

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

Руководство по проектированию ВЧ каналов связи  
с применением аппаратуры МС04-PLC

КВ2.131.005 ДЗ  
(ред.3 / август 2021)

## Оглавление

	Стр.
1. Введение. ....	3
2. Функциональные возможности .....	3
3. Распределение скорости ЦП между подканалами ВЧ канала в режиме ВРС.....	4
4. Особенности выбора частот каналов ВЧ связи при работе аппаратуры МС04–PLC в режиме ВРС. ...	7
4.1. Исходные данные. ....	7
4.2. Расчет скорости ЦП.....	7
4.3. Расчет максимально допустимой частоты канала.....	7
4.4. Минимально необходимое разнесение между полосами частот. ....	10
5. Размещение аппаратуры.....	11

## 1. Введение.

Настоящие руководство содержат исходные данные для проектирования ВЧ каналов связи на основе цифровой системы MC04–PLC. Выбор частот проводится по стандарту ФСК ЕЭС СТО 56947007–33.060.40.045–2010 Руководящие указания по выбору частот ВЧ каналов (далее РУ).

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 организует ВЧ каналы связи в номинальной полосе 4/8/12 кГц в диапазоне частот 16-1000 кГц в режиме временного и частотного разделения сигналов. Изготавливается с разнесенным и смежным расположением полос пропускания направлений приема и передачи. Предназначена для круглосуточной работы в необслуживаемом режиме в закрытых отапливаемых помещениях.

Все технические требования и характеристики изложены в Техническом описании и инструкции по эксплуатации KB2.131.005 ТО (далее ТО) и Технических условиях KB2.131.005 ТУ (далее ТУ).

## 2. Функциональные возможности

Количество каналов ВЧ связи с базисной полосой 4 кГц – до 3 в полосе 12 кГц.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Преобразование сигнализации АДАСЭ в абонентскую сигнализацию FXS/FXO.

Диспетчерское и абонентское соединение по протоколу АДАСЭ по ТФ каналу.

Цифровая эхокомпенсация в ТФ каналах.

Цифровые интерфейсы ТМ и ПД – RS232, Ethernet.

Поддержка PoE на пользовательском интерфейсе Ethernet плат МП02

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 ПС без преобразования в аналог.

Мониторинг – программа MC04–Monitor: конфигурация, настройка, диагностика.

Удаленный мониторинг и конфигурирование через встроенный в ВЧ канал обслуживания.

Поддержка протокола сетевого управления SNMP.

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

---

\*См. примечание табл.1.

### 3. Распределение скорости ЦП между подканалами ВЧ канала в режиме ВРС.

В полосе пропускания ВЧ канала организуются следующие подканалы: подканал сигнализации и обслуживания СО, подканал телемеханики ТМ в кодонезависимом режиме, два голосовых подканала телефонии ТФ1 и ТФ2, подканал передачи данных ПД.



Общая скорость ЦП:

– 0,1...32 кбит/с – для базисной полосы 4 кГц;

– 0,1...64/96 кбит/с – для полосы 8/12 кГц в режиме объединения 2–х или 3–х цифровых ВЧ каналов.

Скорость ЦП рассчитывается по формуле:  $V_{цп} = V_{со} + V_{тм} + V_{тф1} + V_{тф2} + V_{пд}$ .

Скорость передачи  $V_{тм}$ , обеспечивающая работу подканала ТМ в прозрачном кодонезависимом режиме, равняется скорости ТМ, умноженной на 8. Например, при скорости ТМ 300 бит/с задействуется скорость  $V_{тм} = 2,4$  кбит/с.

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

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

### **Приоритеты подканалов.**

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 подканалам назначен приоритет. На рис. 7 распределения подканалов приоритет уменьшается слева направо: подканал СО имеет самый высокий приоритет, подканал ПД самый низкий.

При снижении скорости в ВЧ канале сначала уменьшается скорость подканала ПД, затем выключается подканал ТФ, потом подканал ТМ.

### **Приоритеты модулей ТЧ.**

В порты **1, 2, 3** платы МП02 возможна установка до трёх модулей ТЧ. Если по числу подканалов 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 подканалов ТФ установлен режим **2**, то в состоянии разговора одновременно могут находиться два модуля, при этом модуль **1** занимает **подканал ТФ1**, а модули **2** и **3** занимают **подканал ТФ2** (приоритетным является модуль 3).

Модуль порта **3**, имеющий высший приоритет, обеспечивает диспетчерскую связь, ДК соединение.

### **Варианты распределения подканалов в полосе ВЧ канала.**

В табл. 1 показаны примеры типовых вариантов распределения подканалов в базисной полосе ВЧ канала. Минимальная общая скорость передачи ЦП определяется вариантом загрузки ВЧ канала подканалами ТМ, ТФ, ПД. Во всех вариантах подканал обслуживания СО занимает полосу 0,2 кбит/с, достаточную для мониторинга и конфигурации дальнего полукомплекта аппаратуры.

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

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

Для вариантов 4–8 подканал ПД используется как канал ТМ по протоколу МЭК 60870-5-101 или МЭК 60870-5-104. По подканалу организуется передача пакетов FT1.2 через стык RS232 в асинхронном стартстопном режиме или IP пакетов через стык Ethernet. Скорость передачи ПД – переменная в диапазоне от минимума (<1 кбит/с) до максимума 28–30 кбит/с (при незанятом субканале ТФ).

Варианты загрузки 9, 10, 11 даны для режима объединения двух или трех ВЧ каналов на одну шину TDM1 платы МП02 №1:

- вариант 9: общая полоса двух ВЧ каналов 8 кГц, общая скорость – до 64 кбит/с.
- варианты 9 и 10: общая полоса трех ВЧ каналов 12 кГц, общая скорость – до 96 кбит/с.

