



## Цифровая система ВЧ связи по ЛЭП MC04-PLC

Руководство по эксплуатации  
КВ3.090.025 РЭ  
(ред. 5/ октябрь 2019)

## Оглавление

|  | Стр. |
|--|------|
| 1. Назначение .....                              | 3    |
| 2. Конструкция и состав аппаратуры .....         | 4    |
| 2.1. Плата МП01 .....                            | 6    |
| 2.2. Плата МД01 .....                            | 11   |
| 2.3. Плата ФПРМ .....                            | 12   |
| 2.4. Плата УМ02 .....                            | 13   |
| 2.5. Плата ФПРД .....                            | 14   |
| 2.6. Плата ИП01/ ИП02 .....                      | 14   |
| 3. Монтаж аппаратуры и настройки ВЧ тракта ..... | 15   |
| 4. Программное конфигурирование аппаратуры ..... | 16   |
| 5. Контроль состояния аппаратуры .....           | 22   |

## 1. Назначение.

Цифровая система MC04-PLC предназначена для организации дуплексных каналов телемеханики (ТМ), передачи данных и телефонных каналов по высоковольтным линиям электропередач (ЛЭП) 35/110 кВ с временным разделением каналов. Аппаратура обеспечивает передачу голоса и данных по высокочастотному (ВЧ) каналу связи в полосе 4 кГц в диапазоне частот 16-1000 кГц. Обеспечивается разнесенный и смежный режим полос передачи/приема. Подключение к ЛЭП производится через фильтр присоединения и конденсатор связи.

### 1.1. Характеристики линейной ВЧ части аппаратуры:

|   |                    |                      |
|---|--------------------|----------------------|
| – модуляция цифрового низкочастотного (НЧ) потока   |                    | OFDM/8PSK            |
| – модуляция в полосе ВЧ канала  |                    | АМ ОБП               |
| – рабочий диапазон частот   |                    | 16 – 1000 кГц        |
| – ширина рабочей полосы   |                    | 4 кГц                |
| – чувствительность приемника  |                    | –26 дБм              |
| – динамический диапазон АРУ   |                    | не менее 40 дБ       |
| – допустимое затухание в разнесенном режиме (с учетом помех)  |                    | 40 дБ                |
| – допустимое затухание в смежном режиме   |                    | 20 дБ                |
| – уровень внеполосных излучений при отходе от полосы на 8 кГц   |                    | не более –24 дБм     |
| – допустимый уровень мешающего внеполосного сигнала на ВЧ входе при отступе 8 кГц от границы полосы частот приема       |                    | 40 дБм0              |
| – затухание, вносимое в тракт параллельно включенной аппаратуры при отходе от полосы частот передачи/приема аппаратуры: | 8 кГц              | не более 1,5 дБ      |
|   | 12 кГц             | не более 1,0 дБ      |
| – максимальная задержка цифрового потока (ЦП)   |                    | 150 мс               |
| – выходное сопротивление передатчика (несимметричная линия)   |                    | 75 Ом                |
| – входное сопротивление приемника   |                    |                      |
| несогласованное высокоомное (по умолчанию)  |                    | 1 кОм                |
| согласованное (по заказу)   |                    | 75 Ом                |
| – битовая скорость ЦП с вероятностью ошибок не более $10^{-6}$ при соотношении сигнал/шум:                              |                    |                      |
| не менее 20 дБ  |                    | 9,6 кбит/с           |
| не менее 24 дБ  |                    | 14,4 кбит/с          |
| – доступная пиковая мощность ВЧ передачи в полосе частот:   |                    |                      |
| исполнение 1  | от 16 до 200 кГц   | 15 Вт                |
|   | от 200 до 1000 кГц | равномерно снижается |
| исполнение 2  | от 16 до 200 кГц   | 15...7 Вт            |
|   | от 200 до 1000 кГц | равномерно снижается |
|   |                    | 30 Вт                |
|   |                    | 30...14 Вт           |

1.2. Потребляемая мощность от сети 220В/50Гц – не более 100 Вт.

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

Вес – 5 кг.

### 1.3. Условия эксплуатации блока MC04-PLC:

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

## 2. Конструкция и состав аппаратуры.

Конструктивно аппаратура выполнена в виде блока 19 дюймов высотой 3U, в который устанавливаются следующие функционально-конструктивные модули (рис.1 и рис. 2):

- ИП01- блок питания, сетевой вход 220В/50Гц, выход +48В,-48В,+12В;
- ИП02- блок питания, вход постоянного тока 36...72В, выход +48В,-48В,+12В;
- МП01- мультиплексор каналов ТМ и телефонии, кодек G.723/G.729, мониторинг и управление;
- МД01- модуляция ЦП в аналоговый ВЧ сигнал и демодуляция ВЧ сигнала в ЦП;
- ФПРМ - линейный трансформатор, аттенюатор и 4-х контурный фильтр ПРМ, усилитель;
- ФПРД - 2-х контурный фильтр ПРД, высокоомный импеданс вне полосы ПРД;
- УМ01/УМ02- усилитель мощности, цифровая индикация уровней ПРД/ПРМ, индикация аварий.

Обмен сигналов между платами производится через кроссплату, включая аналоговые ВЧ сигналы разных уровней мощности.

Блок имеет два конструктивных исполнения:

- 1 - установлен один усилитель УМ02 и один фильтр ФПРД, мощность ВЧ сигнала - 15Вт;
- 2 - установлены два усилителя УМ02 и два фильтра ФПРД, мощность ВЧ сигнала - 30Вт.

Обозначение блока включает конструктивное исполнение - 15 Вт или 30 Вт, тип канала тональной частоты (ТЧ) портов А-Б-В и напряжение питания 220В или 48В. Пример обозначения:

