

ТОВ «Корпорація Електропівденьмонтаж»

**Апаратура передачі команд
«ОРИОН» АПК Rx**

Руководство по эксплуатации

СОДЕРЖАНИЕ

1	Введение	3
2	Назначение аппаратуры	4
3	Принцип действия. Функциональная схема	5
4	Технические характеристики	8
	4.1. Параметры высокочастотного канала	8
	4.2. Параметры приема команд	9
	4.3. Параметры сигнализации	10
	4.4. Параметры телемеханики и телепередачи фазы	11
	4.5. Интерфейс локальной информационной сети	11
	4.6. Параметры по электропитанию, изоляции, ЭМС	12
5	Конструкция	13
6	Состав	14
7	Принцип действия модулей	15
	7.1. Модуль питания (МП)	15
	7.2. Модуль линейного фильтра (ЛФ)	16
	7.3. Модуль управления реле (МУР)	17
	7.4. Модуль реле (МР)	20
	7.5. Модуль демодулятора сигналов (ДМ)	22
	7.6. Модуль центрального процессора (ЦП)	26
	7.7. Модуль сигнализации (МС)	30
	7.8. Модуль лицевой платы (ЛП)	33
8	Структура меню АПК Rx	35
9	Маркировка, пломбирование, упаковка	43
10	Монтаж и подключение	44
11	Техническое обслуживание	47
	11.1 Периодичность технического обслуживания	47
	11.2 Объем работ при техническом обслуживании	48
	11.3 Методика проверки	49
	11.3.1 Внешний осмотр	49
	11.3.2 Внутренний осмотр	49
	11.3.3 Измерение сопротивления изоляции	49
	11.3.4 Испытание электрической прочности изоляции цепей питания, сигнализации и реализации	49
	11.3.5 Конфигурирование аппаратных параметров	50
	11.3.6 Конфигурирование программных параметров	51
	11.3.7 Проверка вторичных уровней питания	53
	11.3.8 Проверка потребления АПК Rx	53
	11.3.9 Проверка вносимого затухания в 75 ^{Омный} тракт	54
	11.3.10 Проверка входного сопротивления АПК Rx	54
	11.3.11 Проверка порога чувствительности АПК Rx и компараторов снижения уровня	55
	11.3.12 Проверка и калибровка измерителя входного сигнала АПК Rx (на контрольном сигнале)	56
	11.3.13 Проверка выдержек времени реле реализации команд	56
	11.3.14 Проверка системы контроля приема команд	57
	11.3.15 Тестовое опробование реле реализации команд	57
	11.3.16 Тестовое опробование реле сигнализации	57
	11.3.17 Проверка функционирования систем контроля АПК Rx	58
	11.3.18 Проверка отсутствия ложных срабатываний	59
12	Возможные неисправности и способы их устранения	60
13	Транспортирование и хранение	61
14	Гарантии изготовителя	63
15	Рекомендации по цифровой ретрансляции команд ПА на промежуточном пункте тракта	64
16	Вопросы совместимости АПК Rx с аппаратурой других производителей	68
17	Утилизация АПК Rx	69

1. Введение

Данное руководство по эксплуатации (РЭ) предназначено для изучения и правильной эксплуатации аппаратуры передачи команд «ОРИОН» АПК Rx (в дальнейшем АПК Rx, АПК Rx-8, аппарат).

РЭ содержит сведения о назначении, технических характеристиках и вариантах исполнения аппаратуры.

При изучении данной АПК необходимо дополнительно использовать следующие документы:

- «ОРИОН» АПК Rx Схемы электрические принципиальные;
- «ОРИОН» АПК Rx Перечни элементов;
- «ОРИОН» АПК Rx Расположение элементов на платах;
- «ОРИОН» АПК Rx Программное обеспечение.

2 Назначение аппаратуры

Передатчик и приемник «ОРИОН» АПК предназначены для передачи и приема сигналов-команд релейной защиты (РЗ) и противоаварийной автоматики (ПА) между энергообъектами. «ОРИОН» АПК в качестве среды передачи информации использует высокочастотные каналы, организованные по высоковольтным проводам (грозозащитным тросам) ВЛ 35÷750 кВ. АПК обеспечивает надежность и безопасность передачи команд в условиях высокого уровня помех.

Передатчик «ОРИОН» выполняет преобразование дискретных управляющих сигналов от аппаратуры РЗ и ПА в высокочастотные сигналы в заданной рабочей полосе аппарата, несущие коды команд. Приемник «ОРИОН» демодулирует принятый высокочастотный сигнал и преобразует его в дискретные управляющие сигналы.

Помимо основной функции, «ОРИОН» АПК может дополнительно передавать (принимать) сигналы телемеханики и информацию о текущей фазе напряжения промышленной частоты (для «угловой» противоаварийной автоматики).

АПК Rx предназначен для круглосуточной эксплуатации в закрытых производственных помещениях, соответствует климатическому исполнению УХЛ и категории размещения 4.2 по ГОСТ 15150.

При этом:

- высота над уровнем моря не более 2000 м;
- верхнее значение рабочей температуры +45 °С;
- нижнее значение рабочей температуры +0 °С;
- относительная влажность при температуре + 25°С – 80%;
- окружающая среда невзрывоопасная, не содержащая токопроводящей пыли в концентрациях, разрушающих металлы и изоляцию;
- тип охлаждения – воздушное, естественное.

АПК Rx соответствует требованиям ТУ после воздействия на нее (в упакованном виде) механических факторов при транспортировке и хранении определяемых нормативами для группы «С» по ГОСТ 23216-78.

АПК Rx удовлетворяет всем отраслевым стандартам (ГОСТ, ДСТУ, ІЕС и т.д.).

3 Принцип действия. Функциональная схема

Передача команд релейной защиты, противоаварийной автоматики и контрольного сигнала в аппаратуре «ОРИОН» осуществляется с применением метода прямого расширения спектра сигнала определенной кодовой последовательностью (DSSDirect-sequencespectrum).

Преимуществом данного технического решения является повышенная помехоустойчивость аппаратуры приема команд:

- обеспечиваются лучшие вероятностные характеристики приема команд в условиях воздействия помех промышленного происхождения;
- сохраняются требования характеристик надежности и безопасности к помехам «белого шума».

Помехи промышленного происхождения (наводки от радиоизлучающих средств, комбинационные сигналы других передатчиков и т.п.) присутствуют на входе приемника наряду с «белым шумом», но, в отличие от него, имеют конечные значения ширины частотной полосы.

Влияние таких помех тем больше, чем ближе их параметры к параметрам полезного сигнала. Например, гармонический сигнал будет наиболее эффективной помехой для сигнала немодулированной несущей, если частоты их достаточно близки.

Вероятность совпадения параметров сигнала помехи и сигнала информации (команды) уменьшается при усложнении структуры сигнала информации. Количественно «степень сложности» сигнала можно охарактеризовать так называемой «базой сигнала»:

$$B \approx 2 * \Delta F * T$$

T – длительность сигнала;

ΔF - ширина полосы.

При этом полоса ΔF может быть значительно шире номинальной, необходимой для передачи информации; расширение полосы обеспечивается использованием «расширяющего сигнала» - **кодовой последовательности манипуляции**.

Прием такого сигнала осуществляется путем сопоставления его с синхронизированной копией

Степень невосприимчивости приемника к помехе прямо пропорциональна коэффициенту расширения спектра

Кодовая последовательность, расширяющая спектр, имеет вид бинарной фазовой манипуляции, которая считается наиболее эффективной с точки зрения использования номинальной рабочей полосы 4 кГц.

Структура формирования и приема сигналов имеет вид, показанный на рис. 3.1.

Генераторная система формирует гармонический сигнал $\sin(\omega t)$, где

ω - центральная частота номинальной рабочей полосы;

t - длительность сигнала T_K .

В модуляторе выполняется **фазовая π -манипуляция** сигнала кодом $\varphi_K(t)$, который соответствует передаваемому контрольному сигналу или одной из аварийных команд.

Модулированный сигнал усиливается по мощности и через согласующий фильтр поступает в высокочастотный канал.

Из высокочастотного канала сигнал поступает через полосовой фильтр, который селекционирует рабочую полосу канала 4,0 кГц на промежуточный усилитель. После промежуточного усилителя сигнал поступает на перемножитель (**x**). После перемножения низкочастотным фильтром ФНЧ выделяется из результата перемножения постоянная составляющая:

$$\cos(\omega t + \varphi_K t - \omega t - \varphi_K t) = \cos(0),$$

которая накапливается в интеграторе (**f**) и сравнивается с заданным порогом для принятия решения о приеме определенной команды (или контрольного сигнала).

Собственно, перемножитель и следующие за ним элементы составляют структуру коррелятора, называемого в теории приема сигналов «*оптимальным приемником*».

Суть оптимального приема – использование в приемнике копий, совпадающих с принимаемыми сигналами по всем координатам. Очевидно, что для достижения максимума выходного сигнала коррелятора, т.е. равенства нулю аргумента $\cos(\omega t + \varphi_{\kappa} t - \omega t - \varphi_{\kappa} t)$, необходимо точное временное совмещение копии и сигнала. Это временное совмещение реализуется синхронизацией приемника со «своим» передатчиком.

Синхронизация обеспечивается за счет контрольного сигнала (КС), который непрерывно передается в канал в виде соответствующего ему кода расширения.

В аппаратуре «ОРИОН» используется № +1 код: для 32^x командной аппаратуры – 33 кода.

В качестве кодов расширения используются псевдослучайные последовательности (ПСП) из семейства *M*-последовательностей, имеющих максимальную взаимную корреляцию.

Одновременная синхронная работа 33^x корреляторов на приеме выполняется в цифровом виде современным процессором, производительность которого достаточна для вычисления в реальном масштабе времени одновременно не менее 33 корреляционных функций сигнала с полосой 4,0 кГц.

Структурная схема АПК Rx приведена на рис. 3.2.

В состав приемника входят следующие модули:

- ДМ – модуль демодулятора сигналов (КС, АК, ТИ, СФ);
- ЛФ – линейный фильтр;
- ЦП – модуль центрального процессора;
- МС – модуль сигнализации;
- МП – модуль питания;
- МУР – модули управления реле реализации команд;
- МР – модули выходных реле команд;
- ЛП – лицевая плата с дисплеем и клавиатурой.

Входной сигнал *F* через линейный фильтр ЛФ поступает в модуль демодулятора ДМ. Центральная частота входного сигнала может быть установлена в диапазоне от 24 кГц до 1000 кГц с шагом 4 кГц. Установка центральной частоты производится ЦП.

Демодулятор выполняет следующие задачи:

- прием контрольного сигнала КС и поддержание синхронизации между передатчиком и приемником;
- прием сигналов аварийных команд;
- прием и формирование сигнала фазы напряжения промышленной частоты;
- прием сигналов телеметрии (данные телеметрии поступают на выход приемника через интерфейс стандарта RS422).

Прием контрольного сигнала осуществляется непрерывно и, помимо обеспечения синхронизма, реализуется функция контроля исправности высокочастотного канала (снижение уровня, запас по перекрываемому затуханию).

Демодулированные коды принятых аварийных команд передаются в модуль ЦП по параллельной шине данных.

В соответствии с кодом принятой команды, центральный процессор ЦП производит включение одного или нескольких выходных реле через модули МУР-МР. Общение ЦП с модулями управления реле МУР производится по параллельной шине данных. Каждый из пяти модулей управления реле МУР жестко сопряжен со «своим» модулем реле МР. В каждом модуле МР имеется 8 реле с двумя переключающими контактами. Таким образом, приемник «ОРИОН» имеет возможность формировать до 40 выходных воздействий.

Модуль сигнализации приемника обеспечивает «стыковку» с устройствами центральной сигнализации на объекте. Системы диагностики приемника в конечном итоге формируют три сигнала:

- работа (прием команд);
- предупредительный сигнал;
- аварийный сигнал.

Электропитание приемника осуществляется от модуля питания МП (уровни +5V и +24V).

Лицевая плата обеспечивает светодиодную индикацию приемника, вывод информации на дисплей, оперативное управление и навигацию с помощью кнопок.

4 Технические характеристики

4.1 Параметры высокочастотного канала

№	Описание характеристики	Данные
4.1.1	Диапазон рабочих частот аппаратуры	24 ÷ 1000 кГц
4.1.2	Нижняя граница номинальной рабочей полосы принимается по формуле	$22 + 2N$ (где $N=0\dots489$), шаг 2 кГц
4.1.3	Номинальная ширина полосы частот канала	4,0 кГц
4.1.4	Способ передачи контрольного сигнала и сигналов аварийных команд	Метод прямого расширения спектра сигнала заданной кодовой последовательностью – DSSS
4.1.5	Количество контрольных сигналов	1
4.1.6	Уровень передачи контрольного сигнала (КС) на линейном входе при номинальном напряжении питания и сопротивлении нагрузки 75 Ом	$+32 \pm 0,5$ дБм (1,4 – 1,6 – 1,8 Вт)
	Возможность регулировки контрольного сигнала	до 45 дБм (6,3 Вт) ступенями по 1 дБм
4.1.7	Уровень передачи сигнала аварийной команды (АК) на линейном выходе при номинальном напряжении питания и сопротивлении нагрузки 75 Ом	24-200 кГц +45 дБм 201-400 кГц +44 дБм 401-600 кГц +43 дБм 601-1000 кГц +42 дБм
	Возможность уменьшения уровня передачи аварийной команды	от максимального значения до уровня КС ступенями по 1 дБм
4.1.8	Затухание, вносимое аппаратурой в $75^{\text{Омный}}$ высокочастотный тракт при отстройке от края рабочей полосы на: ± 8 кГц ± 12 кГц	не более 1,5 дБм не более 1,0 дБм
4.1.9	Максимально допустимый уровень внеполосных излучений на линейном выходе передатчика при сопротивлении нагрузки 75 Ом и уровне выходного сигнала по п.7 : на частотах, отстоящих от края номинальной полосы 0 – 4 кГц 4 – 8 кГц 8 – ∞ кГц	не более (-14 дБм) не более (-24 дБм) не более (-34 дБм)
4.1.10	Количество передаваемых (принимаемых) команд	32/24/16/8 (по заказу)
4.1.11	Время задержки на формирование сигнала команды (от момента поступления управляющего воздействия на вход передатчика до начала генерирования команды) при отключенной задержке	не более 4 мс
4.1.12	Порог чувствительности приемника	минус 22 ÷ 25 дБм
4.1.13	Возможность закругления приемника ступенями	1 ÷ 15 дБ с шагом 1 дБ

4.2 Параметры приема команд

№	Описание характеристики	Данные
4.2.1	Вероятность приема ложной команды при соотношении сигнал/помеха минус 1,5 и длительности 200 мс (показатель безопасности)	не более 10^{-6}
4.2.2	Вероятность пропуска команды при соотношении сигнал/помеха минус 1,5 и длительности команды T_0 (показатель надежности)	не более 10^{-3}
4.2.3	Время передачи команды от момент воздействия на входной дискретный датчик передатчика до момента замыкания контактов выходного реле приемника (при выведенных элементах задержки)	не более 25 мс
4.1.4	Количество модулей выходных реле МР	1/2/3/4/5 (по заказу)
4.2.5	Количество выходных реле в каждом модуле МР	8
4.2.6	Количество контактов на одно реле	2 переключающих
4.2.7	Типы используемых электромеханических реле: - быстродействующее - миниатюрное - двухпозиционное В модуле МР устанавливаются реле одного типа	G6S (или FT2) RM84 G6SK (по заказу)
4.2.8	Максимальное коммутируемое контактами напряжение	DC 300В (RM84) DC 250В (G6S, G6SK, FT2)
4.2.9	Максимальный коммутируемый ток контактами реле при номинальном напряжении 220В DC и резистивной нагрузке (без искрогасительного контура)	300 мА (RM84) 250 мА (G6S, G6SK, FT2)
4.2.10	Предусмотрена свободная конфигурация аварийной команды АК на любое выходное реле или на любые несколько выходных реле	до 5 реле
4.1.11	Предусмотрена конфигурация временных параметров выходных реле приемника: - выдержка времени на срабатывание - выдержка времени на возврат после окончания команды - формирование импульса после идентификации № АК - «защелка» на срабатывание реле (с «ручным» возвратом)	1÷10 мс шаг 1 мс 0÷10000 мс шаг 100 мс 0÷10000 мс шаг 100 мс -

4.3 Параметры сигнализации

- 4.3.1. **Реле аварийной сигнализации** – действует при неисправностях, которые не могут привести к отказу или ложной работе.
- 4.3.2. **Реле предупредительной сигнализации** – действует при неисправностях, которые не могут привести к отказу или ложной работе; необходимо принятие мер в плановом порядке.
- 4.3.3. **Реле «работа»** - действует при передаче (приеме) кода аварийной команды.
- 4.3.4. Состояние всех видов сигнализации фиксируется в энергонезависимой памяти и восстанавливается при прекращении перерыва питания.
- 4.3.5. Сброс информации:
- нажать кнопку «Инф» на лицевой панели АПК Тх, зафиксировать текущую информацию;
- нажать кнопку «Сброс».
- 4.3.6. В качестве выходных реле сигнализации использованы миниатюрные электромеханические реле фирмы Relpol RM84.
Коммутационная способность контактов (без искрогашения)
- при напряжении 250V DC и резистивной нагрузке 300 мА
- при напряжении 250V DC в цепи с активно-индуктивной нагрузкой ($\cos\varphi=0,4$) 150 мА.
- 4.3.7. Возможны два варианта работы реле сигнализации
- контакты реле замыкаются на время существования фактора (предупредительная неисправность, аварийная неисправность, работа) и после снятия фактора контакты размыкаются;
- контакты реле замыкаются при появлении соответствующего фактора срабатывания и остаются сработанными до оперативного («ручного») возврата.
- 4.3.8. Каждое реле имеет по два переключающих контакта.
- 4.3.9. На время проведения технического обслуживания действие реле на «внешнюю» сигнализацию может быть программно отключено.
- 4.3.10. Оперативная визуальная сигнализация реализуется светодиодной индикацией на лицевой панели: "предупр", «авария», «работа». При нажатии на клавишу «информация» на дисплей аппарата выводится подробная информация о сработавшей сигнализации.

