



## **Цифровая система ВЧ связи по ЛЭП MC04-PLC**

Техническое описание и инструкция по эксплуатации  
КВ2.131.005 ТО  
(ред.6 / октябрь 2020)

## 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. ....                                   | 16   |
| 3.1.3 Схемы организации телефонной связи. ....                         | 17   |
| 3.2. Плата МД02.....                                                   | 19   |
| 3.3. Плата ТР01. ....                                                  | 23   |
| 3.4. Плата ФПРМ. ....                                                  | 24   |
| 3.5. Плата УМ02.....                                                   | 25   |
| 3.6. Плата ФПРД. ....                                                  | 26   |
| 3.7. Плата ПРМС.....                                                   | 26   |
| 3.8. Платы питания ИП01/ИП02.....                                      | 26   |
| 4 Монтаж аппаратуры.....                                               | 27   |
| 5 Настройки и конфигурирование аппаратуры.....                         | 27   |
| 5.1. Настройки ВЧ тракта и платы МД02:.....                            | 27   |
| 5.2. Настройки платы МП02:.....                                        | 30   |
| 5.3. Настройки стыка Ethernet платы МП02.....                          | 31   |
| 5.4. Настройки платы УМ02. ....                                        | 31   |
| 5.5. Настройки платы ФПРМ.....                                         | 31   |
| 6 Контроль состояния аппаратуры. ....                                  | 32   |
| 7 Система программного управления и мониторинга MC04–PLC Monitor. .... | 33   |
| 8 Приложение 1. Схема применения системы MC04–PLC. ....                | 45   |

## **1 Назначение.**

Цифровая система ВЧ связи MC04–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 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.

## **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).

Модуляция низкочастотного цифрового потока – QAM с разделением на 89 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.

Скорость передачи ЦП – до 23,3 кбит/с в полосе 4 кГц, до 69,9 кбит/с в полосе 12 кГц (в разработке).

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

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

Преобразование сигнализации АДАСЭ в абонентскую сигнализацию FXS/FXO (в режиме ВРС).

Диспетчерское и абонентское соединение по протоколу АДАСЭ по ТФ каналу (в режиме ВРС).

Цифровая эхокомпенсация в ТФ каналах (в режиме ВРС).

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

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 MC04–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 полукомплектов.

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

## 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) >330 Ом
  - 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              | –                               | $P_{\text{ном.кан}} - 3$ |                           | $P_{\text{ном.кан}} - 19$ |
| ТФ+ТМ+Пилот | ЧРС              | –                               | $P_{\text{ном.кан}} - 9$ | $P_{\text{ном.кан}} - 13$ | $P_{\text{ном.кан}} - 19$ |
| ЦП+Пилот    | ВРС              | $P_{\text{ном.кан}} - 10$       | –                        |                           | $P_{\text{ном.кан}} - 19$ |

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                                                                                        |

**Примечание.** Уровень мешающего сигнала на ВЧ входе аппаратуры относительно уровня приёма – превышение стороннего мешающего сигнала над собственным принимаемым.

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 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 в полосе 4 кГц при минимально допустимых отношениях сигнал/шум и коэффициенте битовых ошибок не более  $10^{-6}$ :

Таблица 5.

| Скорость, кбит/с, не менее                                   | 8  | 12 | 16 | 20 | 23,3 |
|--------------------------------------------------------------|----|----|----|----|------|
| Минимально допустимое отношение сигнал/шум («белый» шум), дБ | 19 | 23 | 27 | 31 | 35   |

**Примечание.** В таблице дан фиксированный набор скоростей. Регулятор скорости обеспечивает адаптацию скорости к изменениям ОСШ для множества точек от 0,1 до 23,3 кбит/с с дискретностью 0,1 кбит/с.

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

15. 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.

Использование смежного расположения частот собственного передатчика и собственного приемника допускается только для одноканальной аппаратуры с усилителем 20 Вт при рабочем затухании ВЧ тракта не более 18 дБ. При этом обеспечивается передача ЦП со скоростью до 18 кбит/с.

16. Время восстановления работы канала после потери синхронизации – не более 30 с.

17. Время готовности канала к работе после включения аппаратуры – не более 1,5 минуты.

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

- в аналоговом режиме – не более 60 мс
- в цифровом режиме – не более 160 мс.

19. 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. 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 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±5) Гц, F2= (1600±5) Гц;

– номинальный относительный уровень на передачу (–6±0,5) дБм;

– номинальный относительный уровень на приеме (–6±3) дБм.

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                 |

### **Стыки телемеханики и передачи данных**

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

- прозрачный кодонезависимый режим на скорости 100/200/300 бит/с, величина краевых искажений не более 4 %;
- 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.

В асинхронном режиме обеспечивается неразрывность кадров FT1.2.

2. Уровни сигналов по стыку RS-232:

- выходное напряжение  $\pm 9$  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 блока 19 дюймов высотой 3U, в который 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;
- ПРМС – фильтр ПРМ с согласованным входным сопротивлением 75 Ом в полосе 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 ПРД:  
 1Р, 1РF – 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:

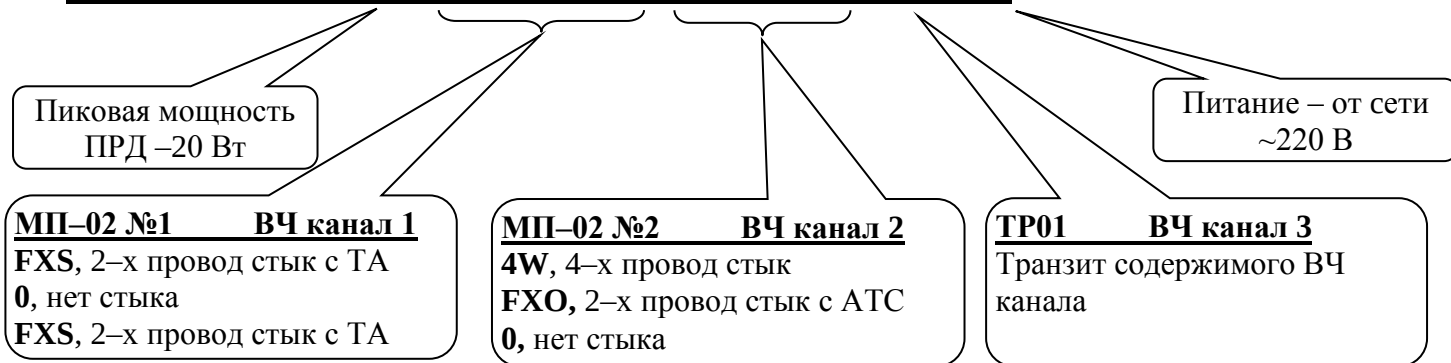
- количество задействованных ВЧ каналов 1/2/3;
- исполнение по пиковой мощности сигнала ПРД и входному сопротивлению ПРМ:  
 1Р – 20 Вт, высокоомный вход в полосе ПРМ  
 2Р – 40 Вт, высокоомный вход в полосе ПРМ  
 1РF – 20 Вт, согласованный вход в полосе ПРМ, установлен фильтр ПРМС;
- типы пользовательских 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 – 1Р – FXS / 0 / FXS – 4W / FXO / 0 – ТР – 220V**



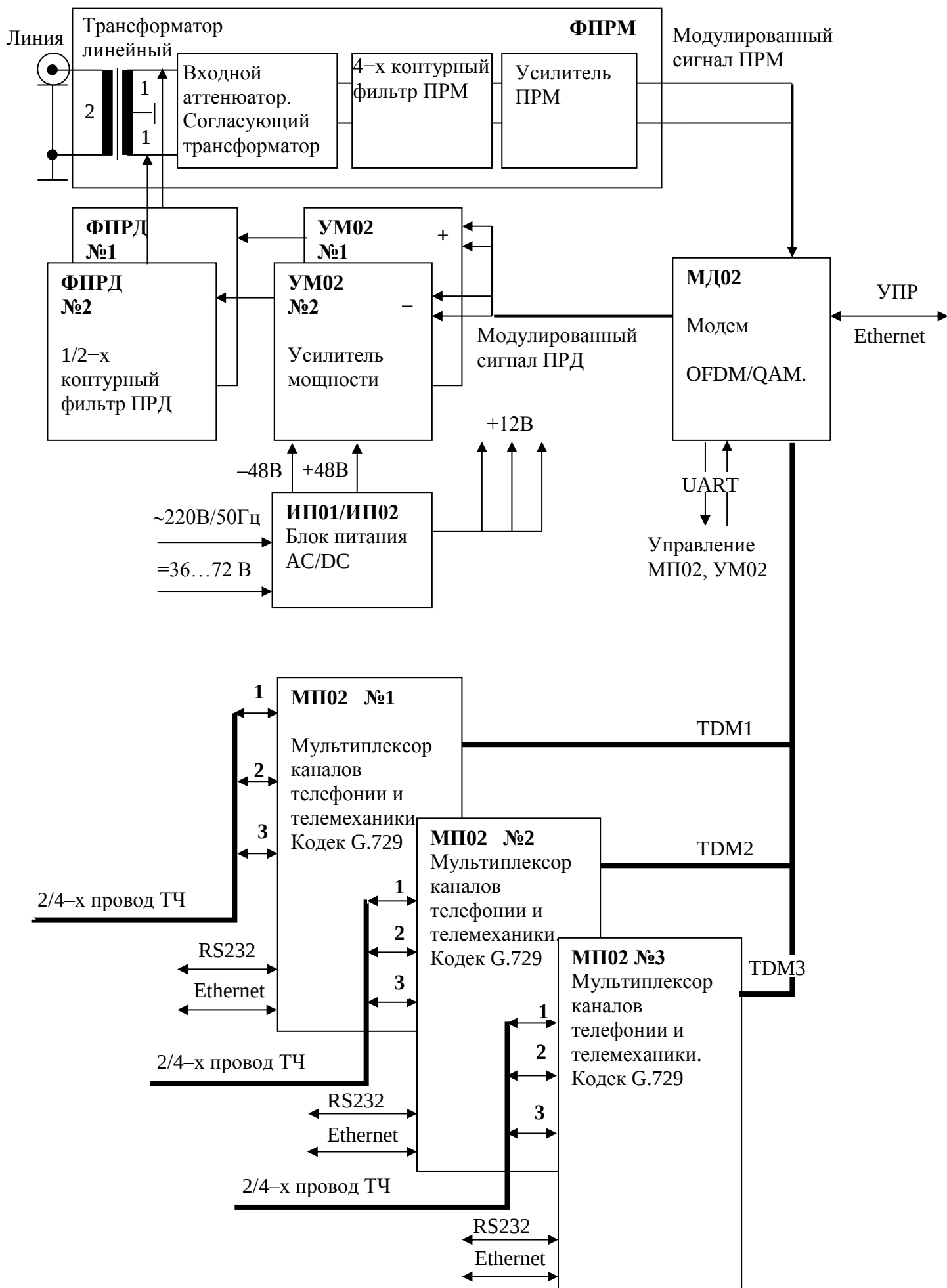


Рис. 1. Структурная схема блока MC04-PLC.

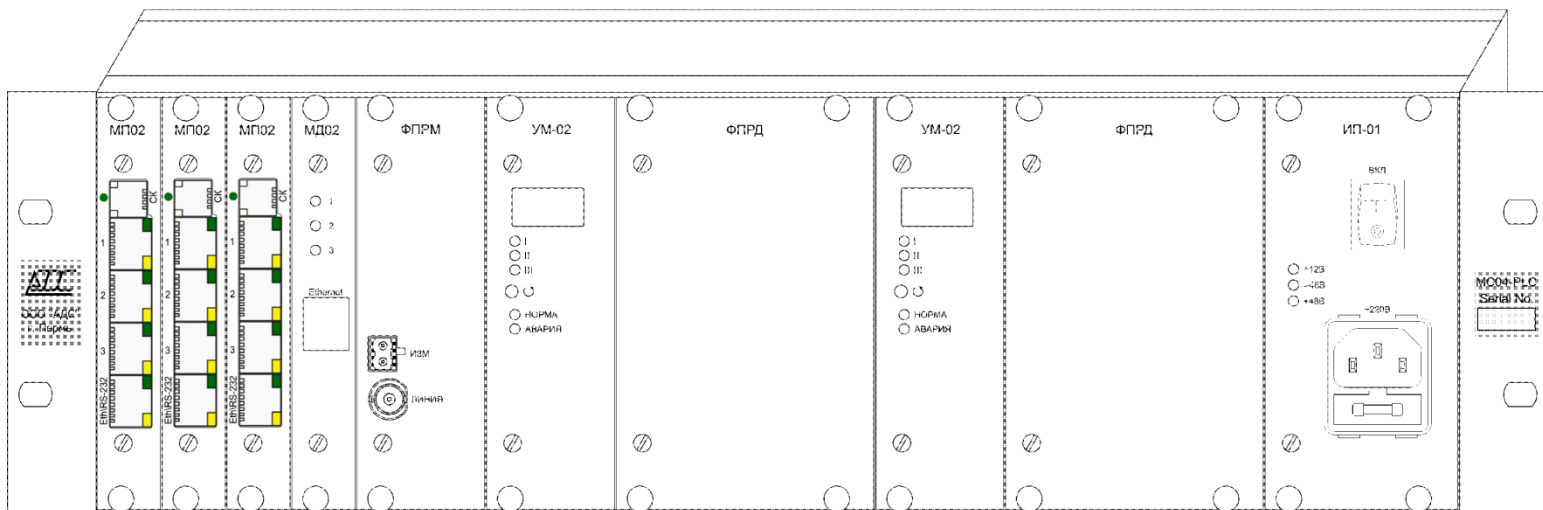


Рис.2. Внешний вид блока MC04–PLC.