Таблица 1. Примеры типового распределения подканалов в базисной полосе ВЧ канала.

Варианты загрузки канала	Скорость передачи для подканалов, кбит/с					Общая скорость ВЧ каналов, кбит/с
	СО– сигнализация и обслуживание	ТМ– прозрачный кодонезависимый режим: 100/200/300 бит/с	ТФ 1	ТФ 2	ПД: асинхронный RS232; Ethernet.	
1	0,2	0,8 / 1,6 / 2,4	–	6,4	–	7,4 / 8,2 / 9
2	0,2	0,8 / 1,6 / 2,4	–	–	6,4	7,4 / 8,2 / 9
3	0,2	0,8 / 1,6 / 2,4	6,4	6,4	–	13,8 / 14,6 / 15,4
4	0,2	–	–	6,4	4,8	11,4
5	0,2	–	–	–	11,2	11,4
6	0,2	–	–	6,4	13,4	20
7	0,2	–	–	–	19,8	20
8	0,2	–	–	–	23,8	24
9	0,2	–	–	6,4	47,4	27*2=54
10	0,2	–	–	–	83,8	28*3=84
11	0,2	–	–	6,4	80,4	29*3=87

**Примечание.**

Режим объединения двух или трех цифровых ВЧ каналов в полосе 8 или 12 кГц на одну шину TDM и скорость ЦП до 96 кбит/с подтверждены заводскими и линейными испытаниями. Планируемая дата проверки соответствия данной функции аттестационной комиссией ПАО «Россети» – не позднее марта 2022 г.

## 4. Особенности выбора частот каналов ВЧ связи при работе аппаратуры МС04–PLC в режиме ВРС.

### 4.1. Исходные данные.

Здесь и далее выбор частот проводится на примере организации ВЧ канала по ВЛ 110 кВ длиной 40 км. Район по гололеду – второй с толщиной стенки 5 мм.

Требования заказчика по объему передаваемой информации между ПС1 и ПС2:

- один подканал ТФ, диспетчерская связь, скорость кодека 6,4 кбит/с;
- один подканал ПД по интерфейсу Ethernet:

со скоростью 16 кбит/с при отсутствии ГИО на проводах;

со скоростью 8 кбит/с при наличии ГИО на проводах.

На максимальной скорости передачи допускается потеря канала при наличии ГИО. В этом случае запас по затуханию определяется и нормируется как:

$$a_{\text{зап}} = \Delta P_{\text{пом}} = 9 \text{ дБ}$$

Минимально допустимый запас по затуханию  $\Delta P_{\text{пом}} = 9 \text{ дБ}$  соответствует такому увеличению уровня  $P_{\text{пом}} = P_{\text{пом.50\%}} + \Delta P_{\text{пом}}$ , при котором вероятность превышения уровня равна 2,5% (рис. 2.1 РУ).

Исполнение аппаратуры по мощности ПРД – 20 Вт.

### 4.2. Расчет скорости ЦП.

По формуле для расчета скорости ЦП  $V_{\text{цп}} = V_{\text{со}} + V_{\text{тм}} + V_{\text{тф1}} + V_{\text{тф2}} + V_{\text{пд}}$  требуемая скорость ЦП:

$$V_{\text{цп}} = V_{\text{max}} = 0,2 \text{ кбит/с} + 6,4 \text{ кбит/с} + 16 \text{ кбит/с} = 22,6 \text{ кбит/с} \text{ при отсутствии ГИО на проводах;}$$

$$V_{\text{цп}} = V_{\text{min}} = 0,2 \text{ кбит/с} + 6,4 \text{ кбит/с} + 8 \text{ кбит/с} = 14,6 \text{ кбит/с} \text{ при наличии ГИО на проводах.}$$

В процессе непрерывной бесступенчатой (без скачков) адаптации по шумам скорость снижается пропорционально снижению ОСШ и может установиться с дискретностью 0,1 кбит/с в любой точке в диапазоне от максимальной 28 кбит/с до минимальной при наличии ГИО на проводах. Снижение скорости ЦП приводит к снижению скорости подканала ПД по интерфейсу Ethernet, приоритетные подканалы СО и ТФ не отключаются.

Т.о, требуемое ОСШ по табл.5 ТО для скорости по каналу в полосе 4 кГц:

– для  $V_{\text{цп}} = V_{\text{max}} = 22,6 \text{ кбит/с}$  ОСШ<sub>max</sub> = 34 дБ;

– для  $V_{\text{цп}} = V_{\text{min}} = 14,6 \text{ кбит/с}$  ОСШ<sub>min</sub> = 26 дБ.

### 4.3. Расчет максимально допустимой частоты канала.

5.3.1. Затухание элементов ВЧ тракта по формуле 1.6 и табл. 1.7 РУ:

$$a_{\text{эл}} = a_{\text{к}} + a_{\text{з}} + a_{\text{фп}} + a_{\text{вч.каб}} + a_{\text{ш}} = 2,5 + 3 + 1,5 + 0,5 + 1 = 8,5 \text{ дБ.}$$

5.3.2. Первая итерация. Частота 1000 кГц.

Перекрываемое затухание  $a_{\text{пер}}$ :

$$a_{\text{пер}} = P_{\text{прд}} - P_{\text{прм.мин}}$$

где  $P_{\text{прд}}$  – уровень передачи сигнала, среднеквадратичная мощность;

$P_{\text{прм.мин}}$  – минимально допустимый уровень приёма сигнала, при котором при заданном уровне помех обеспечивается прием сигнала с требуемой достоверностью.