4.4 Параметры телемеханики и телепередачи фазы

4.4.1	Аппаратура «ОРИОН» обеспечивает передачу сигналов телемеханики со скоростью	50-1200 Бод
4.4.2	Цепи входа (выхода) канала телемеханики изолированы и уравновешены относительно земли	
4.4.3	Спецификация входа данных ТМ	RS 422
4.4.4	Номинальное значение входного сопротивления	
4.4.5	Управление передачей ТМ производится одно- или двухполярным напряжением прямоугольной формы, амплитудой	3-6 V
4.4.6	Номинальное значение входного сопротивления	
4.4.7	Диапазон допустимых значений напряжения на входе сигнала фазы	80-230 V
4.4.8	Сопротивление сигнала фазы не менее	150 к
4.4.9	Тип входа сигнала фазы	трансформаторный
4.4.10	Амплитуда сигнала фазы на выходе прм	4,0 ± 10% В

4.5 Интерфейс локальной информационной сети

4.5.1	АПК Rx может быть подключена к локальной информационной сети объекта (многоточечная система связи через интерфейс с электрическими параметрами стандарта RS-485 по протоколу Modbus)	
4.5.2	Скорость обмена данными	9600-115200 бит/с
4.5.3	Тип бита четности – без бита четности	
4.5.4	Подключение линии связи осуществляется через колодку клеммных зажимов модуля центрального процессора ЦП, расположенной с тыльной стороны	
4.5.5	Цепи подключения линии связи имеют гальваническую развязку от остальных цепей и корпуса	1500 В

4.6 Параметры по электропитанию, изоляции, ЭМС

- 4.6.1 Напряжение питания АПК Rx: DC 220 (110D) + 10% - 20%
- 4.6.2 Соответствие АПК Rx указанным техническим характеристикам обеспечивается при электропитании от источника постоянного тока, напряжением $0,8 \div 1,1 U_n$ с уровнем пульсаций - не более 10%
- 4.6.3 Номинальный уровень мощности, потребляемой передатчиком:
- при максимальном уровне передачи - не более 150 Вт
- при уровне передачи КС +32 дБм - не более 120 Вт
- 4.6.4 Номинальный уровень мощности, потребляемой приемником не более 80 Вт
- 4.6.5 АПК Rx выдерживает без повреждения и ложных действий:
- выключение и включение электропитания;
- медленное (более 10 сек) изменение электропитания от номинального значения (после указанных изменений напряжения электропитания аппаратура автоматически восстанавливает свою работоспособность.
- 4.6.6 АПК Rx выдерживает без повреждения и ложных действий короткие – не более 20 мс – перерывы электропитания, следующие с периодом не менее 200 мс и одиночные перерывы питания длительностью до 500 мс (устойчивость к динамическим изменениям).
- 4.6.7 АПК Rx выдерживает без повреждения подключение электропитания с обратной полярностью.
- 4.6.8 Изоляция цепей АПК Rx относительно корпуса при нормальных климатических условиях в течение 1 мин выдерживает без пробоя и поверхностного перекрытия воздействие напряжения 50 Гц 1000 В.
- 4.6.9 Сопротивление указанных цепей не менее 20 Мом при нормальных климатических условиях.
- 4.6.10 АПК Rx выдерживает без повреждения и ложных действий:
- воздействие электростатических разрядов уровнем 6 кВ;
- воздействие микросекундных импульсных помех большой энергии по входам управления(реализации), сигнализации, питания уровнем 2,0кВ, а по цепи ВЧ входа уровнем 4,0 кВ;
- воздействие наносекундных импульсных помех уровнем 2,0 кВ по цепям питания, входам управления, цепям реализации, сигнализации;
- воздействия магнитного поля промышленной частоты с уровнем 30 А/м непрерывно и 300 Ам в течение 3,0 сек.
- 4.6.11 Уровень радиопомех на контактах электропитания и напряженность поля радиопомех соответствуют требованиям ГОСТ 16842.

5 Конструкция

Габаритные и установочные АПК Rx и АПК Rx-8 указаны на рис.5.1 и 5.2. Рабочее положение в пространстве – вертикальное. Допускается отклонение от рабочего положения до 5° в любую сторону.

Контактные зажимы АПК Rx допускают присоединение проводов сечением от 0,08 до 2,5 мм².

На корпусе АПК Rx установлен болт заземления, имеющий антикоррозийное покрытие и знак заземления.

Масса АПК Rx не превышает 11 кг (10 кг для «ОРИОН-8»).

6 Состав

АПК Rx разработана для приема 32^x кодовых сигналов (команд) и контрольного кода (контрольного сигнала).

Количество аппаратно реализуемых команд в АПК Rx определяется количеством устанавливаемых в терминал модулей:

- для передатчика модули дискретных входов (МВ);
- для приемника модули реле (МР) и модули управления реле, и может составлять 8, 16, 24, 32 команды.

При этом независимо от количества аппаратно реализованных команд, используется единый набор кодовых сигналов (32+1) и общее программное обеспечение. Использование стандартного корпуса позволяет в случае необходимости увеличивать количество аппаратно реализуемых команд в процессе эксплуатации аппаратуры.

АПК Rx реализован в корпусе меньшего размера (В) и позволяет передать/принять не более $8^{ми}$ сигналов-команд без возможности установки дополнительных модулей.

Используется общее ПО и коды из единого набора (32+1).

Дополнительные функции АПК Rx (прием сигналов телеизмерения, сигнала фазы напряжения промышленной частоты) реализованы аппаратно и программно во всех модификациях АПК Rx и могут быть включены в работу при конфигурировании функций аппарата непосредственно пользователем.

Модули, устанавливаемые в АПК Rx:

№	Наименование модуля	Обозначение	Количество	Примечания
1	Модуль питания		1	
2	Модуль линейного фильтра		1	
3	Модуль демодулятора сигналов		1	
4	Модуль сигнализации		1	
5	Модуль центрального процессора		1	
6	Модуль лицевой платы		1	
7	Модуль управления реле		5 4 3 2 1	корпус «А» корпус «А» корпус «А» корпус «А» корпус «В»
8	Модуль реле		5 4 3 2 1 1	корпус «А» корпус «А» корпус «А» корпус «А» корпус «А» корпус «В»

Все модули взаимозаменяемы, кроме модуля линейного фильтра, который имеет 6 частотно-диапазонных модификаций.

7. Принцип действия модулей

7.1 Модуль питания (МП)

Модуль питания МП выполняет преобразование напряжения источника постоянного тока уровнем $\pm 220\text{ V}$ ($\pm 110\text{ V}$) в постоянные стабилизированные напряжения:

+5 V (6000 мА)

+24 V (1250 мА),

которые используются для питания модулей и узлов передатчика (приемника) «ОРИОН».

На входе модуля питания установлен фильтр помех, предназначенный для подавления импульсных и радиочастотных помех, присутствующих в первичной сети. Кроме того, он предотвращает прохождение в первичную сеть импульсных помех, появляющихся при работе источника питания.

Защита модуля от КЗ на уровне первичного питания осуществляется предохранителями F1 и F2. Нелинейные резисторы RK1 и RK2 снижают бросок тока при включении питания. Защита модуля питания от подключения к сети питания с «обратной» полярностью осуществляется с помощью диода D1.

В состав модуля питания введен так называемый «накопитель», собранный на конденсаторах C1-C2; резистор R3 ограничивает зарядный ток. Задача данного узла – обеспечить работоспособность аппаратуры при кратковременных «провалах» и перерывах питания. Уровни напряжений +24 V и +5 V формируют одноканальные источники питания U1 и U2 соответственно. Каждый источник представляет собой DC/DC преобразователь типа TML (TRACO). Рабочая частота преобразования $\sim 100\text{ кГц}$; мощность каждого 30 Вт.

На выходе каждого источника применены фильтры помех (L3, C13, C14; L4, C31, C32) и сглаживающие конденсаторы (сборки электролитов и керамики).

Светодиодные индикаторы H1 и H2 обеспечивают визуальный контроль наличия вторичных уровней +5 V и +24 V; для измерения этих уровней прибором предусмотрены контрольные точки TP2, TP3, TP....

Для проведения диагностики неисправностей в схему введены переключки.

Оцифровка уровней «24 V и +5 V» осуществляется в модуле MC.

Контроль наличия напряжения питания осуществляет специальный узел, собранный на оптопаре U3. При наличии на входе модуля напряжения выше заданного порогового уровня ($0,6 \div 0,7 U_n$) светодиод оптопары включен, транзистор открыт и уровень +5 V (лог 1) поставляется в модуль для контроля. При снижении питающего напряжения ниже заданного порогового уровня на выходе узла контроля питания – уровень «лог 0».

Для подключения дополнительного модуля питания (МПУ) предусмотрены цепи «+220 V» и «-220 V».

Схема контроля наличия питающего напряжения обычно подключается на входе модуля питания (T8 - T9), но может быть переключена «под накопитель» (T8 - T7).

В случае подключения дополнительного модуля питания (для АПК Тх - МП-УМ) может быть использован «накопитель» данного модуля питания.

7.2 Модуль линейного фильтра (ЛФ)

Модуль линейного фильтра (ЛФ) АПК Rx осуществляет следующие функции:

- согласование АПК Rx с высокочастотным каналом;
- обеспечение параллельной работы АПК Rx с аппаратурой другого назначения на один ВЧ кабель;
- предварительная фильтрация высокочастотного сигнала от помех (подавление сигналов передатчиков, работающих в данном узле) перед АЦП модуля демодулятора;
- защита элементов схемы АПК Rx от воздействия импульсных помех из высокочастотного канала.

Линейный фильтр АПК Rx построен по дифференциально-мостовой схеме и состоит из трансформаторов Tr1, Tr2, катушек индуктивности L1, L2 и двух магазинов емкостей C1_Σ, C2_Σ. Для обеспечения удовлетворительных характеристик пассивного фильтра по рабочему и вносимому затуханию, а также по входному сопротивлению, рабочий частотный спектр разбит на 6 поддиапазонов. Настройка фильтра на рабочую частоту в пределах поддиапазона осуществляется набором расчетных величин емкостей C1_Σ и C2_Σ.

В модуле ЛФ имеется эквивалентный резистор (75 Ом) и переключатель SW1, с помощью которого ВЧ сигнал с линии может быть подключен на вход прм или на эквивалентный резистор R1. Четырехзвенный аттенюатор (1,0 + 2,0 + 4,0 + 8,0) дБ предназначен для снижения уровня входного сигнала на входе в демодулятор (при необходимости).

Защита элементов линейного фильтра от импульсных перенапряжений из ВЧ канала осуществляется варистором RU1 (520k 1000). Рекомендуется подключать варистор на клеммник модуля (или клеммник панели/шкафа).

Для подключения контрольно-измерительных приборов (вольтметр, генератор, осциллограф) при проверке АПК Rx и ВЧ канала предусмотрено специальное гнездо P1 (BNC).

Диагностика может осуществляться в специальных контрольных точках.

7.3 Модуль управления реле (МУР)

Основным назначением модуля МУР (совместно с модулем реле МР) является реализация принятых АПК Rx аварийных команд АК. Реализация осуществляется миниатюрными электромеханическими реле.

Модуль управления реле МУР содержит следующие основные узлы:

- микроконтроллер U6 (ATMEGA-64);
- узел согласования с системной шиной данных (U1, U3, U2, SW1, SW2, резисторы, конденсаторы);
- узел питания модуля;
- схема служебной светодиодной индикации;
- узел управления ключами питания выходных реле U7, U9;
- схема управления выходными реле (U4, U5);
- узел контроля исправности выходных реле (U10, U11).

Узел питания модуля МУР включает в себя сглаживающий фильтр L1, C1, C2 и светодиодную индикацию наличия вторичных уровней «+5В» и «+24В» (D1, D12). Для измерения уровней (в случае необходимости) предусмотрены контрольные точки КТ1, КТ2, КТ3.

Узел согласования с системной шиной данных включает в себя микросхемы U1, U2, U3, переключатели SW1 и SW2 (с помощью которых устанавливается «адрес» данного модуля МУР) и целый ряд режимных резисторов и конденсаторов.

Узел служебной светодиодной индикации (U8, D4÷D11) служит для диагностики модуля при его отладке в лабораторных условиях.

Узел управления выходными реле реализации команд построен на микросхемах U5 и U4. Контроллер U6 выдает необходимый код по местной шине данных (BUS0, BUS1, BUS2, D) о номерах реле (1÷8), которые должны сработать, на микросхему U5 (74HC259)

На ее выходах появляется уровень «лог 0» для реле (1÷8); через микросхему U4 (преобразователь уровня ULN2803A) уровень «лог 0» поступает в модуль реле на обмотку соответствующего K1÷K8. Если включено питание реле +6V, то реле не срабатывают, но формируется информация о контроле исправности реле. Если включено питание реле +24V, то соответствующее реле срабатывает и остается в сработанном состоянии, пока существует команда от U6.

Схема переключения уровней питания реле реализована на микросхеме U7. В режиме ожидания прихода аварийной команды и при проведении автоматического теста проверки исправности реле на выводе «28» контроллера U6 «дежурит» уровень «лог 0», который через микросхему преобразования уровня U7 поступает в модуль МР на транзистор Q1, который обеспечивает уровень питания реле 6.0V.

В режиме реализации аварийных команд АК контроллер U6 изменяет уровни на своих выводах 28 и 29, через U7 уровень «лог 0» поступает в модуль МР на транзистор Q2, который обеспечивает уровень +24V для питания реле. Заданный уровень +24V сохраняется на все время, задаваемое центральным процессором.

Узел контроля исправности обмоток реле реализован на компараторах U10 и U11. Принцип действия показан на рис.7.1. Опорное напряжение компаратора U10.1 определяется делителем R124, R125, R126

$$\text{вход "6"} \approx +1.0 \div 1.5V$$

- 1) При исправной обмотке реле на прямой вход «7» компаратора U10.1 поступает уровень $\approx +24V (+8V)$, значит, на выходе U10.1 – уровень «лог 1»;
- 2) В случае обрыва обмотки реле, на прямой вход «7» компаратора поступит уровень «лог 0», и на выходе U10.1 – уровень «лог 0»;
- 3) При тестировании реле на обмотке дежурит уровень 6V, а на выходе U4 – уровень «лог 0» ($\approx +0.2 \div 0.3V$). Реле не срабатывает, т.к. порог его срабатывания +18V, а на выходе схемы контроля уровень «лог 0»;

4) При реализации аварийной команды на обмотке реле дежурит уровень +24V, и появление на выходе U4 «лог 0» вызывает срабатывание реле, а на выходе схемы контроля уровень «лог 0».

В модуле управления реле предусмотрен ряд контрольных точек для проведения измерений при диагностике неисправностей.

Рассмотрим различные ситуации реализации аварийных команд на исполнительных реле (модули МУР-МР)

$t_{имп}$, мс – время сработавшего состояния реле от момента идентификации № команды (импульсное действие). Диапазон 100 мс ÷ 25000 мс, шаг изменения 20 мс;

$t_{сраб}$, мс – время задержки на срабатывание реле от момента идентификации № команды до момента действия на реле (диапазон 1÷10 мс, шаг 1.0 мс). Реально к установленному времени $t_{сраб}$ следует добавлять собственное время реле, которое зависит от типа принятого в модуле МР реле.

Длительная команда – команда (сигнал, соответствующий команде), передаваемая (принимаемая) в течение времени действия пускового фактора: 20 мс ... A_{max} (максимальная разрешенная длительность команды).

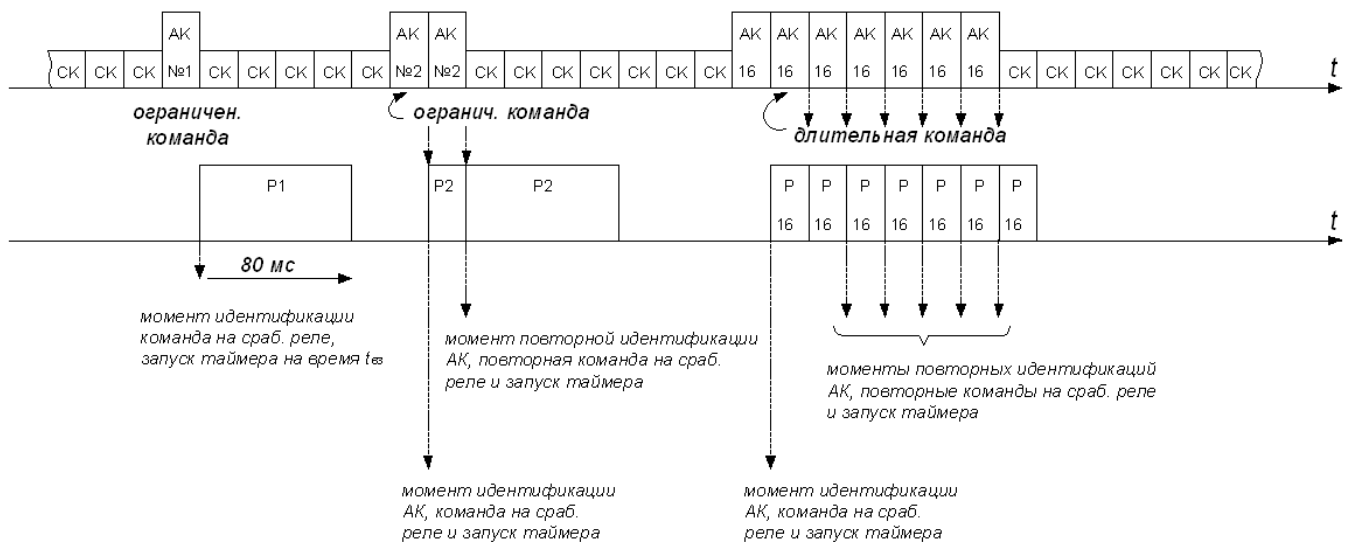
Ограниченная команда – сигнал, соответствующий команде, передаваемый (принимаемый) в течение заданного интервала времени, независимо от времени действия пускового фактора; время существования команды определяется количеством передаваемых «кадров»: 20 мс, 40 мс, ... (шаг 20 мс).

Допустимое время ожидания команды – это время от момента «снятия» (исчезновения) контрольного сигнала до момента появления сигнала аварийной команды, в течение которого сигнал может быть надежно идентифицирован и реализован на реле ($t_{ожид}$). Это время не конфигурируется; оно определяется разработчиком аппаратуры и принято ... мс.

$t_{вз}$, мс – время возврата реле после окончания команды (диапазон 0 ÷ 25 000 мс, шаг 20 мс);

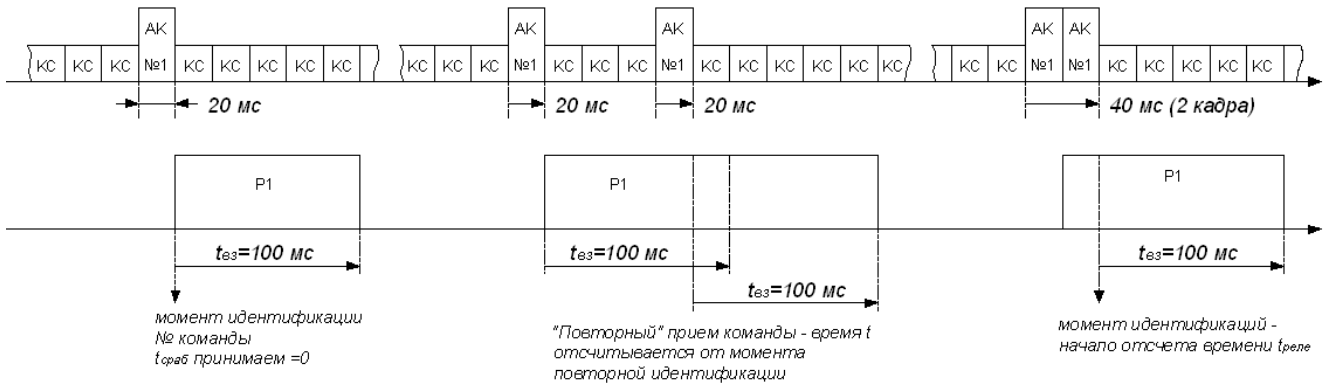
«Защелка» – срабатывание реле после идентификации аварийной команды до «ручного» возврата оператором.

