



**Цифровая система ВЧ связи по ЛЭП  
МС04-PLC**

Руководство по эксплуатации  
КВ3.090.025 РЭ  
(ред.5/ июнь 2016)

**1. Назначение.**

Цифровая система MC04-PLC предназначена для организации дуплексных каналов передачи данных и телефонных каналов по высоковольтным линиям электропередач (ЛЭП) 35кВ и выше. Аппаратура обеспечивает передачу голоса и данных по высокочастотному (ВЧ) каналу связи в полосе 4 кГц в диапазоне частот 16-1000 кГц в разнесенном режиме передачи/приема. Подключение к ЛЭП производится через фильтр присоединения и конденсатор связи.

Характеристики линейной ВЧ части аппаратуры:

– модуляция	многочастотная OFDM
– рабочий диапазон частот	16 – 1000 кГц
– ширина рабочей полосы	4 кГц
– пиковая мощность передачи по огибающей	15 Вт/ +42 дБм
– допустимое затухание ВЧ сигнала	60 дБ
– чувствительность приемника	минус 26 дБм
– динамический диапазон АРУ	не менее 40 дБ.
– уровень внеполосных излучений	не более минус 14 дБм
– допустимый уровень мешающего внеполосного сигнала на ВЧ входе при отступе 8 кГц от границы полосы частот приема	40 дБм0
– минимальный разнос частот между границами частотных каналов параллельно работающей на общей линии аппаратуры (при шунтирующем влиянии 1,0 дБ)	20 кГц
– максимальная битовая скорость	до 19,2 кбит/с
– выходное сопротивление передатчика (несимметричная линия)	75 Ом
– входное сопротивление приемника (несогласованное)	высокоомное

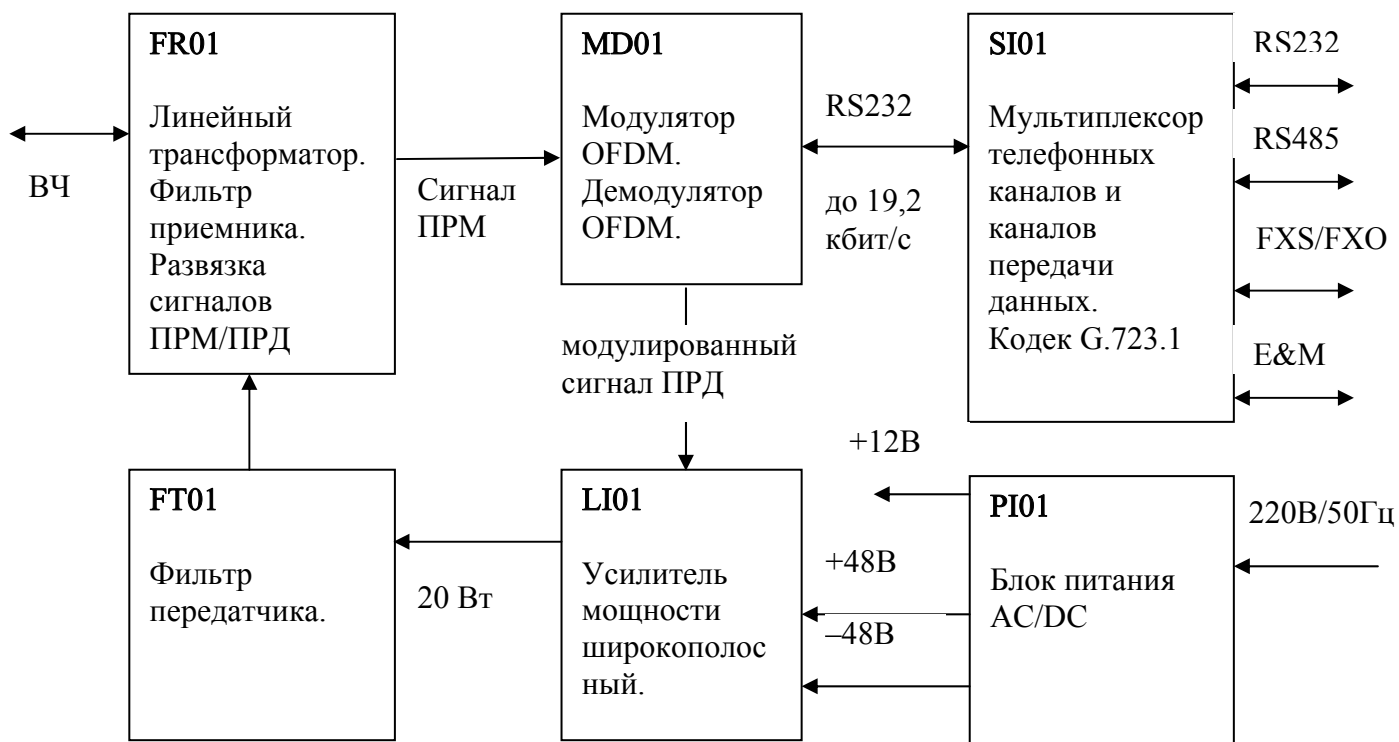


Рис.1. Структурная схема аппаратуры MC04-PLC.

Характеристики телефонных каналов и передачи данных:

- максимальная битовая скорость на стыке модема и мультиплексора – до 19,2 кбит/с
- пользовательские стыки передачи данных RS232, RS485
- телефонные стыки FXS/FXO/E&M
- кодек G.723.1 (5.3 Кбит/с / 6.3 Кбит/с) для компрессии и декомпрессии голоса
- программное распределение пропускной способности ВЧ канала между стыками.

Конструкция и электропитание:

- 19 дюйм блок высотой 3U
- 6 функционально–конструктивных модулей
- габаритные размеры 485\*135\*215мм
- вес – 10 кг
- питание – сеть переменного напряжения 220В/50Гц
- потребляемая мощность – не более 70 Вт.