$P_{\text{прд}} = P_{\text{ном.кан}} - 10,5 = 41 \text{ дБм} - 10,5 \text{ дБм} = 30,5 \text{ дБм}$  – среднеквадратичная мощность по табл. 2 и табл. 3 ТО (табл. 2.3 ТУ) для исполнения аппаратуры по пиковой мощности ПРД 20 Вт в диапазоне частот 700–1000 кГц.

Минимально допустимый уровень приёма сигнала определяется как:

$$P_{\text{прм.мин}} = P_{\text{пом}} + 10 \lg \Delta f + a_{\text{с/п}}$$

где  $P_{\text{пом}}$  – нормируемый уровень помех в полосе 1 кГц, средний среднеквадратичный уровень с 50% вероятностью его превышения по табл. 1.6 РУ;

$\Delta f$  – полоса частот, для которой определяется помеха;

$a_{\text{с/п}}$  – минимально допустимая разность уровней сигнала и помехи, отношение сигнал/шум (ОСШ).

Уровень помех:

$P_{\text{пом}} = -38$  дБм для ВЛ110 кВ по табл. 1.6 РУ;

$\Delta f$  – полоса 4 кГц, занимаемая передачей/приёмом цифрового потока;

$a_{\text{с/п}} = \text{ОСШ}_{\text{мах}} = 34$  дБ для скорости ЦП 22,6 кбит/с

$a_{\text{с/п}} = \text{ОСШ}_{\text{мин}} = 26$  дБ для скорости ЦП 14,6 кбит/с.

С учетом поправки +2 дБ на отличие «белого» шума от помех короны ВЛ110 кВ:

$a_{\text{с/п}} = 34 \text{ дБ} + 2 \text{ дБ} = 36 \text{ дБ}$  для скорости ЦП 22,6 кбит/с

$a_{\text{с/п}} = 26 \text{ дБ} + 2 \text{ дБ} = 28 \text{ дБ}$  для скорости ЦП 14,6 кбит/с.

$P_{\text{прм.мин}} = -38 + 10 \lg 4 + 36 = -38 + 6 + 36 = 4$  дБм при отсутствии ГИО на проводах

$P_{\text{прм.мин}} = -38 + 10 \lg 4 + 25 = -38 + 6 + 25 = -4$  дБм при наличии ГИО на проводах.

Перекрываемое затухание:

$a_{\text{пер}} = P_{\text{прд}} - P_{\text{прм.мин}} = 30,5 - (4) = 26,5$  дБ при отсутствии ГИО на проводах

$a_{\text{пер}} = P_{\text{прд}} - P_{\text{прм.мин}} = 30,5 - (-4) = 34,5$  дБ при наличии ГИО на проводах

Запас по затуханию по ГИО  $a_{\text{зап}} = \Delta a_{\text{гио}} f$  для ВЛ110 кВ:

$a_{\text{зап}} = \Delta a_{\text{гио}} f = 12,5 \text{ дБ} * 40 \text{ км} / 30 \text{ км} = 16,7$  дБ (рис 1.31 РУ).

Величина А по формуле 1.1а РУ:

$A = a_{\text{пер}} - a_{\text{эл}} - a_{\text{зап}} = 34,5 - 8,5 - 16,7 = 9,3$  дБ при наличии ГИО на проводах.

Затухание междуфазной волны на частоте 1000 кГц (ВЛ 110 кВ, 40 км):

$a(f)*L = 0,38 * 40 = 15,2$  дБ (рис. 1.3 РУ для типичной конструкции фазы АС120/27).

$a(f)*L = 15,2$  дБ больше  $A = 9,3$  дБ. Условие  $a(f)*L \leq A$  не выполняется. Требуется снижение скорости.

5.3.3. Вторая итерация. Частота 650 кГц.

Перекрываемое затухание  $a_{\text{пер}}$ :

$$a_{\text{пер}} = P_{\text{прд}} - P_{\text{прм.мин}}$$

$P_{\text{прд}} = P_{\text{ном.кан}} - 10,5 = 42 \text{ дБм} - 10,5 \text{ дБм} = 31,5 \text{ дБм}$  – среднеквадратичная мощность по табл. 2 и табл. 3 ТО (табл. 2.3 ТУ) для исполнения аппаратуры по пиковой мощности ПРД 20 Вт в диапазоне частот 300–700 кГц.

$a_{\text{пер}} = P_{\text{прд}} - P_{\text{прм.мин}} = 31,5 - (4) = 27,5$  дБ при отсутствии ГИО на проводах

$a_{\text{пер}} = P_{\text{прд}} - P_{\text{прм.мин}} = 31,5 - (-4) = 35,5$  дБ при наличии ГИО на проводах.

Запас по затуханию по ГИО  $a_{\text{зап}} = \Delta a_{\text{гио}} f$  для ВЛ110 кВ на частоте 650 кГц:

$\Delta a_{\text{гио}} f = 12 \text{ дБ} * 40 \text{ км} / 30 \text{ км} = 16$  дБ (рис 1.31 РУ).

Величина А для минимальной скорости по формуле 1.1а РУ:

$A = a_{\text{пер}} - a_{\text{эл}} - a_{\text{зап}} = 35,5 - 8,5 - 16 = 11$  дБ при наличии ГИО на проводах.

Затухание междуфазной волны на частоте 650 кГц:

$a(f)*L = 0,27 * 40 = 10,8$  дБ (рис. 1.3 РУ для типичной конструкции фазы АС120/27).

$a(f)*L = 10,8$  дБ меньше  $A = 11$  дБ. Условие  $a(f)*L \leq A$  выполняется. Максимально допустимая частота для минимальной скорости передачи при наличии ГИО 660 кГц.



Величина  $A$  для максимальной скорости при  $a_{\text{зап}} = \Delta p_{\text{пом}} = 9$  дБ:  
 $A = a_{\text{пер}} - a_{\text{эл}} - a_{\text{зап}} = 27,5 - 8,5 - 9 = 10$  дБ при отсутствии ГИО на проводах.