Установка плат для исполнений по мощности ПРД и входному сопротивлению ПРМ:

Исполнение 1Р: одинарная пиковая мощность ПРД, высокоомное входное сопротивление ПРМ.

| 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, высокоомное входное сопротивление ПРМ.

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

Исполнение 1РF: одинарная пиковая мощность ПРД, согласованное входное сопротивление ПРМ.

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

\* – 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.

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

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

### 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 каналов 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.

#### 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 TP01.

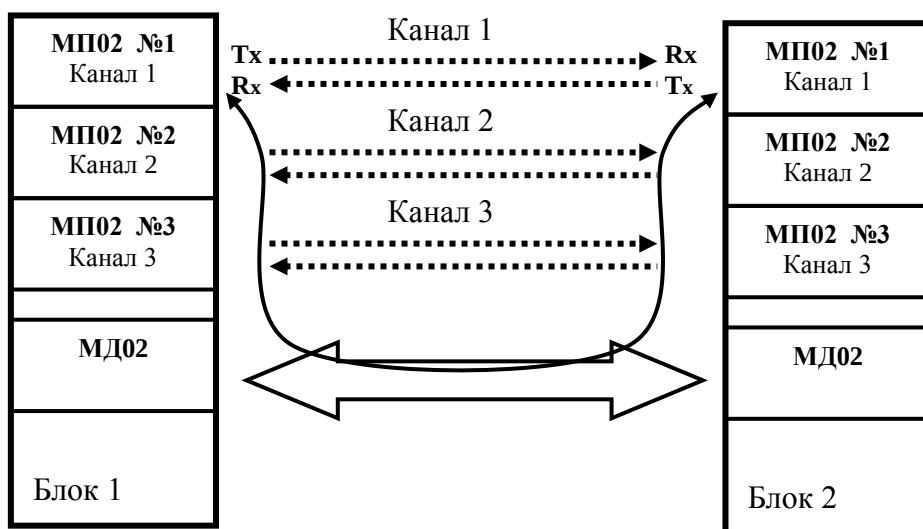


Рис. 3. Схема организации каналов в системе MC04–PLC.

##### 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.

##### 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**.

**Распределение субканалов платы МП02 в ВЧ канале.**

В полосе пропускания ВЧ канала организуются следующие субканалы платы МП02: канал сигнализации и обслуживания СО, канал телемеханики ТМ, два голосовых канала телефонии ТФ1 и ТФ2, канал передачи данных ПД. Скорость (полоса пропускания) в ВЧ канале отображается в мониторинге на вкладке **Состояние** платы МП02.



Рис. 3. Распределение субканалов платы МП02.

По **каналу 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 **каналу 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 **каналу 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 **каналов ТФ**, которые могут одновременно находиться в состоянии разговора, 1 или 2 (см. ниже).

По **каналу ПД** отправляются IP-пакеты от порта Ethernet и данные от порта RS-232 в асинхронном старт/стопном режиме с поддержкой неразрывности кадров FT1.2.

**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 субканалам платы МП02 назначен приоритет. На рис. 3 распределения субканалов приоритет уменьшается слева направо: канал СО имеет самый высокий приоритет, канал ПД самый низкий.

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

В таблице 8 показаны примеры распределения субканалов платы МП02 в зависимости от общей скорости: скорость канала СО 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 канале ТФ скорость (полоса) канала ПД почти равна скорости ЦП в ВЧ канале. Например, при скорости ЦП равной 23,3 кбит/с скорость ПД будет равна 23,1 кбит/с.

Таблица 8.

| Примеры загрузки канала | Скорость передачи для субканалов, кбит/с |     |     |     |      | Общая скорость ВЧ канала, кбит/с |
|-------------------------|------------------------------------------|-----|-----|-----|------|----------------------------------|
|                         | СО                                       | ТМ  | ТФ  |     | ПД   |                                  |
|                         |                                          |     | 1   | 2   |      |                                  |
| 1                       | 0,2                                      | 0,8 | —   | 6,4 | 7,6  | 15                               |
| 2                       | 0,2                                      | 0,8 | —   | —   | 14   | 15                               |
| 3                       | 0,2                                      | 0,8 | 6,4 | 6,4 | 4,2  | 18                               |
| 4                       | 0,2                                      | 0,8 | —   | —   | 9    | 10                               |
| 5                       | 6,4                                      | —   | —   | —   | 3,6  | 10                               |
| 6                       | 0,2                                      | —   | —   |     | 23,1 | 23,3                             |

В порты **1, 2, 3** платы возможна установка до трёх модулей ТЧ. Если по числу каналов 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 каналов ТФ установлен режим 2, то в состоянии разговора одновременно могут находиться два модуля, при этом модуль **1** занимает **канал ТФ1**, а модули **2** и **3** занимают **канал 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.

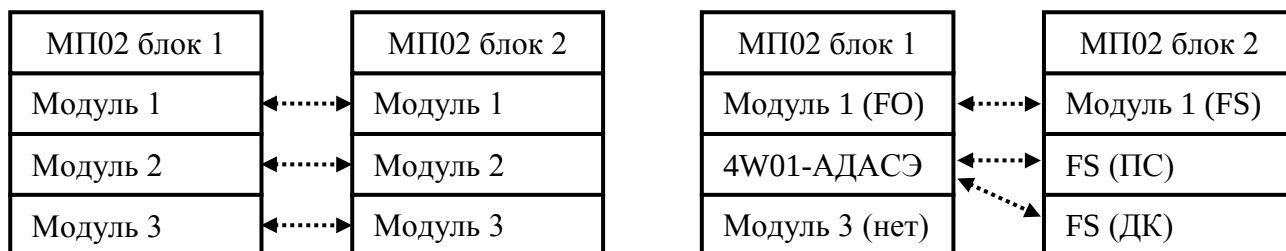


Рис. 4. Схема установки голосовых модулей ТЧ.

### 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 дБн относительно номинального цифрового уровня. Сигналы модуля 3, если он установлен, передаются без изменений с уровнем 0 дБн. При приеме из линии сигналы разделяются по частотам и выдаются на соответствующий модуль.

На рис. 5 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 передается плате МП02 блока Б. В блоке Б сигналы разделяются, проходя через выходные цифровые ФНЧ и ФВЧ.

Частота разделения  $f_{\text{разд}}$  задается 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 для модуля 1 при конфигурировании и обеспечивает в случае передачи сигналов речи ограничение сигнала на ВЧ выходе не более +3 дБн при увеличении сигнала на НЧ входе от 0 дБн до +15 дБн.

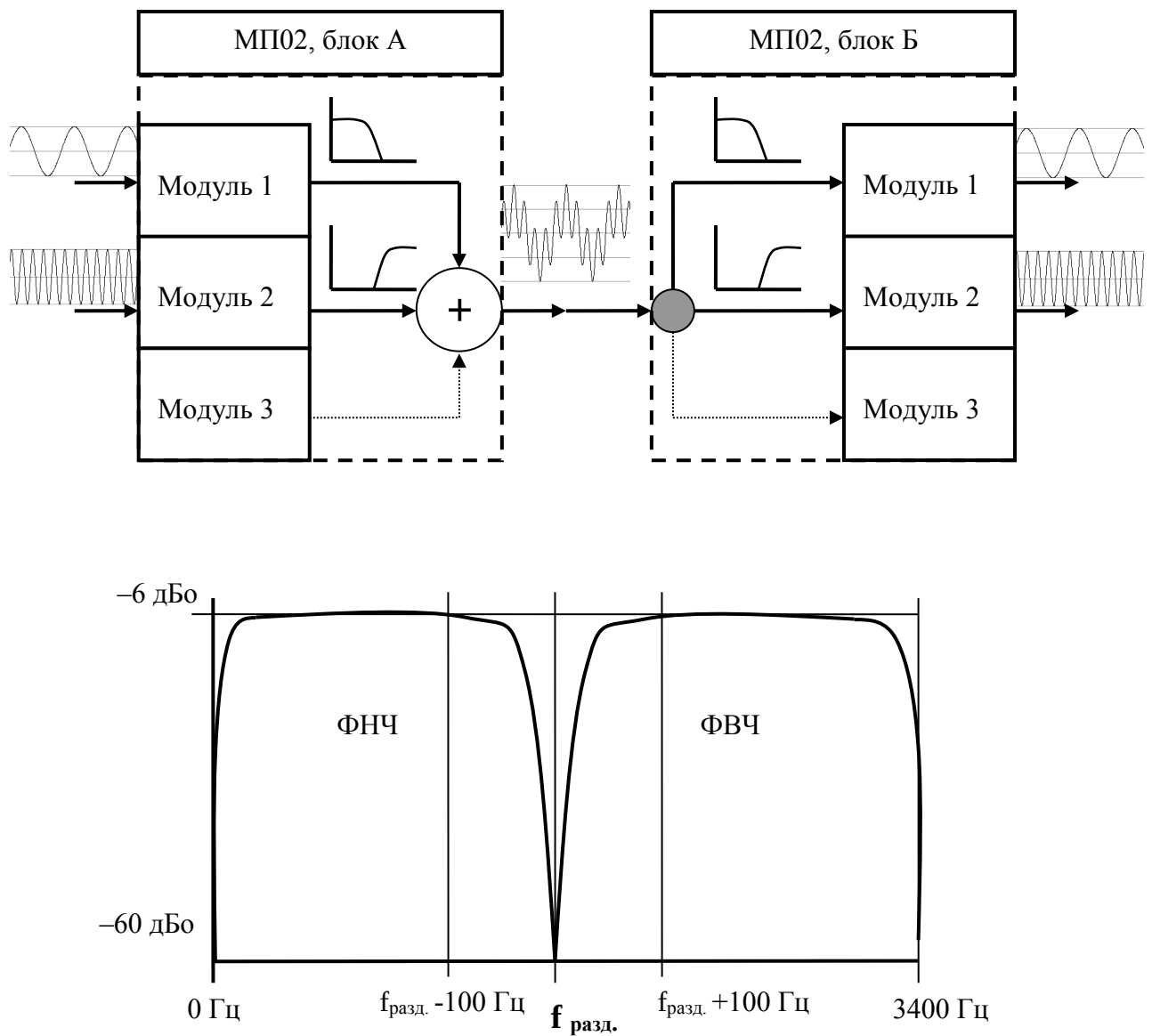


Рис. 5. Схема разделения и АЧХ входных и выходных фильтров для модулей 1 и 2.

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 TJ–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  |

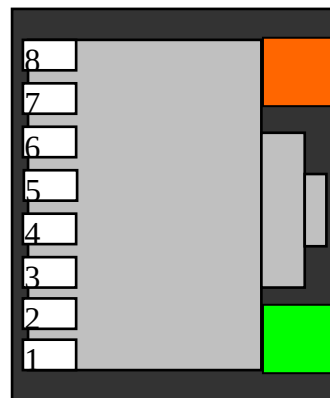


Таблица 10. 2–х проводный ТЧ стык FXS/FXO – при установке модуля FS01/FO01.

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

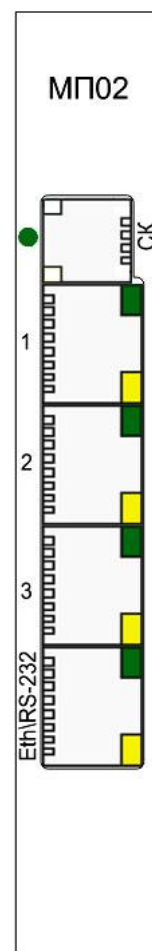


Таблица 11. Состояние нижнего зеленого индикатора разъема ТФ портов **1, 2, 3**.

|         |                                                      |
|---------|------------------------------------------------------|
| 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.

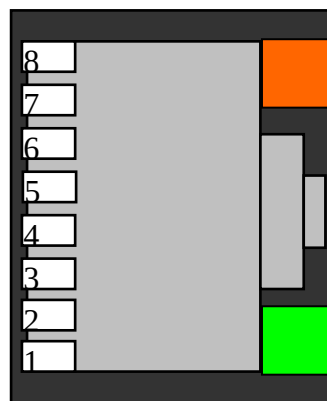


### Стыки каналов ТМ и ПД.

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

Таблица 12. Цепи порта **Eth\RS232** разъема TJ-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.