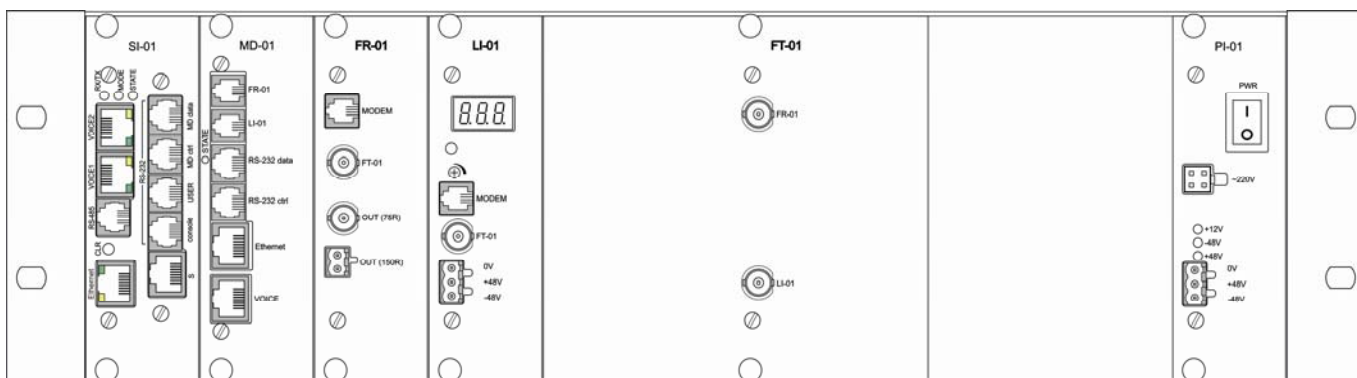


Рис.1 Внешний вид блока.

Перед включением блока MC04-PLC:

- соединить платы шнурами из комплекта поставки как указано в таблице 1
- подключить сетевое напряжение ~220В/50Гц к разъёму ~220V платы PI-01
- подключить к плате SI-01 необходимые интерфейсы
- подключить кабель заземления к винту заземления на задней панели блока
- подключить к плате LI-01 кабель от фильтра присоединения.

Таблица 1.

Плата SI-01, разъём MD data	Плата MD-01, разъём RS-232 data
Плата SI-01, разъём MD ctrl	Плата MD-01, разъём RS-232 ctrl
Плата MD-01, разъём FR-01	Плата FR-01, разъём MODEM
Плата MD-01, разъём LI-01	Плата LI-01, разъём MODEM
Плата FR-01, разъём FT-01	Плата FT-01, разъём FR-01
Плата LI-01, разъём FT-01	Плата FT-01, разъём LI-01
Плата LI-01, разъём 0V/+48V/-48V	Плата PI-01, разъём 0V/+48V/-48V

Типы исполнения блока и его функциональные возможности заданы в обозначении:

**MC04 – PLC – FXO/FXS/E&M**

наличие портов FXO/FXS/E&M

## 2. Плата SI-01.

Плата SI-01 предназначена для мультиплексирования каналов передачи данных RS-232, RS-485, телефонного канала и канала ТЧ и передачи их в основном цифровом канале. При подключении ПК плата обеспечивает конфигурацию и мониторинг состояния блока.

Функциональные возможности:

- индикация состояния основного цифрового канала, стационарных интерфейсов;
- организация канала телефонного соединения FXS/FXO/E&M (включая сигнальную составляющую канала), кодек G.723.1 (5.3 Кбит/с / 6.3 Кбит/с) для компрессии и декомпрессии голоса;
- программное распределение пропускной способности ВЧ канала между стыками;
- организация и приемо-передача канала тональной частоты;
- организация канала передачи данных на основе интерфейса RS-232 (200-19200 Бит\с);
- организация канала передачи данных на основе интерфейса RS-485 (200-19200 Бит\с);
- синхронизация частот блоков комплекта аппаратуры;
- реализация возможности обновления ПО аппаратуры (локально, непосредственным подключением к блоку);
- реализация возможности доступа к аппаратуре для конфигурации, обновления ПО, оценки статистической информации (локально, непосредственным подключением к блоку);
- реализация доступа к удаленному блоку через встроенный канал мониторинга.

Конструкция платы.

Вид платы с лицевой стороны показан на рис. 2.

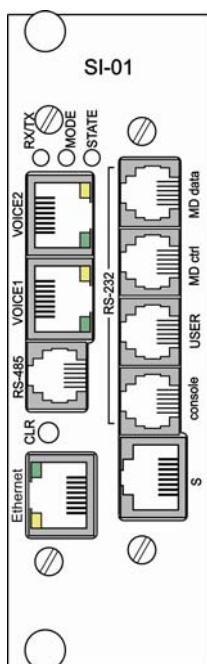


Рис. 2

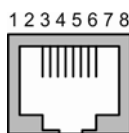


Рис.3. Разъем TJ-8P8C.

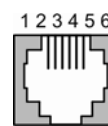


Рис.4. Разъем TJ-6P6C.

На лицевой панели платы размещены следующие элементы:

Разъем **VOICE2** предназначен для подключения телефонного аппарата. Два телефонных аппарата, подключенных к локальному и удаленному блоку MC04-PLC организуют «горячую» линию точка-точка (прямой телефон). Расположение контактов разъема тип TJ-8P8C показано на рис.3. Назначение контактов показано в таблице 2. Зеленый индикатор разъема показывает состояние модуля подключения телефонного аппарата. Значение состояний индикатора описано в таблице 3.

Таблица 2.

№ вывода	Назначение
1	Не используется
2	Не используется
3	Не используется
4	Провод ТА (TIP)
5	Провод ТА (RING)
6	Не используется
7	Не используется
8	Не используется

Таблица 3.

Состояние индикатора	Назначение
Погашен	Модуль FS/FO/EM не установлен или заблокирован
Горит	Модуль установлен и находится в рабочем состоянии
Мигает	Канал занят. Состояние вызова или разговора

Разъём **VOICE1** в текущей версии ПО не используется.

Разъём **RS-485** предназначен для подключения интерфейса RS-485. Расположение контактов разъема тип TJ-6P6C показано на рис.4. Назначение контактов для подключения по двум проводам показано в таблице 4. Назначение контактов для подключения по четырем проводам показано в таблице 5.

Таблица 4.

№ вывода	Назначение
1	Провод В (инверсный), прием/передача
2	Провод А (неинверсный), прием/передача
3	Общий провод
4	Не используется
5	Не используется
6	Общий провод

Таблица 5.

№ вывода	Назначение
1	Провод В (инверсный), передача
2	Провод А (неинверсный), передача
3	Общий провод
4	Провод А (неинверсный), прием
5	Провод В (инверсный), прием
6	Общий провод

Разъём **Ethernet** в текущей версии ПО не используется.