Логика взаимодействия с модулем управления реле:

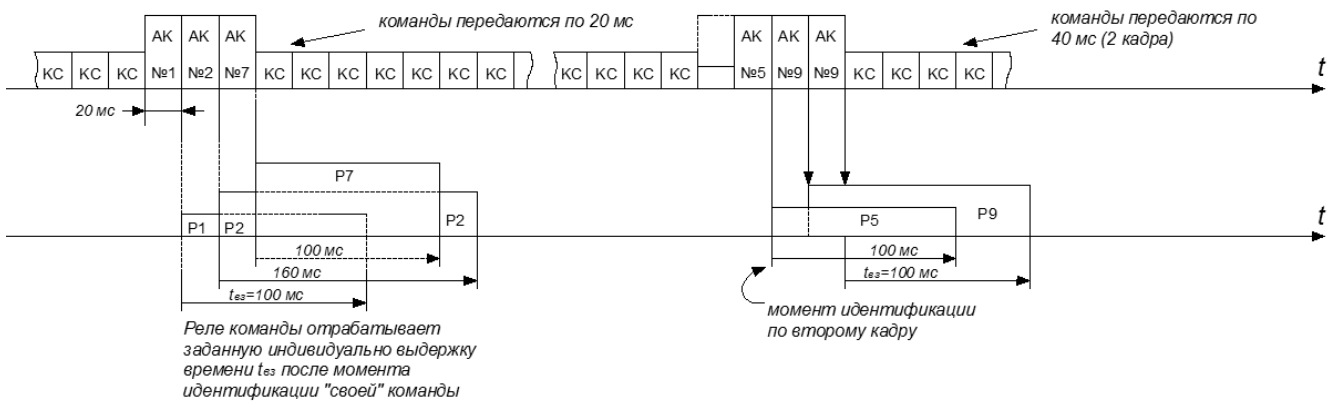


Возможные ситуации приема команд

1. Прием одиночных ограниченных команд

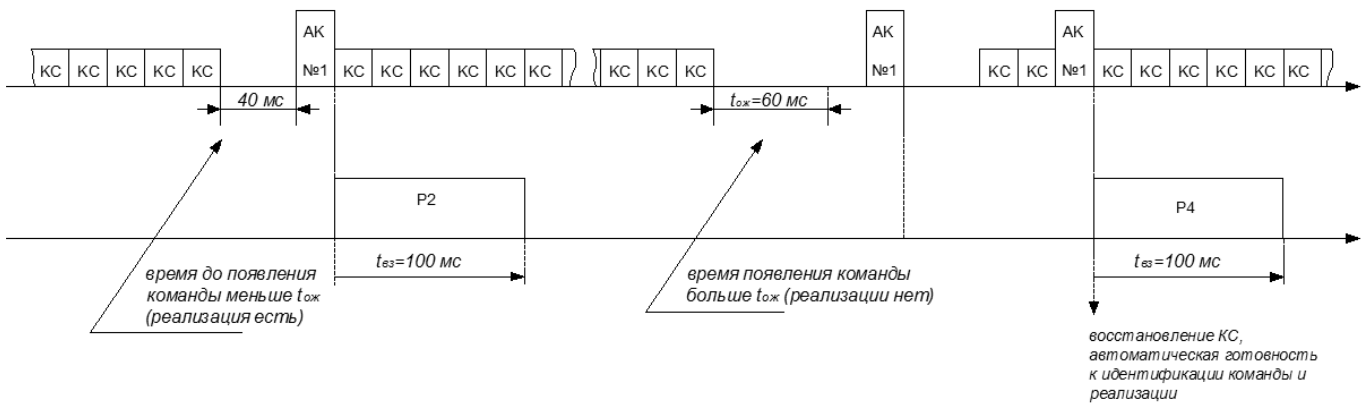


2. Прием серии ограниченных команд

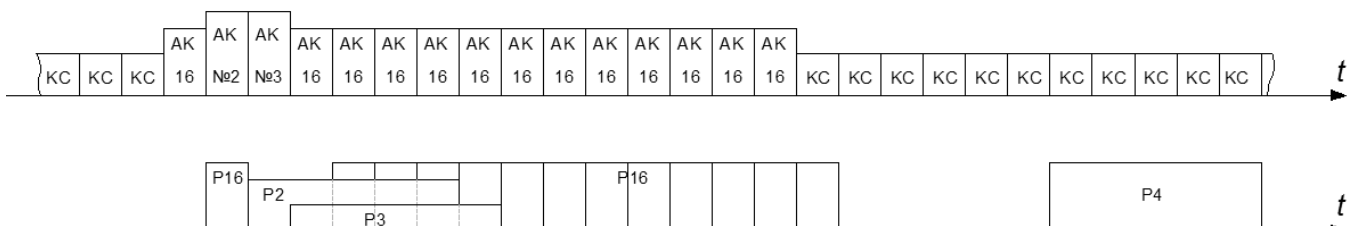


Передачу команд по 2 кадра (40 мс) и может по 3 кадра (60 мс) следует организовывать в ситуациях возможной мощной коммутационной помехи (работа высоковольтного выключателя). В этом случае просто увеличивается время передачи команды при «потере» первого кадра.

3. Перерывы приема контрольного сигнала в условиях интенсивных коммутационных помех



4. «Перебой» длительной команды серией приоритетных ограниченных команд



7.4 Модуль реле (МР)

Модули реле предназначены для реализации принятых аварийных команд АК на «внешние» терминалы защиты, противоаварийной автоматики и другую аппаратуру.

Модуль реле (МР) физически, через кроссплату устройства, связан со «своим» модулем управления (МУР) и состоит из следующих устройств:

- узел формирования напряжения питания реле « U_p »;
- узел контроля напряжения питания реле;
- схема выходных реле.

МР выполнен с соблюдением требования «разделения силовых и информационных цепей». Так называемые «силовые цепи» (контакты реле) выводятся на два задних клеммника ($2 \times 16 = 32$ клеммы). «Информационные цепи» и напряжение питания модуля «+24В» коммутируются через передний разъем на кроссплату терминала.

В каждом модуле МР имеется 8 миниатюрных реле с двумя переключающими контактами (или 4 двухпозиционных). В качестве исполнительных реле используются (в зависимости от типа платы МР):

- реле FT2 (Axicom) плата МР
- реле G6S или G6SK (Omron) плата МР
- реле RM84 (Relpol) плата МР

Основные технические характеристики реле (по данным заводов-изготовителей)

тип реле \ параметры	FT2 (Axicom)	G6S (Omron)	G6SK* (Omron)	RM84 (Relpol)
Номинальное напряжение DC, В	24	24	24	24
Напряжение срабатывания, В	18	18	18 (Set) 18 (Reset)	18
Напряжение возврата, В	2,4	2,4	-	2,4
Сопrotивление обмотки, Ом	1920	2880	1920 (Set) 1920 (Reset)	1440
Время срабатывания, мс	3,0	2,5	2,0 (Set) 2,0 (Reset)	7,0 3,0
Время возврата, мс	2,0	2,0	-	
Коммутируемое напряжение, В	250	250	250	300
Коммутируемый ток DC, мА (при резистивной нагрузке)	300	250	250	300
Длительный ток, А	2,0	2,0	2,0	8,0

* - двухпозиционное реле

Типы устанавливаемых плат МР определяются заказчиком. Тип контакта (замыкающий/размыкающий) конфигурируется переключками на печатной плате. По умолчанию изготовитель конфигурирует плату с замыкающими контактами.

В составе модуля МР имеются 4 искрогасительных контура RDC, которые могут быть использованы для усиления отдельных контактов в случае коммутирования «нагруженных» цепей.

Две диодных «развязки» могут быть использованы для образования простейших логических цепей.

В цепях обмоток реле установлен переключатель SW1, который позволяет проверить функцию контроля исправности обмоток реле при техническом обслуживании прм.

Питание модуля МР «+24В» организовано через разъем П. На входе фильтр C1, C4, L1 и светодиодный индикатор Н1 «+24V».

Узел формирования напряжения реле « U_p » собран на транзисторах Q1, Q2; преобразователе напряжения U1; диодной «развязке» D3, D2.

В дежурном режиме (приемник принимает КС) из модуля МУР поступают управляющие сигналы «Dir 24» - лог 0 на ключ Q2

«Dir б» - лог 0 на ключ Q1.

Ключ Q1 открыт, Q2 закрыт, и преобразователь U1 формирует на выходе «3» уровень +6,0 V, который через диод D2 поступает на обмотки реле KL1÷KL8 и на узел контроля «U_p». При этом горит светодиод желтого цвета H2 «тест».

Если принята аварийная команда (команды) АК, то МУР меняет сигналы на ключах:

«Dir 24» - лог 1 на Q2

«Dir 6» - лог 1 на Q1.

Закрывается ключ Q1, но открывается ключ Q2. При этом напряжение +24В через развязывающий диод D3 поступает на обмотки реле KL1÷KL8 и на узел контроля «U_p». При этом загорается светодиод H3 «работа» красного цвета. Ключ Q2 будет открыт на время реализации команды (команд) одним или несколькими (или всеми реле) с учетом обеспечения заданного при конфигурировании времени сработанного состояния «t_{реле}» (само собой разумеется, что тестирование в этом режиме запрещено).

Переключки Т65-Т66 и Т67-Т68 предназначены для проверки функций контроля исправности узла при проведении технического обслуживания аппаратуры; для этой же цели установлен переключатель SW2.

Контроль уровня напряжения на обмотках реле KL1-KL8 осуществляется схемой, собранной на компараторе U2. Если на обмотки реле подан так называемый «контрольный» уровень (+6,0 V), то на «инверсном» входе U2 потенциал примерно V. На «прямом» входе U2 делителем R12-R13 установлен потенциал +4 V. Таким образом, на выходе схемы уровень *лог 1* ≈ 4,0 V.

Если на обмотки реле подать рабочий уровень +24V, то на «инверсном» входе U2 потенциал увеличится до ≈ 8-9 V, что приводит к появлению уровня «лог 0» на выходе схемы в точке TP3 (“*Out contr. Rele*”). Этот сигнал выдается на контроллер U6 модуля управления реле (МУР).

Контроллер U6 модуля МУР, получив сигнал “*Out contr. Rele*” в виде *лог 0*, оценивает соответствие этого сигнала:

- 1) Если высокочастотный сигнал на входе прм был идентифицирован как аварийная команда (АК) и контроллер U6 выдал в МР команду “Dir 24” (лог 1) установить U_p = 24 V, значит получение сигнала «лог 0» от схемы контроля U_p говорит об исправном состоянии узла формирования U_p;
- 2) Аналогично, если при техническом обслуживании при проводится тест срабатывания реле; контроллер U6 также выдает команду “Dir 24”.
- 3) А вот появление сигнала «лог 0» “*Out contr. Rele*” в условиях, когда назначен “Dir 6”, говорит о несанкционированном появлении уровня +24 V на обмотках выходных реле (пробой ключа Q2, неисправность схемы и т.п.). В этом случае контроллер U6 должен блокировать выдачу сигналов управления реле в МР. Кроме того, формируется сообщение для центрального процессора “*неисправность уровня U_p*”.

7.5 Модуль демодулятора сигналов (ДМ)

Модуль демодулятора (ДМ) предназначен для приема и демодуляции (расшифровки) сигналов-команд противоаварийной автоматики и релейной защиты.

В зависимости от режима работы (исполнения программы) ДМ обеспечивает демодуляцию:

- фазоманипулированных сигналов (аварийные команды и контрольный сигнал);
- частотно-манипулированных сигналов (аварийные команды и контрольные сигналы);
- сигналов фазы промышленной частоты и телеизмерений;
- синхросигналов.

Управление модулем демодуляции осуществляется по параллельной шине при помощи модуля центрального процессора (ЦП). Основные технические характеристики ДМ представлены в таблице:

Входное сопротивление ВЧ входа	$75 \pm 5\%$, Ом
Максимальный уровень амплитуды входного сигнала, соответствующий полной шкале АЦП (при выведенном аттенюаторе)	$\pm 2,5$ В
Диапазон регулировки входного активного аттенюатора	$-12 \div +9$ дБ
Динамический диапазон	75 дБ
Избирательность при отстройке от края номинальной рабочей полосы на 4 кГц	80 дБ
Символьная скорость при приеме фазоманипулированных сигналов	3150 бод
Количество разрядов АЦП	14 бит
Амплитуда сигнала фазы на выходе	$4,0 \pm 10\%$, В
Уровни питания модуля	+24V, +5V

Структурная схема модуля демодулятора сигналов представлена на рис.7.2.

Периферийный контроллер предназначен для организации взаимодействия встраиваемого одноплатного компьютера DJMM-PCMODULE периферийными устройствами через шину JSA (8 бит). Базовый адрес периферийного устройства задается переключателем SW1 и может принимать значение 200h, 210h, 220h, 230h. Адресация к конкретному периферийному устройству проводится смещением младших разрядов адреса относительно базового адреса.

При поступлении данных по параллельной шине от модуля ЦП (адрес на шине ADDR [3...0]=6h плюс активные уровни сигналов WRиHSTRB) периферийный контроллер формирует сигнал прерывания от параллельной шины, который через замкнутый контакт SW2 поступает на выбранную линию внешнего прерывания шины JSA.

Для того чтобы передать данные по параллельной шине модулю центрального процессора ЦП по инициативе демодулятора, программа компьютера по шине JSA обращается к соответствующему регистру периферийного контроллера, тем самым формируя сигнал запроса на обслуживание JNT6, который поступает к адресату.

Затем модуль ЦП по параллельной шине считывает данные от демодулятора.

По каждому поступающему сигналу RX-SYNC периферийный контроллер формирует сигнал прерывания от цифрового приемника сигналов, который через замкнутый контакт переключателя SW3 поступает на выбранную линию внешнего прерывания шины JSA.

По обработке прерывания программа компьютера последовательно считывает значения квадратур I и Q, непосредственно адресуясь к регистрам цифрового приемника 2x8, 2x9, 2xA, 2xB.

По мере необходимости программа может корректировать работу формирователя комплексных отсчетов по интерфейсу UART.

Формирователь сигнала фазы в режиме «ОРИОН» формирует сигнал «фаза 50 Гц» привязанным к частоте RX_SYNC, которая формируется цифровым приемником сигналов.

Периферийный контроллер делит частоту сигнала RX_SYNC (12600 Гц) на 252 и выдает сигнал «REF_50 Гц» с частотой 50 Гц для привязки к нему фазы выходного сигнала «фаза 50 Гц».

Изменение фазы формируемого сигнала «фаза 50 Гц» производится скачкообразно после предварительного загрузочного значения сдвига $DATA_P$ по сигналу WR_P .

Если приемник «ОРИОН» работает в «гибридном» канале с передатчиком, использующим для передачи фазы промышленной частоты 50 Гц частотную манипуляцию двумя контрольными частотами $f_r = 3060$ Гц, 3180 Гц (АВПА-АНКА, АКПА-В, АКА «Кедр»), то формирование сигнала «фаза 50 Гц» производится непосредственно на плате цифрового приемника.

Переключение источника информации сигнала приемника производится с помощью переключателя $SW4$, после которого сигнал усиливается с помощью УНЧ до необходимого уровня $(4,0 \text{ В} \pm 10\%)_{\text{ампл}}$.

Работа цифрового приемника сигналов в режиме «ОРИОН» показана на рис.7.3.

Входной сигнал в полосе рабочих частот $24 \div 1000$ кГц (при номинальной рабочей полосе аппарата $4,0$ кГц) поступает на регулируемый аттенюатор АТТ, который позволяет выставить оптимальный уровень на входе в АЦП. Аттенюатор позволяет изменять уровень сигнала в диапазоне от минус 12 дБ, до плюс 6 дБ с шагом 3дБ. Управление кодом аттенюатора САТТ осуществляется с помощью микроконтроллера МК.

С выхода аттенюатора сигнал поступает на вход АЦП. Входной сигнал оцифровывается с частотой дискретизации $f_d = 15,728625$ МГц. Цифровые отсчеты сигнала с выхода АЦП поступают на входы формирователя комплексного сигнала (комплексных отсчетов).

А с выхода формирователя комплексные отсчеты поступают на вход мультиплексора MX (темп следования $12,6$ кГц), при помощи которого данные поочередно считываются одноплатным компьютером. Шина данных $DATA[7...0]$ имеет разрядность 8 бит; для доступа к данным используются линии адреса $RD_2 \times 8$, $RD_2 \times 9$, $RD_2 \times A$, $RD_2 \times B$. Сигнал прерывания RX_SYNC поступает на периферийный контроллер и служит для сообщения компьютеру, что данные для чтения готовы.

Формирование тактовой частоты CLK ($f = 15,728625$ МГц) производится с помощью схемы $\PhiАПЧ$. Опорная частота для работы $\PhiАПЧ$ ($f_{\text{опорн}} = 26$ МГц) формируется термостабилизированным кварцевым генератором $ТСХО$. Управление кодом частоты CF_{clk} осуществляет микроконтроллер МК.

Сопряжение цифрового приемника сигналов и одноплатного компьютера DJMM-PCMODULE в части управления осуществляется посредством UART (скорость передачи данных составляет 115 200

Следует отметить, что для работы приемника «ОРИОН» в комбинированных каналах с передатчиками, использующими частотное кодирование контрольного сигнала и аварийных команд (АНКА-АВПА, АКПА-В, АКА-«Кедр»), функциональная схема цифрового приемника приобретает вид, показанный на рис.7.4.

Входной сигнал после линейного фильтра также поступает на регулируемый аттенюатор АТТ, который позволяет выставить оптимальный уровень сигнала на входе АЦП. Регулировка сигнала может осуществляться в том же диапазоне. Управление кодом аттенюатора САТТ осуществляется при помощи микроконтроллера МК.

С выхода аттенюатора сигнал поступает на вход АЦП, где происходит его оцифровка с частотой дискретизации $f_d = 15,728625$ МГц. Цифровые отсчеты сигнала с выхода АЦП поступают на входы формирователя комплексного сигнала.

А вот с выхода формирователя комплексные отсчеты с темпом следования $15,360$ кГц поступают на вход частотного селектора ЧС, при помощи которого выделяются частоты различных сигналов команд, а также контрольного сигнала.