### 3.1.3 Схемы организации телефонной связи.

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



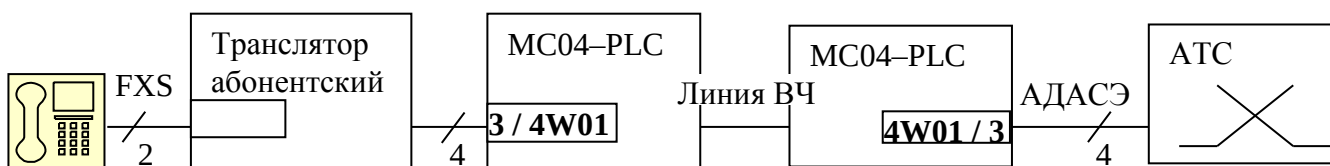
Обеспечивается прямое соединение между двумя телефонными аппаратами. При снятии трубки на телефонном аппарате одной стороны телефон на другом конце будет прерывисто звонить: 1 с – звонок, 4 с – пауза. Пока трубка на другом конце не снята, на поднятый телефон проходит акустический сигнал контроля посылки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

#### "Удаленный абонент", FXS – FXO.



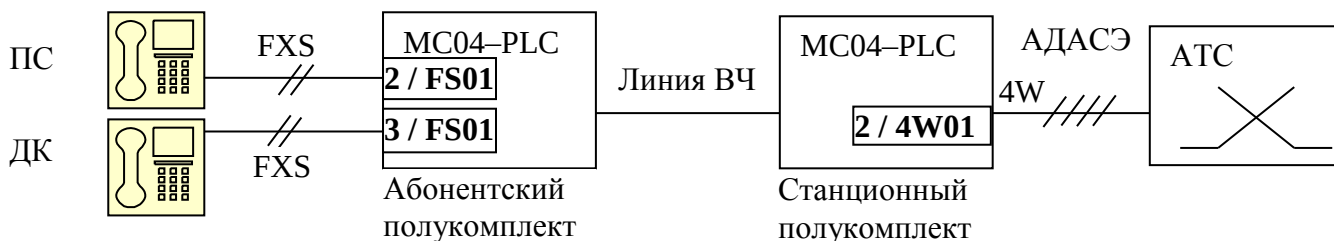
ТЧ канал аппаратуры помещается в разрыв 2-х проводного шлейфа между телефоном и абонентским комплектом АТС. Поддерживается импульсный набор номера. Занятие линии, вызывной сигнал, импульсный набор номера передаются на другую сторону вне полосы ТЧ в ЦП по каналу СО – ОКС.

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



Абонент соединяется с АТС через 4-х проводный ТЧ канал, организованный с помощью модулей 4W01, 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 полукomплекте 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 полукomплекте соединение с АТС производится через 4-х проводный интерфейс ТЧ модуля 4W01, установленного в порт 2. Двухчастотная 1200/1600 Гц сигнализация АДАСЭ по табл. 12 станционного полукomплекта преобразуется в сигнализацию абонентского полукomплекта, 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.<br>Направление передачи   | Частота и длительность сигнала |                            |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------|----------------------------|
|                                                     |                                         | при передаче                   | при приеме                 |
| Занятие встречной АТС, исходящее соединение         | Абонент ПС→АТС                          | 1200 Гц<br>220–230 мс          |                            |
| Вызов абонента ПС, входящее соединение              | Абонент ПС←АТС                          |                                | 1200 Гц<br>150–220 мс      |
| Набор номера                                        | Абонент ПС→АТС                          | 1200 Гц<br>45–55 мс            |                            |
| Занятие встречного диспетчера, исходящее соединение | Абонент ДК→ диспетчер                   | 1600 Гц<br>220–230 мс          |                            |
| Вызов абонента ДК, входящее соединение              | Абонент ДК← диспетчер                   |                                | 1600 Гц<br>150–220 мс      |
| Ответ                                               | Абонент ПС←АТС<br>Абонент ДК← диспетчер |                                | 1200 Гц<br>150–220 мс      |
| Отбой                                               |                                         | 1200+1600 Гц<br>650–750 мс     | 1200+1600 Гц<br>300–650 мс |

### 3.2. Плата МД02.

#### 3.2.1. Функции платы:

- обработка сигналов трёх ВЧ каналов (рис.6);
- 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.

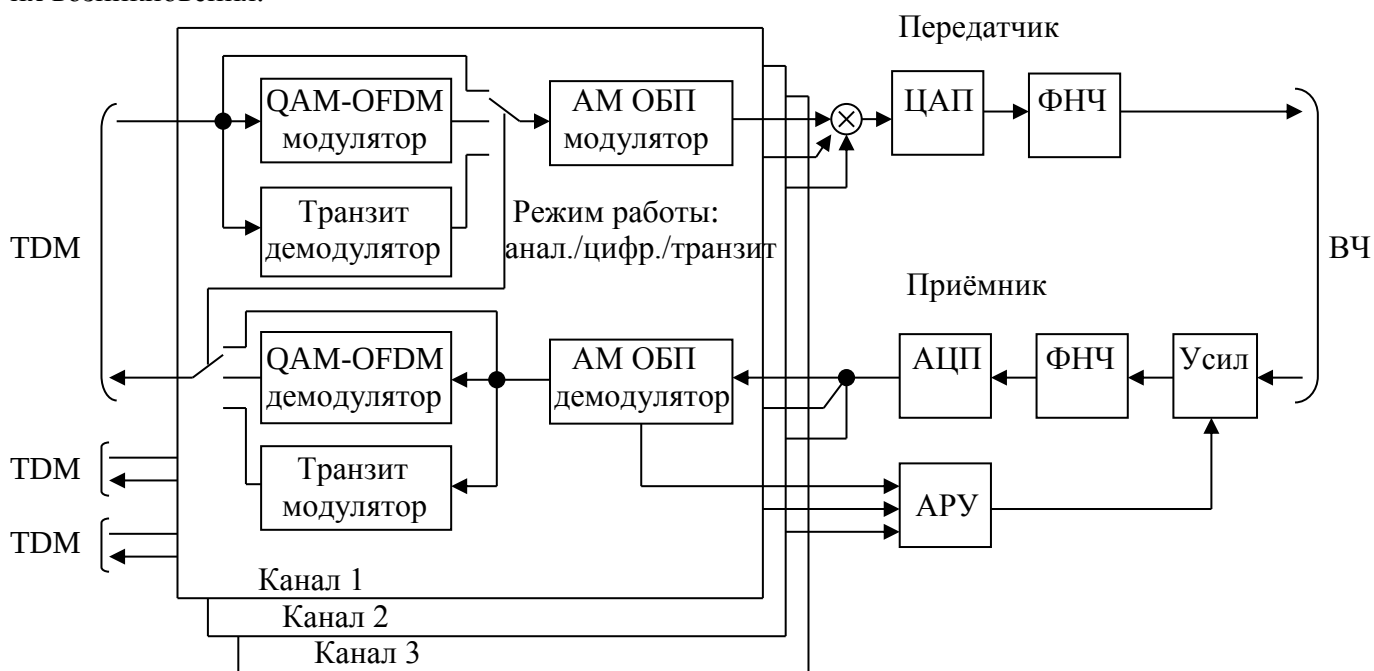


Рис. 6. Структурная схема обработки сигналов ВЧ каналов платы МД02.

#### 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. 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 по амплитуде своим сигналом. Пример квадратурной диаграммы сигнального созвездия 64QAM дан на рис.7.

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. Уровень сигнала на АЦП и чувствительность АРУ конфигурируются по отношению к порогу ограничения АЦП. Значение уровня сигнала АЦП выбирается так, чтобы сумма полезного сигнала и помех не превышала порог ограничения АЦП. По умолчанию уровень сигнала на входе АЦП – минус 25,4 дБ.

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.

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 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 загруженности ЕОС канала связи и при отсутствии мониторинговых сообщений составляет 15...20 с, при их наличии – 25...30 с.

Режим работы регулятора скорости задается двумя программными параметрами:

**минимальная скорость** – значение, ниже которого скорость опускаться не должна;

**запас по шуму** (рис.7) – отношение шага квантования к среднеквадратическому значению шума для несущих сигналов OFDM. Параметр определяет коэффициент ошибок, однако эта связь зависит от статистических характеристик шума в ЛЭП и индивидуальна для каждой ЛЭП.

Скорость передачи перестраивается путём изменения шага квантования (индекса QAM), что приводит к изменению **запаса по шуму** – оно снижается по мере увеличения скорости передачи. Регулятор подбирает скорость передачи так, чтобы фактический **запас по шуму** был равен заданному. Если **запас по шуму** ниже заданного, регулятор удерживает заданную **минимальную скорость**, игнорируя уменьшение **запаса по шуму** и увеличение коэффициента ошибок.

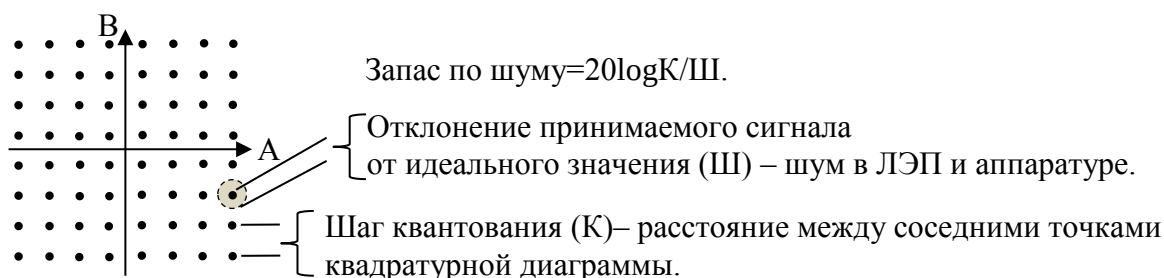


Рис.7. Запас по шуму: пример сигнального созвездия для 64 QAM (n=6).

Скорость передачи ЦП определяется по формуле:  $v = (N * n)/T$ , бит/с, где  $N=88$  – количество несущих,  $n=2...8$  – число битов на OFDM символ,  $T=30$  мс – длительность символа. Максимальная скорость при  $n=8$  равна 23466 бит/с, минус 166 бит/с на служебные цели.

Регулятор скорости передачи ЦП поддерживает два режима регулирования:

- режим адаптации скорости к изменениям шума в линии с коэффициентом ошибок менее выбранного по табл. 14 значения;
- режим стабилизации скорости независимо от шума в линии с коэффициентом ошибок более выбранного по табл. 14 значения.

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

Установка режима регулирования проходит следующим образом:

режим адаптации скорости

- если измеренный **запас по шуму** более выбранного значения, то скорость устанавливается выше **минимальной** и адаптируется к изменениям ОСШ с поддержанием выбранного **записа по шуму** и коэффициента ошибок;

режим стабилизации скорости

- если измеренный **запас по шуму** менее выбранного значения, то регулятор поддерживает выбранную **минимальную скорость** при уменьшении **записа по шуму** ниже выбранного значения и увеличении коэффициента ошибок.

Выбранный **запас по шуму** задает требуемый коэффициент битовых ошибок и границу перехода из одного режима регулирования в другой. Для «белого шума», энергия которого равномерно распределена по полосе 4 кГц, зависимость коэффициента битовых ошибок от **записа по шуму** дана в табл.14 (получено при испытаниях в заводских условиях на ИЛ).

Таблица 14. Зависимость коэффициента ошибок от программной установки **запас по шуму**.

| <b>Запас по шуму</b> , дБ  | 9         | 11        | 13        | 15        |
|----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Коэффициент битовых ошибок | $10^{-5}$ | $10^{-6}$ | $10^{-7}$ | $10^{-8}$ |

В режиме адаптации скорость передачи ЦП в полосе 4 кГц при минимально допустимых отношениях сигнал/шум и коэффициенте ошибок  $10^{-6}$  соответствует табл.5. В таблице приведены фиксированные скорости, но в процессе конфигурирования и адаптации скорость может установиться на любых промежуточных значениях в диапазоне от единиц до 23,3 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.

Если реальный ОСШ падает и падает **запас по шуму** ниже заданного, то скорость стабилизируется на заданном минимальном значении при увеличении коэффициента ошибок.

Пример: установка **минимальной скорости** – 17 кбит/с, **запас по шуму** – 13 дБ ( $\text{Кош}=10^{-7}$ ). Если реальный ОСШ в линии более  $\approx 28...29$  дБ, то скорость ЦП будет более 17 кбит/с и коэффициент ошибок не более  $10^{-7}$  (режим адаптации). Если реальный ОСШ менее  $\approx 26...27$  дБ, то скорость ЦП стабилизируется на 17 кбит/с и коэффициент ошибок растет более  $10^{-6}$  (режим стабилизации).

### 3.2.4. Программная настройка параметров:

- уровень по ВЧ выходу – от 0 до (–20) дБ, дискретность 0,4 дБ;
- уровень ВЧ приема на входе АЦП – от 0 до (–25,4) дБ, дискретность 0,2 дБ;
- чувствительность АРУ – до (–51) дБ, дискретность 0,2 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;
  - запас по шуму от 1 до 31 дБ, дискретность 1 дБ;
  - минимальная скорость ЦП от 0,1 до 23,3 кбит/с, дискретность 0,1 кбит/с.

### 3.2.5. Лицевая панель платы.

На лицевой панели платы размещены светодиодные индикаторы 1, 2, 3, соединитель **Ethernet** и кнопка.