Разъёмы **MD data** и **MD ctrl** предназначены для соединения с платой MD-01 (см. п. 3). Соединение осуществляется при помощи интерфейса RS-232 по протоколу MODBUS на скорости 115 200 Бит/с.

Разъём **USER** предназначен для подключения интерфейса RS-232. Расположение контактов разъема тип TJ-6P6C показано на рис.4. Назначение контактов показано в таблице 6.

Таблица 6.

№ вывода	Назначение
1	Не используется
2	RXD
3	GND
4	TXD
5	Не используется
6	Не используется

Разъем **console** предназначен для подключения ПК по интерфейсу RS-232 для конфигурирования и мониторинга локального и удаленного блоков. Расположение контактов разъема тип TJ-6P6C показано на рис.4. Назначение контактов показано в таблице 6.

Разъем **S** предназначен для контроля состояния двух пар входных контактов (замкнуты /разомкнуты) и управления состоянием пары выходных контактов (замкнуты/разомкнуты). Расположение контактов разъема тип TJ-8P8C показано на рис.3. Назначение контактов показано в таблице 7.

Таблица 7.

№ вывода	Назначение
1	Датчик 1
2	Общий провод
3	Датчик 2
4	Общий провод
5	Выход 1 реле
6	Выход 2 реле
7	Не используется
8	Не используется

Кнопка **CLR** при удержании в течении 5 с переключает режим работы мультиплексора MASTER/SLAVE.

Светодиод **RX/TX** индицирует состояние цифрового канала с удаленным устройством. Значение состояний индикатора описано в таблице 8.

Таблица 8.

Состояние светодиода	Состояние канала данных
Погашен	Связь отсутствует
Горит	Есть связь
Мигает	Ошибки в принимаемом сигнале

Светодиод **MODE** показывает текущий режим работы платы. Значение состояний индикатора описано в таблице 9.

Таблица 9.

Состояние светодиода	Режим работы
Погашен	MASTER
Горит	SLAVE

Светодиод **STATE** индицирует состояние платы. Значение состояний индикатора описано в таблице 10.

Таблица 10.

Состояние светодиода	Состояние платы
Горит	Норма
Мигает	Есть аварии

### 3. Плата MD-01.

Плата модема MD-01 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 490 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	20...1000 кГц
– шаг перестройки	4 кГц
– входное сопротивление	150 Ом
– номинальный входной уровень (амплитуда)	1,4 В
– выходное сопротивление	150 Ом
– номинальный выходной уровень (амплитуда)	1,4 В

##### Цифровой стык:

– Интерфейс	RS-232, дуплекс
– Скорость передачи	2400, 4800, 9600, 19200 бит/с

- Напряжение питания 12 В
- Потребляемая мощность 7 Вт
- Габариты 163,6 x 100,0 x 40,0 мм

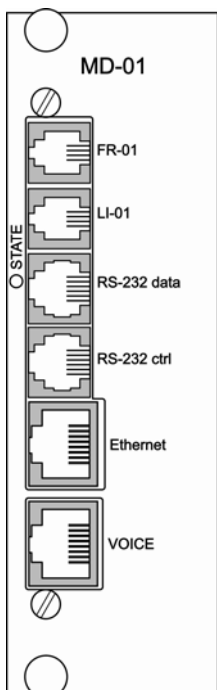


Рис. 5

#### Конструкция платы.

Вид платы с лицевой стороны показан на рис. 5.

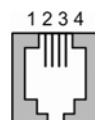


Рис.6. Разъем Tj-4P4C.

На лицевой панели платы размещены следующие элементы:

Разъём **FR-01** предназначен для подключения фильтра приемника (плата FR-01). Расположение контактов разъема тип TJ-4P4C показано на рис.6. Назначение контактов показано в таблице 11.

Таблица 11.

№ вывода	Назначение
1	Не используется
2	Рабочий проводник
3	Рабочий проводник
4	Не используется

Разъём **LI-01** предназначен для подключения усилителя (плата LI-01) и фильтра передатчика. Расположение контактов разъема тип TJ-4P4C показано на рис.6. Назначение контактов показано в таблице 11.

Разъёмы **RS-232 data** и **RS-232 ctrl** предназначены для соединения с платой SI-01 (см. п. 2). Соединение осуществляется при помощи интерфейса RS-232 по протоколу MODBUS на скорости 115 200 Бит/с.

Разъём **Ethernet** в текущей версии ПО не используется.

Разъём **VOICE** в текущей версии ПО не используется.

Светодиод **STATE** индицирует состояние платы. Значение состояний индикатора описано в таблице 12.

Таблица 12.

Состояние светодиода	Состояние платы
Погашен	ПО не загружено
Мигает	ПО загружено



#### 4. Плата FR-01.

Фильтр приемного тракта.

Фильтр используется для подавления собственного сигнала передатчика, а также сигналов передатчиков параллельно подключенной аппаратуры. Входной сигнал, поступающий из линии, подается на аттенуатор, с помощью которого производится подстройка уровня приема. Схема полосового фильтра содержит четыре LC контура, что определяет высокую селективность фильтра приемника в целом и обеспечивает первичное подавление сигналов собственного передатчика и передатчиков параллельно подключенной аппаратуры ВЧ связи.

Конструкция платы.

Сборочный чертеж показан на рис. 12.

Вид платы с лицевой стороны показан на рис. 7.

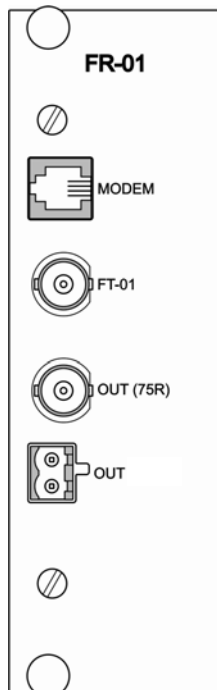


Рис.7

На лицевой панели платы размещены следующие элементы:

Разъём **MODEM** предназначен для подключения приемника платы MD-01 (разъём **FR-01**). Расположение контактов разъема тип TJ-4P4C показано на рис.6. Назначение контактов показано в таблице 11.

Разъём **FT-01** предназначен для подключения платы FT-01 (разъём **FR-01**).

Разъём **OUT (75R)** предназначен для подключения к ЛЭП через фильтр присоединения и конденсатор связи.