Километрическое затухание по формуле 1.1д РУ:  
 $a_f = A/L = 10 \text{ дБ} / 40 \text{ км} = 0,25$  дБ/км.

По рис. 1.3 РУ для типичной конструкции фазы АС120/27 при  $a_f = 0,25$  дБ/км получаем частоту 600 кГц.

Таким образом:

– максимально допустимая частота, рассчитанная с запасом по затуханию для минимальной скорости передачи – 650 кГц;

– максимально допустимая частота, рассчитанная с запасом по затуханию для максимальной скорости передачи – 600 кГц.

Принимаем меньшее значение: максимально допустимая частота 600 кГц.

Для частоты 600 кГц запас по затуханию по ГИО:  $\Delta a_{\text{гио } f} = 11,8 \text{ дБ} * 40 \text{ км} / 30 \text{ км} = 15,7$  дБ.

#### 5.3.4. Результаты расчета.

Параметр	Скорость ЦП, кбит/с	
	макс 22,6	мин 14,6
ОСШ, дБ	36	28
Мин. уровень приема $P_{\text{прм.мин}}$ , ЛБМ	4	-4
$A$ , дБ	10	
$a_{\text{эл}}$ , дБ	8,5	
$a_{\text{пер}}$ , дБ	27,5	35,5
$a_{\text{зап}}$ , дБ	9	15,7

В процессе адаптации к изменениям ОСШ от максимума 36 дБ до минимума 28 дБ происходит увеличение запаса по затуханию от минимума 9 дБ до максимума 15,7 дБ и пропорциональное уменьшение скорости ЦП от максимальной 22,6 кбит/с до минимальной 14,6 кбит/с с дискретностью 0,1 кбит/с.

Снижение скорости ЦП приводит к снижению скорости подканала ПД по интерфейсу Ethernet, приоритетные подканалы СО и ТФ не отключаются.

#### 4.4. Минимально необходимое разнесение между полосами частот.

4.4.1. Зависимость необходимого разнесения частот  $\Delta f$  между краем полосы частот приемника и краем полосы частот влияющего канала от значения разности уровня приемного  $P_{\text{прм.мин}}$  и влияющего сигналов  $P_{\text{меш}}$

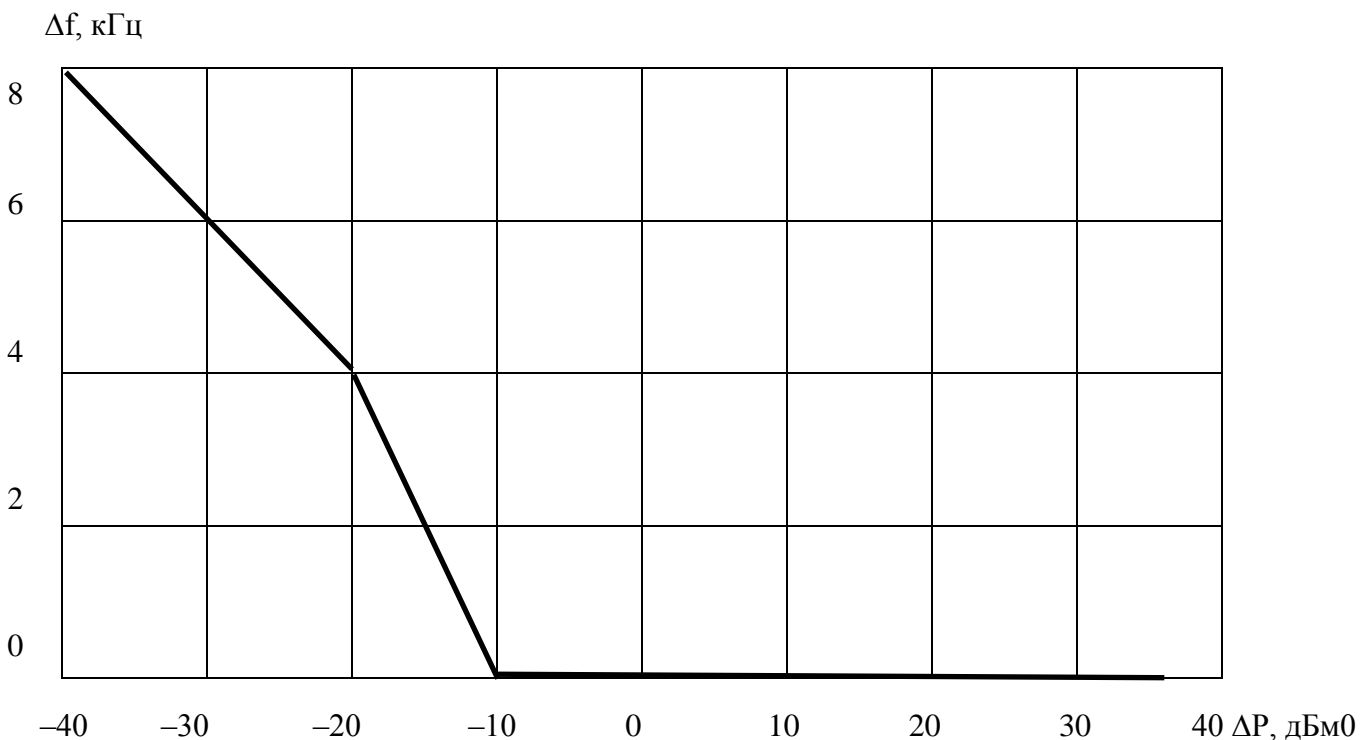
$$\Delta P = P_{\text{прм.мин}} - P_{\text{меш}} \quad (3.1)$$


Рис. 8. Зависимость необходимого разнесения частот от значения  $\Delta P$ .