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

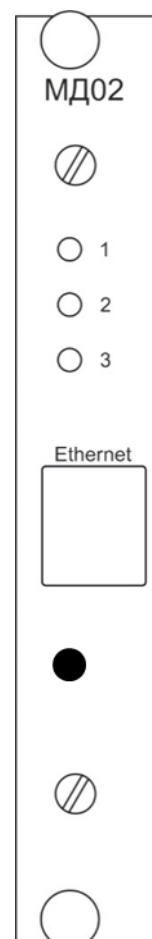
- одновременное свечение индикатора соединителя и индикаторов 1, 2, 3 красным цветом указывают на неготовность платы к работе;
- если индикатор соединителя погашен, индикаторы 1, 2, 3 показывают состояние приёмников ВЧ каналов в соответствии с номерами индикаторов;
- каналный индикатор погашен, если ВЧ канал выключен. Включение/выключение канала выполняется конфигурированием;
- каналный индикатор светится красным цветом, если отсутствует входной ВЧ сигнал (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.

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.



### 3.2.6. Регистрация в энергонезависимой памяти неисправностей и сигнализации.

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 10 раз;
- изменение уровня сигнала на входе приёмника более 3 дБ;
- наличие/потеря транзитного сигнала с НЧ стороны.



### 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**.

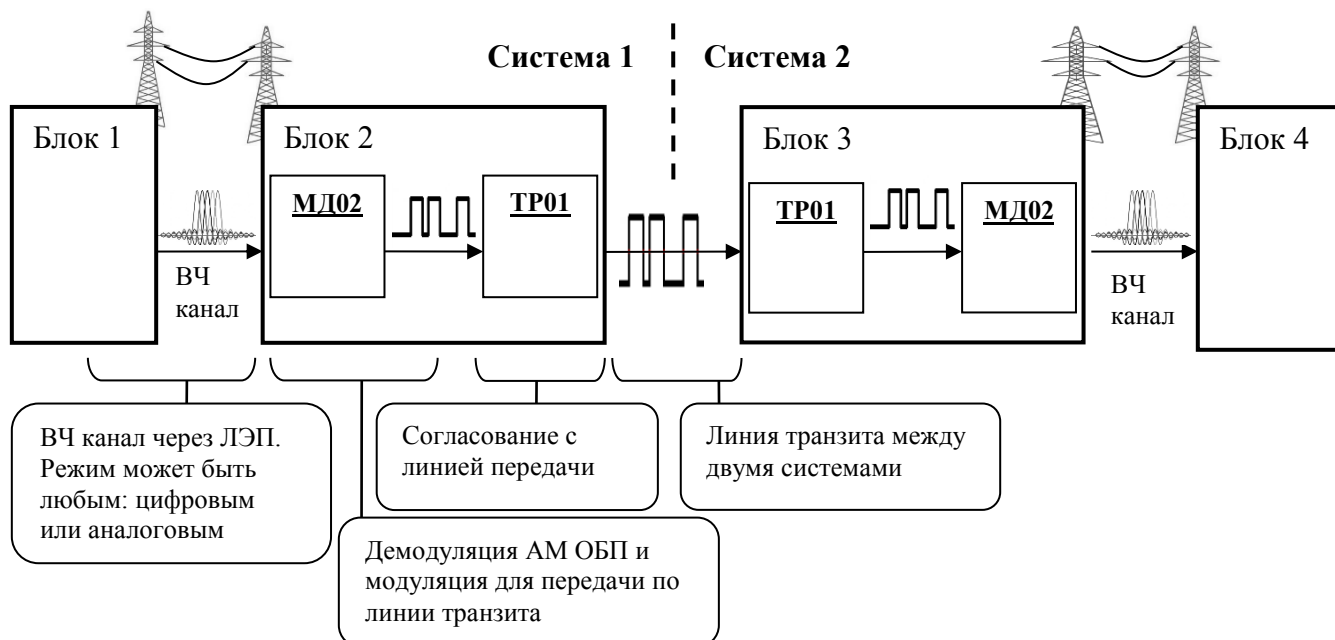


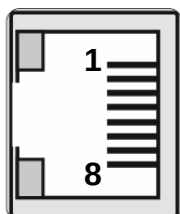
Рис. 8. Схема транзитной передачи.

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:

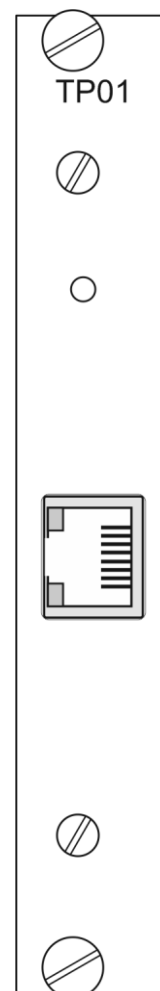
- не горит - нет входного сигнала;
- горит зелёным - есть входной сигнал.



| 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.

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.

#### 3.4.2. 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.

#### 3.4.3. 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 4-х разрядного ДИП-переключателя на лицевой планке, номера разрядов 1/2/3/4 обозначены как 0/12/24/6 дБ.

Таблица 15. Настройка аттенюатора.

| Затухание<br>линии | Дополнительное<br>затухание<br>аттенюатора | Установка разрядов ДИП-переключателя |           |           |          |
|--------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------|-----------|-----------|----------|
|                    |                                            | 1 / 0 дБ                             | 2 / 12 дБ | 3 / 24 дБ | 4 / 6 дБ |
| ≤ 6 дБ             | 30 дБ                                      | –                                    | –         | ON        | ON       |
| 6...12 дБ          | 24 дБ                                      | –                                    | –         | ON        | –        |
| 12...18 дБ         | 18 дБ                                      | –                                    | ON        | –         | ON       |
| 18...24 дБ         | 12 дБ                                      | –                                    | ON        | –         | –        |
| 24...30 дБ         | 6 дБ                                       | ON                                   | –         | –         | ON       |
| ≥30 дБ             | 0 дБ                                       | ON                                   | –         | –         | –        |

#### 3.4.4. Настройка платы под исполнения блока:

– количество усилителей УМ02 в блоке: один УМ02 – джампер J89 в положении 1, два УМ02 – джампер J89 в положении 2;

– согласование входа по ВЧ приему: высокомный вход (нет платы ПРМС) – джампер J1 в положении 1, согласованный вход (есть плата ПРМС) – джампер J1 в положении 2.

#### 3.4.5. Лицевые разъемы (рис. 2):

– ЛИНИЯ – вилка типа BNC для подключения коаксиальной линии к фильтру присоединения;

– ИЗМ – розетка для подключения измерителя уровня линейного сигнала.

3.4.6. При пропадании напряжения питания усилителя мощности ВЧ цепи аппаратуры отключаются от ВЧ кабеля (разъема ЛИНИЯ). При обрыве ВЧ линии выключается усилитель мощности и отключаются 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):

- семи сегментный 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 выходных транзисторов усилителя,  $^{\circ}\text{C}$ ;
- аварийные состояния.

Таблица 16. Цифровая индикация параметров.

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

#### 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  $120^{\circ}\text{C}$ , 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. Плата ПРМС.

Плата ПРМС является дополнительным фильтром приемника и выполняет согласование по входному сопротивлению 75 Ом в полосе ПРМ. Вход и выход платы ПРМС включаются в разрыв цепи между первичной обмоткой линейного трансформатора и высокочастотным аттенуатором платы ФПРМ. Фильтр содержит один последовательный LC-контур и резистивную нагрузку, обеспечивающую согласование 75 Ом.

### 3.8. Платы питания ИП01/ИП02.

Платы ИП01/ИП02 предназначены для электропитания плат блока MC04–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  $\sim 220$  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  **$\pm 48В$**  для ИП02, **светодиоды** индикации выходных напряжений **+12В/–48В/+48В**.

Выключатель **ВКЛ** предназначен для подключения/отключения входного напряжения. Разъем предназначен для подключения внешнего сетевого напряжения  $\sim 220$  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 **±48В** 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 ответные части разъемов RJ–45 в соответствии с назначением контактов на рисунках п.2.1.2.

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 использовать шнур–переходник RJ–45 / DB9, входящий в комплект поставки плат МП02 по заказу.

## 5 Настройки и конфигурирование аппаратуры.

### 5.1. 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 4-х разрядного ДИП–переключателя на лицевой планке платы ФПРМ по табл.15. Заводская поставка: затухание линии –  $\geq 30$  дБ, дополнительный аттенюатор – 0 дБ, установлен разряд 1 ДИП–переключателя в положение ON.

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

#### 5.1.1. Конфигурация ВЧ передатчика и приемника.

На вкладке **Конфиг. ВЧ** настраиваются:

- уровень ВЧ передатчика – от 0 до (–20) дБ, дискретность 0,4 дБ;
- уровень приема на входе АЦП – от 0 до (–25,4) дБ, дискретность 0,2 дБ;
- чувствительность АРУ – до (–51) дБ, дискретность 0,2 дБ.

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 приема на входе АЦП – (–25,4) дБ

– чувствительность АРУ – (–51) дБ.

## 5.1.2. 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**
- запас по шуму;
- 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**.

**Внимание.** Блок, имеющий стыки FХО, 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 для направления запросов удалённому блоку от программы мониторинга. Скорость канала ЕОС составляет 67 бит/с. При установленной галочке используется канал ЕОС платы МД02, при снятой – канал сигнализации и обслуживания платы МП02.

## 5.1.3. Установки по запасу по шуму и минимальной скорости ЦП.

Скорость передачи ЦП определяется вариантом загрузки ВЧ канала по табл.17. Загрузка определяется субканалами ТМ и ТФ. Минимально необходимый субканал ТФ для ДК соединения занимает скорость 6,4 кбит/с.

Для вариантов 1–3 субканал ТМ организуется переводом стыка RS232 в прозрачный кодонезависимый режим со скоростями передачи сигналов ТМ 100/200/300 бит/с. Минимально необходимая общая скорость передачи ЦП – 7,3...8,9 кбит/с.

Для вариантов 4–9 субканал ПД (ТМ) организуется как передача пакетов FT1.2 через стык RS232 в асинхронном старт/стопном режиме или IP пакетов через стык Ethernet. Скорость передачи ПД – переменная в диапазоне от минимума (<1 кбит/с) до максимума  $\approx 23$  кбит/с (при незанятом субканале ТФ). Общая скорость передачи ЦП – 7,9...23,3 кбит/с.

Вариант 10 показывает пример загрузки при 2-х занятых субканалах ТФ и субканале ПД (ТМ) со скоростью 10,4 кбит/с. Общая скорость передачи ЦП – 23,3 кбит/с.

Рекомендации по конфигурации:

- **минимальную скорость** устанавливать равной с небольшим запасом (не более 1 кбит/с) скорости ЦП по табл. 17 для выбранной загрузки ВЧ канала, что обеспечивает большую помехоустойчивость;
- **запас по шуму** устанавливать равным 13–14 дБ (см. примечание), что обеспечивает Кош не более  $10^{-6}$  (для помехи типа «белый шум»);
- если измеренный запас по шуму более установленного 13–14 дБ, регулятор скорости увеличит скорость относительно минимальной, чем обеспечивается поддержание заданного запаса по шуму и Кош не более  $10^{-6}$ ;
- если измеренный запас по шуму будет менее установленного 13–14 дБ, например, при ухудшении погодных условий, регулятор скорости стабилизирует скорость равной минимальной при увеличении Кош более  $10^{-6}$ ;

**Примечание.** Запас по шуму определяет коэффициент ошибок, однако эта связь зависит от статистических характеристик шума в ЛЭП и индивидуальна для каждой ЛЭП. Поэтому величина запаса по шуму, при которой обеспечивается Кош не более  $10^{-6}$  устанавливается опытным путем. После активации линии на вкладке **Работа каналов** проконтролировать реальную скорость передачи, измеренный запас по шуму и коэффициент ошибок за время наблюдения 5–10 мин. Если

при установленном запасе 13–14 дБ Кош более  $10^{-6}$ , то следует уменьшить минимальную скорость и установить больший запас по шуму, при котором обеспечивается Кош не более  $10^{-6}$ .

Таблица 17. Типовые варианты загрузки ВЧ канала.

| Варианты загрузки ВЧ канала | Скорость передачи субканалов, кбит/с |                                                          |     |     |                                       | Общая скорость передачи ЦП, кбит/с |
|-----------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----|-----|---------------------------------------|------------------------------------|
|                             | СО – сигнализация и обслуживание     | ТМ – прозрачный кодонезависимый режим: 100/200/300 бит/с | ТФ1 | ТФ2 | ПД (ТМ): асинхронный RS232; Ethernet. |                                    |
| 1                           | 0,1                                  | 0,8                                                      | –   | 6,4 | –                                     | 7,3                                |
| 2                           | 0,1                                  | 1,6                                                      | –   | 6,4 | –                                     | 8,1                                |
| 3                           | 0,1                                  | 2,4                                                      | –   | 6,4 | –                                     | 8,9                                |
| 4                           | 0,1                                  | –                                                        | –   | 6,4 | 1,2                                   | 7,9                                |
| 5                           | 0,1                                  | –                                                        | –   | 6,4 | 2,4                                   | 8,9                                |
| 6                           | 0,1                                  | –                                                        | –   | 6,4 | 4,8                                   | 11,3                               |
| 7                           | 0,1                                  | –                                                        | –   | 6,4 | 9,6                                   | 16,2                               |
| 8                           | 0,1                                  | –                                                        | –   | 6,4 | 16,8                                  | 23,3                               |
| 9                           | 0,1                                  | –                                                        | –   | –   | 23,2                                  | 23,3                               |
| 10                          | 0,1                                  | –                                                        | 6,4 | 6,4 | 10,4                                  | 23,3                               |

Реальное распределение общей полосы ЦП между каналами ТФ, ТМ, ПД и каналом обслуживания можно контролировать на вкладке **Состояние** платы МП02. Также здесь отображается статистика по стыкам RS232 и Ethernet.