Сетка центральных частот (тональный спектр) при работе с передатчиком АКА-«Кедр»

парам	КЧ	АК	АК	АК	АК	АК	АК	АК	АК	АК	АК	АК	АК	АК	АК	АК	АК
	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
f _{тон} , Гц	306	114	126	138	150	162	174	186	198	210	222	234	246	258	270	282	294
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Δf, Гц	174	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
парам	КЧ	АК	АК	АК	АК	АК	АК	АК	АК	АК	АК	АК	АК	АК	АК	АК	АК
	2	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
f _{тон} , Гц	318	120	132	144	156	168	180	192	204	216	228	240	252	264	276	-	288
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0
Δf, Гц	174	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	-	54

шаг сетки частот 60 Гц

- 1) Во всем частотном диапазоне (24÷1000Гц) реализуется формула «переноса» тональных частот в высокочастотный спектр

$$F_{вч} = f_{ниж} + f_{тон}$$

где f_{ниж} – нижняя частота номинальной рабочей полосы частот аппарата.

- 2) В спектре частот АКА «Кедр» отсутствует частота АК31, т.к. она «попадает» в контрольного сигнала.

- 3) Возможность реализации двухчастотного последовательного кода (АК = f_{тон1} + f_{тон2})...

Сетка центральных частот (тональный спектр) при работе с передатчиком АВПА-АНКА

пара м	КЧ (КС)	АК 1	АК 2	АК 3	АК 4	АК 5	АК 6	АК 7	АК 8	АК 9	АК 10	АК 11	АК 12	АК 13	АК 14
Δf, Гц (уров: -3 дБ)	216	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108
f _{центр} , Гц	312	138	150	162	174	186	198	210	222	234	246	258	270	282	294
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

шаг сетки частот 120 Гц

В отличие от программы совмещения с прд АКА-«Кедр», программа совмещения с аппаратурой АВПА-АНКА должна учитывать различные варианты «переноса» тональных частот в спектр ВЧ:

- в диапазоне 36 ÷ 396 кГц $F_{вч} = f_{ниж} + f_{тон}$
- в диапазоне 396 ÷ 600 кГц $F_{вч} = f_{верх} - f_{тон}$

В АПК Rx выбор формулы переноса осуществляется автоматически при задании средней частоты рабочей полосы приемника во время конфигурирования параметров и функций приемника.

Что касается аппаратуры АКПА-В, то «Сетка» применяемых частот практически совпадает с «сеткой» АВПА-АНКА, что видно таблицы, приведенной ниже.

Сетка центральных частот (тональный спектр) передатчика АКПА-В

парам	КЧ 01	КЧ 02	АК 01	АК 02	АК 03	АК 04	АК 05	АК 06	АК 07	АК 08	АК 09	АК 10	АК 11	АК 12	АК 13	АК 14
f _{тон} , Гц	306	318	126	138	150	162	174	198	210	222	234	246	258	270	282	294
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Формулы «переноса» тональных частот в ВЧ спектр аналогичны аппаратуре АВПА-АНКА.

На выходе каждого фильтра имеется пороговое устройство; управление порогом ТНР осуществляется микроконтроллером МХ, при помощи которого данные поочередно считываются одноплатным компьютером. Шина данных DATA [7...0] имеет разрядность 8бит, для доступа к данным используются линии адреса RD_2X8, RD_2X9, RD_2XA, RD_2XB. Сигнал прерывания RX_SYNC поступает на периферийный контроллер и служит для оповещения одноплатного компьютера DJMM-PCMODULEo том, что данные для чтения готовы.

С выхода формирователя комплексные отсчеты с темпом следования 15,360 кГц поступают на вход приемника фазы ПФ, который имеет в своем составе фильтр и частотный детектор. Сигнал с выхода частотного детектора подается на ЦАП, где цифровые отсчеты сигнала фазы преобразуются в аналоговый синусоидальный сигнал. В фильтре низких частот ФНЧ подавляется частота дискретизации ЦАП. Сигнал телемеханики выводится в виде импульсов постоянного тока. Уровень сигнала телемеханики на выходе модуля демодулятора соответствует стандарту RS422.

Для защиты от широкополосных помех, возникающих при коронировании высоковольтных проводов, Коммутации высоковольтных выключателей и разъединителей, в функциональную схему демодулятора вводится так называемая система «ШОУ» (широкополосный фильтр – ограничитель – узкополосный фильтр). Соотношение между уровнями полезного сигнала и широкополосной помехи на выходе узкополосного фильтра приблизительно может быть описано выражением:

$$\frac{U_{\text{сигн}}}{U_{\text{помех}}} \approx \sqrt{\frac{\Delta f_{\text{ш}}}{\Delta f_{\text{у}}}},$$

где $\Delta f_{\text{ш}}$ – ширина полосы широкополосного фильтра;
 $\Delta f_{\text{у}}$ – ширина полосы узкополосного фильтра.

Роль широкополосного фильтра в приемнике «ОРИОН» выполняет модуль линейного фильтра ЛФ. Ограничитель реализован в модуле ДМ.

Узкополосные фильтры, как уже было показано, реализованы в ДМ в виде программных фильтров.

7.6 Модуль центрального процессора (ЦП)

Основным назначением модуля центрального процессора (ЦП) является реализация алгоритмов работы аппарата и координация работы всех модулей посредством обмена информацией по параллельной и последовательной шине данных.

Модуль центрального процессора осуществляет следующие функции:

- 1) периодический (1 сек) контроль исправности шины данных (алгоритм реализации этого контроля основан на адекватности ответов опрашиваемых центральным процессором модулей; исправен/или неисправен; неадекватность ответа единичного модуля трактуется как «ошибка обмена», а неадекватность ответов нескольких модулей трактуется как неисправность шины данных);
- 2) модули аппарата ведут периодический или непрерывный контроль исправности своих основных узлов (функций) и при обнаружении неисправности инициируют внеочередной обмен информацией с модулем центрального процессора;
- 3) контроль уровня высокочастотного сигнала на выходе (прд) и входе (прм) аппарата; сравнение результатов измерения с заданными порогами неисправности: компараторы “High” (предупр) и “Low” (авар);
- 4) формирование сигналов работы аппарата (передача / прием команд) и сигналов неисправности (предупредительный сигнал, аварийный сигнал);
- 5) управление модулем лицевой платы для отображения оперативной информации на дисплее аппарата;
- 6) контроль наличия оперативного питания аппарата (через модуль питания);
- 7) конфигурирование функций и уставок аппарата при включении / выключении питания;
- 8) запись и хранение в энергонезависимой памяти «событий» (передача / прием команд, неисправности, ввод пароля и т.д.) с дискретой времени 1.0 мс;
- 9) связь с персональным компьютером (USB-интерфейс) для конфигурации функций и уставок аппарата и чтение журнала событий;
- 10) связь по локальной информационной сети через интерфейсы RS-485, Ethernet (RJ-45);
- 11) реализация «цифрового стыка» ретрансляции команд через интерфейс RS-485.

Модуль центрального процессора является однотипным, как для передатчика, так и для приемника в части аппаратного исполнения; различие между модулями только в программном обеспечении. ПО устанавливается заводом изготовителем при производстве аппаратуры и оперативно не изменяется.

В составе модуля центрального процессора можно выделить следующие узлы:

- узел питания модуля центрального процессора (преобразователь U1, индикация D3, D4, D5, блокирующие и сглаживающие конденсаторы);
- контроллер U9 с собственной "обвязкой" (питание контроллера; тестовая индикация для отладки ПО – U10, D11÷D18; генераторы микроконтроллера 12 МГц, 32 768 кГц);
- узел программирования микроконтроллера (U9/3, P2);
- формирователь шины данных (U7, U4, U5, U2, U3);
- схема «внешнего сброса» (U6, U3/5);
- узел связи с персональным компьютером (U13, U11);
- узел формирования **Ethernet** (U12, U14);
- узел интерфейса «цифрового стыка» (U16);
- узел интерфейса «локальной информационной сети» (U15);
- узел интерфейса для связи модуля центрального процессора с модулем лицевой платы.

Модуль центрального процессора приемника ЦП определяет 3 режима работы:

- 1) **режим «Готов»;** в этом режиме аппарат осуществляет контроль исправности модулей, рабочих параметров аппарата в целом. Выполняет сигнализацию «предупр» и «авария»; фиксирует прием контрольного сигнала КС (если на входе

прм присутствует КС); фиксирует прием аварийных команд, но не реализует их на модули выходных реле МУР-МР и не выполняет сигнализацию «работа»;

- 2) **режим «Введен»;** в этом режиме аппарат осуществляет контроль исправности модулей и рабочих параметров аппарата в целом; фиксирует прием контрольного сигнала КС и аварийных команд АК; выполняет сигнализацию «авария», «предупр», «работа»; реализует принятые аварийные команды АК на модули выходных реле МУР-МР в соответствии с заданной конфигурацией и уставками, и фиксирует факт реализации;
- 3) **режим «Выведен»;** в этом режиме аппарат осуществляет контроль исправности модулей и рабочих параметров аппарата в целом; выполняет сигнализацию «авария», «предупр», «работа»; фиксирует прием контрольного сигнала КС и аварийных команд АК (при возможности); аварийные команды АК на выходные реле МУР-МР не реализуются..

Согласно задаваемой конфигурации ввода приемника в работу возможна реализация двух вариантов:

- автоматический ввод в работу;
- оперативный («ручной») ввод в работу.

При включении питания аппарата центральный процессор ЦП производит внеочередной контроль исправности модулей и рабочих параметров. Функционирование отображается на рис.7.5.

При срабатывании цепи контроля оперативного напряжения модуль ЦП фиксирует это событие и записывает в ПЗУ всю информацию из буфера (если таковая имеется) и параметры аппарата. Если потеря оперативного напряжения или его «просадка» ниже $0.8U_n$ имела кратковременный характер, то передатчик остается в том режиме, в котором он был до срабатывания цепи контроля.

При длительной потере оперативного напряжения или «просадке» (больше времени ресурса «накопителя» модуля питания) аппарат полностью выключается – режим «выведен». После восстановления оперативного напряжения питания процесс функционирования аппарата в режимах «готов», «введен» протекает аналогично выше описанному.

Рабочие параметры аппарата:










- наличие контрольного сигнала КС (сообщение от модуля ДМ);
- значение напряжения (уровень) полезного сигнала на входе прм (сообщение от модуля ДМ)









Логика приема аварийных команд. При приеме команды (появление на входе прм сигнала, который идентифицируется демодулятором как аварийная команда) демодулятор формирует сообщение в ЦП с помощью прерывания. Центральный процессор опрашивает демодулятор и получает информацию о номере принятой команды (номерах принятых команд). В зависимости от выполненной конфигурации «АК – реле» и настроек реле, центральный процессор определяет номера реле и логику их работы (задержки на срабатывание и возврат, импульсность действия, «защелка» и т.д.) и передает соответствующее сообщение в модули управления реле МУР, которые непосредственно связаны с модулями реле. ЦП осуществляет при этом сигнализацию «работа» (в модуле сигнализации).

После реализации аварийных команд, ЦП регистрирует факт приема команд и их реализацию в журнале событий.

В режимах работы аппарата «Готов» и «выведен» ЦП регистрирует прием аварийных команд в журнал событий, но не формирует управляющих сообщений в модули управления реле МУР.

Таблица 7.1 – Перечень событий (неисправность, работа) и действие сигнализации для приемника

Неисправность модуля, узла, функции	Запись в информационном буфере (дисплей)	Запись в журнале событий	Внешняя сигнализация
1	2	3	4
Уровень приема контрольного сигнала (КС) ниже уставки компаратора “High”	«Предупр» - Компаратор “High”	«Предупр» - Компаратор “High”	 Н5 – предупр реле К2 – предупр
Уровень приема контрольного сигнала упал ниже уровня уставки компаратора “Low”	«Авария» - Компаратор “Low”	«Авария» - Компаратор “Low”	 Н8 – авария реле К3 – авария
Отсутствие контрольного сигнала (КС) на входе прм	Авария – пароль доступа	Ввод пароля доступа	 Н8 – авария реле К3 – авария
Ввод пароля доступа для изменения конфигурации, уставок или проведения тестов	«Авария – введен пароль доступа»	«Авария – введен пароль доступа»	 Н8 – авария реле К3 – авария
Неисправность модуля управления реле МУР-1 (нет обмена)	Неисправность МУР-1	Неисправность МУР-1	 Н8 – авария реле К3 – авария
Неисправность модуля управления реле МУР-2 (нет обмена)	Неисправность МУР-2	Неисправность МУР-2	
Неисправность модуля управления реле МУР-3 (нет обмена)	Неисправность МУР-3	Неисправность МУР-3	
Неисправность модуля управления реле МУР-4 (нет обмена)	Неисправность МУР-4	Неисправность МУР-4	
Неисправность модуля управления реле МУР-5 (нет обмена)	Неисправность МУР-5	Неисправность МУР-5	
Неисправность узла питания выходных реле: MP1 MP2 MP3 MP4 MP5	авария – неисправность MP1 (MP2, MP3, MP4, MP5) узел питания	авария – неисправность MP1 (MP2, MP3, MP4, MP5) узел питания	 Н8 – авария реле К3 – авария
Неисправность выходных реле в модулях реле MP1 (MP2, MP3, MP4, MP5): P1/P2/P3/P4/P5/P6/P7/P8	авария – неисправность P1- } MP1 P2- } /MP2 P3- } /MP3 P4- } /MP4 P5- } /MP5 P6- } P7- } P8- }	авария – неисправность P1- } MP1 P2- } /MP2 P3- } /MP3 P4- } /MP4 P5- } /MP5 P6- } P7- } P8- }	 Н8 – авария реле К3 – авария
Неисправность модуля демодулятора ДМ (нет обмена)	«авария – неисправность ДМ»	«авария – неисправность демодулятора»	 Н8 – авария реле К3 – авария
Недопустимо высокий уровень сигнала на входе прм	«авария – ДМ – сбой синхронизации»	«авария – ДМ – сбой синхронизации»	 Н8 – авария реле К3 – авария

1	2	3	4
Неисправность модуля сигнализации / ошибка обмена данными	- неисправность модуля сигнализации	- неисправность модуля сигнализации	 Н – реле – предупр
Снижение уровня вторичного напряжения +5V ниже допустимого уровня	Предупр – снижение уровня +5V	Предупр – снижение уровня +5V	 Н5 – предупр реле К2 – предупр
Снижение уровня вторичного напряжения +24V ниже допустимого уровня	Предупр – снижение уровня +24V	Предупр – снижение уровня +24V	
Неисправность лицевой платы, ошибка обмена данными	Авария - неисправность лицевой платы	Авария - неисправность лицевой платы	 Н8 – авария реле К3 – авария
Неисправность модуля центрального процессора ЦП			
Рабочее состояние «Выведен»	Выведен	Выведен	 Н8 – авария реле К3 – авария
Рабочее состояние «Готов»	Готов	Готов	
Рабочее состояние «Введен»	Введен	Введен	 Н4 - введен
Прием аварийной команды №1 (2, ... 32) - любой одной или любых нескольких аварийных команд	Прием АК №	Прием АК №	 Н10 – работа реле К1 – работа
Реализация принятых команд на выходные реле, согласно заданной конфигурации	-	реализация команды № . . . на реле № . . .	
Включение питания аппарата	-	«рестарт»	 Н1 “+24V”  Н2 “+5V”
Восстановление обмена данными с модулем управления реле МУР1 (МУР2, МУР3, МУР4, МУР5) после ошибки		Восстановление обмена с МУР1 (МУР2, МУР3, МУР4, МУР5)	
Восстановление обмена данными с модулем демодулятора ДМ после ошибки		Восстановление обмена данными с ФС	
Восстановление обмена данными с модулем сигнализации МС после ошибки		Восстановление обмена данными с ДМ	
Восстановление обмена данными с модулем сигнализации после ошибки		Восстановление обмена данными с МС	
Восстановление обмена данными с модулем лицевой платы ЛП после ошибки		Восстановление обмена данными с ЛП	

7.7. Модуль сигнализации (МС)

Модуль сигнализации (МС) предназначен для выполнения функций внешней сигнализации аппаратуры. Кроме того, модуль осуществляет контроль исправности вторичных уровней модуля питания, а также их «оцифровку».

Для «внешней» сигнализации используются три миниатюрных электромеханических реле типа RM84 (Relpol):

- К1 – работа устройства (передача/прием аварийных команд);
- К2 – предупредительная сигнализация (неисправности, не приводящие к отказу или ложной работе устройства, но снижающие параметры надежности и (или) безопасности выполнения рабочих или сервисных функций); вывод из работы устройства не требуется;
- К3 – аварийная сигнализация – «авария» (неисправности, которые могут привести к отказу или ложной работе устройства); устройство должно автоматически выводиться из работы.

Управление работой реле осуществляет микроконтроллер U5 (ATMEGA64-16A):

- К1 – нормально «не сработано»;
- К2 – при отсутствии предупредительных сигналов - «сработано»;
- К3 – при отсутствии аварийных сигналов - «сработано».

Светодиоды служебной индикации «повторяют» положение реле:

- Н3 «работа» (К1) – не сработано / Н3 не горит;
- Н4 «предупр» (К2) – сработано / Н4 не горит;
- Н5 «авария» (К3) – сработано / Н5 не горит.

Каждое реле имеет по два переключающих контакта; коммутационная способность контакта (по данным завода-изготовителя) составляет при напряжении 240÷250 VDC 300 мА для резистивной нагрузки. Для усиления контактов могут быть использованы RDC искрогасительные контуры; в модуле предусмотрено три контура. Узел внешней сигнализации содержит еще 14 развязывающих диодов. Аппаратная конфигурация (установка перемычек) позволяет выполнить различные схемы воздействия на центральную сигнализацию объекта.

Цепи для внешнего регистратора («Регина», «Рекон» и т.п.) выполнены с помощью твердотельных миниатюрных реле типа G3VM351 и G3VM354:

- U 10.1 – работа;
- U 11.3 – предупреждающий сигнал;
- U 11.1 – аварийный сигнал.

Коммутационная способность при напряжении DC 350 В 100 мА. В цепь каждого контакта введен токоограничивающий резистор и «развязывающий» диод.

При обслуживании аппаратуры – действие сигнальных реле К1, К2, К3 на внешнюю сигнализацию может быть выведено с помощью двухпозиционных реле К4/К5 типа G6SK («Omron»). Управление двухпозиционными реле осуществляется через лицевую плату: в меню «конфигурация МС» следует выбрать «внешн. сигн – выведен». При выводе сигнализации микроконтроллер U5 сообщает данную информацию центральному процессору – на лицевой плате загорается светодиод Н10 «внешняя сигнализация отключена». Включение (отключение) питания терминала на приводит к изменению положения реле К4/К5. Для ввода цепей действия реле К1, К2, К3 на внешнюю сигнализацию следует в меню «конфигурация МС» выбрать «внешн. сигн – введен». Светодиод Н10 гаснет, реле К4/К5 переключаются.