4.4.2. Разнесение частот при затухании 1,5 / 1,0 дБ, вносимом в тракт параллельно включенной аппаратуры шунтирующим действием входного сопротивления:

Таблица 2.

Полоса передачи, кГц	Разнесение между полосами частот двух разных 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

4.4.3. 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.

4.4.4. При смежном расположении полос частот приема и передачи (разнесение 0 кГц) рабочее затухание ВЧ тракта и скорость ЦП, при которой коэффициент ошибок ЦП не более  $10^{-7}$ :

Таблица 3.

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

**Примечание.** Планируемая дата проверки аттестационной комиссией ПАО «Россети» соответствия параметров смежного режима, измененных относительно ТУ, ред. 6/октябрь 2020 – не позднее марта 2022 г.

## 5. Размещение аппаратуры.

Цифровая трехканальная система ВЧ связи MC04–PLC включает два полукомплекта аппаратуры, размещаемых на ближнем и дальнем концах ВЧ тракта. Полукомплект выполнен в виде блока 19 дюймов высотой 3U. В блок устанавливаются функциональные платы (см. рис.1).

5.1. Блок устанавливается в стойку или шкаф 19 дюймов со степенью защиты IP52. 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.

Блок крепится четырьмя винтами. Заземление блока выполняется подключением провода заземления к болту заземления, расположенного на задней панели блока.

5.2. Варианты размещения блока MC04–PLC в шкафу 19” на рис.2–4.

Вариант на рис.2 предусматривает питание только от сети 220В/50Гц. Блок комплектуется платой питания ИП01.

Варианты на рис.3 и 4 предусматривают питание:

– от сети 220В/50Гц, в комплекте плата ИП01;

– от блока бесперебойного питания напряжением постоянного тока 48 В, в комплекте плата ИП02.

Подключение сети 220В/50Гц производится шнуром питания к разъему ~**220В** платы ИП01.

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

5.3. Для подключения ВЧ линии и пользовательских стыков в комплект поставки входит монтажная панель.

На лицевой стороне монтажной панели размещены:

- коаксиальные разъемы для подключения ВЧ линии к разъему ЛИНИЯ платы ФПРМ – 3 штуки;
- плинты 10–ти парные для подключения абонентских линий и линий передачи данных – 2/4/6 шт на одно/двух/трехканальный блок.

На внутренней части монтажной панели размещены:

- клеммник для подключения центральной жилы коаксиального кабеля от фильтра присоединения;
- скоба для фиксации кабеля и электрического соединения оплетки с панелью;
- клемма заземления монтажной панели.

Коаксиальные разъемы монтажной панели подключаются к разъему ЛИНИЯ платы ФПРМ с помощью кабеля коаксиального BNC-BNC.

3.4. Подключение абонентских линий ТЧ, цифровых линий Ethernet / RS232 и линии аварийной сигнализации производится в соответствии с расшивкой плинтос монтажной панели согласно с табл.4.

Пользовательские порты плат МП02 – порты ТЧ **1/2/3**, цифровые **Eth/RS232**, сигнализации СК – подключаются к плинтам монтажным кабелем типа UTP, обжатым на ответные части разъемов RJ–45 в соответствии с назначением контактов на рисунках п. 3.1.2 ТО.

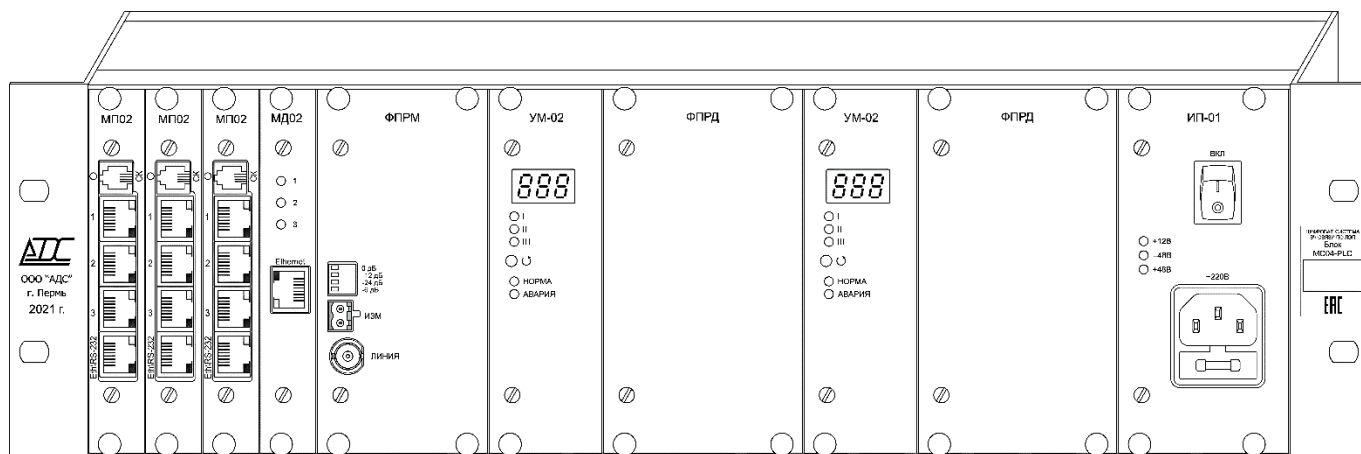


Рис.1. Внешний вид блока MC04-PLC.

Установка плат для исполнений по мощности ПРД:

Исполнение 1Р: одинарная пиковая мощность ПРД.

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

Исполнение 2Р: двойная пиковая мощность ПРД.