К разъёму **OUT** подключается измеритель для контроля уровня сигнала в линии.

## 5. Плата LI-01.

Усилитель мощности.

Технические характеристики:

- диапазон рабочих частот – 16...1000 кГц;
- пиковая выходная мощность по огибающей – 20 Вт;
- КПД при максимальной мощности – не менее 50%;
- максимальное входное напряжение – 1,5 Вэфф;
- выходное сопротивление – 10 Ом.
- неравномерность частотной характеристики в диапазоне рабочих частот –  $\pm 0,5$  дБ;
- уровень гармонических искажений – не более минус 40 дБ;
- уровень собственных шумов на выходе – не более 20 мВэфф.
- напряжение питания усилителя +12В, +48В, –48В.

Конструкция платы.

Вид платы с лицевой стороны показан на рис. 8.

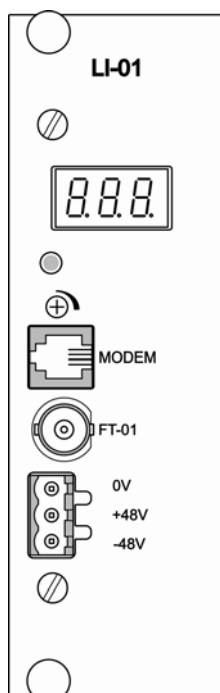


Рис.8

На лицевой панели платы размещены следующие элементы:

Светодиодный сегментный индикатор и кнопка выбора. При нажатии кнопки на индикатор выводятся следующие параметры:

- уровень пиковой мощности огибающей модуляции на нагрузке 75 Ом, дБм
- выходной ток усилителя Iэф, А
- температура выходных транзисторов усилителя, °С .
- авария нагрузки, индицируется миганием индикатора в текущем режиме отображения.

Разъём **MODEM** предназначен для подключения передатчика платы MD-01 (разъём LI-01). Расположение контактов разъема тип TJ-4P4C показано на рис.6. Назначение контактов показано в таблице 11.

Разъём **FT-01** предназначен для подключения платы FT-01 (разъём LI-01).

Разъем **0V/+48V/-48V** предназначен для подачи питающего напряжения с платы PI-01.

## 6. Плата FT-01.

Фильтр передатчика.

Фильтр передатчика выполняет следующие функции:

- уменьшение внеполосных излучений, вносимых нелинейностью усилителя мощности;
- возможность параллельного подключения другой аппаратуры ВЧ связи из-за высокого импеданса фильтра вне полосы передаваемых сигналов;
- защита усилителя мощности от импульсных перенапряжений на ЛЭП, вызванных работой коммутационного оборудования, короткими замыканиями и грозовыми разрядами;
- дополнительно устанавливается в аппаратуру для обеспечения согласованного сопротивления ВЧ окончания в полосе приемника.

Фильтр включает два последовательного LC-контура. Центральная частота фильтра устанавливается переключками, коммутирующими конденсаторы. Точная настройка частоты обеспечивается ферритовым сердечником, установленным в винте катушек индуктивности.

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.

Конструкция платы.

Сборочный чертеж показан на рис. 13.

Вид платы с лицевой стороны показан на рис. 9.

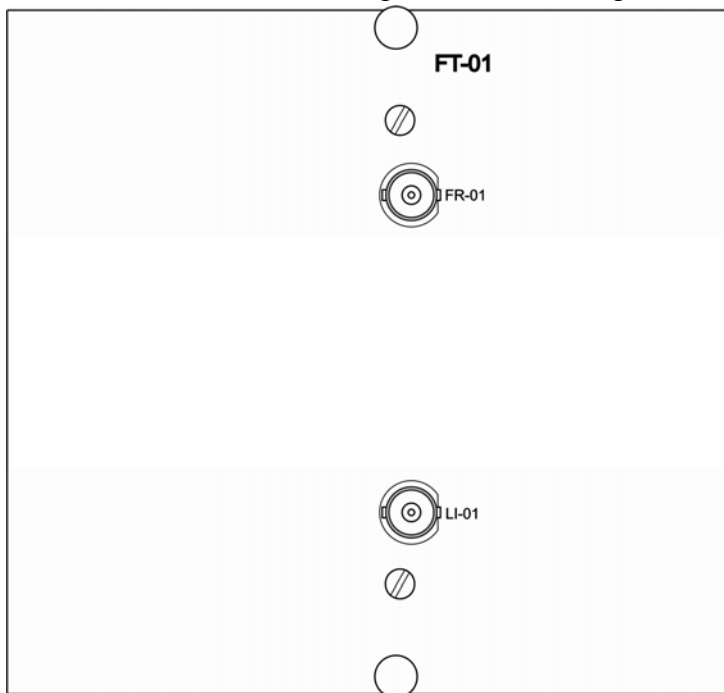


Рис.9

На лицевой панели платы размещены два разъема FR-01 и LI-01 для подключения шнуров к платам соответственно FR-01 и LI-01.

## 7. Плата PI-01.

Плата PI-01 предназначена для электропитания плат блока MC04-PLC. Содержит в себе преобразователи AC/DC для получения напряжений +12В, +48В, -48В.

Выходная мощность:

- по шине +12В – 15 Вт;
- по шине +48В – 25 Вт;
- по шине -48В – 25 Вт.

Конструкция платы.

Вид платы с лицевой стороны показан на рис. 10.

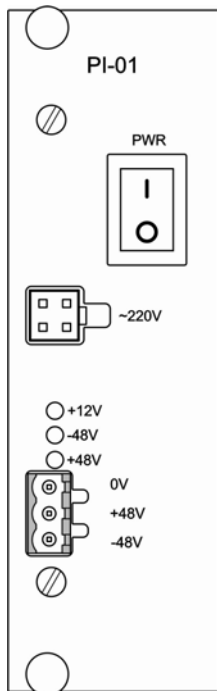


Рис.10

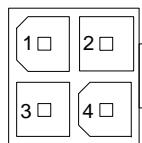


Рис.11

На лицевой панели платы размещены следующие элементы:

Выключатель **PWR** предназначен для подключения/отключения входного напряжения ~220В.

Разъем **~220V** предназначен для подключения внешнего сетевого напряжения ~220В/50Гц. Сетевой шнур питания поставляется в комплекте с блоком. Расположение контактов разъема показано на рис.11. Назначение контактов показано в таблице 13.