Примечание: вывод цепей регистрации («внешний» регистратор) осуществляется персоналом при обслуживании аппаратуры на клеммнике панели (шкафа).

Узел питания модуля сигнализации (уровни «+24 V» и «+5 V») подключается через кроссплату от базового модуля питания терминала (МП 212). Индуктивность L1 и

конденсаторы С1, С2, С12, С43, С44 представляют фильтр помех. Визуальная индикация наличия уровней питания на входе модуля осуществляется светодиодами Н2 («+5 V») и Н1 («+24 V»); для измерения прибором предусмотрены контрольные точки КТ1, КТ2, КТ3.

Узел измерения базовых вторичных уровней «+5 V» и «+24 V» реализован на резисторных делителях:

R62-R63-R64 на вывод «51» контроллера;

R65-R66-R67 на вывод «50» контроллера.

Контроллер U5 оцифровывает уровни «+5 V» и «+24 V» и передает информацию в модуль центрального процессора (МЦП 212) для отображения на дисплее устройства (по запросу пользователя – см. раздел _____).

В качестве опорного уровня (вывод «62» контроллера) используется внутренний уровень +2,56 V.

Кроме того, измеренные вторичные уровни сравниваются с заданными пороговыми уровнями. Если хотя бы одно из вторичных напряжений снизится ниже порога, то формируется предупредительный сигнал (реле К2 и внутренний индикатор Н4 «предупр.»), отправляется сообщение центральному процессору для записи в журнал событий и отображения информации: светодиод Н6 «предупр.», на дисплее устройства (по запросу оперативного персонала) -

Для проверки действия компараторов уровней предусмотрен резистор R61, который на время проверки может подключаться к соответствующему делителю перемычками КТ4-КТ6, КТ5-КТ6.

Микросхема U2 и переключатель SW1 определяют «имя» (адрес) модуля сигнализации в данном терминале.

Через служебный внутренний разъем X2 осуществляется программирование модуля сигнализации.

Исправность контроллера модуля сигнализации осуществляет центральный процессор путем периодических запросов МС. Отсутствие ответа трактуется как неисправность модуля сигнализации; при этом:

загорается светодиод Н6 «предупр.»; производится также запись в журнал событий и выводится информация на дисплей («неисправность МС») по вызову. Кроме того, необходимо обеспечить «возврат» реле предупредительной сигнализации К2. Это осуществляется специальной схемой, собранной на элементах U6, U8.

В рабочем состоянии с вывода «32» контроллера U5 поступают импульсы «логической 1», которые через оптопару U6 периодически разряжают конденсатор С34.

Таким образом, сигнал «лог 1» с вывода «28» контроллера проходит через буферный элемент U9.2 на вход «4» промежуточного инверсного усилителя U7; на его выходе «15» уровень «лог 0» - реле К2 подтянуто и его н.з. контакт разомкнут.

Если от центрального процессора поступит команда выдать предупредительный сигнал, то на выводе «28» контроллера появляется уровень «лог 0», который через буферный элемент U9.2 поступает на вход «4» промежуточного усилителя U7; на его выходе уровень «лог 1» - реле К2 отпадает и замыкает контакты в цепи внешней предупредительной сигнализации.

Если контроллер U5 неисправен, то исчезают импульсы на его выводе «32» («зависание» с уровнем «лог 1» или «лог 0»). При этом транзистор оптопары U6 закрывается, заряжается конденсатор С34. Это приводит к «блокированию» U9.2 – на выходе «6» U9.2 «лог 0».

Через резистор R64 «лог 0» поступает на вход «4» промежуточного усилителя U7; на его выходе «лог 1» и реле К2 отпадает. Таким образом выдается предупредительный сигнал на центральную сигнализацию и общепанельную лампу.

Получая от центрального процессора команды сработать сигнализацию «работа» (К1 и Н3) или «авария» (К3 и Н5), контроллер с вывода «29» и «27» выдает соответствующие уровни на инвертирующий усилитель U7 помимо микросхемы U9.2, обеспечивая срабатывание реле К1 и возврат К3 соответственно.

Модуль сигнализации должен обеспечить сигналы и в случае неисправности модуля питания.

При пропадании «+24 V» отпадают реле К3 (авария) и К2 (предупр), независимо от действия центрального процессора, и выдают внешние сигналы. Контроллер U5 сообщает центральному процессору о пропадании уровня «+24 V»: следует запись в журнал событий, светодиод Н7 «авария» лицевой платы горит. Информация на дисплей (по вызову).

При пропадании питания 220 В / 110 В естественно исчезают уровни «+24 V» и «+5 V», значит, отпадают реле К3 и К2 и выдают внешние сигналы. Дисплей не светится, лицевые светодиоды тоже.

Система контроля наличия входного питания (в модуле питания МП) обеспечивает запись в журнал событий «Потеря опертока» с фиксацией времени.

7.8 Модуль лицевой платы (ЛП)

7.8.1 Модуль лицевой платы (ЛП) предназначен для:

- оперативного управления аппаратурой передачи команд «ОРИОН»;
- светодиодной индикации основных рабочих параметров;
- визуализации текущей информации о работе;
- конфигурирования рабочих параметров;
- подключения персонального компьютера.

Модуль состоит из металлической лицевой панели, мембранной клавиатуры, графического дисплея и платы управления.

Модуль лицевой платы (ЛП) выполняет следующие функции:

- обмен информацией с модулем центрального процессора с помощью последовательной шины данных;
- оперативное управление терминалом с помощью клавиатуры;
- светодиодная индикация основных рабочих параметров;
- визуализация текущей информации о состоянии аппарата;
- конфигурирование рабочих параметров аппарата с помощью клавиатуры;
- присоединение персонального компьютера для конфигурирования функций аппарата и чтения журнала событий.

Структура меню и назначение клавиш клавиатуры описаны в подразделе 10.3.6 «Конфигурирование программных параметров».

Назначение светодиодов модуля ЛП

Н1	“+24V”	Исправность вторичного уровня 24V	зеленый	
Н2	“+5V”	Исправность вторичного уровня 5V	зеленый	
Н3	“КС”	Наличие на выходе.входе контр. сигн	зеленый	
Н4	“введен”	Аппарат находится в режиме «введен»	зеленый	
Н5	“предупр”	Обнаружена системой диагностики неисправность, не приводящая к отказу или ложной работе (реле «предупр» сконфигурировано без защелки)	желтый	мигает – неисправ. устранилась; горит – неисправ. существ.
Н6	“откл. внешн. сигнализ.”	Действие терминала на внешнюю сигнализацию отключено	желтый	
Н7	“выведен”	Аппарат находится в режиме «выведен»	красный	
Н8	“авария”	Системой диагностики обнаружена аварийная неисправность, т.е. возможен отказ или ложная работа (реле «авария» сконфигурировано без защелки)	красный	мигает – неисправ. устранилась; горит – неисправ. существ.
Н9	“Неиспр. ЦП”	Нарушен обмен данными с модулем центрального процессора. При этом также срабатывает реле «авария»	красный	
Н10	“Работа”	Факт передачи (приема) кода аварийной команды – работа аппарата (реле «работа» сконфигурировано без защелки или с защелкой)	синий	мигает – приняты (переданы) команды; горит – переданы (приняты) команды

Записи о неисправностях и работе терминала хранятся в журнале событий.

Лицевая плата, как аппаратное изделие, является однотипным модулем для передатчика и приемника «ОРИОН». Отличие модулей в программном обеспечении. Общий вид лицевой панели передатчика «ОРИОН» представлен на рис.7.6.

8 Структура меню АПК Rx

Блок схема меню АПК Rx изображена на рис. 8 в альбоме.

Пункты меню отображены в режиме основного окна на панели соответствующими пиктограммами в левой его области (Рис. 8.1).

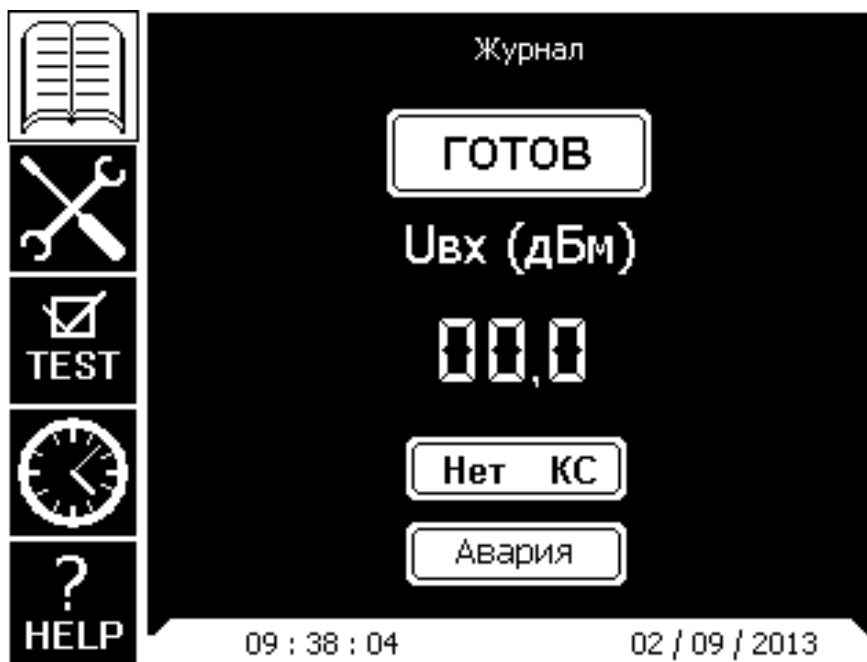


Рис.8.1. Основное окно.

Навигация по меню окна осуществляется кнопками «Вверх» и «Вниз». Выбранное меню подсвечивается, а его название выводится сверху окна. Ниже окно содержит поля для вывода информации о режиме аппарата («ВЫВЕДЕН», «ГОТОВ», «ВВЕДЕН»), уровень входного сигнала в дБм, наличие / отсутствие КС, сигнальное поле («Работа», «Авария», «Предупр»).

Индикация времени и даты расположена в нижней части основного окна.

Вход в выбранный пункт осуществляется нажатием клавиши «Enter».

Некоторые разделы меню имеют собственные панели подменю, навигация по которым осуществляется кнопками «Влево» и «Вправо».

Навигация по пунктам разделов и подразделов осуществляется кнопками «Вверх» и «Вниз». Вход/выход в разделы, подразделы производится нажатием на кнопки «Enter»/«Esc». Так же, «Enter» - подтверждение выбранного действия или введенного параметра, «Esc» - отмена.

Назначение разделов меню:

8.1 «Журнал событий» – раздел предназначен для просмотра журнала событий (Рис. 8.2). Просмотр записей осуществляется кнопками «Вверх», «Вниз». В журнале предусмотрена сортировка событий по их типу, а выбор производится кнопками «Влево» или «Вправо». Их наименование отображено на панели подменю журнала сверху:

8.1.1 «Все записи» - на дисплей аппарата выводятся все записи «Журнала событий».

8.1.2 «Входные воздействия» - на дисплей аппарата выводятся только записи о входных воздействиях, хранящиеся в «Журнале событий».

8.1.3 «Передача команд» - на дисплей аппарата выводятся только записи о передачи команд, хранящиеся в «Журнале событий».

8.1.4 «Режимы работы» - на дисплей выводятся только записи о изменениях режима работы аппарата, хранящиеся в «Журнале событий».

8.1.5 «Неисправности» - на дисплей выводятся только записи о неисправностях аппарата, хранящиеся в «Журнале событий».

Все события	Входные воздействия	Передача команд	Режим работы	Неисправности
###	ДАТА	ВРЕМЯ	СОБЫТИЕ	

Рис. 8.2. Журнал событий.

8.2 «Настройки» - раздел предназначен для изменения или просмотра настроек аппарата.

При входе в данный раздел пользователь может выбрать два режима работы с разделом: «Изменение» или «Просмотр» (Рис. 8.3).

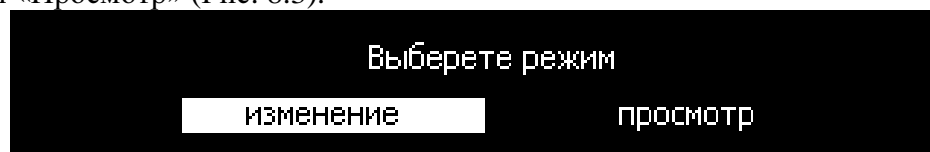


Рис. 8.3. Выбор режима работы с настройками.

Кнопками «Влево»/«Вправо» выбирается режим.

В режиме «Просмотр» пользователь может просмотреть все настройки аппарата, а также возможные диапазоны параметров без возможности внесения изменений конфигурации аппарата.

Изменения настроек вступают в силу только в режиме «Изменение», доступ к которому закрыт паролем. Пароль содержит четыре разряда цифр, под которые подведен курсор (Рис. 8.4).

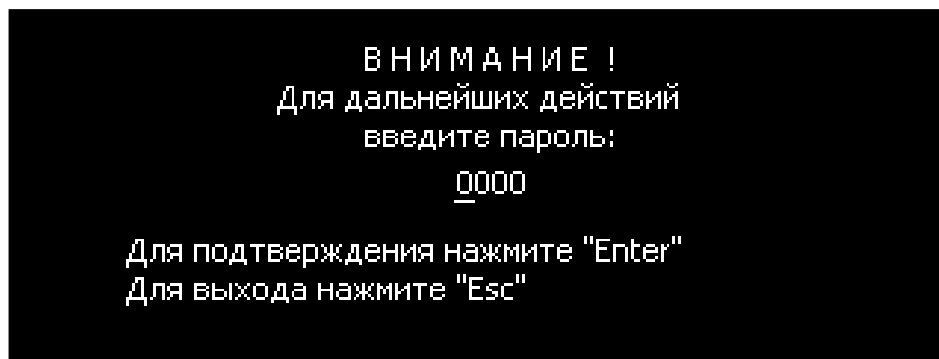


Рис. 8.4. Диалоговое окно ввода пароля.

Кнопками «Влево»/«Вправо» выбирается разряд, а его значение определяется нажатием кнопок «Влево» и «Вправо».

После ввода верного пароля аппарат перейдет в режим «Готов», сработает реле «Авария» модуля МС.

8.2.1 «Параметры аппарата» - подраздел предназначен для изменения или просмотра параметров аппарата в зависимости от режима работы с разделом (Рис. 8.5). Тип режима выводится над пунктами раздела.

Параметры аппарата	Параметры измерителя	Изменение пароля
Режим << ИЗМЕРЕНИЕ >>		
Конфигурация команд		
Конфигурация МУ-Р		
Конфигурация МС		
Конфигурация локальной сети		
Синхронизация часов		
Способ ввода в работу		
Регулировка затухания вхож. сигнала		
Установка центральной частоты		
Передача фазы		

Рис. 8.5. Подраздел «Параметры аппарата».

8.2.1.1 «Конфигурация команд» - подраздел настроек команд.

8.2.1.1.1 «Команды для трансляции ЦС» - подраздел для выбора номеров команд, которые будут ретранслироваться цифровым стыком (Рис. 8.6).

Параметры аппарата	Калибровка измерителя	Изменение пароля
Номер команды		01
Ретрансляция		вкл

Рис. 8.6. Подраздел «Команды для трансляции ЦС».

Выбор пунктов подраздела здесь циклически возможен нажатием кнопки «Enter». Действием кнопки «Enter» на втором активном пункте вносит изменения в конфигурацию аппарата по данному параметру.

8.2.1.2 «Конфигурация МУ-Р» - подраздел настроек модулей управления реле ПА (МУ-Р) (Рис. 8.7).

8.2.1.2.1. «Количество модулей» - подраздел для задания количества модулей МУ-Р, установленных в аппарат. Диапазон регулировки 1 - 5 с шагом 1. Модули, с адресами больше заданного значения, в работе аппарата участия не принимают.

Параметры аппарата	Калибровка измерителя	Изменение пароля
Количество модулей		01
Привязка реле-команд		Enter
Задержка на включение реле		10 мс
Номер реле		01
Защелка		Выкл
Импульсный режим		Выкл
Задержка на выключение		00100 мс

Рис. 8.7. Подраздел «Конфигурация МУ-Р».

8.2.1.2.2 «Привязка реле-команд» - подраздел для конфигурирования реле ПА – аварийных команд (Рис. 8.8).

Параметры аппарата	Калибровка измерителя	Изменение пароля
Номер АК	01	
Номер реле	01 02 03 04 05	

Рис. 8.8. Подраздел «Привязка реле-команд».

Прием каждой аварийной команды может инициировать работу от 1 до 5 реле. Для конфигурации, сначала необходимо выбрать номер команды, а потом номера реле ПА. Клавиши «Влево», «Вправо» - перемещение курсора, «Вверх», «Вниз» - выбор номера реле ПА, «Enter» - подтверждение конфигурирования.

8.2.1.2.3 «Задержка на включение реле» - раздел (общий для всех реле) предназначен для выбора задержки на включение реле с момента идентификации аварийной команды. Диапазон регулировки 1- 10 мс с шагом 1 мс.

Индивидуально каждое реле может работать с защелкой, в импульсном режиме или с задержкой на выключение.

8.2.1.2.4 «Номер реле» - подраздел предназначен для выбора номера конфигурируемого реле.

8.2.1.2.5 «Защелка» - подраздел предназначен для выбора работы реле с защелкой.

При утвердительном статусе данного пункта, нижеследующие пункты скрываются с дисплея, становясь недоступными.

8.2.1.2.6 «Импульсный режим» - подраздел предназначен для выбора работы реле в импульсном режиме.

При утвердительном статусе данного пункта, пункт 8.2.1.2.7 задает интервал импульса, в противном случае пункт 8.2.1.2.8 – задержку на выключение реле.

8.2.1.2.7 «Интервал импульса» - подраздел предназначен для выбора интервала (импульса) работы реле. Диапазон регулировки 100-25000 мс с шагом 100 мс. Реле будет включено в момент идентификации аварийной команды и выключится по истечению заданного интервала времени.

8.2.1.2.8 «Задержка на выключение реле» - подраздел предназначен для выбора задержки на выключение реле с момента окончания аварийной команды. Диапазон регулировки 0-25000 мс с шагом 100 мс.

8.2.1.3 «Конфигурация МС» - подраздел настроек реле модуля сигнализации МС (Рис. 8.9).

Параметры аппарата	Калибровка измерителя	Изменение пароля
Внешняя сигнализация		вкл
Защелка реле «Авария»		выкл
Защелка реле «Предупр»		выкл
Защелка реле «Работа»		выкл

Рис. 8.9. Подраздел «Привязка реле-команд».

8.2.1.3.1 «Внешняя сигнализация» - подраздел для ввода/вывода внешней сигнализации.