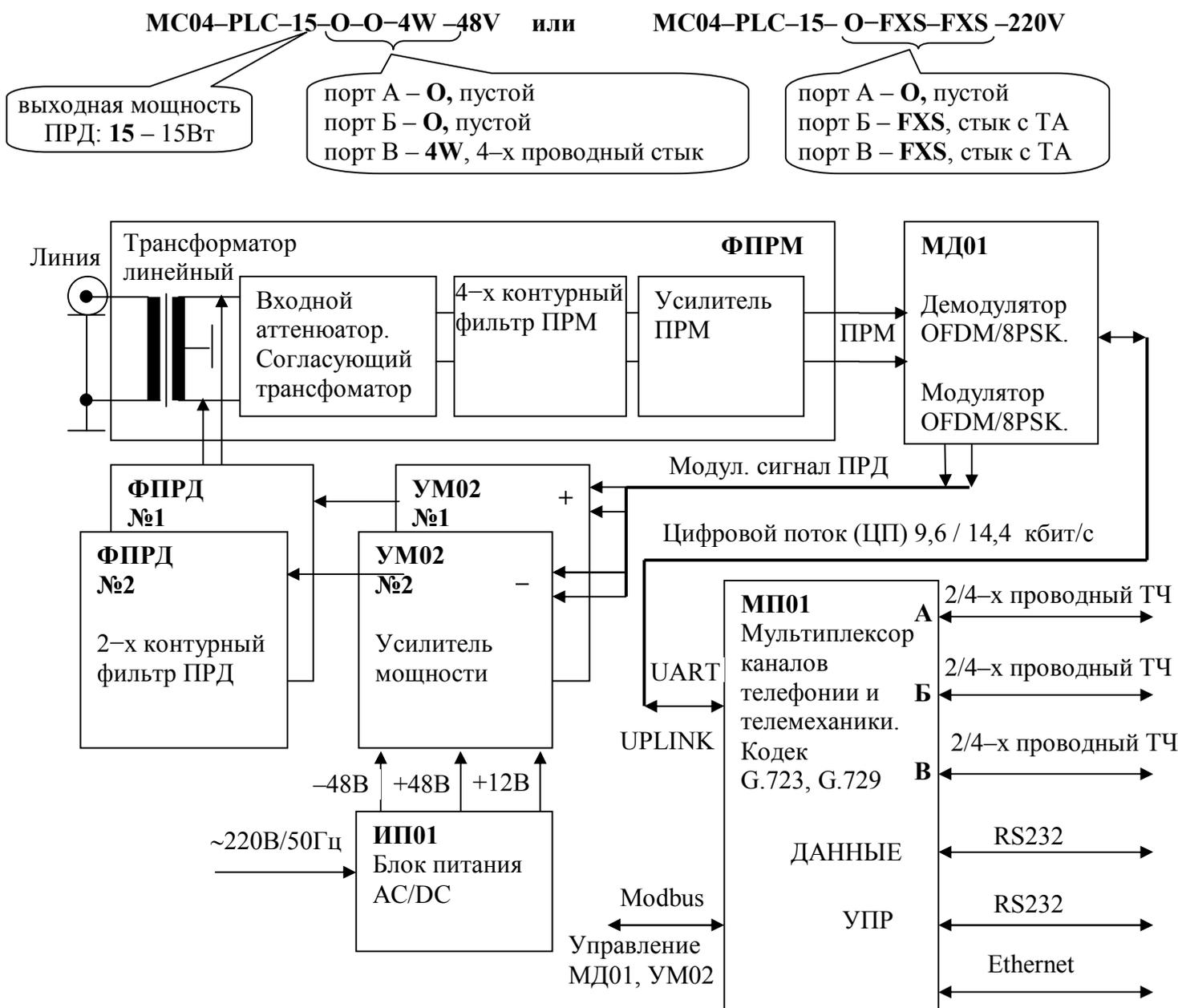


Рис.1. Структурная схема блока MC04-PLC.

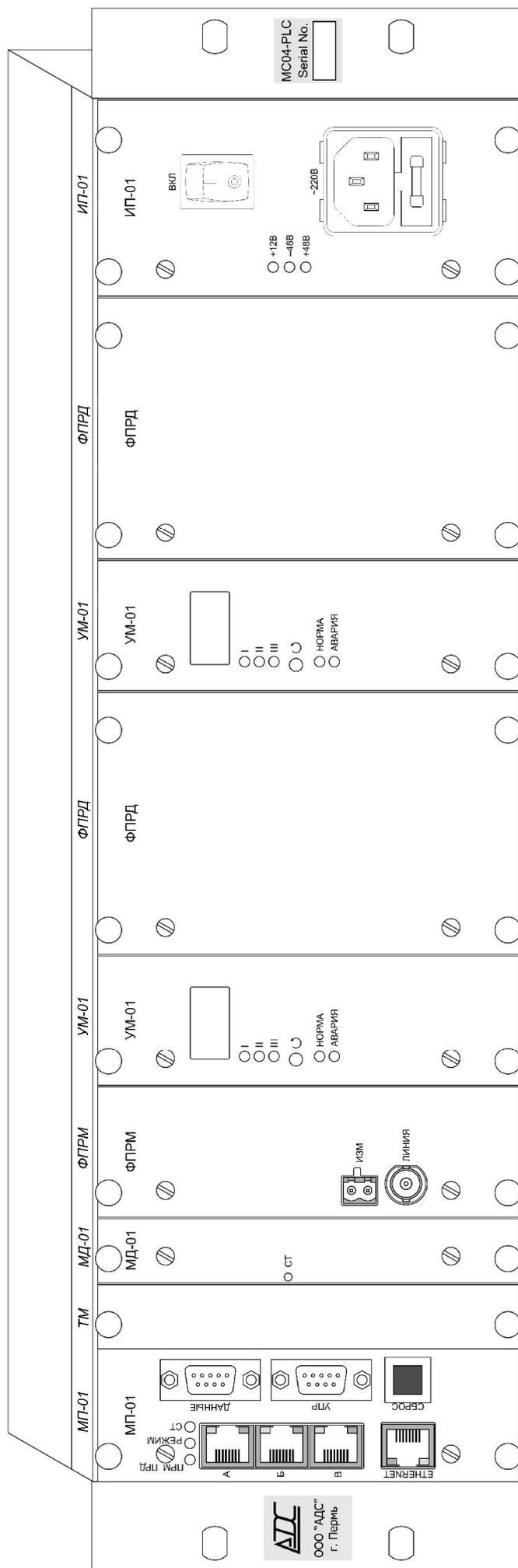


Рис.2. Внешний вид блока MC04-PLC.

## 2.1. Плата МП01.

### 2.1.1. Функции платы МП01 (программная версия 2.32 и выше):

- мультиплексирование каналов ТМ, телефонии, сигнализации и мониторинга;
- организация цифрового потока UPLINK с платой модема МД01;
- обновление программного обеспечения (ПО) и конфигурация аппаратуры;
- хранение конфигурационных данных блока, включая плату МД01, в энергонезависимой памяти;
- локальный доступ к аппаратуре через контрольный порт УПР типа RS232;
- доступ к удаленному блоку через встроенный канал мониторинга;
- индикация состояния цифрового потока, каналов ТМ и телефонии;
- синхронизация частот блоков комплекта аппаратуры;
- сжатие ТЧ каналов кодеком G.723 / G.729 до скорости 5,3 / 6,4 / 8 кбит/с;
- цифровая эхокомпенсация 2-х проводных ТЧ каналов.

### 2.1.2. Порты ТМ и телефонии.

Организация канала ТМ обеспечивается через цифровые стыки:

- порт ДАННЫЕ;
- порт Ethernet.

Порт ДАННЫЕ имеет два программно устанавливаемых режима работы:

- асинхронной старт/стопный типа RS232 на скорости от 1,2 кбит/с до 9,6 кбит/с;
- прозрачный кодонезависимый режим на скорости 100/200/300 бит/с.

В прозрачном кодонезависимом режиме обеспечивается передача данных телемеханики ГРАНИТ – преобразование битового синхронного потока в цифровой поток UART стыка с платой МД01.

Для организации каналов ТЧ в плате МП01 имеется три порта **А, Б, В**, конфигурируемые установкой на плату соответствующих сменных модулей.

Типы сменных модулей:

- EM01 – 4-х проводный стык для организации ТЧ каналов с сигнализацией АДАСЭ;
- FS01 – 2-х проводный стык с телефонным аппаратом типа FXS;
- FO01 – 2-х проводный стык с абонентским комплектом АТС типа FXO.

Модуль EM01 обеспечивает прием/передачу сигналов ТЧ в диапазоне от 300 до 3400 Гц, включая частотную сигнализацию АДАСЭ. Уровни приема и передачи настраиваются в диапазоне минус 13...+4 дБ.

Параметры модуля FS01:

Номинальный входной уровень – 0 дБ, номинальный выходной уровень – минус 3,5 дБ, программная настройка уровней – от 0 до минус 7 дБ.

Номинальный ток питания абонентской линии – 21 мА, диапазон настройки – 20...41 мА.

Напряжение вызывного сигнала – не менее 50 Вэфф.

Частота вызывного сигнала – 24...26 Гц.

Форма вызывного сигнала – трапецеидальная.

Допустимое сопротивление абонентского шлейфа с учетом сопротивления аппарата – 1,1 кОм.

Параметры модуля FO01:

Номинальный входной уровень – 0 дБ, номинальный выходной уровень – минус 3,5 дБ.

Допустимое напряжение вызывного сигнала с частотой 20...50 Гц – 35...110 Вэфф.

Допустимое сопротивление абонентской линии – 200 Ом.

Допустимое напряжение между линейным входом платы и заземлением блока – 250 В.