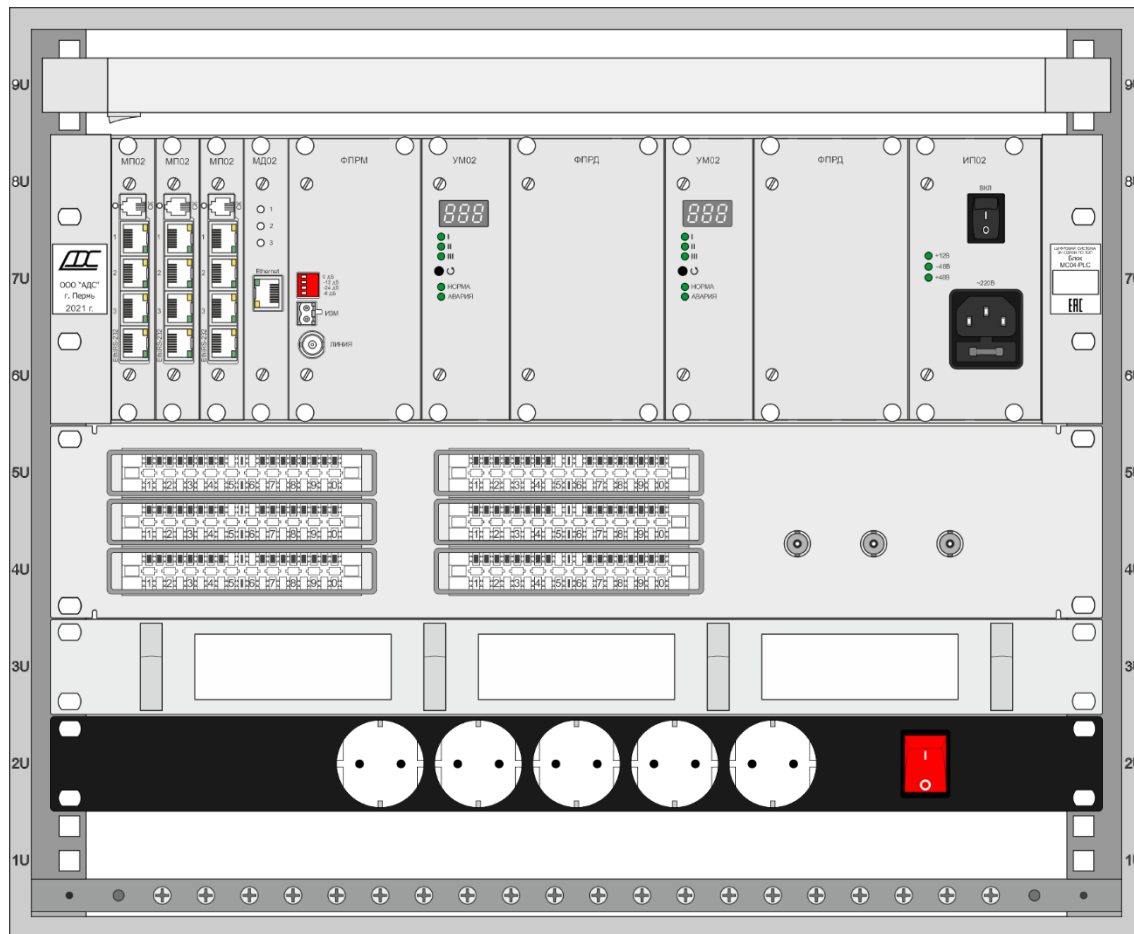
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
МП02	МП02*	МП02*	МД02	ФПРМ	<b>УМ02</b>	<b>ФПРД</b>	<b>УМ02</b>	<b>ФПРД</b>	ИП01**

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

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

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

Незадействованные места (слоты) блока закрываются защитными планками.



Светодиодный  
светильник.