5.1.4. На вкладке **Работа каналов** платы МД02 отображается информация о состоянии выбранного канала: состояние приёмника, уровень входного сигнала, цифровые скорости передатчика и приёмника, запас по шуму, 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. Рядом находится кнопка сброса счетчика.

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

Уровень входного сигнала должен быть не более:

- 0 дБ – для одноканального исполнения;
- (–4,0) дБ – для двухканального исполнения, цифровой режим;
- (–7,0) дБ – для трехканального исполнения, цифровой режим;
- (–6,0) дБ – для двухканального исполнения, аналоговый режим;
- (–9,0) дБ – для трехканального исполнения, аналоговый режим.

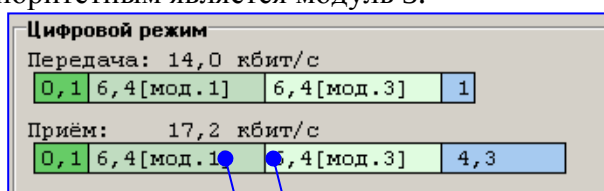
## 5.2. Настройки платы МП02:

На вкладке **Настройки** конфигурируются следующие параметры:

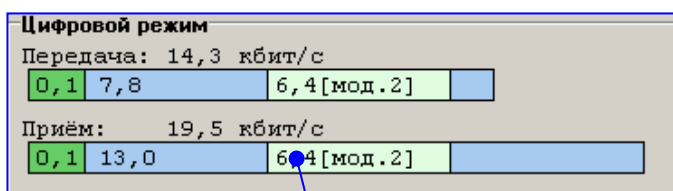
1. Задается **Режим** работы платы – аналоговый или цифровой, режим должен совпадать с выбранным режимом соответствующего канала платы МД02.
2. В цифровом режиме задается скорость в **канале обслуживания**. Для передачи сигнализации голосовых каналов и мониторинга дальнего конца достаточно 100 бит/с.
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:

- 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**. 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**.

6. По стыку RS232 устанавливается режим асинхронный или кодонезависимый и скорости передачи.

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 подканал передачи данных вместе с данными от порта Ethernet. При выборе 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.

При выборе параметра **тип данных: поток** обеспечивается непрерывная (потокковая) передачи поступающих данных. При выборе этого типа данных необходимо также задать скорость полезных данных. Для выбранной скорости в ВЧ потоке будет выделена полоса передачи (задаётся с шагом 0,8 кбит/с). При этом подканал ПД отключается.

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.

### 5.3. 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).

| Ethernet                 |              |
|--------------------------|--------------|
| <input type="checkbox"/> | Блокировать  |
| IP                       | 192.168.0.17 |
| Mask                     | 255.255.0.0  |
| GW                       | 192.168.0.1  |

Настройки по умолчанию:

192.168.0.254  
255.255.0.0  
шлюз 192.168.0.1

| Ethernet   |        |
|------------|--------|
| Состояние: | 100/FD |
| TX bytes:  | 669000 |
| RX bytes:  | 670028 |

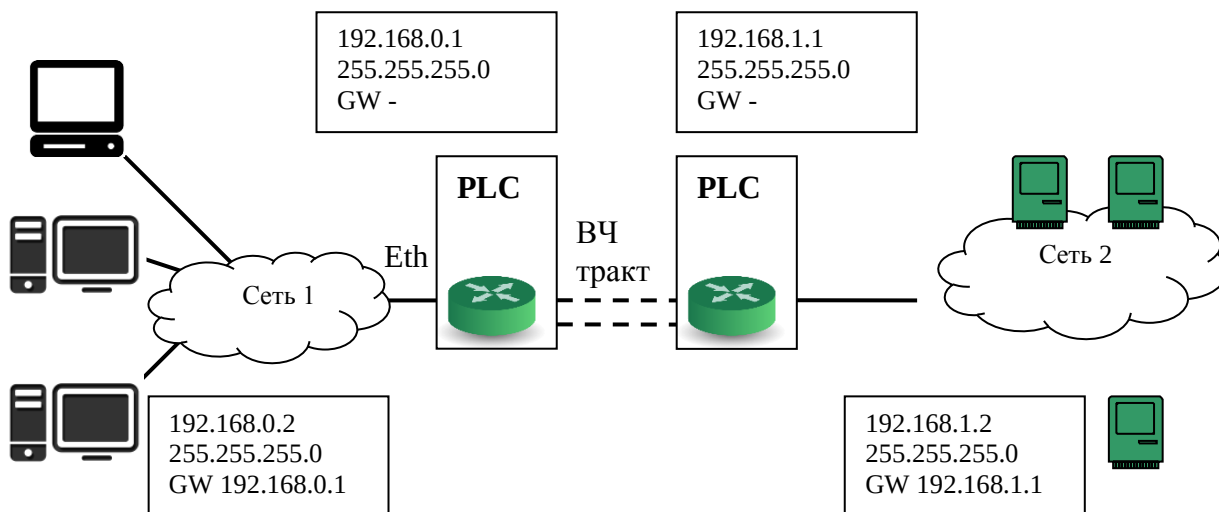


Рис. 8. Структурная схема сетевого шлюза.

### 5.4. 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.

### 5.5. Настройки платы ФПРМ.

Настройка платы под исполнения блока:

- количество усилителей УМ02 в блоке: один УМ02 – джампер J89 в положении 1, два УМ02 – джампер J89 в положении 2;
- согласование входа по ВЧ приему: высокомный вход (нет платы ПРМС) – джампер J1 в положении 1, согласованный вход (есть плата ПРМС) – джампер J1 в положении 2.

Настройка аттенюатора платы ФПРМ производится по табл. 15.

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

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



## 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.

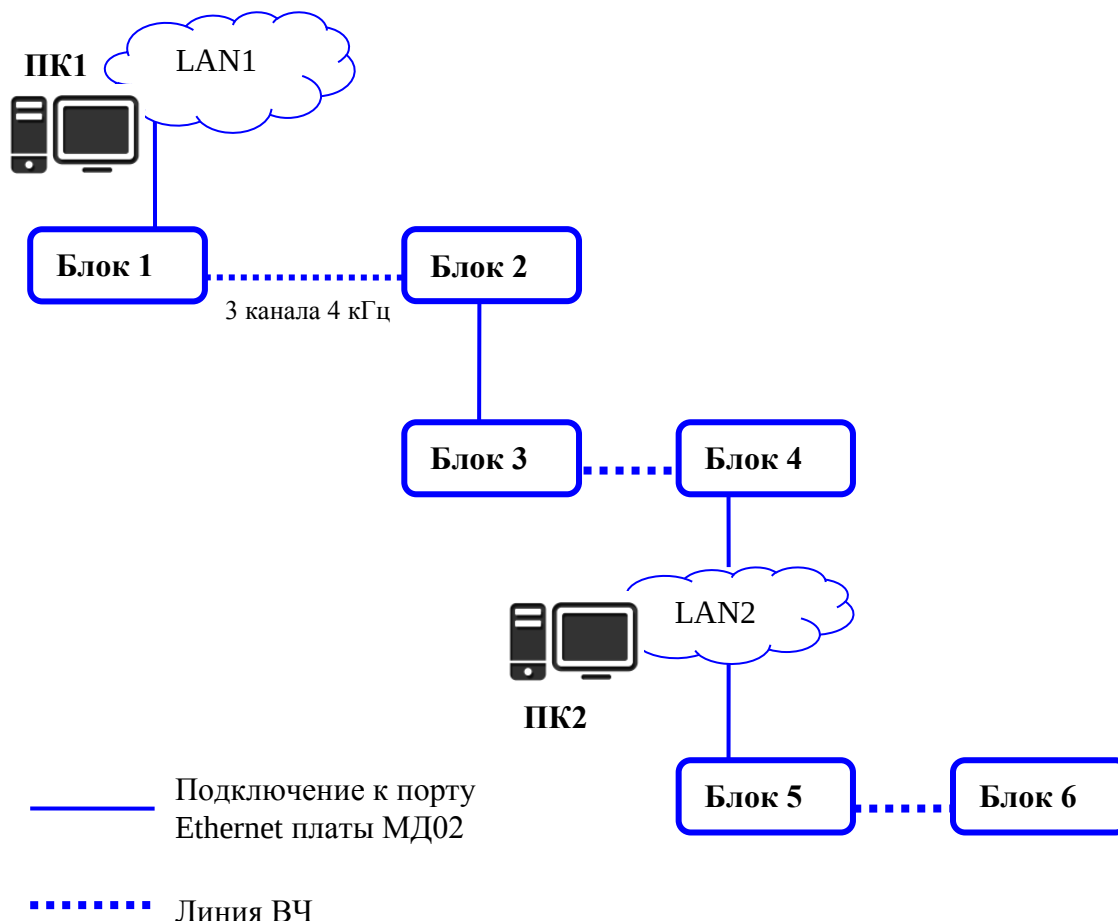


Рис. 9. Пример подключения компьютеров к разным узлам сети блоков.

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

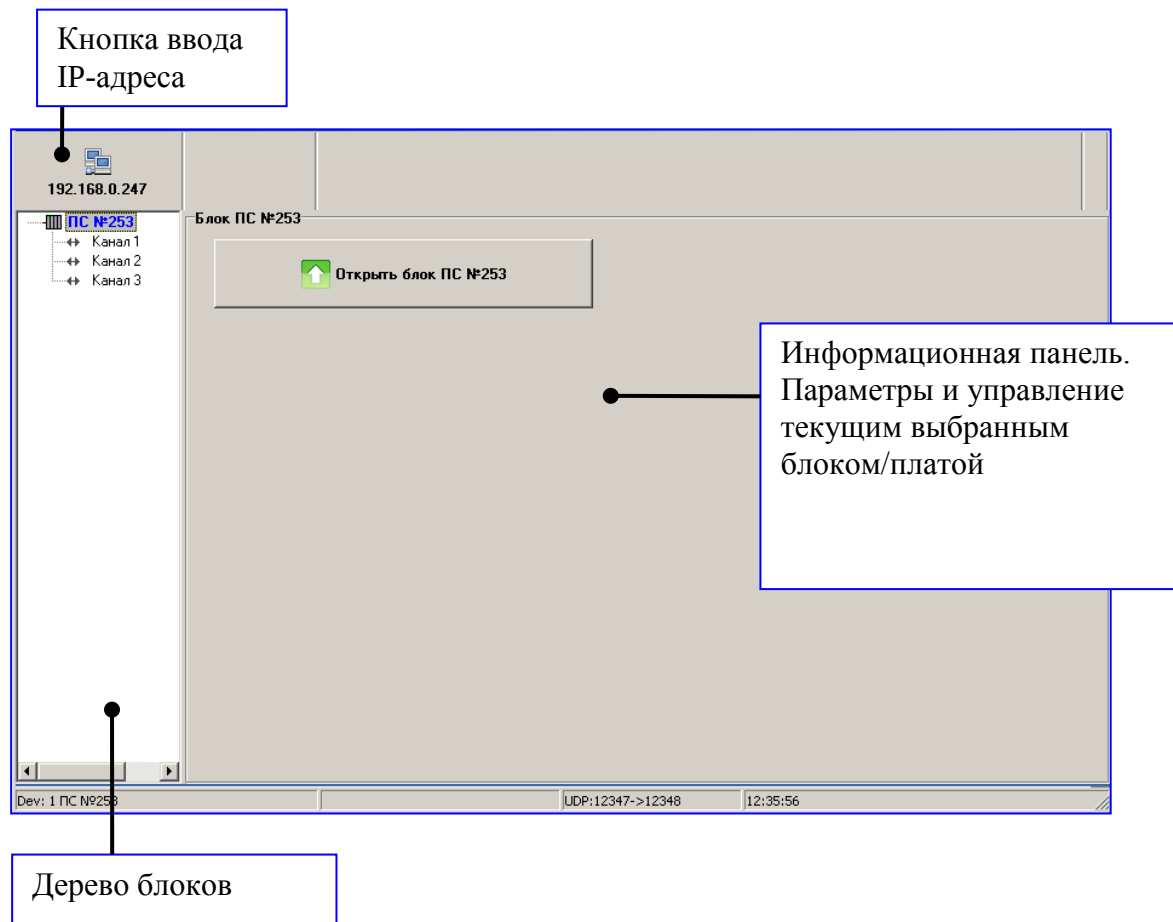
На компьютере запускается **ПО MC04–PLC Monitor**. Для передачи команд мониторинга от ПК до первого блока используется протокол UDP/IP. Для доступа к удалённому блоку через линию ВЧ сообщения от мониторинга транслируются через канал управления.