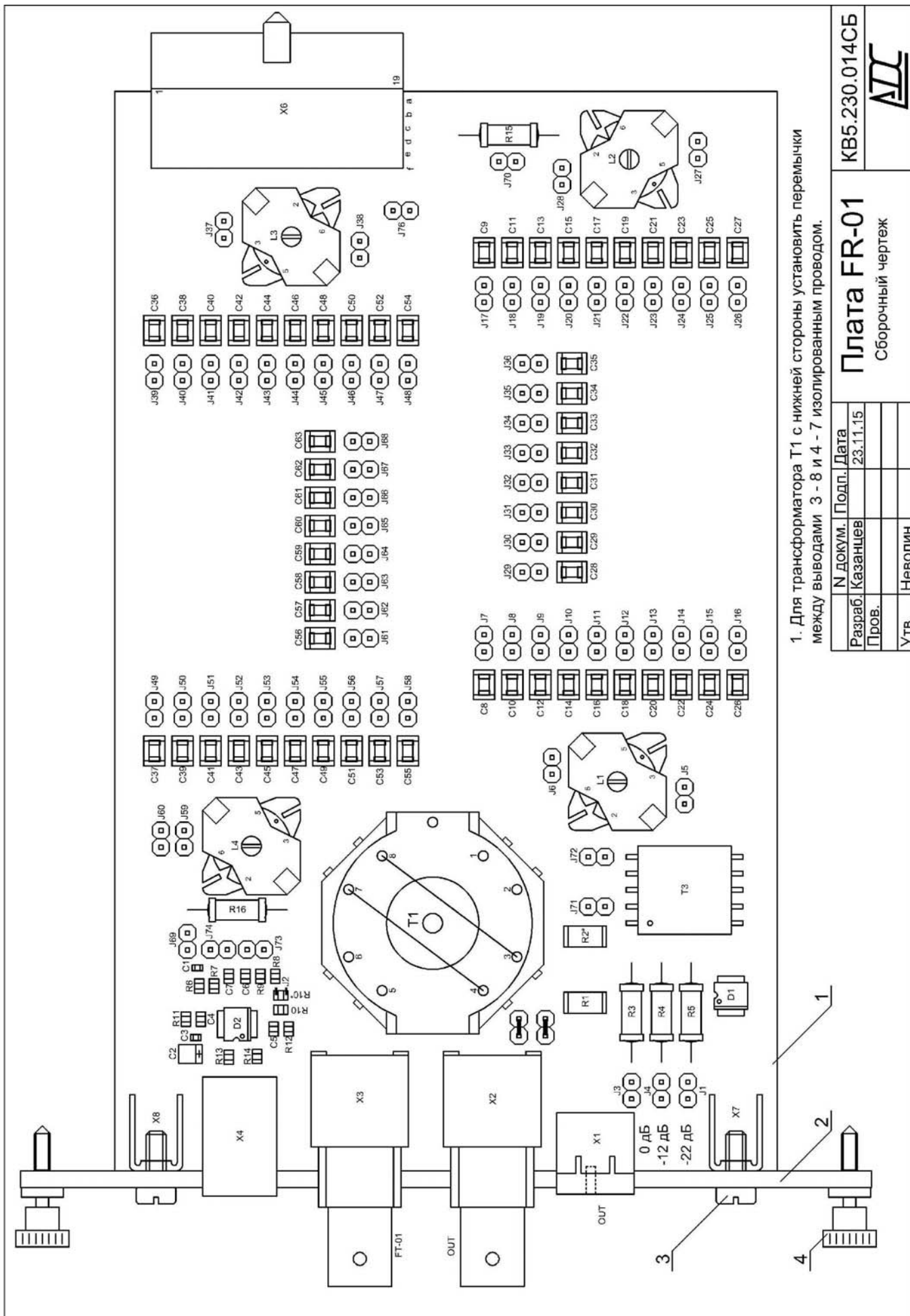
Таблица 13.

№ вывода	Назначение
1	Провод питания 1
2	Провод питания 1
3	Провод питания 2
4	Провод питания 2

Напряжение ~220В подается на контакты 1 – 3 или 2 – 4.

Разъем **0V/+48V/-48V** предназначен для подачи питания на соответствующий разъем платы LI-01. Шнур питания поставляется в комплекте с блоком.

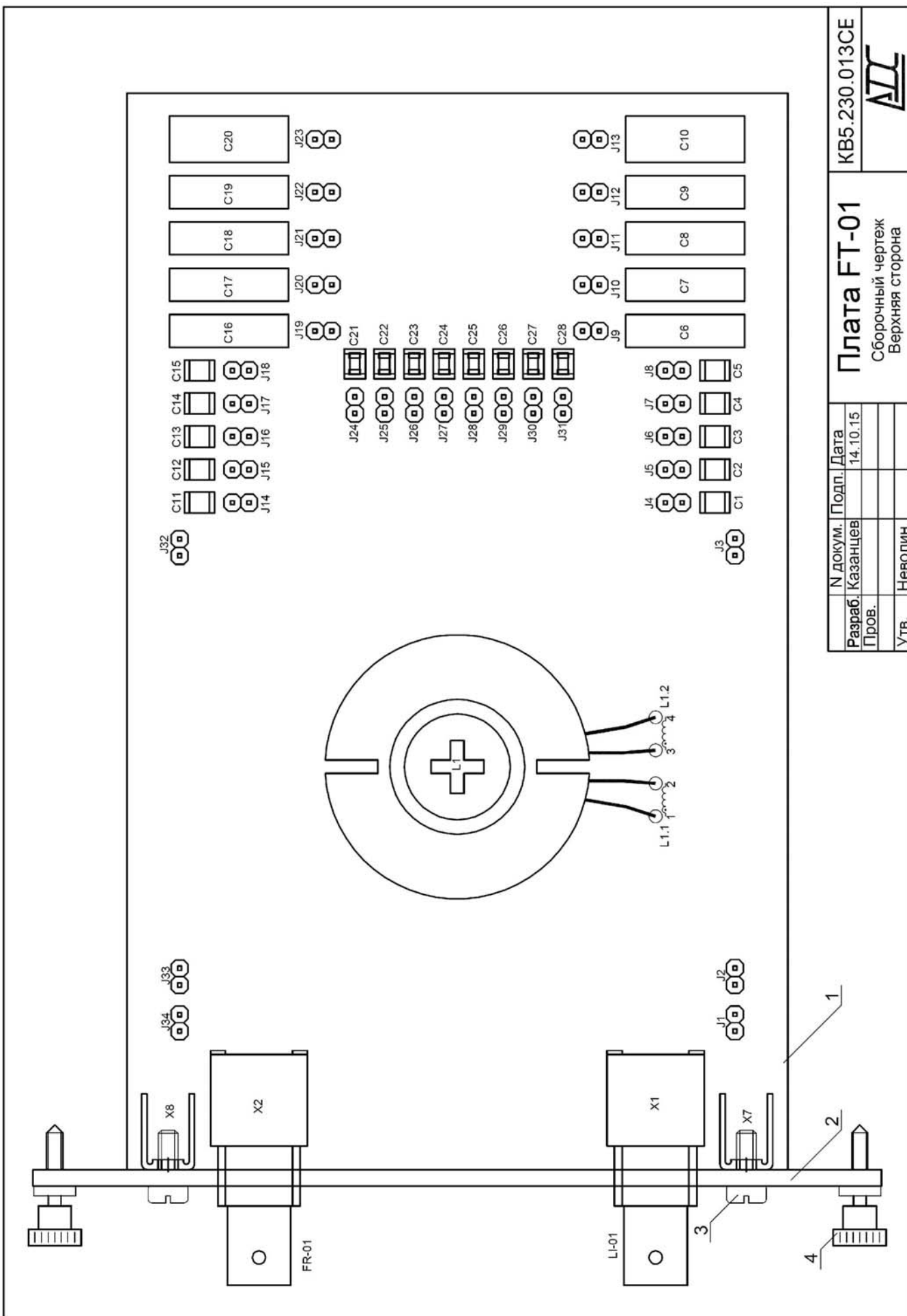
Светодиоды **+12V/-48V/+48V** индицируют наличие соответствующих напряжений на выходе преобразователей AC/DC.