8.2.1.3.2 «Защелка реле «Авария» - подраздел для конфигурации «защелки» реле «Авария» модуля МС. При включенной «защелке» реле может быть сброшено (разомкнуто) только при выполнении ручного сброса индикации аппарата.

8.2.1.3.3 «Защелка реле «Предупр» - подраздел для конфигурации «защелки» реле «Предупр» модуля МС. При включенной «защелке» реле может быть сброшено (разомкнуто) только при выполнении ручного сброса индикации аппарата.

8.2.1.3.4 «Защелка реле «Работа» - подраздел для конфигурации «защелки» реле «Работа» модуля МС. При включенной «защелке» реле может быть сброшено (разомкнуто) только при выполнении ручного сброса индикации аппарата.

Аналогичным образом производится работа со следующими пунктами.

8.2.1.4 «Конфигурация локальной сети» - подраздел для назначения аппарату адреса локальной сети сбора информации.

8.2.1.5 «Синхронизация часов» - подраздел для пуска служебной команды синхронизации часов между передатчиком и приемником.

8.2.1.6 «Способ ввода в работу» - подраздел для назначения способа ввода аппарата в работу при включении питания. «Автоматический» - аппарат после включения автоматически переходит в режим работы «Введен». «Ручной» - аппарат после включения питания требует ручного ввода (нажатие клавиши «Ввод») и находится в режиме работы «Готов».

8.2.1.7 «Регулировка затухания входного сигнала» - подраздел для задания затухания входного сигнала. Диапазон регулировки -12 дБм - +9 дБм с шагом 1 дБм.

8.2.1.8 «Установка центральной частоты рабочей полосы аппарата» - подраздел для выбора центральной частоты канала. Диапазон регулировки 26-998 кГц с шагом 4 кГц. При изменении центральной частоты сигнала необходимо учитывать аппаратную настройку и характеристику линейного фильтра (ЛФ).

8.2.1.9 «Передача фазы» - подраздел предназначен для включения/выключения режима передачи фазы напряжения промышленной частоты (50 Гц).

8.2.2 «Параметры измерителя» - подраздел для калибровки измерителя входного уровня сигнала, а так же компараторов «High» и «Low».

8.2.2.1 «Калибровка входного уровня» - подраздел для калибровки измерителя входного сигнала. В нем указывается уровень поданного эталонного сигнала. В результате калибровки значение строки «Входной уровень», расположенной выше, должно соответствовать эталонному сигналу.

8.2.2.2 «Уровень компаратора High» - подраздел для задания уровня срабатывания компаратора «High». Диапазон значений -25 дБм - +45 дБм с шагом 1 дБм.

8.2.2.3 «Уровень компаратора Low» - подраздел для задания уровня срабатывания компаратора «Low». Диапазон значений -25 дБм - +45 дБм с шагом 1 дБм.

8.2.3 «Изменение пароля» - подраздел для изменения ранее установленного пароля.

8.3 «Тесты» - раздел предназначен для выполнения тестовых проверок работоспособности аппарата. Для входа в раздел «Тест» необходимо ввести защитный пароль. После ввода верного пароля аппарат перейдет в режим «Готов», реле «Авария» модуля МС будет сработано.



Рис. 8.10. Раздел «Тесты».

8.3.1 «Реле сигнализации» - подраздел предназначен для тестового срабатывания реле модуля реле сигнализации МС (Рис. 8.11).

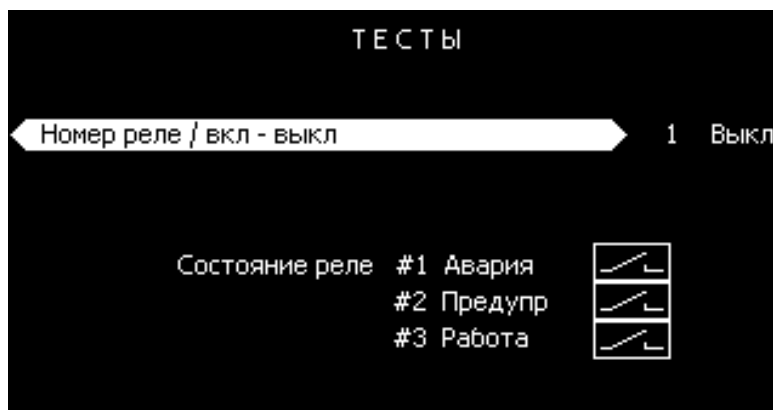


Рис. 8.11. Подраздел тестов «Реле сигнализации».

Порядок работы:

- выбрать номер реле модуля сигнализации МС кнопками «Вверх», «Вниз»;
- включить / выключить выбранное реле кнопками «Вправо» / «Влево».

Результаты теста отображаются графически в виде замыкания/размыкания контактов условных обозначений реле.

8.3.2 «Реле ПА» - подраздел предназначен для тестового срабатывания реле ПА (реле противоаварийной автоматики) (Рис. 8.12).

Порядок работы аналогичен п. 8.3.1.

8.3.3 «Тест приема АК» - подраздел предназначен для тестового вывода на дисплей поступающих на вход аппарата аварийных команд.

8.3.4 «Светодиоды» - подраздел предназначен для принудительного срабатывания светодиодов ЛП кроме «+24V» и «+5V», которые непосредственно запитаны от соответствующих питающих уровней питания.

8.3.5 «Уровни питания» - подраздел предназначен для индикации уровней «+24V» и «+5V», измеренных АЦП лицевой платы.

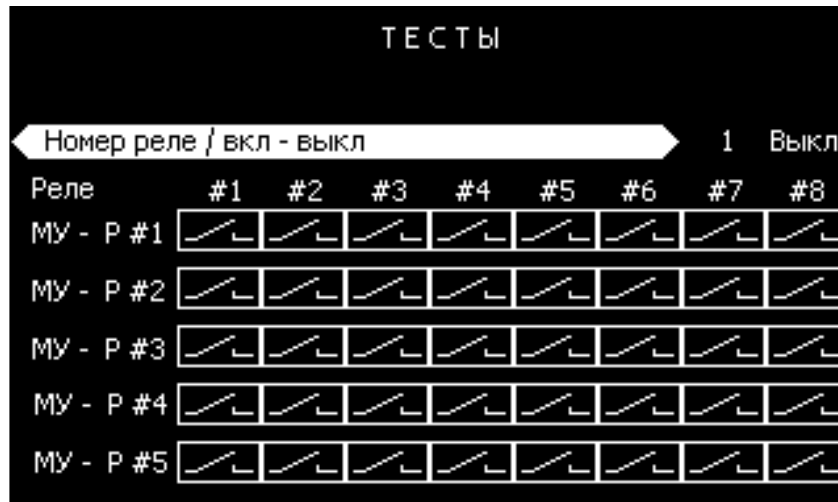


Рис. 8.12. Подраздел тестов «Реле ПА».

8.4 «Дата и время» - раздел предназначен для установки даты и времени аппарата (Рис. 8.13.).

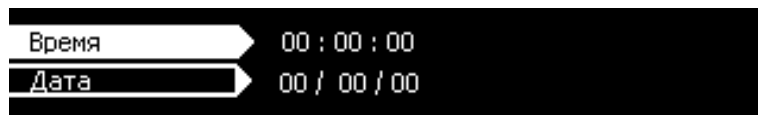


Рис. 8.13. Раздел «Время и дата».

Данный раздел так же защищен паролем. Клавиши «Влево», «Вправо» - управление курсором, «Вверх», «Вниз» - изменение выбранного значения.

Ниже представлена структура меню приёмника.

8.5 «Информационный буфер» - раздел, содержащий в себе краткую информацию о приеме команд, авариях и пр. (Рис. 8.14).

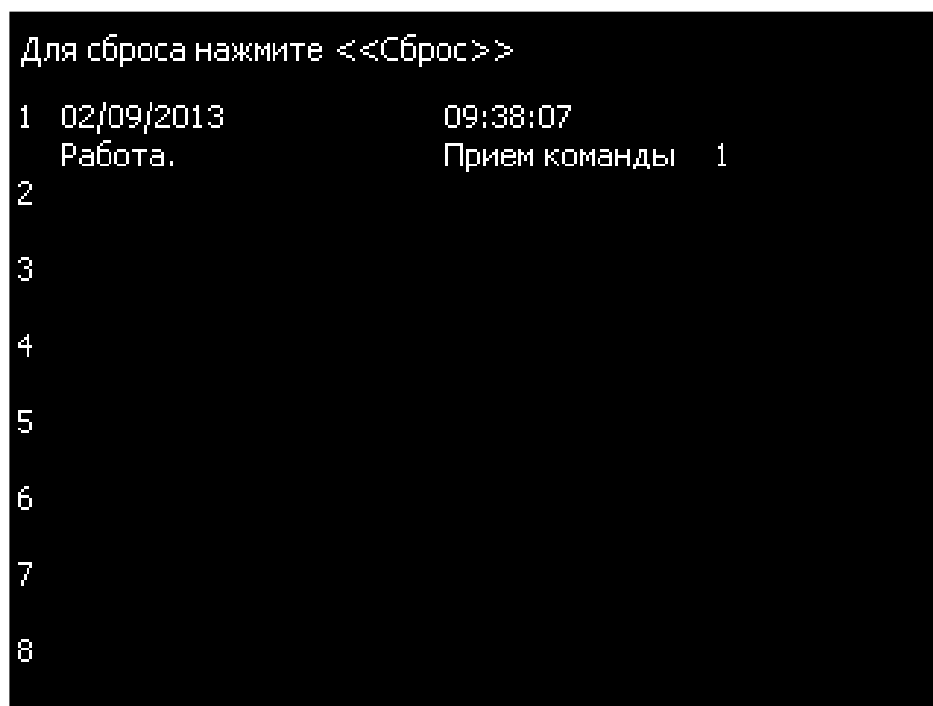


Рис. 8.14. Раздел «Информационный буфер».

Доступ к разделу осуществляется через нажатие кнопки «Инфо». В случае, если отсутствует работа защиты, наличие предупредительной и/или аварийной сигнализаций, буфер

можно очистить, нажав кнопку «Сброс», о свидетельствует надпись вверху окна при входе в раздел. Так же буфер очищается автоматически при устранении всех неисправностей и аварий.

8.6 «Справка» - раздел, содержащий краткую информацию о пользовании меню аппарата (Рис. 8.15).








Аппарат передачи команд "КАЛИНА"	
	Навигация по меню, изменение численных значений параметров.
	Навигация по меню, изменение статуса параметров.
	Вход в объектную единицу меню, подтверждение проведенных действий.
	Выход из выбранной единицы меню, отмена проведенных действий.
	Просмотр информационного буфера событий.
	Очистка данных информационного буфера.
	Перевод аппарата в режим "ВВЕДЕН"

Рис. 8.15. Раздел «Справка».

9 Маркировка, пломбирование, упаковка

Для обеспечения правильной эксплуатации АПК Rx, проведения наладки и технического обслуживания аппарата имеет необходимую маркировку элементов, соединителей, клеммников, модулей и т.п.

На печатных платах имеются: обозначение элементов, контрольных точек, тип печатной платы. Элементы маркируются в соответствии с позиционными обозначениями на принципиальных схемах модулей. Органы управления и соединители на передней и задней панелях имеют маркировку в соответствии с принципиальной схемой АПК Rx.

На каждом АПК Rx нанесены:

- товарный знак предприятия-изготовителя;
- наименование изделия;
- обозначение исполнения изделия;
- заводской номер;
- дата изготовления.

Транспортная тара имеет маркировку, содержащую предупредительные знаки, основные и дополнительные надписи. В качестве транспортной тары используется картонная упаковка.

АПК Rx упаковывается в пакет из полиэтиленовой пленки вместе с упаковкой силикагеля. Полиэтиленовый пакет заваривается. Размеры упаковочного ящика аппарата выполнены таким образом, что исключается перемещение изделия внутри ящика.

Принадлежности также помещаются в полиэтиленовый пакет, который укладывается в тару.

Эксплуатационная документация и упаковочный лист также помещаются в полиэтиленовый пакет и укладываются в тару поверх изделия.

10 Монтаж и подключение аппаратуры

10.1 Общие указания

Монтаж АПК Rx имеют право производить только специалисты организации, имеющей соответствующее разрешение.

Перед монтажом АПК Rx необходимо убедиться в отсутствии механических повреждений, которые могут нарушать работоспособность АПК Rx.

Подключение всех цепей передатчика и приёмника должны производиться при выключенном электропитании АПК Rx.

10.2 Меры безопасности

Монтаж АПК Rx должен производиться согласно требованиям «Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок электростанций и подстанций».

АПК Rx перед включением и во время работы должна быть заземлена с помощью болта заземления, расположенного на боковой стенке аппарата.

Контрольно-измерительные приборы и аппаратура, используемые при работе с АПК Rx, должны быть заземлены.

Измерительные и ремонтные работы необходимо производить, соблюдая общие правила безопасности при эксплуатации электроустановок.

10.3 Размещение и монтаж

10.3.1 Подготовительные работы

Распаковать АПК Rx и убедиться в соответствии содержимого тарного ящика упаковочному листу.

Произвести внешний осмотр АПК Rx и убедиться в отсутствии механических повреждений, которые могли быть вызваны транспортировкой. Выключатель питания на модуле питания МП установлен в положение «выкл».

АПК Rx закрепить на панели (в шкафу). Подключить шинку заземления к шпильке заземления, расположенной на боковой стенке АПК Rx.

10.3.2 Подключение цепей АПК Rx

Подключение внешних цепей к АПК Rx производится в соответствии с таблицей 10.1 и рисунком 10.1.

При работе на несогласованный высокочастотный канал рекомендуется выход линейного фильтра подключать через специальный согласующий трансформатор (принадлежность ЗиП).

Для подключения к локальной информационной сети по многоточечной схеме установить переключки на клеммнике модуля центрального процессора (ЦП) П1/3 – П1/6 и П1/4 - П1/5. Если АПК Rx является крайним в линии связи, то необходимо установить резистор согласующий 120 Ом(0,25 Вт) на клеммы П1/3 – П1/4 модуля центрального процессора.

Таблица 10.1 – Назначение клеммников внешних цепей АПК Rx

Модуль (клеммник)	№ контакта	Маркировка контакта	Подключаемые цепи	Примечания	
1	2	3	4	5	
Е1 ЛФ	П1/1	линия	подключение жилы ВЧ кабеля	* защитный элемент установлен в модуле	
	П1/2	варистор			
	П1/3	эквивалент	эквивалент ВЧ канала 75 Ом		
	П1/4	варистор			
	П1/5	земля	подключение экрана ВЧ кабеля		
Е2 ДМ	П2/1	фаза L/M	выход сигнала фазы 50 Гц		
	П2/2				
	П1/1	GND	Подключение выхода данных (RS422)		
	П1/2	TM-P			
	П1/3	TM-N			
П1/4	GND				
Е4 МП (модуль питания)	П1/1	+ бат	положительный полюс источника опертока (аккумуля. батареи)	уровень опертока ±220 V (±110 V)	
	П1/2				
	П1/3				
	П1/4	- бат	отрицательный полюс источника опертока (аккумуля. батареи)		
	П1/5				
	П1/6				DGND
	П1/7				PGND
Е3 МЦП	П2/1÷П2/12				
	П1/1	EXT RES	подключение кнопки (контактов) «внешнего» сбора информации		
	П1/2	DGND			
	П1/3	485 Rx1+	подключение к локальной сети АСУ ТП (ЛС)		
	П1/4	485 Rx1 –			
	П1/5	485 Tx1 –			
	П1/6	485 Tx1 +			
	П1/7	DGND			
	П1/8	485 Rx2+	прием/передача команд цифровым каналом последовательной передачи данных («цифровой стык» ЦС)		
	П1/9	485 Rx2 –			
	П1/10	485 Tx2 –			
	П1/11	485 Tx2 +			
П1/12	DGND				
Е7 МС	П1/1	+ШС I	шинка сигнализации +	Стандартная аппаратная конфигурация модуля «по умолчанию» П1/12 - резерв	
	П1/2	+ШС II	шинка сигнализации +		
	П1/3	KS1	контакт реле контроля опертока		
	П1/4	KS2	контакт реле контроля опертока		
	П1/5	ШЗП	шинка звуковой предупред. сигнализации		
	П1/6	HLW	общепанельная лампа		
	П1/7	ШР	шинка ряда		
	П1/8	таб 1	табло 1 «работа устройства»		
	П1/9	таб 2	табло 2 «неисправность устройства»		
	П1/10	таб 3	табло 3 «монтажная единица»		
	П1/11	таб 4	табло 4 «неисправность опертока»		
	П1/13	общ. рег.(+)	цепи для «внешнего регистратора» (общий вход/выход сигналов: работа, предупр, авария)		
	П1/14	рег. работа			
	П1/15	рег. предупр.			
	П1/16	рег. авария			

1	2	3	4	5
E5/1 (E5/2, E5/3, E5/4, E5/5) MP	П1/1	K1-1	первый контакт реле K1 (K9, K17, K25, K33)	
	П2/1			
	П1/2	K1-2	второй контакт реле K1 (K9, K17, K25, K33)	
	П2/2			
	П1/3	K2-1	первый контакт реле K2 (K10, K18, K26, K34)	
	П2/3			
	П1/4	K2-2	второй контакт реле K2 (K10, K18, K26, K34)	
	П2/4			
	П1/5	K3-1	первый контакт реле K3 (K11, K19, K27, K35)	
	П2/5			
	П1/6	K3-2	второй контакт реле K3 (K11, K19, K27, K35)	
	П2/6			
	П1/7	K4-1	первый контакт реле K4 (K12, K20, K28, K36)	
	П2/7			
	П1/8	K4-2	второй контакт реле K4 (K12, K20, K28, K36)	
	П2/8			
	П1/9	K5-1	первый контакт реле K5 (K13, K21, K29, K37)	
	П2/9			
	П1/10	K5-2	второй контакт реле K5 (K13, K21, K29, K37)	
	П2/10			
П1/11	K6-1	первый контакт реле K6 (K14, K22, K30, K38)		
П2/11				
П1/12	K6-2	второй контакт реле K6 (K14, K22, K30, K38)		
П2/12				
П1/13	K7-1	первый контакт реле K7 (K15, K23, K31, K39)		
П2/13				
П1/14	K7-2	второй контакт реле K7 (K15, K23, K31, K39)		
П2/14				
П1/15	K8-1	первый контакт реле K8 (K16, K24, K32, K40)		
П2/15				
П1/16	K8-2	второй контакт реле K8 (K16, K24, K32, K40)		
П2/16				

11 Техническое обслуживание

Техническое обслуживание АПК Rx должно соответствовать требованиям «Правил технического обслуживания устройств релейной защиты, электроавтоматики, дистанционного управления и сигнализации электростанций и подстанций 110-750 кВ».

11.1 Периодичность технического обслуживания

Техническими условиями предусмотрен срок службы АПК Rx не менее 15 лет.