В качестве канала управления может использоваться:

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

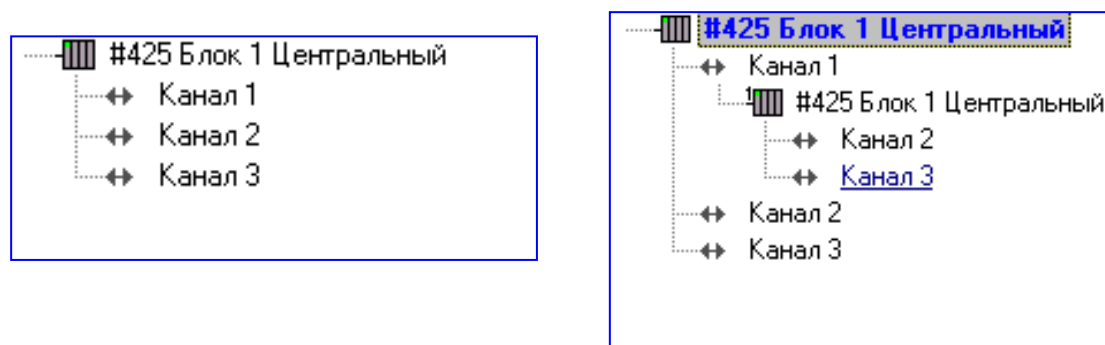
Выбор канала для доступа к удалённому блоку производится в настройках платы МД02 галочкой **мониторинг через служебный канал**. При установленной галочке используется канал ЕОС платы МД02, при снятой – канал обслуживания платы МП02. Скорость канала ЕОС составляет 67 бит/с и не занимает часть общей полосы передачи ЦП. Скорость канала обслуживания МП02 задаётся конфигурированием от 100 до 6400 бит/с. Канал обслуживания занимает часть общей полосы передачи ЦП.

## 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.

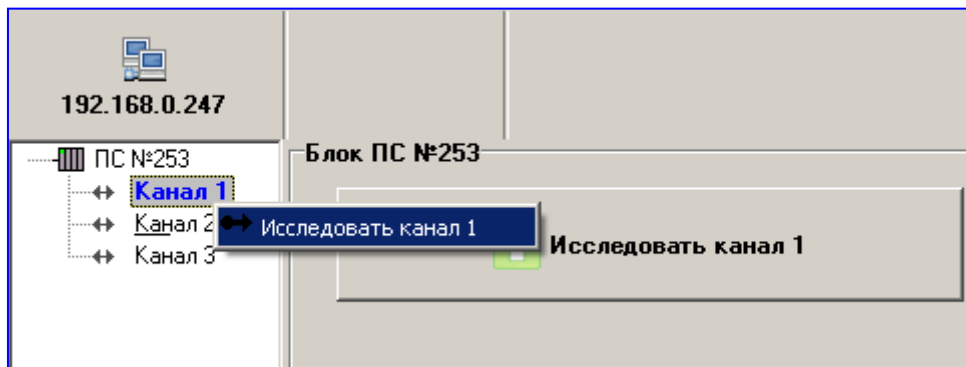
После старта программа автоматически опрашивает наличие первого устройства по указанному IP-адресу. При обнаружении устройств в дереве блоков они будут отображаться в виде иерархической структуры. Каждое устройство имеет 3 канала – 3 ветки в дереве. Ниже показано: корневой блок, подключенный к мониторингу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



### 7.3. Построение сети.

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

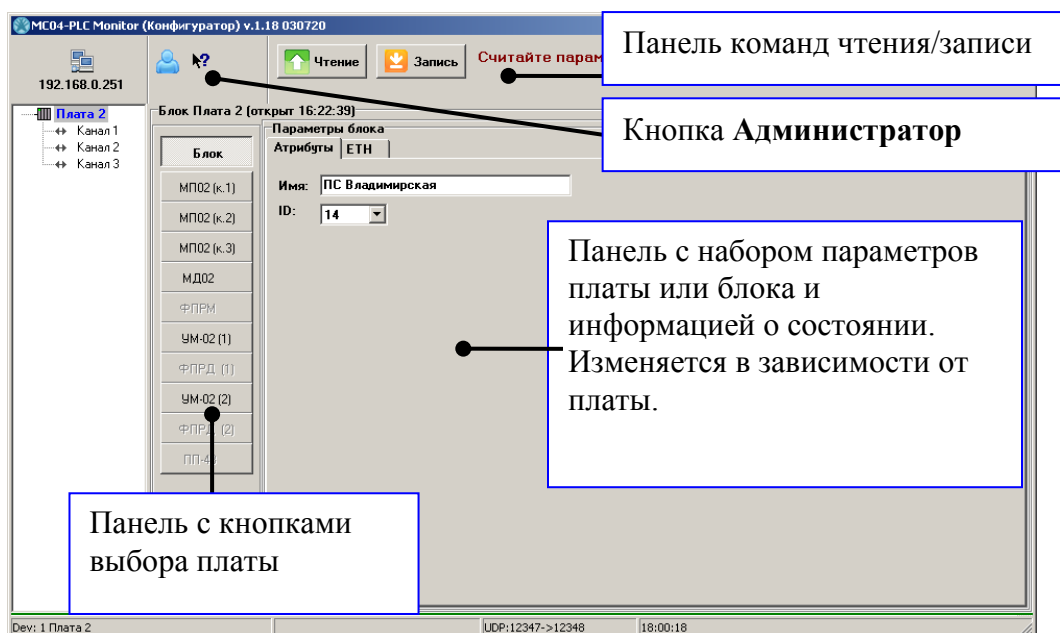
Для построения дерева устройств необходимо выполнить исследование сети – опросить нужные каналы, чтобы проверить подключение удалённых блоков. Для этого необходимо выбрать **канал 1...3** в дереве устройств, затем на панели информации нажать кнопку **Исследовать канал**, либо вызвать контекстное меню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



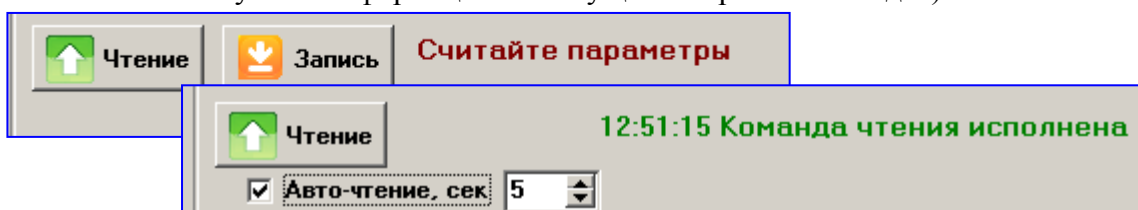
После открытия блока на панели информации появятся три дополнительные панели: панель с кнопками выбора плат/блока, панель команд, панель платы/блока и кнопка **Администратор**. Кнопка **Блок** выбирает сетевые настройки блока.

**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 переключения мониторинга через Ethernet (см. рис. 9, соединение Блок 2 – Блок 3 и Блок 4 - Блок 5).

**Сетевые** настройки блока:

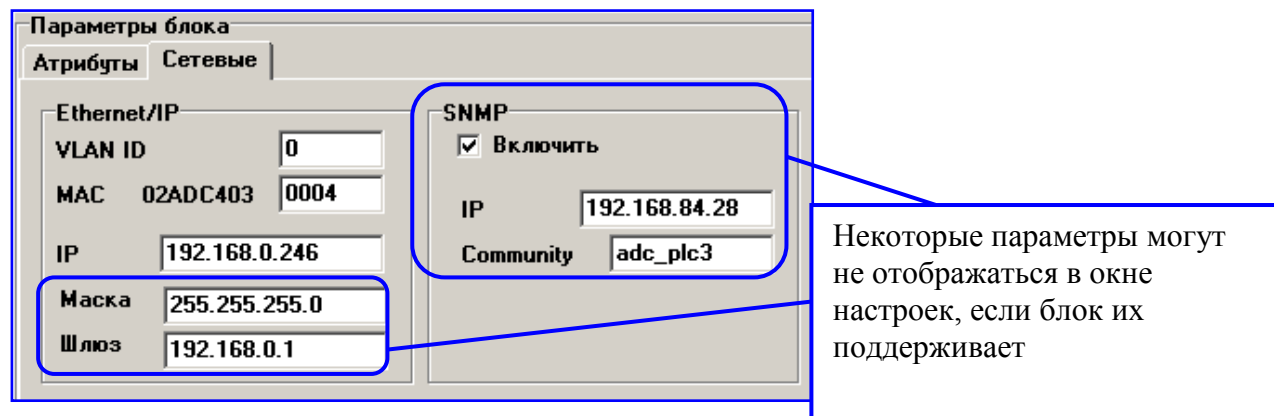
**IP/маска/шлюз** – задаёт параметры блока для сетей IP;

**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**.

Также открывается панель протокола сетевого управления **SNMP**, если программное обеспечение блока поддерживает SNMP (версия v6 и выше). 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.



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;

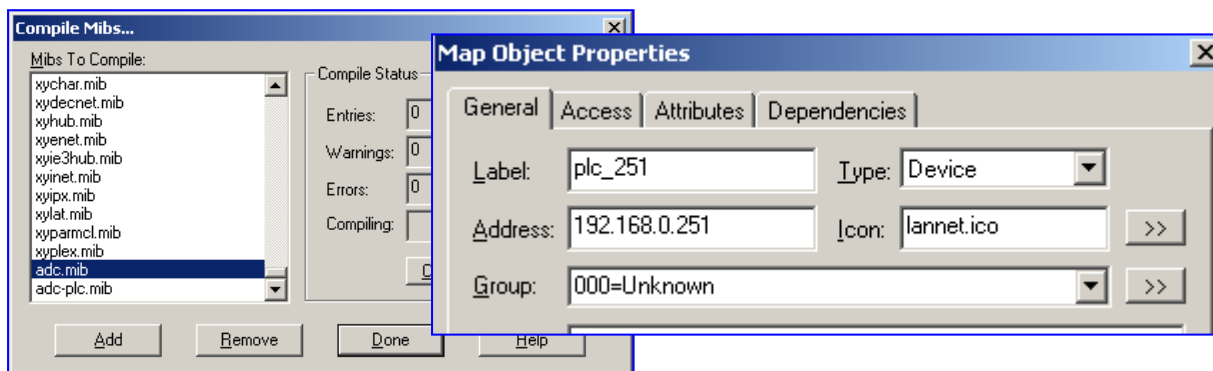
**1.3.6.1.4.32109.2.2.3** (Transit down) – нет транзитного сигнала на входе платы TP01;

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

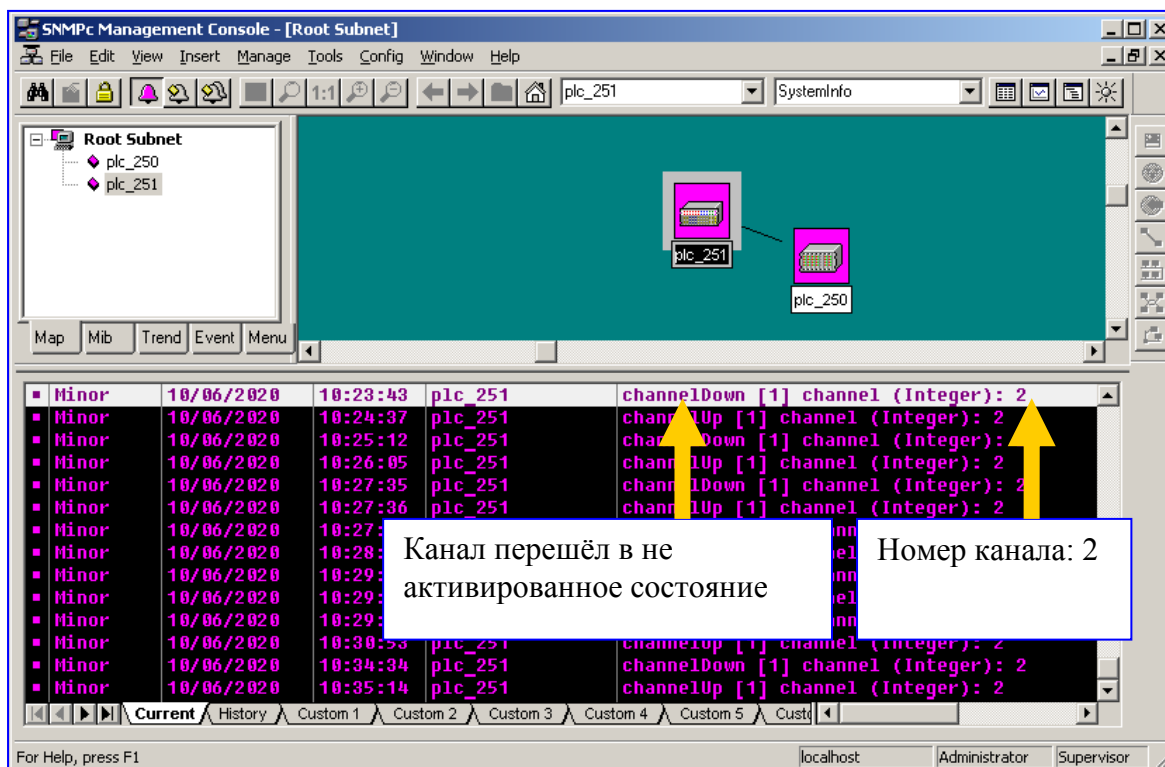
В каждом сообщении присутствует дополнительная переменная 1.3.6.1.4.32109.2.1 channel 1...3, указывающая номер канала, в котором произошло данное событие.