1. Для трансформатора Т1 с нижней стороны установить перемычки между выводами 3 - 8 и 4 - 7 изолированным проводом.

N ДОКУМ.		Подп.		Дата	
Разраб. Казанцев				23.11.15	
Пров.					
УТВ.		Неволин			
<b>Плата FR-01</b>				КВ5.230.014СБ	
Сборочный чертеж					

Рис. 12



N докум.		Подп.	Дата
Разраб. Казанцев			14.10.15
Пров.			
Утв. Неволин			
Плата FT-01			КВ5.230.013СЕ
Сборочный чертеж			
Верхняя сторона			



Рис. 13

## 8. Методика настройки полосы пропускания фильтра приемника платы FR–01.

Для обеспечения высокой избирательности фильтр приемника содержит 4 колебательных LC контура (см. рис.12 и рис.13). Настройка полосы пропускания фильтра включает:

- выбор номиналов индуктивностей и конденсаторов L/Cs/Cp с помощью перемычек J по табл.14;
- точная настройка с помощью регулировки индуктивностей L1...L4.

Точная настройка проводится с помощью генератора синусоидального сигнала с полосой 20...1000 кГц и измерителя уровня сигнала на выходе фильтра. В качестве измерителя можно использовать осциллограф.

На вход приемного фильтра подается сигнал генератора амплитудой 1...2 В. С учетом входного делителя ( $R_{вх}=85 \text{ Ом}$ ) на выходе фильтра, настроенного на нужную полосу, допускается сигнал с уровнями на 22–28 дБ ниже входного сигнала. Например, при подаче сигнала амплитудой 1000 мВ на выходе настроенного фильтра допускается сигнал амплитудой 40...80 мВ для всего диапазона частот 20...1000 кГц. В пределах номинальной полосы пропускания 4 кГц допускается неравномерность АЧХ выходного сигнала  $\pm 1 \text{ дБ}$  или  $\pm 10\%$  от амплитуды.

Точная настройка проводится в следующей последовательности: настройка резонанса двух первых контуров с индуктивностями L1, L2 и настройка резонанса двух последующих контуров с индуктивностями L3, L4.

Настройка резонанса двух первых контуров с индуктивностями L1, L2:

- подключить генератор к коаксиальному разъему FT–01;
- подключить вход осциллографа на выход фильтра – перемычке J74, земля – терминалы X7, X8;
- установить на входе (резистор R1 на плате) сигнал генератора амплитудой  $(1\pm 0,05) \text{ В}$ ;
- снять перемычки J69, J76 и установить перемычку J70 (отключить контура L3, L4);
- установить на генераторе частоту сигнала равной нижней частоте полосы (пример, 352 кГц для полосы 352–356 кГц);
- вращая регулировочный винт индуктивности L1, установить режим нижнего резонанса, при котором амплитуда измеряемого осциллографом выходного сигнала достигает пикового значения (например, 40 мВ);
- установить на генераторе частоту сигнала равной верхней частоте полосы (пример, 356 кГц для полосы 352–356 кГц);
- вращая регулировочный винт индуктивности L2, установить режим верхнего резонанса, при котором амплитуда измеряемого осциллографом выходного сигнала достигает пикового значения (например, 65 мВ);
- изменяя частоту генератора в пределах полосы (например, 352–356 кГц), проконтролировать равномерность АЧХ с допуском  $\pm 10\%$  от амплитуды (например, 65...75 мВ);
- для достижения минимальных затуханий и неравномерности АЧХ фильтра провести повторную регулировку L1 на нижней частоте и L2 на верхней частоте.

Настройка резонанса двух последующих контуров с индуктивностями L3, L4:

- снять перемычку J70 и установить перемычки J69, J76 (включить контура L3, L4);
- установить на генераторе частоту сигнала равной нижней частоте полосы (пример, 352 кГц для полосы 352–356 кГц);
- вращая регулировочный винт индуктивности L3, установить режим нижнего резонанса, при котором амплитуда измеряемого осциллографом выходного сигнала достигает пикового значения (например, 30 мВ);
- установить на генераторе частоту сигнала равной верхней частоте полосы (пример, 356 кГц для полосы 352–356 кГц);
- вращая регулировочный винт индуктивности L4, установить режим верхнего резонанса, при котором амплитуда измеряемого осциллографом выходного сигнала достигает пикового значения (например, 55 мВ);
- изменяя частоту генератора в пределах полосы (например, 352–356 кГц), проконтролировать равномерность АЧХ с допуском  $\pm 10\%$  от амплитуды (например, 55...65 мВ);
- изменяя частоту генератора за пределами полосы (например, менее 342 кГц и более 366 кГц), проконтролировать подавление внеполосных сигналов по резкому снижению выходного сигнала (на 20 дБ и более).