Устанавливаются следующие виды технического обслуживания:

Н – проверка наладка при новом включении;

К1 – первый профилактический контроль;

В – профилактическое восстановление;

К – профилактический контроль.

Цикл технического обслуживания – 6 лет.

Кол-во лет в эксплуатации	0	1	3	6	9	12	15
Вид ТО	Н	К1	К	В	К	В	К

Опробование АПК Rx (в тестовом режиме) рекомендуется производить не реже одного раза в год.

«Тренировка» АПК Rx перед включением в эксплуатацию заключается в подаче на устройство напряжения питания на 3-5 суток. При этом высокочастотный выход передатчика должен быть нагружен на встроенный эквивалентный резистор или непосредственно на высокочастотный канал. Высокочастотный вход приемника подключается к ВЧ каналу. Цепи реализации приемника должны быть переведены с действием «на сигнал». Цепи управления передатчиком – на сигнал.

11.2 Объем работ при техническом обслуживании

Объем работ при техническом обслуживании приводится в таблице 11.1.

Таблица 11.1 – Объем работ при техническом обслуживании АПК Rx

№	Объем проверки	Вид ТО	Пункт РЭ
1	Внешний осмотр и проверка механического состояния АПК Rx	Н, К1, В, К	10.3.1
2	Внутренний осмотр АПК Rx	Н, К1, В	10.3.2
3	Проверка сопротивления изоляции между цепями оперативного тока, сигнализации, цепями реализации, а также сопротивления изоляции этих цепей относительно земли (корпуса)	Н, К1, В, К	10.3.3
4	Испытание электрической прочности цепей питания, сигнализации, реализации	Н, К1, В	10.3.4
5	Конфигурирование (проверка конфигурации) аппаратных параметров	Н, К1, В	10.3.5
6	Конфигурирование (проверка конфигурации) программных параметров	Н, К1, В, К	10.3.6
7	Проверка вторичных уровней питания и потребления аппарата	Н, К1, В	10.3.7
8	Проверка затухания, вносимого АПК Rx в 75 ^{Омный} высокочастотный тракт	Н, К1, В	10.3.8
9	Проверка (регулировка) порогов чувствительности, компараторов сигнала	Н, К1, В, К	10.3.9
10	Проверка входного сопротивления приемника	Н, К1, В	10.3.10
11	Проверка и калибровка измерителя входного сигнала приемника	Н, К1, В	10.3.11
12	Проверка выдержек времени реле реализации команд	Н, К1, В	10.3.12
13	Проверка системы контроля приема команд	Н, К1, В	10.3.13
14	Проверка тестовых режимов опробования реле реализации аварийных команд	Н, К1, В	10.3.14
15	Проверка действия сигнализации приемника на панель ЦС	Н, К1, В	10.3.15
16	Проверка функционирования систем контроля прм	Н, К1, В	10.3.16
17	Проверка отсутствия ложных срабатываний приемника	Н, К1, В	10.3.17

11.3 Методика проверки

11.3.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре проверяется отсутствие следов ударов, подтеков воды (в том числе высохших), отсутствие налета окислов на металлических поверхностях, отсутствие запыленности. Осматриваются разъемы и клеммники внешних подключений, разъемы коммутации на кроссплату в части состояния контактных поверхностей. Проверяется состояние компонентов модулей на отсутствие механических повреждений.

11.3.2 Внутренний осмотр

При внутреннем осмотре производится:

- чистка модулей и корпуса от пыли;
- осмотр элементов на модулях и исправность дорожек печатного монтажа с точки зрения следов перегрева, микротрещин, окисления;
- контроль сочленения разъемов и механического крепления элементов в модулях;
- затяжка винтовых соединений.

11.3.3 Измерение сопротивления изоляции

Сопротивление изоляции измеряется между цепями оперативного тока, сигнализации и реализации, а также между этими цепями и корпусом («землей»). Измерение производится мегаомметром 1000 В. Перед измерением рекомендуется собрать группы цепей:

Группа	Наименование	Установить перемычки
I	Цепи питания	МП (E4): П1/1, П1/2, П1/4, П1/5
II	Цепи сигнализации	МС (E7): П1/1, П1/2, П1/3, П1/4, П1/5, П1/6, П1/7, П1/8, П1/9, П1/10, П1/11, П1/12
III	Цепи реализации	MP1 (E5/1), MP2 (E5/2), MP3 (E5/3), MP4 (E5/4), MP5 (E5/5): П1/1, П1/2, П1/3, П1/4, П1/5, П1/6, П1/7, П1/8, П1/9, П1/10, П1/11, П1/12, П1/13, П1/14, П1/15, П1/16 П2/1, П2/2, П2/3, П2/4, П2/5, П2/6, П2/7, П2/8, П2/9, П2/10, П2/11, П2/12, П2/13, П2/14, П2/15, П2/16

Измерения сводятся в таблицу:

Цепи	Корпус			Питание		реализация
	питание	сигнализация	реализация	сигнализация	реализация	
R _{из} , МОм						

Сопротивление изоляции должно быть не менее 20 МОм.

11.3.4 Испытание электрической прочности изоляции цепей питания, сигнализации и реализации

Испытания электрической прочности изоляции цепей питания, сигнализации, управления относительно земли (корпуса) производится переменным напряжением 1000 В / 50 Гц в течение 1 минуты. Предварительно собираются группы цепей по п.10.3.3.

При уровне напряжения 1000 В не происходит толчков тока и напряжения, свидетельствующих о разрядах или перекрытиях изоляции.

После окончания испытаний электрической прочности изоляции следует повторно измерить сопротивление изоляции мегаомметром 1000 В (по п.10.3.3).

Повторно измеренное сопротивление изоляции не должно отличаться от величины, измеренной до испытания электрической прочности.

При К1 и В допускается проверять электрическую прочность мегаомметром 2500 В в течение 1 мин.

11.3.5 Конфигурирование аппаратных параметров

Конфигурирование аппаратных функций заключается в выборе и установке необходимых перемычек и переключателей в модулях приемника в зависимости от конкретных условий технического применения.

Модуль сигнализации МС. С помощью перемычек выбирается вид контакта реле (замыкающий/размыкающий), логика действия реле («работа», «авария», «предупр») через развязывающие диоды на панель центральной сигнализации. Предусмотрена возможность подключения искрогасительных контуров для усиления контактов в случае необходимости.

На рис.11.1 показана принципиальная схема выходного узла модуля сигнализации без распайки перемычек, а на рис.11.2 – схема этого же узла с распайкой перемычек «по умолчанию» для наиболее часто применяемого варианта подключения приемника «ОРИОН» в цепи сигнализации объекта.

Модуль	Адрес	Установлены перемычки (переключатели)	Примечание
МС (Е7)	«7»	T1-T2, T3-T4	вторичные уровни контакты и логика действия

Модули реле МР. С помощью перемычек выбирается вид контакта (замыкающий/размыкающий); предусмотрена возможность усиления контактов путем подключения искрогасительных контуров.

На рис.11.3 показана принципиальная схема выходного узла модуля реле, а на рис.11.4 – типовая конфигурация «по умолчанию».

Модуль	Адрес	Установлены перемычки	Тип реле
МР1(Е5/1)		T65-T66, T67-T68,	
МР2(Е5/2)		T65-T66, T67-T68,	
МР3(Е5/3)		T65-T66, T67-T68,	
МР4(Е5/4)		T65-T66, T67-T68,	
МР5(Е5/5)		T65-T66, T67-T68,	

Модуль питания МП – универсальный источник вторичных уровней +5V и +24V. Устанавливаемые перемычки выбирают режим подключения накопителя, а также точку подключения схемы контроля наличия напряжения питания.

Модуль	Адрес	Установлены перемычки	Примечания
МП	-		

Модуль демодулятора – ДМ

Модуль	Адрес	Установлены перемычки (переключатели)	Примечания
ДМ			

--	--	--	--

Модуль линейного фильтра – МЛФ прм

Модуль	Адрес	Установлены перемиычки	Примечания
МЛФ	-		

Модуль центрального процессора – ЦП

Модуль	Адрес	Установлены перемиычки	Примечания
ЦП	-		

11.3.6 Конфигурирование программных параметров

Конфигурирование программных параметров приемника осуществляется, исходя из заданных уставок.

Таблица 11.2 – Перечень принимаемых и реализуемых команд

Команда №	Код и наименование команды	ретрансл. «цифровым стыком»	на пуск команды действуют входы	Параметры реле				
				задержка на включение	«зашелка» (операт. возврат реле после сраб.)	Импульсный режим реле		задержка на выключение
		да/нет		t _{вкл} , мс	да/нет	да/нет	t _{имп} , мс	t _{выкл} , мс
АК-01			MP1-KL1 (KL1)					
АК-02			MP1-KL2 (KL2)					
АК-03			MP1-KL3 (KL3)					
АК-04			MP1-KL4 (KL4)					
АК-05			MP1-KL5 (KL5)					
АК-06			MP1-KL6 (KL6)					

AK-07			MP1-KL7 (KL7)						
AK-08			MP1-KL8 (KL8)						
Примечания	диспетчерское наименование и проектный код	на прд	от 1 до 5 любых команд	общая для всех реле 1-10 мс	индивид. для реле	индивидуально 100÷ 25 000 мс	индивид. для реле 0÷25000 мс	исключает t _{имп} , t _{выкл}	исключает t _{выкл} и защелку

Таблица 11.3 – Нумерация реле в АПК Rx

MP1		MP2		MP3		MP4		MP5	
№ в модуле	№ в прм	№ в модуле	№ в прм	№ в модуле	№ в прм	№ в модуле	№ в прм	№ в модуле	№ в прм
KL1	(KL1)	KL1	(KL9)	KL1	(KL17)	KL1	(KL25)	KL1	(KL33)
KL2	(KL2)	KL2	(KL10)	KL2	(KL18)	KL2	(KL26)	KL2	(KL34)
KL3	(KL3)	KL3	(KL11)	KL3	(KL19)	KL3	(KL27)	KL3	(KL35)
KL4	(KL4)	KL4	(KL12)	KL4	(KL20)	KL4	(KL28)	KL4	(KL36)
KL5	(KL5)	KL5	(KL13)	KL5	(KL21)	KL5	(KL29)	KL5	(KL37)
KL6	(KL6)	KL6	(KL14)	KL6	(KL22)	KL6	(KL30)	KL6	(KL38)
KL7	(KL7)	KL7	(KL15)	KL7	(KL23)	KL7	(KL31)	KL7	(KL39)
KL8	(KL8)	KL8	(KL16)	KL8	(KL24)	KL8	(KL32)	KL8	(KL40)

Конфигурация модуля сигнализации

Сигнализация - реле	«Защелка» (вкл/откл)
предупредит. сигнал – KL2	
аварийная неисправность – KL3	
работа прм – KL1	

При включенной «защелке» возврат сигнализации производится оперативно (вручную)

Конфигурация реле модуля сигнализации («защелка» - вкл/откл)	«работа» - KL1	
	«предупр.» - KL2	
	«авария» - KL3	

Включение «защелки» предполагает фиксацию реле в сработавшем состоянии до «сброса» информации кнопкой «сброс». Если «защелка» отключена, то в случае снятия информации (например, устранение неисправности) реле сигнализации устанавливается в исходное состояние. Независимо от наличия «защелки» информация прописывается в журнал событий.

Конфигурация локальной сети:	адрес	
Синхронизация часов		
Способ ввода в работу (авт/операт)		
Установка центральной частоты	F _{центр} , кГц	
Функция передачи сигнала фазы 50 Гц	вкл/откл	
Функция передачи сигналов ТИ	вкл/откл	

Способ ввода в работу выбирается пользователем. В случае выбора автоматического ввода после включения питания центральный процессор осуществляет внеочередной тестовый контроль модулей и отдельных узлов, оценивает уровни назначенных к проверке параметров и, при получении положительного результата, переводит приемник в режим «введен» через ступень «готов». В журнале событий регистрируются следующие события:

- рестарт (включение питания);
- готов (все тест-проверки подтвердили исправность);
- введен (принятые аварийные команды реализуются на заданные реле).

Если пользователь выбирает оперативный (ручной) способ ввода аппарата в работу, то после включения питания центральный процессор выводит аппарат на стадию «готов»; ввод в работу осуществляет персонал нажатием на кнопку «ввод». Записи в журнале аналогичны.

Уровень контрольного сигнала и уровень сигнала аварийной команды выбираются пользователем в зависимости от конкретного канала, в котором работает аппаратура. Установка центральной частоты производится производителем в зависимости от заказа; в случае необходимости может быть изменена пользователем (при этом следует помнить о необходимости регулировки частоты настройки линейного фильтра приемника).

11.3.7 Проверка вторичных уровней питания

Вторичные уровни измеряются контрольным прибором в специально выделенных точках модуля питания. При этом входное питающее напряжение изменяется в пределах $0,8 \div 1,1 U_H$.

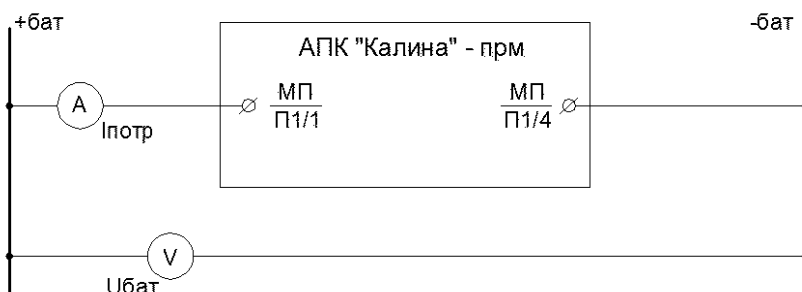
Оперативно контроль вторичных уровней можно осуществить, выбрав в тестовом меню позицию «вторичные уровни».

$U_{\text{пит.прм}}$	МП (аппарата)			
	уровень "+5V"		уровень "+24V"	
	тест-изм.	контр.приб.	тест-изм.	контр.приб.
$0,8 U_H$				
$1,0 U_H$				
$1,1 U_H$				

Измерение вторичных уровней контрольным прибором производится в точках на плате модуля питания МП: TP2 (+5V), TP3 (24V) относительно (DGND).

Вторичные уровни должны быть в пределах:
 $+5V \pm 0,5 V$
 $+24V \pm 2,4 V$

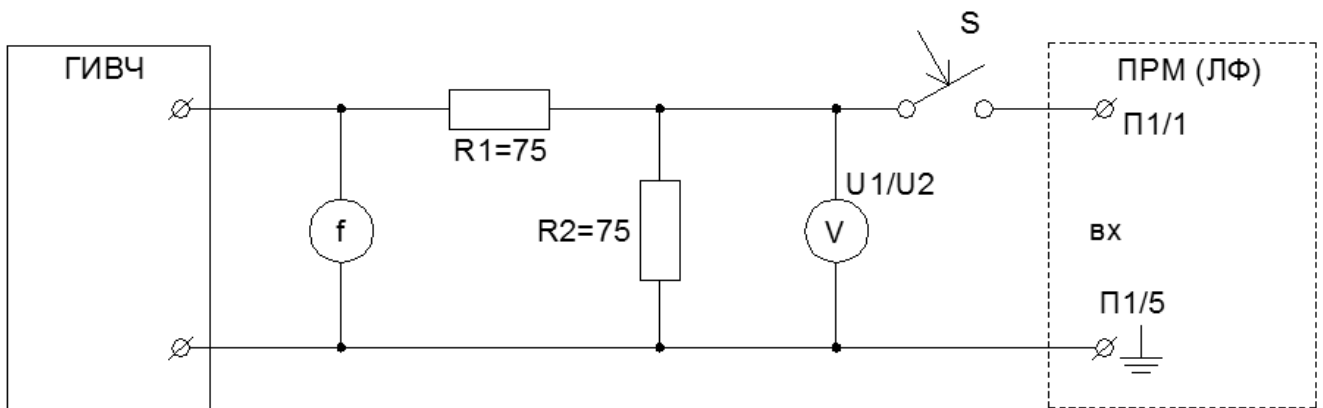
11.3.8 Проверка потребления АПК Rx



Режим \ Параметр	U _{бат} , В	I _{потр} , мА	P, Вт
Прием контрольного сигнала КС			
Реализация аварийных команд АК			

$$S = U_{\text{бат}} * I_{\text{потр}}$$

11.3.9 Проверка вносимого затухания в 75^{Омный} тракт



$$\alpha = 20 \lg \frac{U_3}{U_4}, \text{ db}$$

Переключатель SB «линия» – «эквивалент» установить в положение «линия».

f, кГц	f _н -12	f _н -8	f _н	f _{ср}	f _в	f _в +8	f _в +12
U ₃ , мВ							
U ₄ , мВ							
α _{вн} , дБ							
Норматив, дБ	≤ 1,0 дБ	≤ 1,5 дБ	-	-	-	≤ 1,5 дБ	≤ 1,0 дБ

f_{ср} – средняя частота номинальной рабочей полосы

f_н – нижняя частота номинальной рабочей полосы

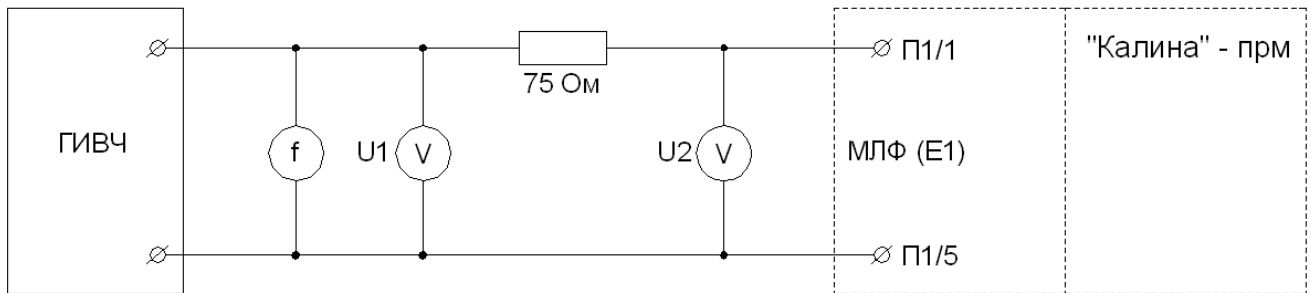
f_в – верхняя частота номинальной рабочей полосы

(для «ОРИОН» АПК Δf=4,0 кГц)

U₃ – показание вольтметра при отключенном переключателе “S”

U₄ – показание вольтметра при включенном переключателе “S”

11.3.10 Проверка входного сопротивления АПК R_х



f, кГц	f _{ниж}	f _{срд}	f _{верх}
U1, мВ			
U2, мВ			
Z, Ом			

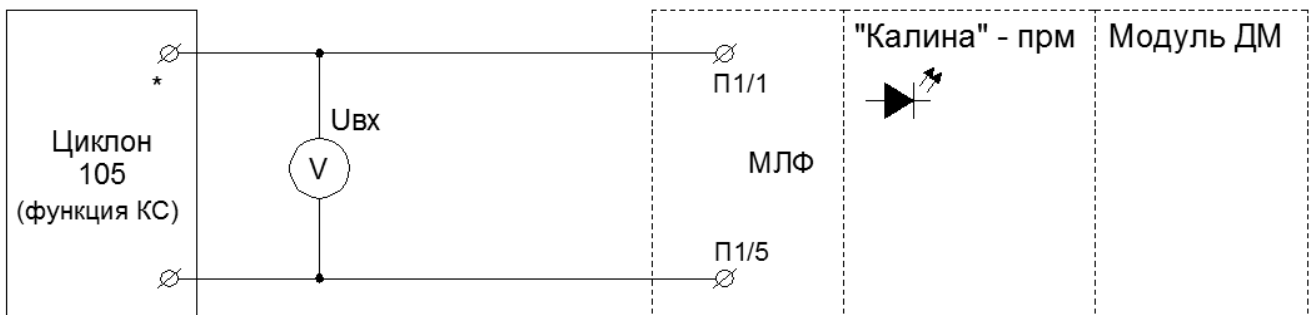
$$Z_{вх} = \frac{U_2}{U_1 - U_2} \cdot 75, \text{ Ом}$$

Входное сопротивление в номинальной рабочей полосе должно быть 75÷25 Ом.