2.1.3. Схемы организации телефонной связи.

2.1.3.1. "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**.

2.1.3.2. "Удаленный абонент", FXS – FXO.



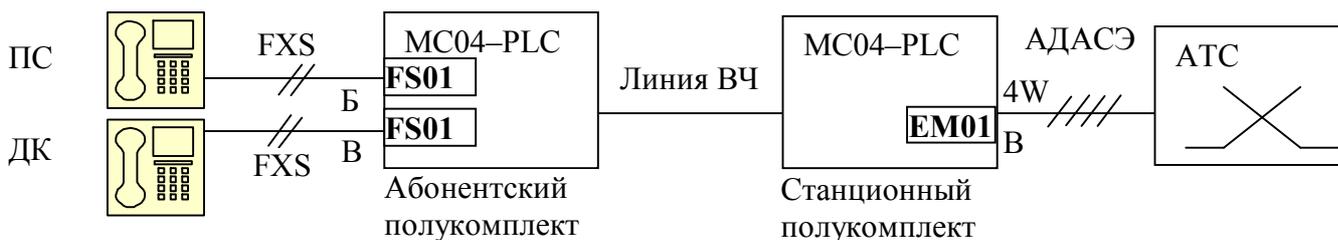
ТЧ канал аппаратуры помещается в разрыв 2-х проводного шлейфа между телефоном и абонентским комплектом АТС. Поддерживаются как тональный DTMF, так и импульсный набор номера. Занятие линии, вызывной сигнал, импульсный набор номера передаются на другую сторону вне полосы ТЧ по выделенному в ЦП каналу сигнализации.

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



Абонент соединяется с АТС через 4-х проводный ТЧ канал, организованный с помощью модулей EM01. 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.

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



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

На стационарном полукомплекте соединение с АТС производится через 4-х проводный интерфейс ТЧ модуля ЕМ01, установленного в порт В. Двухчастотная 1200/1600 Гц сигнализация АДАСЭ стационарного полукомплекта преобразуется в сигнализацию абонентского полукомплекта, которая передается по выделенному в ЦП каналу сигнализации.

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

2.1.4. Разъемы и индикаторы на лицевой панели платы МП01 (рис. 2):

- три порта **А, Б, В** для организации каналов ТЧ;
- порт **ДАнные** для организации канала ТМ;
- порт управления и мониторинга **УПР** типа RS232;
- порт **Ethernet**;
- индикаторы состояния **ПРМ/ПРД, РЕЖИМ, СТ**;
- кнопка **СБРОС**.

Три светодиода **ПРМ/ПРД, РЕЖИМ, СТ** индицируют следующие состояния.

**РЕЖИМ** – указывает режим работы блока в составе комплекта аппаратуры: режим **Ведущий** – индикатор горит, режим **Ведомый** – индикатор погашен.

**СТ** – указывает состояние комбинированного канала передачи, индикатор горит – канал включен и идет передача данных, индикатор мигает с частотой 5 Гц – канал выключен.

**ПРМ/ПРД** – индицирует желтым цветом факт приема и передачи данных по ВЧ тракту между полукомплектами аппаратуры, мигает при обнаружении ошибки контрольной суммы во входящем цифровом потоке.

После подачи питания все индикаторы используются для индикации технологических состояний и факта загрузки плат блока. Рабочий режим индикации наступает через 90 секунд после подачи питания.

Кнопка **СБРОС**.

Кратковременное нажатие кнопки **СБРОС** производит перезапуск комбинированного канала. Удержание кнопки в течение 5 секунд загружает в плату заводские установки с инверсией режима **Ведущий/Ведомый**.

2.1.4.1. Назначение контактов разъема ТЖ–8Р8С портов **А, Б, В**.

Таблица 1. 4–х проводный ТЧ стык – при установке модуля ЕМ01.

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

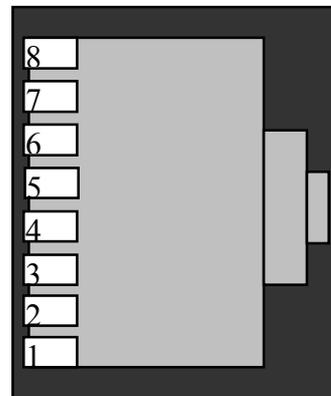


Таблица 2. 2-х проводный ТЧ стык FXS/FXO – при установке модуля FS01/FO01:

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

Таблица 3. Состояние зеленого индикатора разъема портов А, Б, В.

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

#### 2.1.4.2. Назначение контактов разъема DB-9M порта ДАННЫЕ и УПР.



Уровни сигналов порта ДАННЫЕ и УПР:

| Уровень      | Передатчик | Приемник    |
|--------------|------------|-------------|
| Логический 0 | +5...+15 В | +3... +25 В |
| Логический 1 | -5...-15 В | -3... -25 В |

**ВНИМАНИЕ!** Для исключения отказов СОМ-портов компьютера и портов **ДАННЫЕ** и **УПР** платы МП01 подключение нуль-модемного кабеля производить при обязательном заземлении блока и корпуса компьютера или соединении клеммы заземления блока с корпусом компьютера.

#### 2.1.5. Настройка платы МП01.

Конфигурация платы производится программой мониторинга MC04-DSL Monitor, версии 4.20.25 или выше. В процессе конфигурации задаются следующие параметры:

- режим работы платы **Ведущий/Ведомый**. Определяет последовательность активации полуккомплектов аппаратуры, режим работы частотного модуля блока – опорный генератор или захват частоты из входного сигнала
- разрешение или блокировка работы модулей, устанавливаемых на плату МП. Режим и параметры работы модулей
- скорость и формат приемо-передачи цифрового потока на UART стыке комбинированного канала UPLINK
- скорость и формат приемо-передачи пользовательских данных – аппаратуры ТМ, подключаемой к порту ДАННЫЕ, либо асинхронный режим типа RS232, либо прозрачный кодонезависимый режим
- настройки порта Ethernet как канала ТМ и мониторинга
- голосовой кодек G.723 или G.729
- включение/выключение режима цифровой эхокомпенсации по портам телефонии

- приоритет и гарантированная полоса пропускания комбинированного канала
- полоса пропускания и регуляторы уровня по входу и выходу ВЧ сигнала платы МД
- название станции в системе мониторинга.

Конфигурационные данные блока хранятся в энергонезависимой памяти платы МП01. При включении питания блока платой МП01 загружается последняя принятая конфигурация. Конфигурационные данные содержат настройки платы МП01 и настройки платы МД01.

#### 2.1.6. Последовательность активации платы МП01:

После подачи питания плата проводит проверку обновления программного обеспечения, проверку работоспособности установленных микросхем и модулей, тестирование систем контроля частоты и переходит в рабочий режим.

В рабочем режиме плата МП01 проводит инициализацию платы МД01 в соответствии с конфигурационными установками, запускает и настраивает пользовательские интерфейсы, активирует цифровой поток UPLINK. В процессе работы плата МП01 ведет периодический опрос наличия и параметров плат, установленных в блоке, отвечает на запросы программы мониторинга, контролирует работоспособность цифрового потока.

Процесс активации канала инициализируется **Ведущим** блоком, после ответа **Ведомого** блока начинается процесс приема-передачи данных цифрового потока через комбинированный канал.

#### 2.1.7. Принципы формирования цифрового потока UPLINK.

Цифровой поток UPLINK на UART стыке с платой МД01 имеет максимальную ограниченную ВЧ каналом пропускную способность 14,4 кбит/с. При пусконаладке аппаратуры программно задается пропускная способность ВЧ канала 9,6 / 14,4 кбит/с и необходимое распределение пропускной способности между задействованными портами в соответствии с уровнем приоритета интерфейса:

- голосовые порты А/Б/В – приоритет 0 – наибольший;
- порт ДАННЫЕ – приоритет 1;
- Ethernet – приоритет 2;
- порт УПР – приоритет 3 – наименьший.