После точной настройки вместо джамперов–перемычек запаять проволочные перемычки, винты регулировки индуктивностей зафиксировать лаком или краской.

Табл.14. Установка номинальной полосы частот фильтра приемника платы FR-01.

Частота, кГц	Номинал L/Cs/Cp	Установленные переключки	
144-148	440uH/ 2700pF/ 57nF		
196-200	440uH/ 1450pF/ 38nF		
204-208	290uH/ 2100pF/ 47nF		
260-264	290uH/ 1250pF/ 32nF		
268-272	290uH/ 1200pF/ 32nF		
280-284	290uH/ 1100pF/ 28nF		
300-304	290uH/ 930pF/ 27nF		
328-332	290uH/ 760pF/ 26nF		
336-340	290uH/ 720pF/ 22nF		
352-356	290uH/ 650pF/ 20nF		
440-444	290uH/ 400pF/ 14nF		
452-456	290uH/ 370pF/ 14nF		
472-476	290uH/ 330pF/ 13nF		
610-614	290uH/ 175pF/ 9nF		

Табл.15. Установка входного аттенюатора

Затухание, дБ	J3	J4	J1	J2	
0	1	0	0	1	
-12	0	1	0	1	
-22	0	0	1	1	
-32	0	1	0	0	



## 9. Методика настройки полосы пропускания фильтра передатчика платы FT-01.

Фильтр передатчика содержит 2 колебательных LC контура (см. рис.14 и рис.15).  
Настройка полосы пропускания фильтра включает:

- выбор номиналов индуктивностей и конденсаторов L/Cs/Cp с помощью переключателей J по табл.15;
- точная настройка с помощью регулировки индуктивностей L1, L2 (на обратной стороне платы).

Точная настройка проводится с помощью генератора синусоидального сигнала с полосой 20...1000 кГц и измерителя уровня сигнала на выходе фильтра. В качестве измерителя можно использовать осциллограф.

На вход передающего фильтра (разъем LI-01) подается сигнал генератора с выходным сопротивлением 50 Ом, нагруженным на дополнительное сопротивление 30 Ом относительно земли. Делитель, образованный выходным сопротивлением генератора 50 Ом и дополнительным резистором 30 Ом, обеспечивает суммарное выходное сопротивление 19 Ом, необходимое для корректной работы фильтра.

Выход фильтра (разъем FR-01) нагружается на резистор сопротивлением 19 Ом (равно выходному сопротивлению генератора).

Передающий фильтр вносит затухание сигнала в полосе пропускания в пределах 3,5...6 дБ для всего диапазона 20...1000 кГц: при подаче на вход сигнала амплитудой 1 В на выходе настроенного фильтра получим сигнал амплитудой 500...700 мВ. В пределах номинальной полосы пропускания 4 кГц допускается неравномерность АЧХ выходного сигнала  $\pm 0,5$  дБ или  $\pm 5\%$  от амплитуды.

Настройка резонанса контуров:

- установить на выходе генератора с делителем 50/30 Ом сигнал амплитудой  $(1,5 \pm 0,05)$  В;
- подключить генератор с делителем к разъему LI-01;
- подключить вход осциллографа к выходу фильтра – нагрузочному резистору 19 Ом, земля – терминалы X7, X8;
- установить на генераторе частоту сигнала равной нижней частоте полосы (пример, 352 кГц для полосы 352–356 кГц);
- вращая регулировочный винт индуктивности L1, установить режим нижнего резонанса, при котором амплитуда измеряемого осциллографом выходного сигнала достигает пикового значения (например, 500 мВ);
- установить на генераторе частоту сигнала равной верхней частоте полосы (пример, 356 кГц для полосы 352–356 кГц);
- вращая регулировочный винт индуктивности L2, установить режим верхнего резонанса, при котором амплитуда измеряемого осциллографом выходного сигнала достигает пикового значения (например, 680 мВ);
- изменяя частоту генератора в пределах полосы (например, 352–356 кГц), проконтролировать равномерность АЧХ с допуском  $\pm 5\%$  от амплитуды (например, 600...650 мВ);
- для достижения минимальных затуханий и неравномерности АЧХ фильтра провести повторную регулировку L1 на нижней частоте и L2 на верхней частоте;
- изменяя частоту генератора за пределами полосы (например, менее 342 кГц и более 366 кГц), проконтролировать подавление внеполосных сигналов по резкому снижению выходного сигнала (на 12 дБ и более).

После точной настройки вместо джамперов–переключателей запаять проволочные переключки, винты регулировки индуктивностей зафиксировать лаком или краской.

Табл.16. Установка номинальной полосы частот фильтра передатчика платы FT-01.

Частота, кГц	Номинал L/C/C	Установленные переключки	
144–148	230uH/ 5400pF/ 57nF		
196–200	230uH/ 2900pF/ 42nF		
204–208	230uH/ 2800pF/ 44nF		
260–264	230uH/ 1650pF/ 34nF		
268–272	230uH/ 1550pF/ 32nF		
280–284	230uH/ 1400/ 30nF		
300–304	230uH/ 1200pF/ 27nF		
328–332	230uH/ 1000pF/ 25nF		
336–340	230uH/ 1000pF/ 25nF		
352–356	230uH/ 850pF/ 22nF		
440–444	230uH/ 520pF/ 16nF		
452–456	230uH/ 500pF/ 15nF		
472–476	230uH/ 440pF/ 15nF		
610–614	140uH/ 440pF/ 12nF		

**10. Контроль состояния блока.**

Уровень выходного ВЧ сигнала контролируется измерителем на клеммах зеленого разъёма **OUT** платы **FR-01**.

Состояние блока индицируется светодиодами на лицевых панелях плат.

