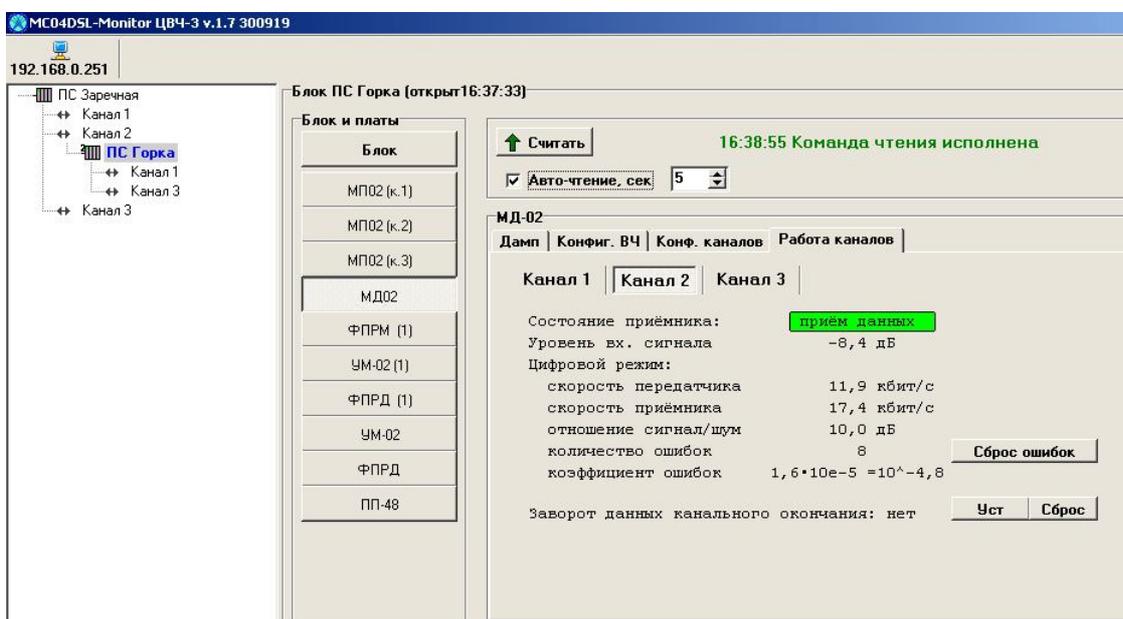
Работа каналов.

На данной вкладке отображается информация о состоянии выбранного канала: состояние приёмника, уровень входного сигнала, цифровые скорости передатчика и приёмника, отношение сигнал/шум, число ошибок, коэффициент ошибок, шлейф данных для платы МП02.

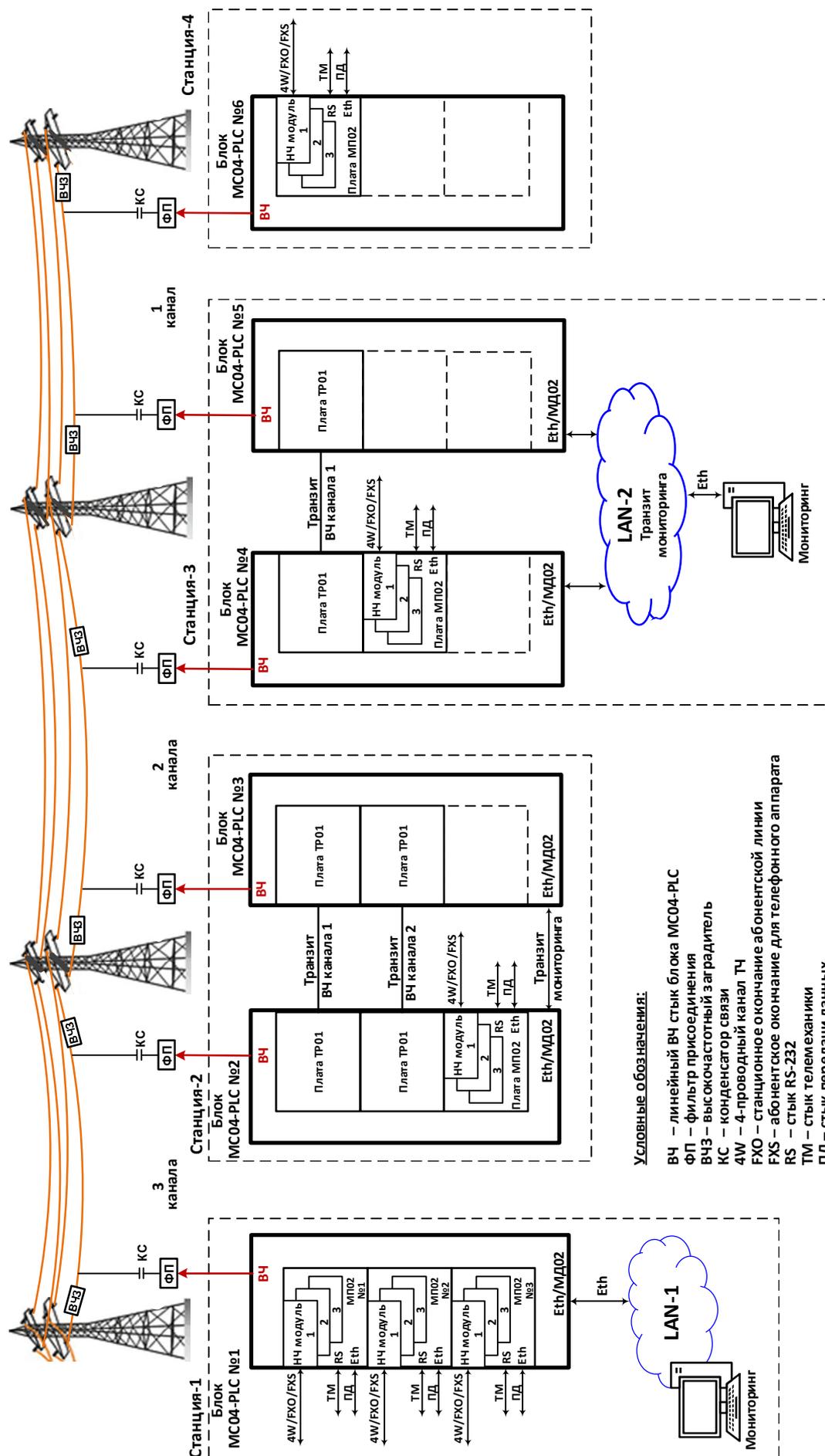
Возможные состояния приёмника: перегрузка, нет сигнала, активация, приём данных.

Счетчик ошибок: 0..65535 (при достижении верхней границы останавливается). Напротив счетчика ошибок находится кнопка сброса счетчика.

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



7 Приложение 1. Схема применения системы МС04-PLC.



Условные обозначения:

- ВЧ – линейный ВЧ стык блока МС04-PLC
- ФП – фильтр присоединения
- ВЧЗ – высокочастотный заградитель
- КС – конденсатор связи
- 4W – 4-проводный канал ТЧ
- FXO – станционное окончание абонентской линии
- FXS – абонентское окончание для телефонного аппарата
- RS – стык RS-232
- TM – стык телемеханики
- ПД – стык передачи данных
- Eth – стык канала Ethernet

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