## 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.

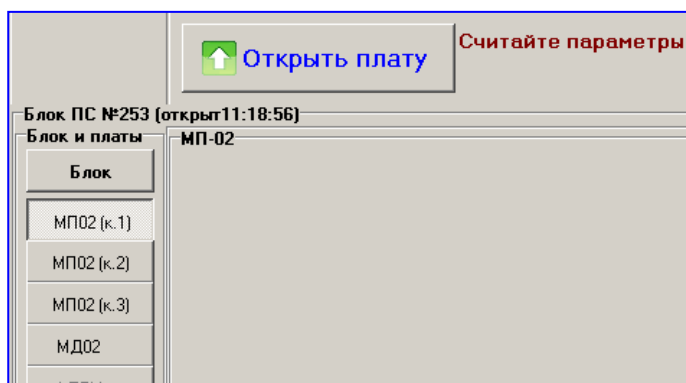


Приём трапов от блока отображается в главном окне событий менеджера SNMPc.



## 7.6. Плата МП02.

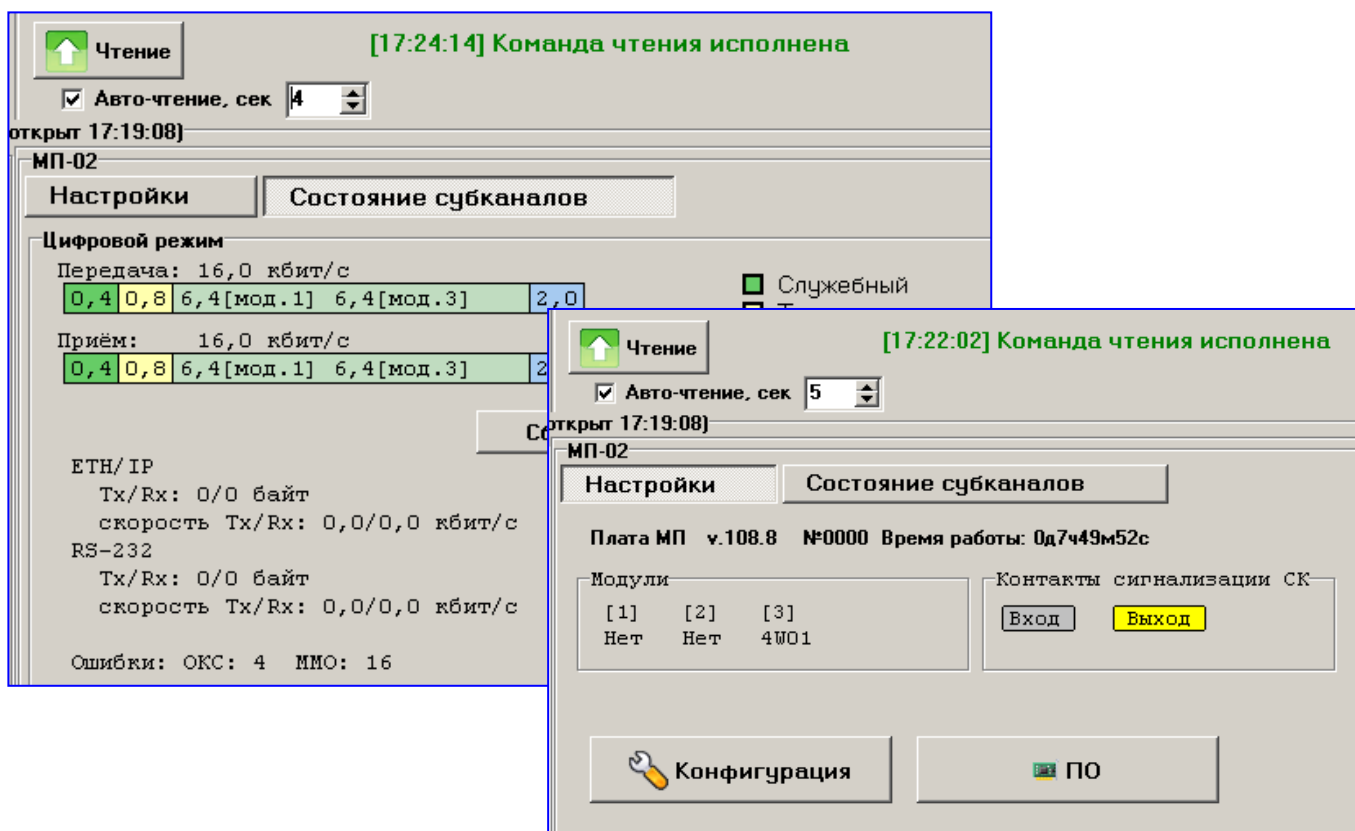
После выбора из списка одной из плат МП02 необходимо отправить команду **Открыть плату**, если данная процедура еще не выполнялась. Цель данной команды – получить информацию о плате: наличие платы, программную версию.



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 каналами ТФ, ТМ, ПД и каналом обслуживания. Также здесь отображается статистика по стыкам RS232 и Ethernet.



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 канала обслуживания 100...6400 бит/с и скорость кодека 6,4/8,0 кбит/с. Канал обслуживания необходим для передачи сигнализации голосовых каналов, а также может использоваться 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**.

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.



**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.

По стыку RS232 устанавливается режим асинхронный или кодонезависимый и скорости передачи.

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 подканал передачи данных вместе с данными от порта Ethernet. При выборе 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.

При выборе параметра **тип данных: поток** обеспечивается непрерывная (потокковая) передачи поступающих данных. При выборе этого типа данных необходимо также задать скорость полезных данных. Для выбранной скорости в ВЧ потоке будет выделена полоса передачи (задаётся с шагом 0,8 кбит/с). При этом подканал ПД отключается.

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.

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.

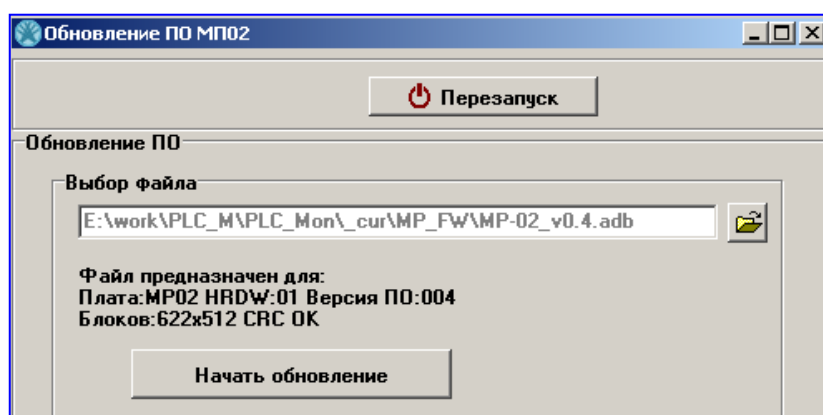
На панели **Голосовые модули** настраиваются параметры установленных модулей в зависимости от их типа. Галочка **Вкл** в строке **Эхокомпенсатор** доступна для всех модулей. При установленной галочке для данного модуля включается эхокомпенсация.

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 на кнопку **ПО** открывается окно обновления программного обеспечения платы. Для обновления необходимо выбрать файл с новой версией ПО **MP-02\_v\_xxx.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 может занимать продолжительное время в зависимости от скорости канала до платы (при подключении к блоку через Ethernet до 5 минут).





### 7.7. Плата МД02.

Панель платы МД02 содержит вкладки с настройками и состоянием платы.

#### Конфигурирование: Общее

Настраиваются следующие параметры:

- уровень ВЧ передатчика от 0 до (–20) дБ;
- уровень приема от 0 до (–25,4) дБ;
- глубина автоматической регулировки усиления (АРУ) от 0 до (–51) дБ.

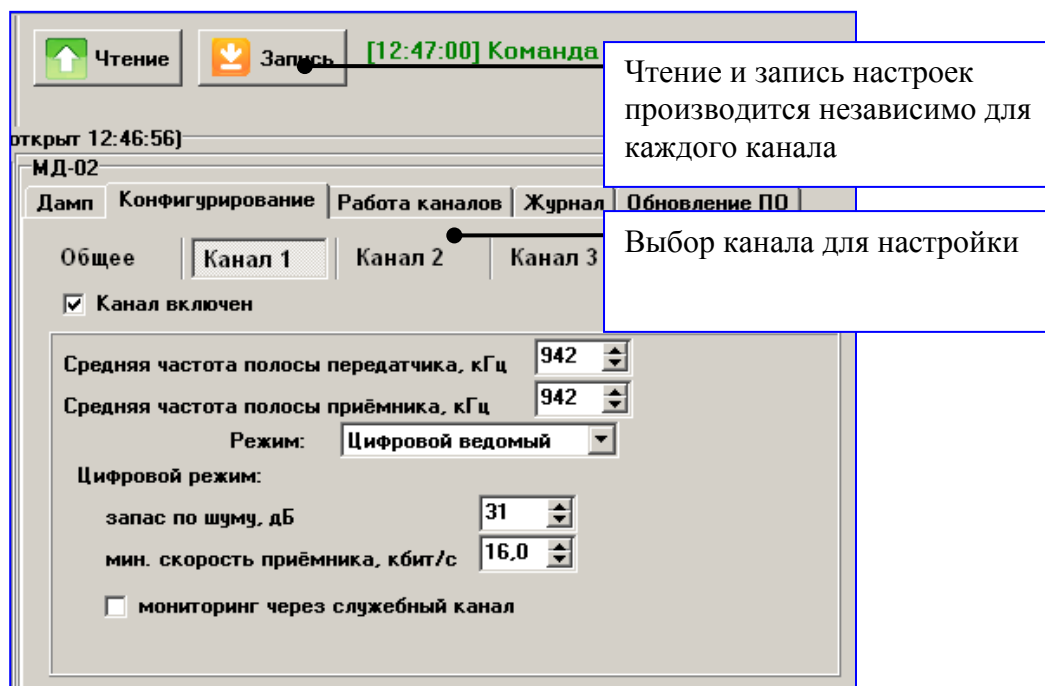
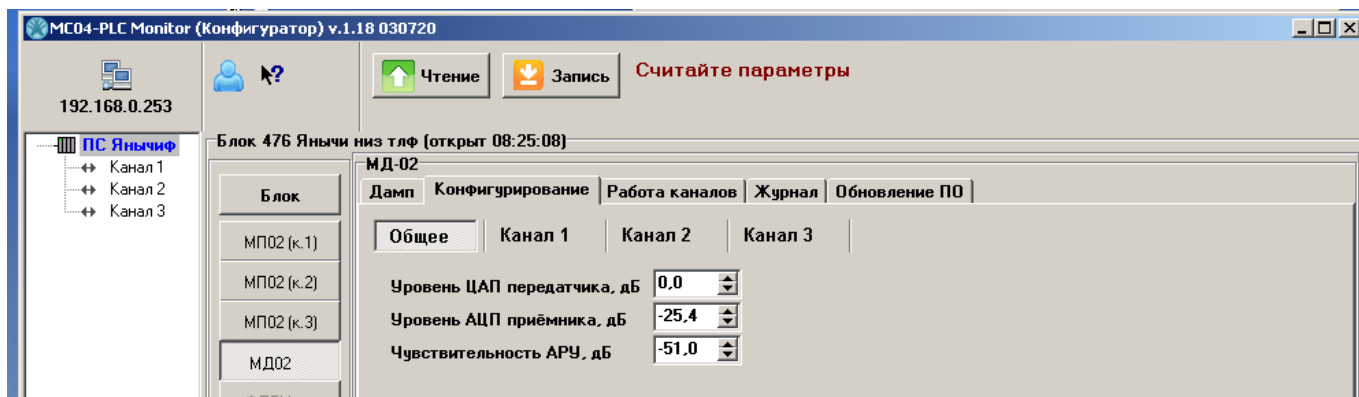
#### Конфигурирование: Канал 1...3

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 скорость ЦП от 0,1 до 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 и не занимает часть общей полосы передачи ЦП.

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, цифровые скорости передатчика и приёмника, отношение сигнал/шум, число ошибок, коэффициент блочных ошибок, шлейф данных для платы МП02.