Чтобы передача данных с высоким приоритетом не вытесняла полностью передачу данных с низким приоритетом, задается **гарантированная полоса** передачи данных от порта в процентах от скорости ВЧ потока. После передачи каждых 100 байт проверяется соответствие объема переданной информации порта параметру **гарантированная полоса**. При несоответствии формируется подканал, обеспечивающий передачу необходимого количества данных.

## 2.2. Плата МД01.

Плата модема МД01 выполняет функцию модуляции цифрового потока в аналоговый высокочастотный сигнал, а также обратное преобразование (демодуляция) ВЧ сигнала в цифровой поток.

Модуляция выполняется в две стадии. На первой стадии формируется фрейм низкочастотного OFDM–модулированного сигнала с полосой 0,1–3,9 кГц. OFDM сигнал составлен из 240 поднесущих, модулированных по 8PSK.

На второй стадии выполняется перенос НЧ сигнала в полосу ВЧ от 16 до 1000 кГц. В этой полосе сигнал может занимать любое положение в сетке с шагом 4 кГц.

Оба преобразования выполняются в цифровой форме с использованием ЦОС в микросхеме ПЛИС. Полученные отсчёты подаются на ЦАП для получения аналогового сигнала.

Демодуляция осуществляется аналогично. АЦП преобразует ВЧ сигнал в поток цифровых отсчётов. Путём математической обработки происходит перенос ВЧ сигнала в полосу 0,1–3,9 кГц, затем OFDM демодулятор из НЧ сигнала получает принимаемый цифровой поток.

Формирование аналогового сигнала производится путём прямого цифрового синтеза.

Технические характеристики.

Аналоговый стык:

|  |                           |
|--|---------------------------|
| – тип модуляции                                      | OFDM                      |
| – полоса пропускания                                 | 3,8 кГц                   |
| – полоса перестройки                                 | 16...1000 кГц             |
| – шаг перестройки                                    | 4 кГц                     |
| – входное сопротивление                              | 150 Ом                    |
| – номинальный входной уровень (амплитуда)            | 1,5 В                     |
| – выходное сопротивление                             | 150 Ом                    |
| – номинальный выходной уровень (амплитуда)           | 1,5 В при нагрузке 150 Ом |
| – диапазон автоматической регулировки усиления (АРУ) | 40 дБ                     |

Цифровой стык с платой МП01:

|                         |                         |
|-------------------------|-------------------------|
| – тип интерфейса        | асинхронный UART        |
| – скорость передачи     | 9,6 / 14,4 кбит/с       |
| • Напряжение питания    | 12 В                    |
| • Потребляемая мощность | 7 Вт                    |
| • Габариты              | 163,6 x 100,0 x 20,0 мм |

На лицевой панели платы размещен светодиод СТ, который индицирует состояние загрузки программного обеспечения (ПО): не горит – ПО не загружено, мигает – ПО загружено.

Программно настраиваются параметры платы:

- включение/выключение режима автоматической регулировки усиления (АРУ);
- частоты цифровых фильтров ПРД и ПРМ на полосу 4 кГц в диапазоне 16...1000 кГц;
- регулятор уровня по ВЧ выходу в диапазоне +3/–6 дБ;
- регулятор по ВЧ входу в диапазоне +10/–6 дБ (работает только при выключенном режиме АРУ).

Для оценки уровня аналогового сигнала на входе платы контролируется два параметра:

- уровень сигнала в широкой полосе Ашп, включающий принимаемый сигнал, сигнал собственного передатчика, сигнал передатчиков соседних систем и шумы в линии;
- уровень сигнала в узкой полосе приемного цифрового фильтра Афпрм.

Уровень сигнала в широкой полосе Ашп измеряется в дБ относительно максимально допустимого аналогового сигнала на входе платы 300 мВ (среднеквадратичное значение).

Уровень сигнала Афпрм измеряется в дБ относительно максимально допустимого цифрового сигнала в полосе приемного фильтра.

## 2.3. Плата ФПРМ.

### 2.3.1. Функции.

Плата ФПРМ предназначена для приема линейного ВЧ сигнала и передачи ВЧ сигнала в линию. Плата обеспечивает подавление собственного сигнала передатчика, а также сигналов передатчиков параллельно подключенной аппаратуры.

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

Суммарный принимаемый сигнал через согласующий трансформатор поступает на полосовой фильтр, который обеспечивает первичное подавление сигналов собственного передатчика и передатчиков параллельно подключенной аппаратуры ВЧ связи. Сигнал с выхода фильтра усиливается малошумящим усилителем, чем компенсируются потери в аттенюаторе и полосовом фильтре.

### 2.3.2. Настройка полосового фильтра.

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

### 2.3.3. Настройка аттенюатора.

Исходная заводская настройка затухания аттенюатора 26 дБ обеспечивает функционирование аппаратуры при затуханиях линии более 30 дБ. При меньших затуханиях линии для исключения выхода сигналов за допустимый диапазон в аттенюатор вводится дополнительное затухание 6 дБ, 12 дБ, 18 дБ, 24 дБ, 30 дБ. Дополнительное затухание устанавливается с помощью джамперов J2, J3, J4, J6 по табл.4: + джампер установлен, – джампер снят.

Таблица 4. Настройка аттенюатора.

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

### 2.3.4. Лицевые разъемы (рис. 2):

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

## 2.4. Плата УМ01/УМ02.

### 2.4.1. Функции.

Основное назначение платы УМ01/УМ02 – усиление по мощности модулированного сигнала передачи от платы МД01 и выход на плату передающего фильтра ФПРД. Плата также обеспечивает цифровую индикацию уровней приема и передачи ВЧ сигнала и индикацию аварий.

Количество плат УМ01/УМ02 в блоке (в паре с платой ФПРД):

- 1 – при номинальной мощности ПРД 15 Вт;
- 2 – при номинальной мощности ПРД 30 Вт.

### 2.4.2. Технические характеристики:

- диапазон рабочих частот – 16...1000 кГц;
- пиковая мощность огибающей ВЧ сигнала – 20 Вт;
- КПД при максимальной мощности – не менее 50%;
- максимальное входное напряжение (амплитуда) – 1,5 В;
- входное сопротивление – 150 Ом (на кроссплате);
- выходное сопротивление – 10 Ом;
- неравномерность частотной характеристики в диапазоне рабочих частот –  $\pm 0,5$  дБ;
- уровень гармонических искажений – не более минус 60 дБ;
- уровень собственных шумов на выходе – не более 20 мВэфф;
- напряжение питания усилителя +12В, +48В, –48В.

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

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

На цифровой индикатор выводятся следующие параметры:

- уровень выходного сигнала собственного передатчика  $L_p$  относительно мощности 1 мВт на номинальной нагрузке 75 Ом;
- уровень выходного сигнала в линии  $L_u$  относительно напряжения 0,775 В;
- среднеквадратичное напряжение  $U_{rms}$  суммарного ВЧ сигнала на линейном выходе;
- уровень принимаемого сигнала в широкой полосе Ашп;
- уровень принимаемого сигнала в полосе приемного фильтра Афпрм;
- температура выходных транзисторов усилителя,  $T^{\circ}\text{C}$ ;
- аварийные состояния.