Блок MC04–PLC.  
Высота 3U

Монтажная панель.  
Высота 2U

Кабельный  
организер  
Высота 1U

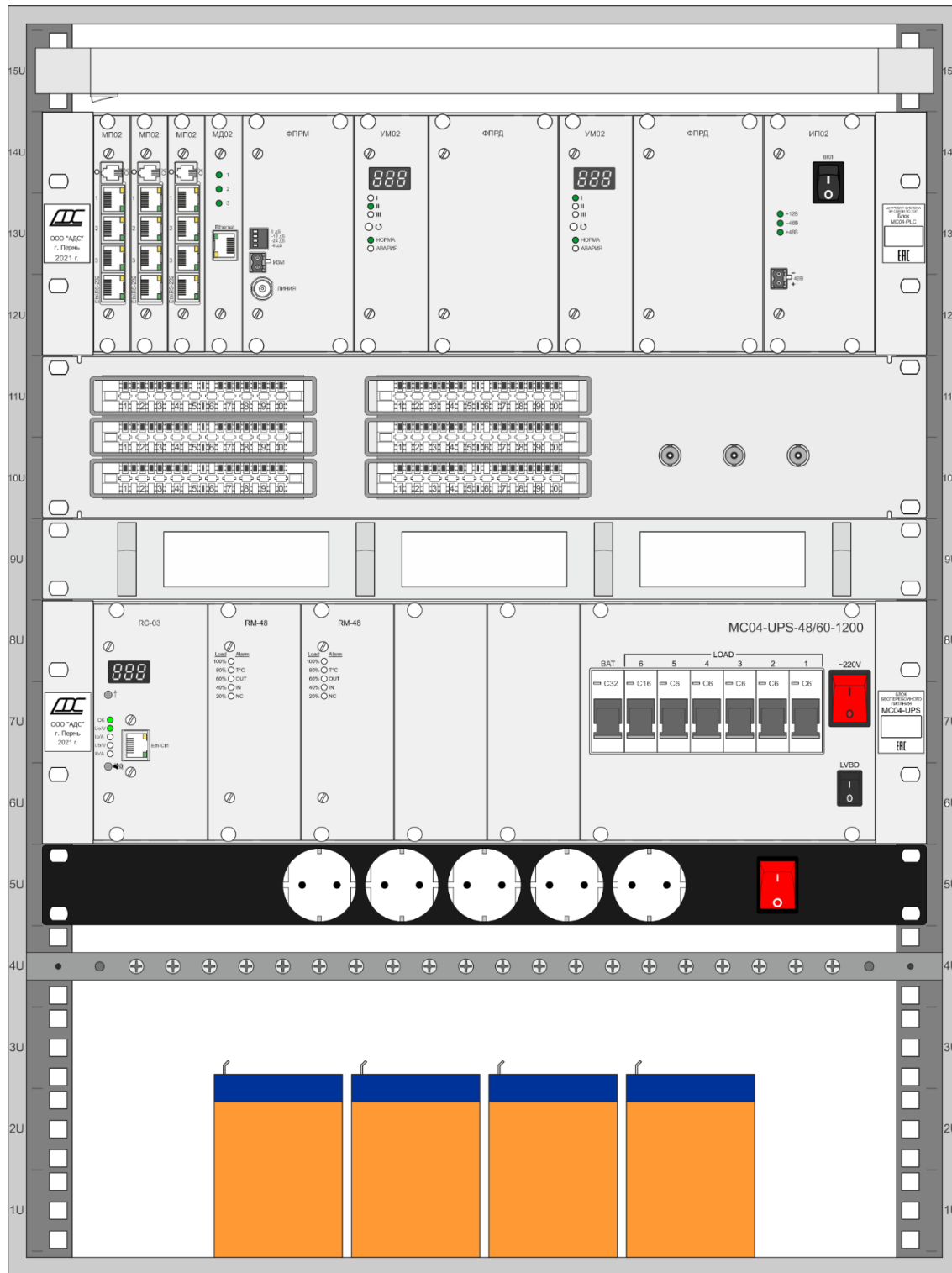
Блок розеток  
Высота 1U

Шина заземления.

Рис.2. Вариант размещения блока MC04–PLC в шкафу 19” высотой 9U.

Таблица 4. Комплект поставки блока MC04–PLC в 19” шкафу высотой 9U.

Высота U	Расположение U	Наименование	Кол.	Примечание
9 U		Шкаф 19” 9U	1	
1U	9	Светодиодный светильник 19”	1	
3U	6 – 8	Блок MC04–PLC. Питание от сети 220В/50Гц, плата питания ИП01.	1	Конфигурация по заказу
2U	4 – 5	Монтажная панель	1	Количество плитов по заказу
		Кабель BNC–BNC	1	
1U	3	Кабельный организер	1	
1U	2	Блок розеток сетевого питания 220 В	1	
	1	Шина заземления 19”	1	



Светодиодный  
светильник.

Блок MC04-PLC.  
Высота 3U

Монтажная панель.  
Высота 2U

Кабельный  
органайзер  
Высота 1U

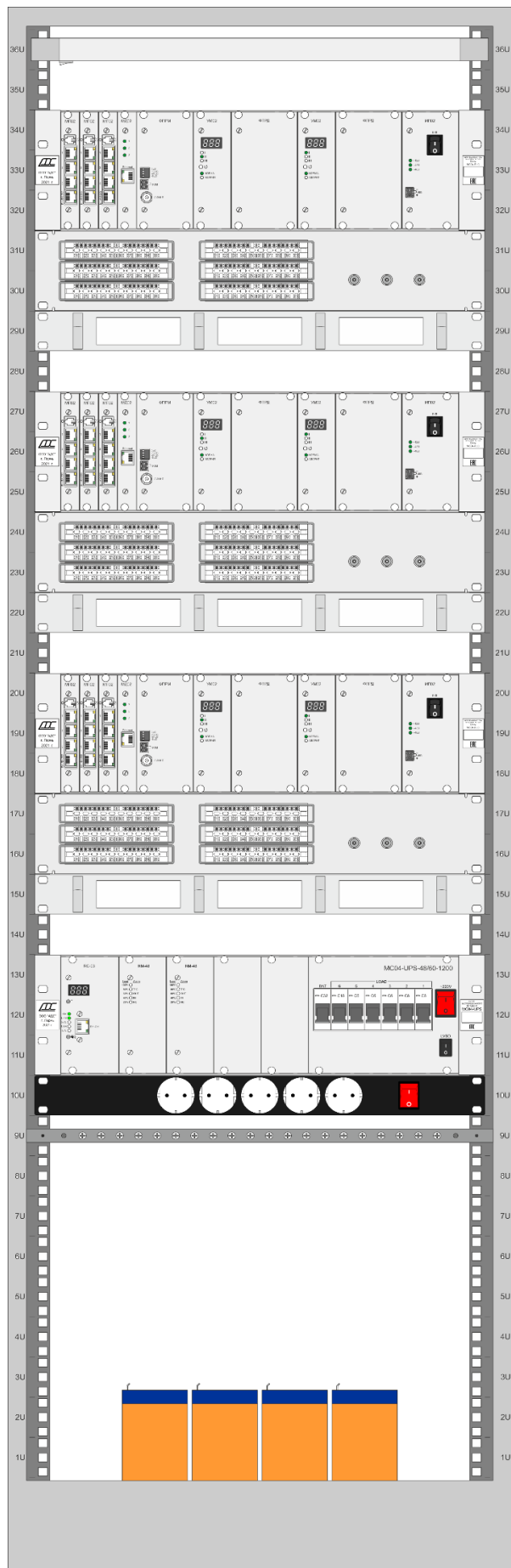
Блок  
бесперебойного  
питания MC04-UPS.  
Высота 3U

Блок розеток  
Высота 1U

Шина заземления.