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

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

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

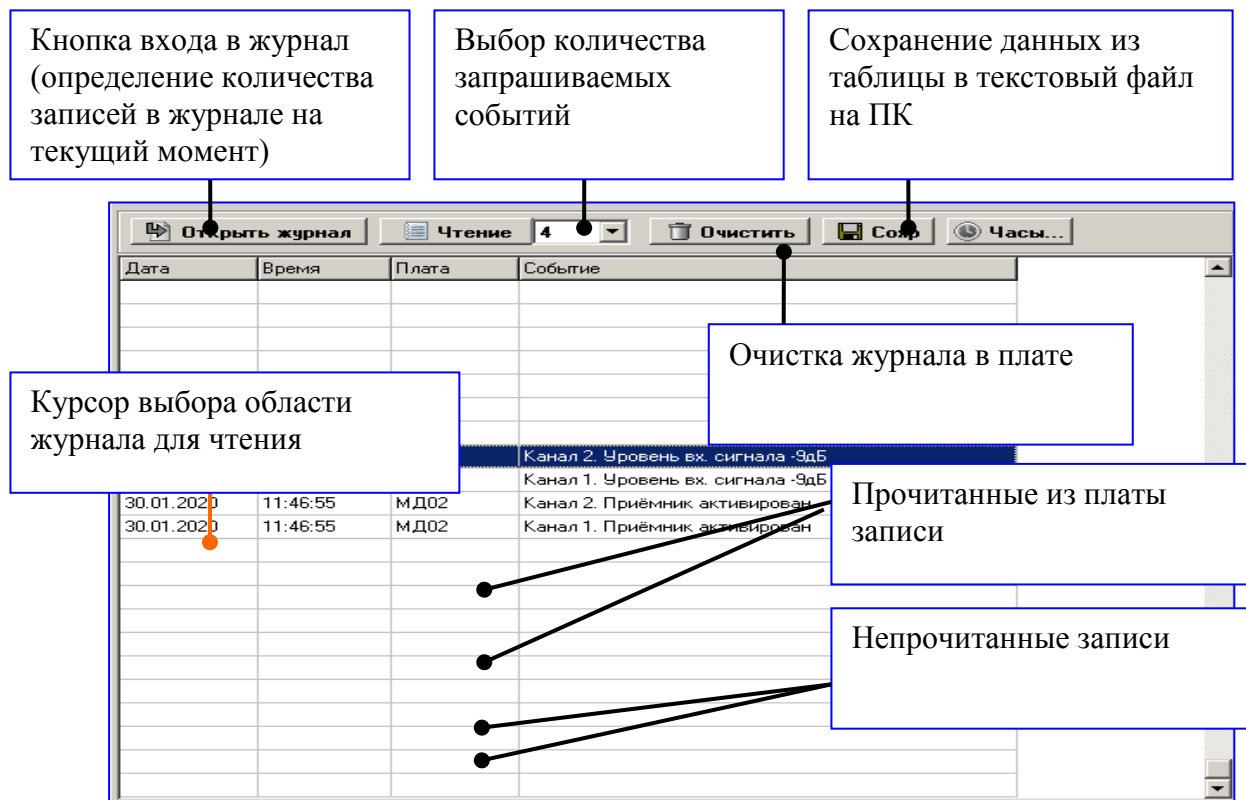
| Показать:                  | <input checked="" type="checkbox"/> Канал 1 | <input checked="" type="checkbox"/> Канал 2 | <input checked="" type="checkbox"/> Канал 3 |
|----------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Состояние приёмника        | приём данных                                | приём данных                                | приём данных                                |
| Уровень вх. сигнала        | -4,4 дБ                                     | -4,4 дБ                                     | -4,4 дБ                                     |
| Режим                      | цифровой                                    | транзит                                     | аналоговый                                  |
| Приём данных от КО(транз.) | ---                                         | нет                                         | ---                                         |
| Скорость передатчика       | 16,0 кбит/с                                 | ---                                         | ---                                         |
| Скорость приёмника         | 16,1 кбит/с                                 | ---                                         | ---                                         |
| Запас по шуму              | 23,9 дБ                                     | ---                                         | ---                                         |
| Количество ошибок          | 470                                         | ---                                         | ---                                         |
| Коэффициент ошибок         | $1,3 \cdot 10^{-6}$                         | ---                                         | ---                                         |
| Заворот данных от КО       | нет                                         | нет                                         | нет                                         |

**Журнал.** На данной вкладке находятся элементы управления часами платы и журналом событий блока. Кнопка **Часы** открывает и закрывает панель настройки часов.

Кнопки чтения текущего времени из платы

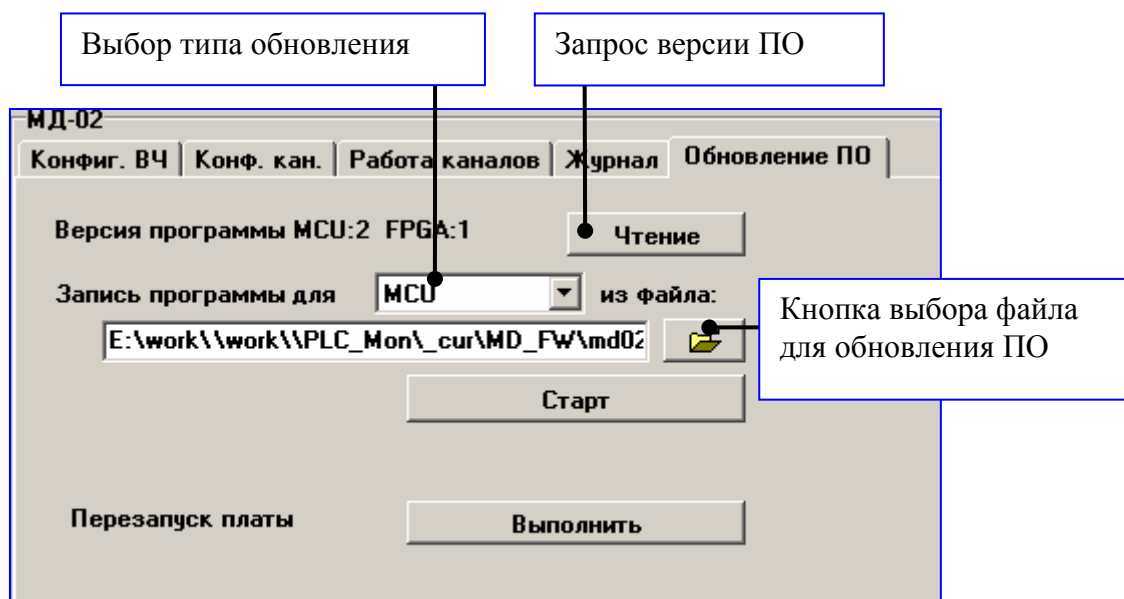
Кнопка записи времени в плату и кнопка записи коррекции хода часов

Для работы с журналом необходимо выполнить процедуру его открытия. 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 запрашиваемых событий и нажать кнопку **Чтение**.



Если во время чтения в журнале появляются новые записи, то в таблице добавляются новые пустые строки ниже. После максимального заполнения журнала (1023) новые события затирают самые ранние события.

**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, какая часть обновляется (MCU/FPGA), затем выбрать соответствующий файл с программой (MCU: \*.cbi, FPGA: \*.lbi), нажать кнопку **старт**. Если обновляется FPGA, то после записи необходимо проверить версию (нажать кнопку **считать**, версия должна быть новой) и выполнить **перезапуск платы**.



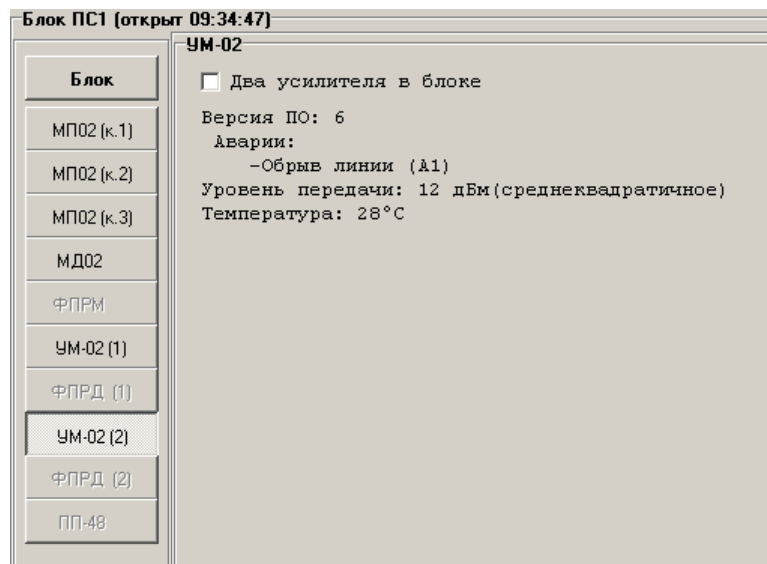
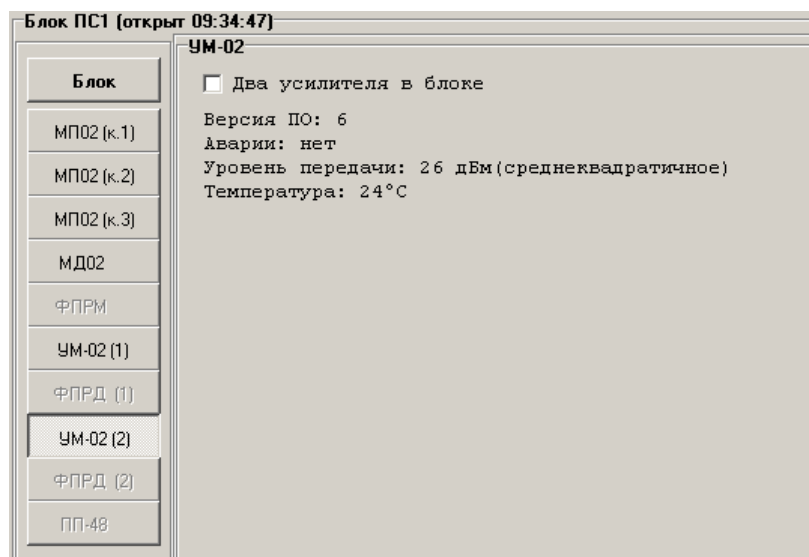
### 7.8. Плата УМ02.

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 выходной мощности.



## 8 Приложение 1. Схема применения системы MC04-PLC.

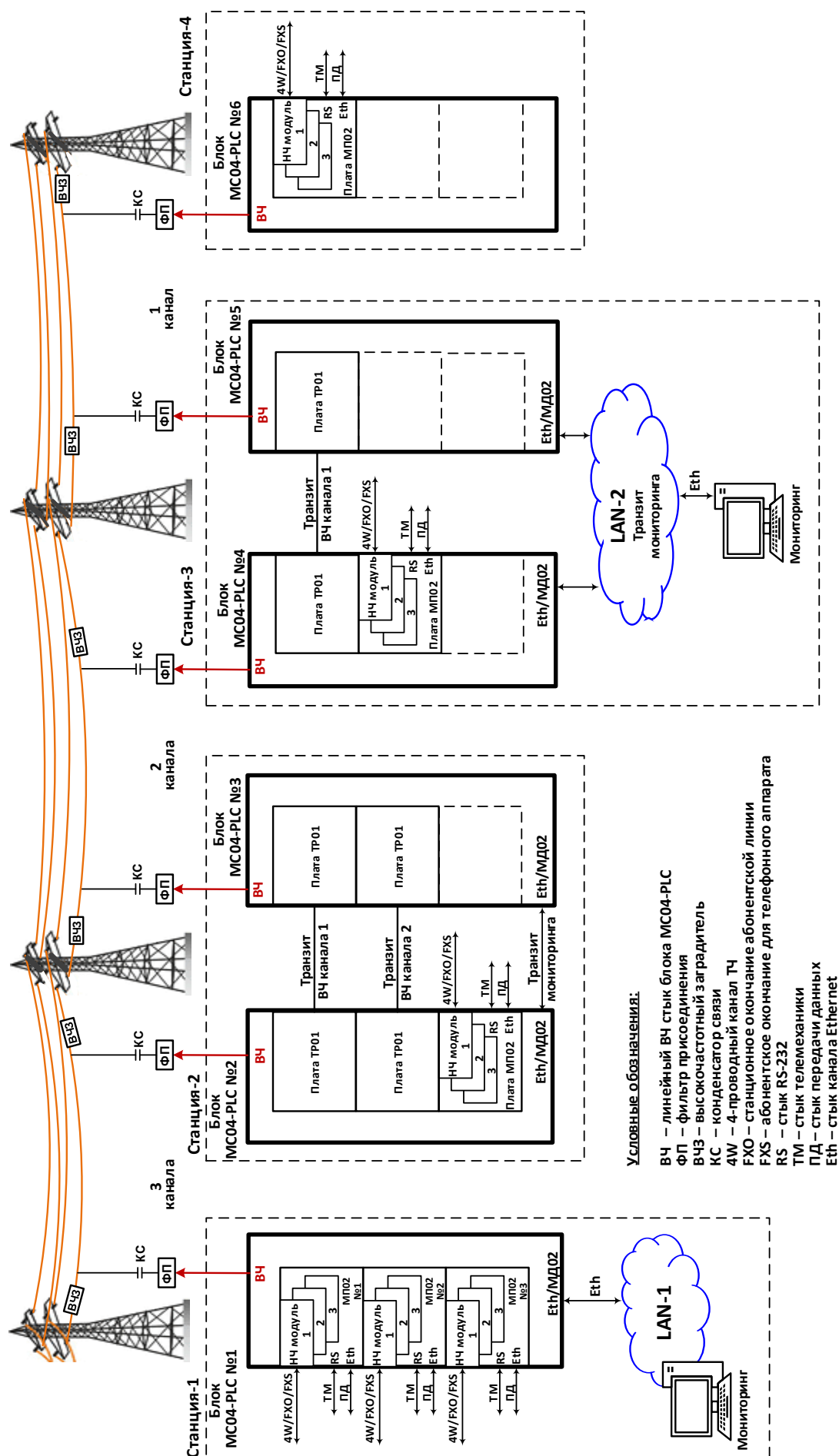


Схема применения 3-канальной ЦСП MC04-PLC ВЧ связи по ЛЭП с функцией вставки/выделения ВЧ каналов