Таблица 5. 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>                 | Уровень сигнала передатчика $L_u$  | <b>22d</b> | дБн                |
| 2              | <b>II</b>                | Напряжение в линии $U_{rms}$       | <b>8.7</b> | В                  |
| 3              | <b>II</b>                | Уровень принимаемого сигнала Ашп   | <b>-07</b> | дБ                 |
| 4              | <b>III</b>               | Уровень принимаемого сигнала Афпрм | <b>-02</b> | дБ                 |
| 5              | <b>III</b>               | Температура                        | <b>78°</b> | $^{\circ}\text{C}$ |

Уровень принимаемого сигнала в широкой полосе Ашп (полезный принимаемый сигнал, сигнал собственного передатчика, сигнал передатчиков соседних систем и шумы в линии) измеряется в дБ относительно максимально допустимого аналогового сигнала на входе платы МД01: 0 дБ соответствует 300 мВ (действующее значение) аналогового сигнала.

Уровень сигнала Афпрм измеряется в дБ относительно максимально допустимого диапазона цифрового сигнала в полосе приемного фильтра платы МД01: 0 дБ соответствует 100% шкалы цифрового сигнала.

#### 2.4.4. Аварийные состояния и индикация платы УМ01/УМ02:

- обрыв линии связи, индикация аварии **A1** в мигающем режиме;
- обрыв связи между платой УМ01/УМ02 и платой ФПРД, индикация аварии **A2** в мигающем режиме;
- потеря передаваемого ВЧ сигнала от платы МД01, индикация аварии **A3** в мигающем режиме;
- температура выходных транзисторов более 90°C, индикация аварии **A4** в мигающем режиме.

В случае аварий **A1, A2, A4** происходит выключение усилителя и отключение с помощью реле линии связи. Далее по истечении 30 сек происходит автоматическое повторное включение. Если аварийных условий нет, восстанавливается нормальная работа. Если авария сохраняется, то будет происходить процесс выключения и включения, с периодом повторения 30 сек.

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

#### 2.5. Плата ФПРД.

Плата ФПРД является фильтром передатчика и выполняет следующие функции:

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

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

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

Затухание, вносимое фильтром передатчика в тракт передачи, на низких частотах до 500 кГц – не более 1,5 дБ, на высоких частотах до 1000 кГц – не более 3 дБ.

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

- 1 – при номинальной мощности ПРД 15 Вт;
- 2 – при номинальной мощности ПРД 30 Вт.

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

#### 2.6. Плата ИП01/ ИП02

Плата ИП01 предназначена для электропитания плат блока MC04-PLC. Содержит в себе преобразователи DC для получения напряжений +12В, +48В, –48В.

Выходная мощность:

- по шине +12В – 15 Вт;
- по шине +48В – 35 Вт;
- по шине –48В – 35 Вт.

Входное напряжение питания – сеть переменного тока ~220 В/50 Гц для ИП01 и напряжение постоянного тока 48 В для ИП02. Допустимый диапазон изменения напряжения сети от 85 В до 264 В, постоянное напряжение – 36...72 В. Потребляемая мощность – не более 100 Вт.

На лицевой панели платы размещены выключатель, сетевой разъем питания ~**220В** для ИП01, разъем постоянного тока ± **48В** для ИП02 и светодиоды **+12V/–48V/+48V**. Выключатель **ВКЛ** предназначен для подключения/отключения входного напряжения 220 В или 48 В. Сетевой шнур питания поставляется в комплекте с блоком.

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

### 3. Монтаж аппаратуры и настройки ВЧ тракта.

3.1. Блок устанавливается и крепится четырьмя винтами в стойку 19 дюймов. Заземление блока выполняется подключением провода заземления к болту заземления, расположенного на задней панели блока.

3.2. Подключение сети переменного тока производится шнуром питания к разъему ~220В платы ИПО1.

3.3. Подключение к ВЧ линии – фильтру присоединения – производится коаксиальным кабелем к разъему ЛИНИЯ платы ФПРМ. Ответная часть разъема СР-75 прилагается в ЗИП.

3.4. Подключение телефонных окончаний производится к портам А, Б и В платы МПО1. Для подключения необходимо обжать ответные части разъемов RJ-45 в соответствии с назначением контактов портов: 4-х проводное окончание – по табл.1, 2-х проводное окончание – по табл.2.

3.5. Подключение стыка телемеханики производится к порту ДАННЫЕ платы МПО1. Назначение контактов разъема DB9: 2 – RXD, 3 – TXD, 5 – GND.

3.6. Подключение СОМ порта компьютера для мониторинга и конфигурирования блока производится к порту УПР платы МПО1.

#### 3.7. Настройки и регулировки ВЧ тракта:

- аппаратная настройка полосовых фильтров ФПРМ и ФПРД на заданную полосу 4 кГц;
- программная настройка частоты цифровых фильтров ПРД и ПРМ;
- аппаратная настройка входного ВЧ аттенюатора под измеренное или расчетное затухание линии;
- программная настройка линейной скорости 9600/14400 бит/с и включение режима АРУ;
- оценка уровня принимаемого сигнала и запаса АРУ на уход затухания ВЧ линии.

Настройки полосовых фильтров ФПРМ и ФПРД выполнены в заводских условиях паяными переключателями и в условиях эксплуатации не изменяются. Программная настройка частоты цифровых фильтров платы МДО1 также проведена на заводе, частоты контролируются программой мониторинга.

Аппаратная настройка входного ВЧ аттенюатора под затухание линии производится с помощью джамперов на плате ФПРМ по табл.4. Заводская поставка: затухание линии –  $\geq 30$  дБ, дополнительный аттенюатор – 0 дБ (установлен джампер J2).

Линейная скорость в заводской настройке установлена 14400 бит/с. При большом уровне шумов в линии поток ошибок RX ERR, контролируемый в основном окне системы мониторинга, может превысить допустимый уровень 10 ошибок в минуту. Для снижения потока ошибок линейную скорость рекомендуется уменьшить до 9600 бит/с.

В рабочем состоянии аппаратуры нужно включить режим АРУ (заводская установка), установив соответствующую «галочку» в окне конфигурации. При включенном режиме АРУ функция – регулятор уровня по ВЧ входу – выключается.

Оценка уровня сигнала ПРМ и запаса АРУ на уход затухания ВЧ линии производится по уровню принимаемого сигнала в широкой полосе Ашп и уровню принимаемого сигнала в полосе приемного фильтра Афпрм. Эти уровни можно контролировать и по индикатору платы УМО2 и в окне основных параметров программы мониторинга (в том числе на удаленном полукомплекте).

Наилучшая оценка качества – уровень в широкой полосе Ашп = 0...-6 дБ и уровень в полосе приемного фильтра Афпрм = 0...-3 дБ. Такое качество обеспечивается при затухании линии в диапазоне 20...26 дБ и малом мешающем влиянии собственного передатчика и соседних ВЧ систем. Запас АРУ на уход затухания ВЧ линии – максимальный.

При малом (<20 дБ) затухании линии или большом мешающем влиянии собственного передатчика и соседних ВЧ систем уровень Ашп может превысить 0 дБ, что указывает о превышении сигнала допустимого диапазона 300 мВ на входе платы МДО1. В этом случае следует установить на плате ФПРМ дополнительный аттенюатор 6...30 дБ в соответствии с табл. 4.

При сильном мешающем влиянии на приемник соседнего по частоте (разница 8–12 кГц) передатчика суммарный уровень в широкой полосе Ашп в основном определяется мешающим сигналом. В этом случае уровень в широкой полосе Ашп  $\geq 0$  дБ, а уровень в полосе приемного фильтра низок Афпрм = -10...20 дБ. Запас АРУ на уход затухания ВЧ линии – минимален.

## 4. Программное конфигурирование аппаратуры.

4.1. Программно настраиваются режимы и параметры ВЧ стыка, голосовых 2-х и 4-х проводных стыков и стыков передачи данных (телемеханики).

4.2. Программные настройки выполняются с использованием программы мониторинга MC04-DSL Monitor v.4.20.21 и более поздние версии.