Аккумуляторные  
батареи 48 В  
(4x12 В).

Рис.3. Вариант размещения блока MC04-PLC с блоком бесперебойного питания в шкафу 19" высотой 15U.



Светодиодный светильник.  
Высота 1U

Блок MC04-PLC.  
Высота 3U

Монтажная панель.  
Высота 2U

Кабельный органайзер  
Высота 1U

Блок MC04-PLC.  
Высота 3U

Монтажная панель.  
Высота 2U

Кабельный органайзер  
Высота 1U

Блок MC04-PLC.  
Высота 3U

Монтажная панель.  
Высота 2U

Кабельный органайзер  
Высота 1U

Блок MC04-UPS.  
Высота 3U

Блок розеток  
Высота 1U

Шина заземления

Аккумуляторные батареи 48 В (4x12 В)

Рис.4. Вариант размещения трех блоков MC04-PLC в шкафу 19” высотой 36U.

Таблица 5. Комплект поставки блока МС04–PLC с ИБЭП в 19” шкафу высотой 15U.

Высота U	Расположение U	Наименование	Кол.	Примечание
15 U		Шкаф 19” 15U	1	
1U	15	Светодиодный светильник 19”	1	
3U	12 – 14	Блок МС04–PLC. Варианты питания: – ИПО1 – от сети 220В/50Гц; – ИПО2 – от блока бесперебойного питания напряжением постоянного тока 48 В.	1	Конфигурация по заказу
2U	10 – 11	Монтажная панель	1	Количество плитов по заказу
1U	9	Кабельный органайзер	1	
3U	6 – 8	Блок бесперебойного питания МС04–UPS	1	Конфигурация по заказу
1U		Блок розеток сетевого питания 220 В	1	
		Кабель BNC–BNC	1	
	5	Шина заземления 19”	1	
	1 – 4	АКБ 12 В	4	Емкость по заказу

Таблица 6. Комплект поставки трех блоков МС04–PLC с ИБЭП в 19” шкафу высотой 36U.

Высота U	Расположение U	Наименование	Кол.	Примечание
36 U		Шкаф 19” 36U	1	
1U	36	Светодиодный светильник 19”	1	По заказу
3U	32 – 34, 25 – 27, 18 – 20	Блок МС04–PLC. Варианты питания: – ИПО1 – от сети 220В/50Гц; – ИПО2 – от блока бесперебойного питания напряжением постоянного тока 48 В.	3	Конфигурация по заказу
2U	30 – 31, 23 – 24, 16 – 17	Монтажная панель	3	Количество плитов по заказу
		Кабель BNC–BNC	3	
1U	29, 22, 15	Кабельный органайзер	3	
3U	11 – 13	Блок бесперебойного питания МС04–UPS	1	Конфигурация по заказу
1U		Блок розеток сетевого питания 220 В	1	
	10	Шина заземления 19”	1	
	1 – 9	АКБ 12 В	4	Емкость по заказу



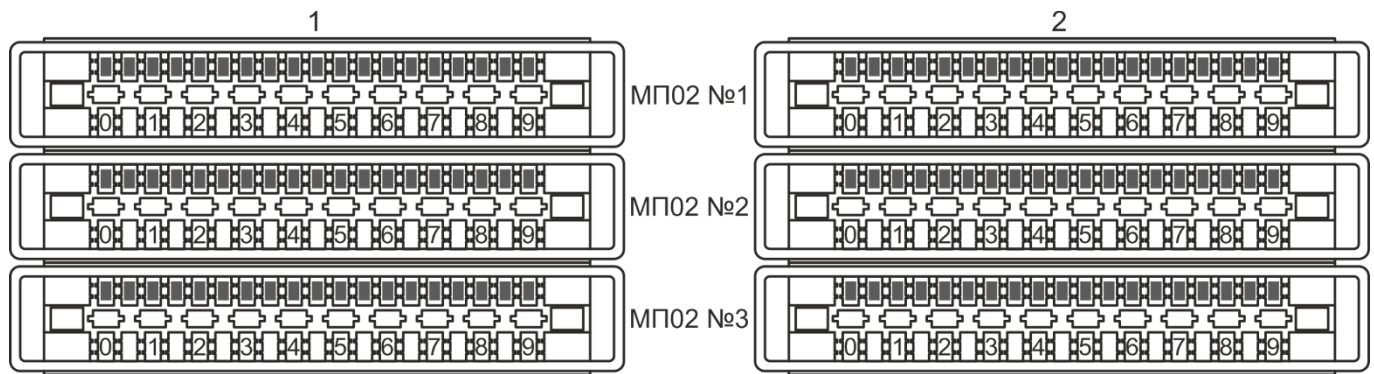


Рис. 5. Расположение плитов на монтажной панели.

Расположение плитов на монтажной панели показана на рис. 5. Расшивка интерфейсов плат МП02 по плитам приведена в табл.4:

Таблица 7.

№ пары	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Плит № 1</b>										
Порт МП02	1		2			3				
Модуль ТЧ, установленный на плату МП02	4W01		FO01 или FS01	4W01		FO01 или FS01	4W01		FO01 или FS01	
Назначение цепи	выход ТЧ	вход ТЧ	a / b	выход ТЧ	вход ТЧ	a / b	выход ТЧ	вход ТЧ	a / b	Резерв
<b>Плит № 2</b>										
Порт МП02	СК– сигнализация		Eth		RS–232					
Назначение цепи	вход	выход	Ethernet Rx	Ethernet Tx	TXD / GND	RXD/ GND	Резерв	Резерв	Резерв	Резерв