**Индикаторы платы SI-01:**

– **RX/TX** (желтый) – индицирует состояние цифрового канала с удаленным устройством

Погашен	Связь отсутствует
Горит	Есть связь
Мигает	Ошибки в принимаемом сигнале

– **MODE** (зеленый) – показывает текущий режим работы платы

Погашен	MASTER
Горит	SLAVE

– **STATE** (зеленый) – индицирует состояние платы

Горит	Норма
Мигает	Есть аварии

Индикатор платы MD-01:

– STATE (красный) – индицирует состояние платы

Погашен	ПО не загружено
Мигает	ПО загружено

Цифровой 3-х разрядный индикатор платы LI-01:

На индикатор выводятся следующие параметры:

- уровень пиковой мощности огибающей на нагрузке 75 Ом (средний за ≈5 секунд), дБм
- выходной ток усилителя Iэф, А
- температура выходных транзисторов усилителя, °С .

Выбор индицируемого параметра производится кнопкой.

Номинальные рабочие и аварийные значения параметров:

Параметр	Рабочие значения	Авария
Уровень пиковой мощности	37,0...41,0 дБм	42 дБм
Выходной ток усилителя	0,6...1,0 А	1,2 А
Температура транзисторов усилителя	60...90°С	более 90°С

При перегрузках усилителя, например при кз или обрывах ВЧ нагрузки, происходит отключение усилителя на 10 секунд и затем повторное включение. Процесс выключения и включения будет повторяться пока не снимется авария. Аварийное состояние индицируется миганием всех разрядов индикатора в текущем режиме отображения.

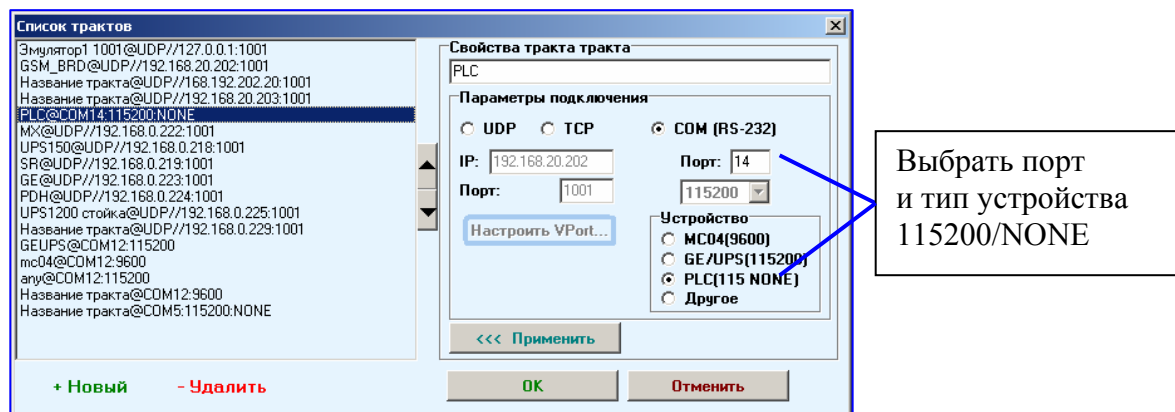
Индикаторы платы PI-01:

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

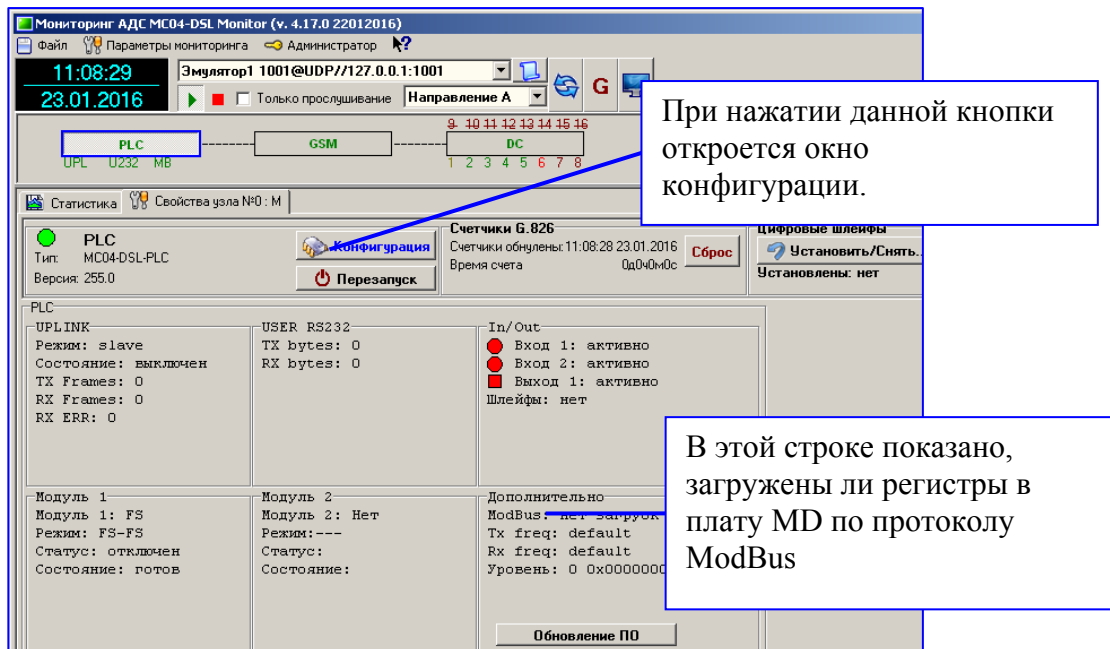
**11. Инструкция по мониторингу и конфигурированию.**

Для мониторинга и настройки подключитесь к порту “console” на плате SI, запустите программу MC04-DSL-Monitor v.4.18.0 от 23.01.2016 или более новую.

В настройках программы необходимо выбрать соответствующий COM-порт, устройство «PLC 115200 NONE»



Окно с параметрами



Надпись «**ModBus: нет загрузок**» означает, что в конфигурации установлена галочка «**Default**» и плата MD работает с настройками по умолчанию.

Надпись «**ModBus: ошибка**» означает ошибку при загрузке регистров

Надпись «**ModBus: регистры загружены**» означает успешную загрузку и проверку конфигурационных регистров в плату MD

Аналогично, надпись «**TxFreq, RxFreq:default**» означает, что плата MD работает с настройками по умолчанию. Надпись «**TxFreq : 352 RxFreq : 444**» означает, что были загружены настройки полосы частот на передачу 352кГц, на передачу 444 кГц.

### Окно конфигурации