4.2.1. Настройки порта в параметрах мониторинга показаны ниже.

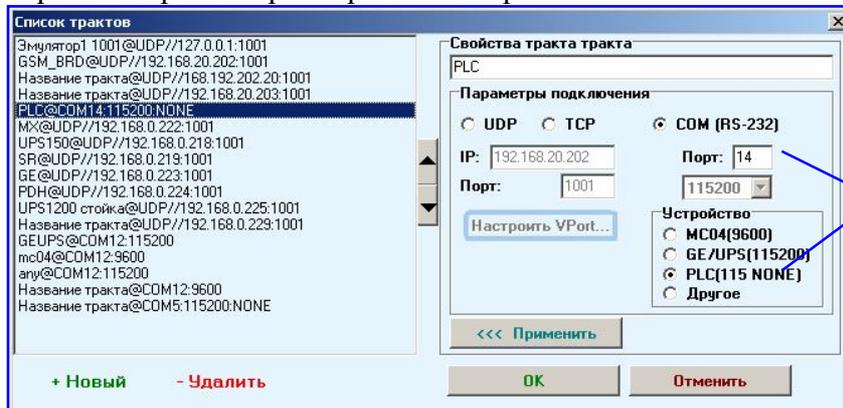


Рис.3. Настройка COM порта компьютера.

4.2.2. Основные параметры устройства и их группировку по панелям.

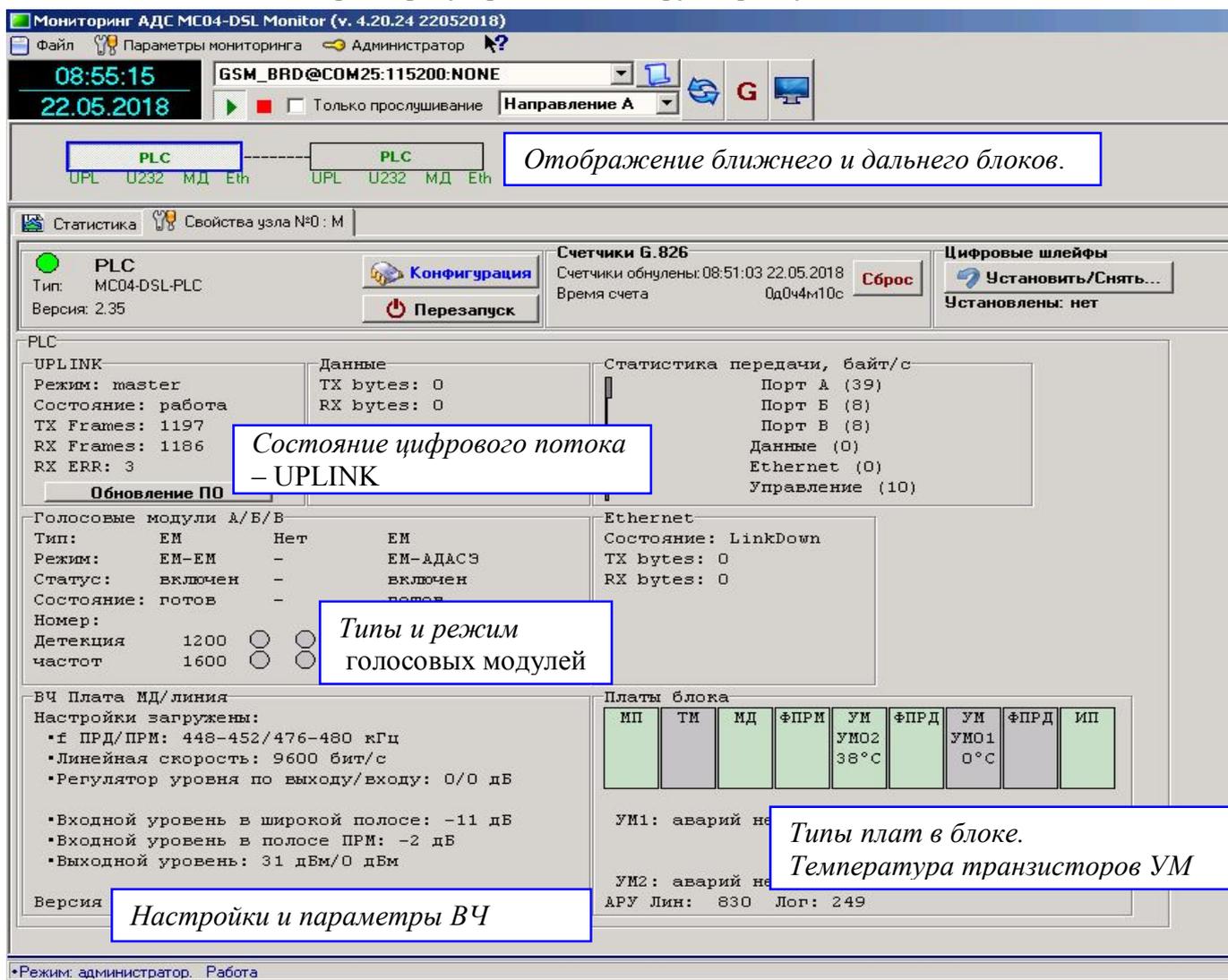


Рис.4. Окно основных параметров аппаратуры.

На панели **ВЧ Плата МД/Линия** отражено состояние платы МД01, загруженные настройки, текущий уровень сигналов. Возможные варианты сообщений по загрузке:

- **нет загрузок** означает, что в конфигурации установлена галочка **Default** и плата МП01 работает с настройками по умолчанию;
- **ошибка** означает ошибку при загрузке регистров;
- **настройки загружены** означает успешную загрузку и проверку конфигурационных регистров в плате МД01.

Если настройки успешно записаны, то ниже будет отображено: установленные частоты приёма и передачи, установленные уровни регуляторов приёма и передачи, установленная линейная скорость.

Также на этой панели отображается измеренный платой МД01 уровень сигнала на входе в широкой полосе и уровень сигнала в полосе приемного цифрового фильтра ПРМ.

Уровень сигнала в широкой полосе измеряется в дБ относительно максимально допустимого аналогового сигнала на входе платы 300 мВ (среднеквадратичное значение).

Уровень сигнала в полосе ПРМ измеряется в дБ относительно максимально допустимого цифрового сигнала в полосе приемного фильтра.

**Панель Голосовые модули А/Б/В.** На данной панели отображается наличие голосового модуля, тип установленного модуля (EM, FS, FO), статус (отключен, включен), состояние (готов, звонок, разговор), набранный номер (детектированный модулем FS импульсный набор, либо принятый от удалённого модема и набранный модулем FO). На этой же панели выводится детектирование модулем EM01 частот 1200 и 1600 Гц сигнализации АДАСЭ.

4.2.3. При нажатии кнопки **Конфигурация** откроется окно конфигурирования, будет предложено считать текущие настройки устройства.

#### 4.2.3.1. Режим работы голосовых портов и портов данных.

Блоки (полукомплекты) работают в режиме точка-точка, один из них должен быть ведущим **Master**, второй ведомым **Slave**.

Для портов А, Б, В в зависимости от типа установленного голосового модуля задается также режим (какой тип модуля установлен на удалённом модеме – EM/FO/FS), либо отключение модуля.

Режимы модуля EM.

В режиме **EM** – **EM** организуется прозрачный ГЧ -канал без анализа частотной сигнализации внутри канала. В режиме **EM-FS** и **АДАСЭ** модуля включается детектирование и генерирование двухчастотной сигнализации 1200/1600.

Режимы модуля FS.

В режиме **FS** – **FS** при поднятии трубки телефонного аппарата модуль начинает генерировать контроль посылки вызова удаленного абонента до поднятия удаленным абонентом трубки. Режимы **FS – FO** и **FS – EM** для модуля FS равнозначны и объединены в один режим. В данном режиме модуль FS не генерирует частотных посылок, а организует прозрачный ГЧ-канал (с детектированием импульсного набора номера, если необходимо).

Режимы модуля FO – возможен только режим **FO – FS**.

Для модулей EM/FS/FO настраиваются номинальные уровни входа и выхода. Установка галочки **Передача имп. набора** для модуля FS обеспечивает счет импульсов от телефонного аппарата при импульсном наборе номера и передачу набранных цифр на удалённое устройство, а для модуля FO разрешает приём номера от удаленного модуля FS по выделенному каналу сигнализации. Для модуля EM в режиме EM-FS или АДАСЭ данная галочка разрешает приём номера от удаленного модуля FS по внутреннему каналу и набор этого номера генерацией частотных посылок 1200/1600 Гц.

Для двухпроводных модулей FS/FO включается режим цифровой эхокомпенсации установкой галочки **Эхокомпенсация**.

Кнопки: считать настройки из устройства •  
записать настройки в устройство •перезапустить устройство

Настройки ВЧ: полоса передачи/приема,  
регуляторы уровня, скорость, включение АРУ

Рис.5. Окно конфигурации.

#### 4.2.3.2. Особенности настроек режима АДАСЭ.

При выборе для модуля ЕМ режима АДАСЭ активируется поле настроек АДАСЭ, **занятие**.

Поле содержит строки **ПС: КПВ, Отбой** и **ДК: КПВ, Отбой** (настройка подканала ПС и ДК) и столбцы **<-ТЧ" и "FS->** (выбор направления передачи сервисных сигналов в сторону 4-х проводного канала ТЧ или телефонного аппарата абонента на удаленном полукомплекте). Выбором режима **Выкл/Вкл** выключается и включается передача сервисных сигналов нужного подканала и направления.

Рекомендуется включать данную настройку в направлении **FS->**, если подключенная к ТЧ стыку аппаратура, не формирует сигнала **Отбой** после окончания соединения по инициативе удаленного абонента. В этом случае плата МП после приема сигнала **Отбой** (двойная частота 1200+1600) по стыку ТЧ, будет формировать сигнал **Отбой** (частота 425 Гц, скважностью 0.4) в сторону абонента удаленного полукомплекта самостоятельно. Данная настройка, как правило, актуальна для обоих подканалов ПС и ДК.

Рекомендуется включать данную настройку в направлении **<-ТЧ**, если аппаратура, подключенная к ТЧ стыку, не формирует сигналы **КПВ** и **Отбой** в сторону внешнего абонента. В этом случае плата МП после приема извещения о формировании вызывного сигнала (звонка) удаленным стыком FS, будет отправлять в сторону стыка ТЧ сигнал **КПВ** (частота 425 Гц, скважностью 5). После окончания соединения, инициированным удаленным стыком FS, в сторону стыка ТЧ отправляется сигнал **Отбой**. Сигнал **Отбой** также отправляется в случае отсутствия связи с удаленным полукомплектом. Данная настройка, как правило, актуальна для подканала ДК.

Типовая настройка полукомплектов для режима АДАСЭ:

##### Станционный блок А.

Режим **Master**. Порт В – установлен модуль ЕМ, порт Б – пустой, порт А – пустой (или установлен модуль FS, FO, ЕМ не в режиме АДАСЭ). Режим модуля – АДАСЭ, уровни выход/вход – +4/-13 дБ, галочка **Передача имп. набора** – для ДК канала – не установлена, для ПС канала – установлена, передача **ДК: КПВ, Отбой** – **Вкл**, передача **ПС: КПВ, Отбой** – **Выкл**.

##### Удаленный блок Б.

Режим **Slave**. Порты Б и В – установлены модули FS соответственно для ПС и ДК канала, порт А – пустой (или установлен модуль FS, ЕМ не в режиме АДАСЭ). Режим модулей – FS-FO/FS-ЕМ, уровни выход/вход –7/0 дБ, галочка **Передача имп. набора** – для ДК канала – не установлена, для ПС канала – установлена.

#### 4.2.3.3. Настройка канала ТМ – порта ДАННЫЕ.

Режим передачи данных устанавливается при выборе нужной скорости приемопередачи.

При выборе скорости 1200...9600 бит/с устанавливается асинхронный старт-стопный режим передачи типа RS232.

При выборе скорости передачи 100\200\300 бит/с устанавливается прозрачный кодонезависимый режим передачи. В этом режиме нужно настроить размер буфера задержки (нет\2\4\8 байт), с помощью которой реализована задача исключения спокойного состояния. Рекомендуется установить значение 4.

В прозрачном кодонезависимом режиме обеспечивается передача данных телемеханики ГРАНИТ – преобразование битового синхронного потока в цифровой поток UART стыка с платой МД01.

#### 4.2.3.4. Настройки ВЧ параметров:

- частоты цифровых фильтров передачи и приема;
- регулятор уровня по выходу, заводская установка – 0 дБ;
- линейная скорость, заводская установка – 14400 бит/с;
- «галочка» включить АРУ.

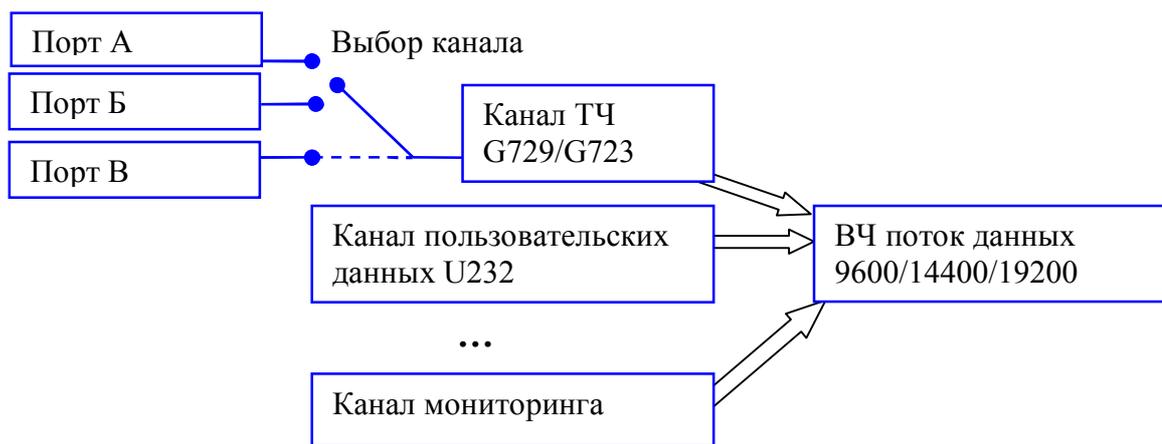
#### 4.2.3.5. Настройки голосового кодека.

На этой панели задается тип кодека: G723 5.3 кбит/с, G729 6.4 кбит/с, G729 8 кбит/с.

Для всех трёх вариантов можно включить **детектирование голоса** – данная настройка включает алгоритм обнаружения голосовой активности и позволяет передавать намного меньше данных во время «тишины» в канале.

Выбор порта **А, Б или В** задает порт, от которого будут передаваться голосовые данные через поток ВЧ. При установленной галочке **Авто** голосовые данные от порта А, Б или В будут выбираться автоматически в зависимости от занятости канала. При одновременной занятости каналов данные порта В будут вытеснять данные портов Б и А, данные порта Б будут вытеснять данные порта А.

**Примечание.** При установке линейной скорости 9600 бит/с рекомендуется установить кодек G723 5.3 кбит/с. Кодек G729 6.4 кбит/с занимает почти весь канал, что тормозит передачу данных (телемеханики).



**Настройки приоритетов трафика.** Так как ВЧ-поток данных – это узкий канал, который распределяется между всеми интерфейсами (голосовыми данными от каждого из трех модулей, пользовательскими данными порта RS232, данных Ethernet и команд мониторинга), которые могут вытеснять друг друга, то необходимо задать определенные правила для их передачи. На этой панели задаются приоритеты для разных типов трафика, а также гарантированная полоса.

Нулевое значение соответствует наивысшему приоритету. Номера приоритетов в текущей версии программы жестко заданы от 0 до 3. Таким образом, голосовой модуль А/Б/В имеет наивысший приоритет, а канал управления низший. При наличии данных от голосового модуля они будут вытеснять передачу данных других портов (данные других портов будут накапливаться в буфере и передаваться при освобождении полосы).

**Гарантированная полоса (0...32)%** задает гарантированную скорость передачи данных от порта в процентах от скорости ВЧ-потока. Данный параметр нужен для того, чтобы передача данных с высоким приоритетом не вытесняла полностью передачу данных с низким приоритетом.

### 4.2.3.6. Настройки стыка Ethernet.

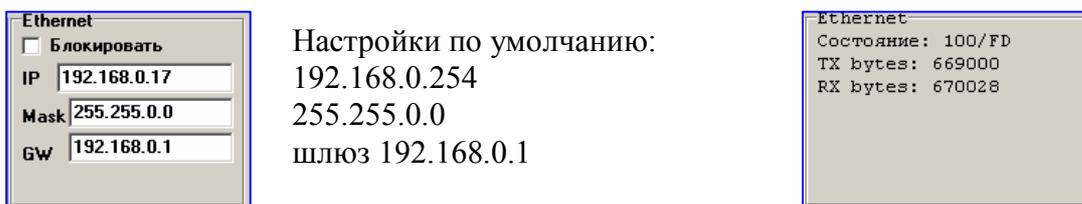
Работа порта Ethernet поддерживается в платах МП-01 программной версии не ниже v.2.33, настройка осуществляется программой DSL-Monitor не ниже v.4.20.25

Характеристики стыка Ethernet:

- Интерфейс 10/100 BASE-T
- Auto negotiation поддерживается
- Auto MDI/MDX не поддерживается
- Максимальный размер кадра 1514 байт

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

В программе DSL-Monitor на панели «Ethernet» доступны настройки: блокировка, IP-адрес порта, маска подсети и IP-адрес шлюза(GW).



Настройки по умолчанию:  
 192.168.0.254  
 255.255.0.0  
 шлюз 192.168.0.1

Рис.6. Настройки порта и отображение состояния

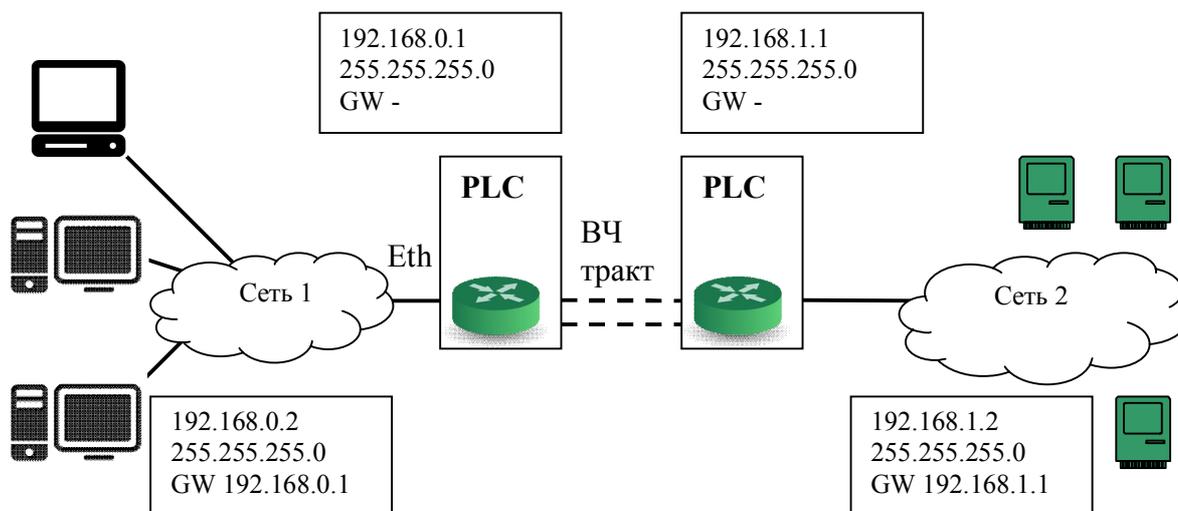
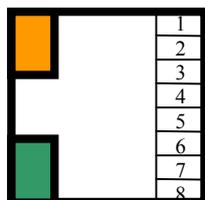


Рис.7. Пример настройки



#### Индикаторы линка Ethernet

Оранжевый (верхний) – 10 Мбит/с

Зелёный (нижний) – 100 Мбит/с

При приёме/передаче пакетов активный индикатор

#### Соответствие пар кабеля и номеров контактов RJ-45:

оранжевая пара – контакты 1–2 (TX)

зеленая пара – контакты 3–6 (RX)

синяя пара – контакты 4–5 (не используется)

коричневая пара – контакты 7–8 (не используется)

## 5. Контроль состояния аппаратуры.

Состояние блока контролируется программой мониторинга и по индикаторам плат МП01, УМ02, ИП01/ИП02.

5.1. Индикаторы платы ИП01/ИП02 контролируют наличие сетевого напряжения и выходных напряжений +12В, -48В, +48В.

5.2. На плате МП01 три светодиода **ПРМ/ПРД**, **РЕЖИМ**, **СТ** индицируют следующие состояния.

**РЕЖИМ** – указывает режим работы блока в составе комплекта аппаратуры: режим "Ведущий" – индикатор горит, режим "Ведомый" – индикатор погашен.

**СТ** – указывает состояние комбинированного канала передачи, индикатор горит – канал включен и идет передача данных, индикатор мигает с частотой 5 Гц – канал выключен.

**ПРМ/ПРД** – индицирует желтым цветом факт приема и передачи данных по ВЧ тракту между полуконструкциями аппаратуры, мигает при обнаружении ошибки контрольной суммы во входящем цифровом потоке.

После подачи питания все индикаторы используются для индикации технологических состояний и факта загрузки плат блока. Рабочий режим индикации наступает через 90 секунд после подачи питания.

5.3. На цифровом индикаторе платы УМ01/УМ02 отображаются следующие параметры:

- среднеквадратичная мощность собственного передатчика;
- среднеквадратичное напряжение суммарного ВЧ сигнала на линейном выходе;
- среднеквадратичный относительный уровень принимаемого сигнала;
- температура выходных транзисторов;
- аварийные состояния.

Аварийные состояния и индикация платы УМ01/УМ02:

- обрыв линии связи, индикация аварии **А1** в мигающем режиме;
- потеря передаваемого ВЧ сигнала от платы МД01, индикация аварии **А3** в мигающем режиме;
- температура выходных транзисторов более 90°C, индикация аварии **А4** в мигающем режиме.

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

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

5.5. Качество ВЧ соединения контролируется в окне основных параметров системы мониторинга по количеству ошибок RX ERR за единицу времени (темпу прохождения ошибок).

Допустимый максимум количества ошибок за единицу времени составляет порядка 10 ошибок в минуту. Для оценки этой величины следует сбросить счетчики ошибок G.826. Количество ошибок и время счета обнуляются. Далее за время наблюдения 5...10 мин зафиксировать число ошибок. Темп прохождения ошибок рассчитывается делением общего числа ошибок на число минут наблюдения.