11.3.11 Проверка порога чувствительности АПК Rx и компараторов снижения уровня

АПК Rx отключить от ВЧ канала; переключатель в модуле ЛФ установить в положение «линия – прм».

Схема проверки



	U _ч , мВ	P _ч , дБм	компаратор "Low", дБм		компаратор "High", дБм	
			задано	измерено	задано	измерено

Минимальный порог чувствительности устанавливается изготовителем *минус 20 дБм (27 мВ)*.

Необходимый порог чувствительности определяется проектом либо, при отсутствии проектных данных, исходя из уровня помех на входе прм и необходимого запаса по перекрываемому затуханию.

Уровень срабатывания компаратора «Low» (низкий уровень принимаемого сигнала) задается на 1-2 дБм выше порога чувствительности; действует как аварийный сигнал.

Уровень срабатывания компаратора «High» (высокий уровень принимаемого сигнала) задается ниже уровня принимаемого сигнала в нормальных условиях на величину прироста затухания от гололеда на ВЛ.

В случае необходимости загрузить приемник можно с помощью аттенюатора в модуле МЛФ ($1 \div 15 \text{ дБ}$, дискретность 1 дБм).

Проверка логики компараторов «High» и «Low»

От испытательного генератора подается на прм контрольный сигнал выше порога срабатывания компаратора «High». Затем уровень сигнала снижается до срабатывания компаратора:

- загорается светодиодный индикатор «предупр»
- на дисплее появляется надпись «предупр»
- срабатывает реле предупредительной сигнализации.

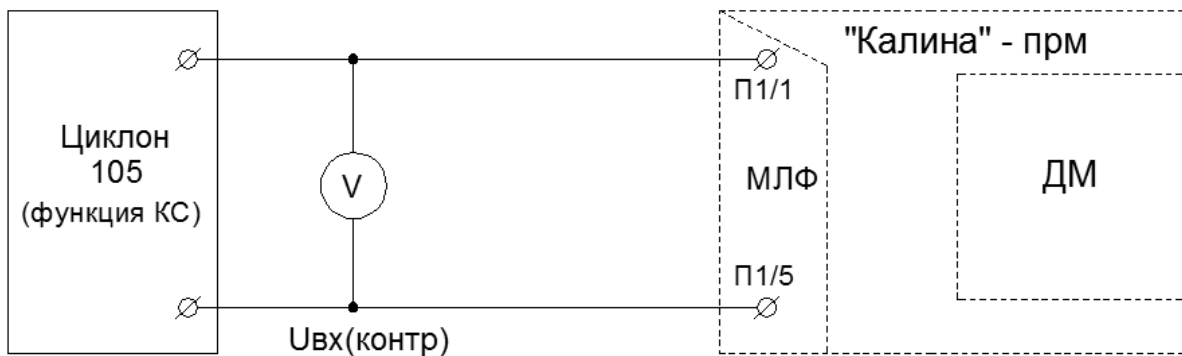
При нажатии кнопки «информация» на дисплее появляется запись «предупр – компаратор «High».

- снизить сигнал от генератора до срабатывания светодиода «авария»;
- на дисплее появляется надпись «Авар»;
- срабатывает реле аварийной сигнализации.

При нажатии на кнопку «информация» на дисплее появляется запись «авария – компаратор «Low».

11.3.12 Проверка и калибровка измерителя входного сигнала АПК Rx (на контрольном сигнале)

Схема проверки



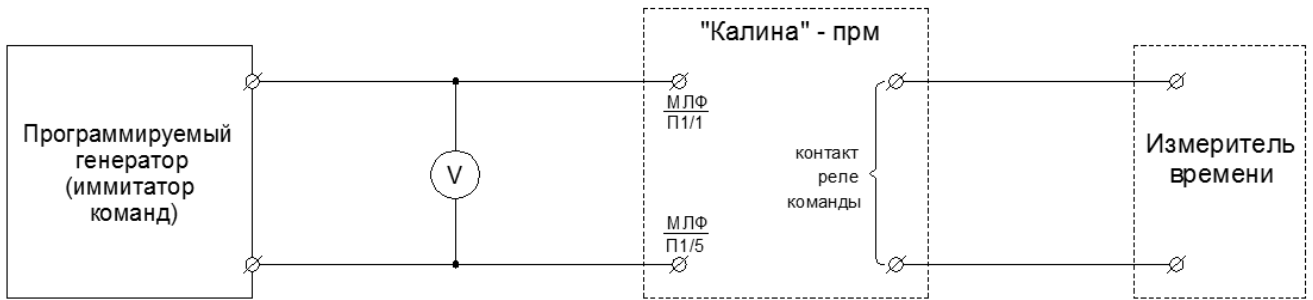
После этого проверяется линейность шкалы.

$U_{\text{вх. (контр)}}$, мВ									
$P_{\text{вх. (контр)}}$, дБм									
$P_{\text{изм}}$, дБм									

Погрешность измерения не должна превышать 10%.

11.3.13 Проверка выдержек времени реле реализации команд

АПК Rx в режиме «введен».



В качестве измерителя времени может быть использован стандартный прибор типа Ф209, Ф291 или «Циклон 105» (функция измерения времени). Имитатор команд формирует задаваемые коды аварийных команд.

параметры \ реле	МУР1 – МР1 ÷ МУР5 – МР5							
	P1 (P1)	P2 (P2)	P3 (P3)	P4 (P4)	P5 (P5)	P6 (P6)	P7 (P7)	P8 (P8)
время вкл. - $t_{вкл}$, мс								
время выкл. - $t_{выкл}$, мс								
время импульса - $t_{имп}$, мс								
«защелка»								
Время фиксации потери КС ($t_{потери\ КС}$)								
Время перезапуска - перерыв питания в течение которого сохраняется режим «введен» ($t_{перез}$)								
Время блокировки приемника – допустимый промежуток времени «ожидания команды» после снятия контрольного сигнала ($t_{блок}$)								

11.3.14 Проверка системы контроля приема команд

Прием команд	Светодиодная индикация	Информация на дисплее	Информация в журнале
Одиночная команда			
Группа команд			

При идентификации приемником кода аварийной команды (АК) или нескольких кодов, на лицевой плате загорается светодиод Н10 «работа». При нажатии на клавишу «информация» на дисплей приемника выводятся данные о принятых аварийных командах (АК). В журнале событий прописываются данные о принятых аварийных командах и сработавших выходных реле.

11.3.15 Тестовое опробование реле реализации команд

Выполняется в режиме «Тесты» после ввода пароля доступа и вывода внешних цепей реализации:
 Enter → Тесты → Пароль (авар. сигнал) → Тест «реле ПА»

В данном тесте выбрать реле, выбрать способ действия (длительное/импульсное) и произвести опробование.

Контроль срабатывания осуществляется по положению контактов исполнительных реле.

реле	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16
длит. срабат.																
импульсн. сраб.																
реле	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P27	P28	P29	P30	P31	P32
длит. срабат.																
импульсн. сраб.																

11.3.16 Тестовое опробование реле сигнализации

Выполняется в режиме «Тесты» после ввода пароля доступа:

Enter → Тесты → Пароль (авар. сигнал) → Тест 1 «реле сигнализации»

В данном тесте выбрать реле и провести опробование.

Контроль срабатывания осуществляется по светодиодной индикации и контактам реле сигнализации (или по сигналам табло на панели центральной сигнализации).

Реле	Предупр К2	Авария К3	Работа К1
Результат проверки			

11.3.17 Проверка функционирования систем контроля АПК Rx

Проверяемый модуль (узел)	Метод проверки	Светодиодная индикация	Информация на дисплее	Внешний сигнал
Неисправность модуля реле МР				
Неисправность модуля управления реле МУР				
Неисправность модуля сигнализации МС				
Неисправность модуля демодулятора ДМ				
Обрыв обмотки исполнительного реле ПА в модуле МР				
Пробой транзистора рабочего напряжения реле модуля МР				

11.3.18 Проверка отсутствия ложных срабатываний

При снятии и подаче оперативного тока переключателем АПК Rx «питание» и автоматом оперативного тока на панели управления АПК Rx, контроль осуществляется по светодиодной индикации, по регистратору модуля ЛП и по реле приема команд.

При «первичном» включении приемника после наладки рекомендуется выполнить «тренировочный прогон» аппарата в течение 72 часов.

12 Возможные неисправности и способы их устранения

Перечень возможных неисправностей и способы их устранения приведены в табл.12.1.

Таблица 12.1 – Перечень возможных неисправностей АПК Rx

Внешнее проявление и дополнительные признаки	Вероятные причины	Метод устранения
1. Не светится переключатель «питание» модуля МП	1. Неправильная полярность подаваемого напряжения 2. Неисправны предохранители модуля питания	1. Проверить полярность питающего напряжения 2. Проверить предохранители
2. Не светятся индикаторы “+24V” и/или “+5V” на лицевой плате приемника	1. Неисправен модуль питания или один из преобразователей 2. Неисправны цепи питания одного из модулей приемника	1. Заменить модуль питания 2. Поочередно извлечь из корпуса приемника «активные» модули; заменить неисправный модуль.
3. На лицевой плате приемника горит светодиод «неисправность ЦП»	Неисправен модуль центрального процессора или элементы связи с модулями приемника	Заменить модуль ЦП
4. На лицевой плате приемника горит светодиод «предупр»	Наличие неисправности (неисправностей), обнаруженных системой самодиагностики приемника; данные неисправности не могут привести к ложной работе или отказу	С помощью дисплея просмотреть информацию о неисправности
5. На лицевой плате приемника горит светодиод «авария»	Наличие неисправности (неисправностей), обнаруженных системой самодиагностики; данные неисправности могут приводить к ложной работе или отказу	1. Вывести аппаратуру из работы. 2. С помощью дисплея просмотреть информацию о возникшей неисправности; заменить неисправный модуль.
6. На лицевой плате не горит светодиод «КС» (контрольный сигнал)	Неисправен демодулятор (модуль ДМ)	С помощью дисплея просмотреть информацию о неисправностях; заменить модуль.

При неисправностях отдельных модулей и узлов (функций) информация о пути поиска и определения характера неисправности отображается на дисплее аппарата. Дополнительную информацию о неисправности можно получить, используя тестовые режимы приемника.

13 Транспортирование и хранение

Транспортирование АПК Rx производится в крытых железнодорожных вагонах, крытых автомашинах, в салонах самолетов и вертолетов (при атмосферном давлении от 84 до 107 кПа) в упакованном виде при соблюдении указанного на упаковке положения тары, в климатических условиях по группе 5 ГОСТ 15150-69.

Тара с упакованным аппаратом укрепляется в транспортном средстве так, чтобы при транспортировке была исключена возможность смещения и ударов.

Распаковку АПК Rx в зимнее время необходимо производить в отапливаемом помещении, предварительно выдержав нераспакованной тару в течение 4^х часов.

АПК Rx должна храниться у потребителя в упакованном виде в любых закрытых помещениях по условиям группы 2 ГОСТ 15150-69.

В помещениях, где хранится аппарат, а также в соседних с ними помещениях, не должны находиться кислоты, щелочи и другие агрессивные химикаты.

Допускается кратковременное (не более 3 суток) хранение аппарата в упакованном виде на открытых площадках с обязательным укрытием водонепроницаемым материалом. При этом должна быть исключена возможность проникновения влаги к ящикам снизу.

14 Гарантии изготовителя

Предприятие-изготовитель гарантирует работоспособность изделия АПК Rx при соблюдении потребителем условий и правил эксплуатации, хранения, транспортировки и монтажа, установленных эксплуатационной документацией.

Гарантийный срок на изделие составляет 24 месяца с даты изготовления.

При возникновении гарантийного случая срок гарантии продлевается на время, в течение которого изделие в целом, или его отдельный модуль, находились в ремонте (с учетом времени доставки).

15 Рекомендации по цифровой ретрансляции команд ПА

на промежуточном пункте тракта

Интерфейс «цифрового стыка» обеспечивает возможность ретрансляции команд на промежуточном пункте тракта от «ОРИОН» АПК Rx на «ОРИОН» АПК Tx. При этом физические параметры канала «цифрового стыка» соответствуют стандарту интерфейса RS-485 (RS-422). Длина канала между прм и прд – до 1000-1200 мм. При длине линии связи более 2 м рекомендуется применять «витую пару» проводов.

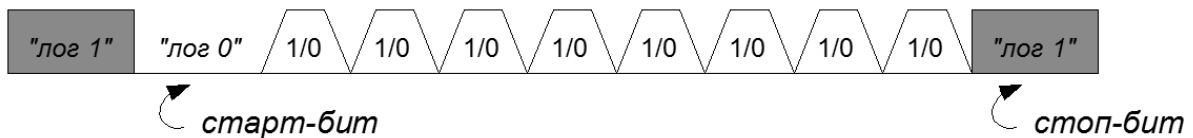
Функциональная схема передачи команд «цифровым стыком» показана на рис.15.1, принципиальная схема – на рис.15.2.

Сдвиговой регистр передатчика выдает в последовательный порт биты передаваемого кадра. Сдвиговой регистр приемника по биту накапливает принимаемые из порта биты.

Приемник и передатчик могут работать одновременно, независимо друг от друга через свои порты: R_x – порт приемника, T_x – порт передатчика. Информация передается последовательной установкой на указанных портах уровней «лог 1» и «лог 0».

По умолчанию передатчик устанавливает на своем выходе в линию уровень «лог 1». Передача данных начинается посылкой старт-бита с нулевым уровнем, затем идут биты данных («лог 1» и «лог 0») и в конце осуществляется посылка стоп-бита с уровнем «лог 1».

При этом кадр послылки выглядит примерно так:



Чтобы передатчик и приемник «понимали» друг друга необходимо оговорить:

- 1) скорость передачи данных;
- 2) формат «кадра».

Скорость передачи (baud rate) – это количество информационных посылок за секунду. Измеряется в *бодах*. Правильнее было бы назвать «скорость манипуляции»: «лог 1» / «лог 0» или $f1 / f2$ и т.д. Скорость передачи – величина, обратная длительности минимальной посылки.

$$V_n = \frac{1}{\tau_{min}}, \text{ Бод}$$

где τ_{min} – длительность минимальной посылки.

Таким образом:

Скорость манипуляции, Бод	Длительность τ , мс
200	5,0
600	1,67
1200	0,835
2400	0,417
9600	0,104

Для «цифрового стыка» аппаратуры АКА принята скорость: 500 кбит/с, т.е. длительность минимальной посылки примерно 2 мкс.

Формат кадра определяется числом «стоп-битов» (1 или 2), числом бит данных (8 или 9), а также назначением девятого бита.

Передатчик и приемник *тактируются*, как правило, с 16^м кратной частотой скорости передачи. Это диктуется необходимостью анализа *сигнала бита*.

Приемник по «переднему» фронту старт-бита отсчитывает несколько тактов и считывает три такта (как раз середина старт-бита). Если 2 из 3 - «лог 0», то приемник решает, что принят «старт-бит». В противном случае – это шум. После фиксации «старт-бита» приемник ведет анализ битов данных (так же 2 из 3 в середине бита), определяет «лог 0» (или «лог 1») и записывает их в сдвиговый регистр. В конце кадра аналогично определяется «стоп-бит».

По ЛС «цифрового стыка» передаются кадры с кодами команд. Таким образом, если приемник принял команды, например, ПА10, ПА4, ПА5, то в таком же порядке эти команды будут и переданы передатчиком: ПА10, ПА4, ПА5.

Линия связи выполняется двумя проводами (витая пара). В основе интерфейса RS485 положен принцип дифференцированной передачи данных: по одному проводу условно передается *оригинальный сигнал*, а по другому – его инверсная копия. Таким образом, между двумя проводами витой пары *всегда есть разность потенциалов*:

«лог 1» - положительная;

«лог 0» - отрицательная.

Такой способ передачи информации обеспечивает высокую устойчивость к синхронной помехе (помехе, действующей на оба провода). В перевитых проводах наводка от помехи одинакова, при этом разность потенциалов между проводами остается неизменной.

Аппаратная реализация такого интерфейса (рис.15.3) – микросхемы типа ADM489 с дифференциальными входами/выходами (к линии) и цифровыми портами (к портам контроллера). Существует два варианта такого интерфейса: RS422 и RS485. RS422 – полнодуплексный интерфейс, прием и передача идет по двум отдельным парам проводов (на каждой паре – только один передатчик).

На противоположном конце линии связи «цифрового стыка» кадры данных поступают на асинхронный приемопередатчик в модуле центрального процессора. Гарантированная чувствительность приемника составляет ± 200 мВ; т.е. когда разностный сигнал $U > +200$ мВ – это уровень «лог 1», а когда разностный сигнал $U < -200$ мВ – это уровень «лог 0».

По возможности, не следует проводить «витую пару» вдоль силовых кабелей. Некачественная «витая пара» может быть источником проблем помехозащищенности – чем меньше «шаг» витой пары (чаще перевиты провода), тем лучше. В промышленных условиях (электростанции) рекомендуется применять витую пару (витые пары) в экранированном кабеле. Экран, охватывающий «витые пары», защищает их от паразитных емкостных связей и внешних магнитных полей. Экран, как правило, следует заземлить в одной точке: обычно на прм. В случае достаточно длинного кабеля (до 1000 м) для защиты от радиопомех рекомендуется экран заземлить на стороне прд через конденсаторы емкостей через примерно 0,01 мкФ.

«Собственная» информация (команды, поступающие на передатчик через МВ) является приоритетной перед информацией, получаемой через «цифровой стык». Например, если в момент прихода цифровым стыком команд АК10, АК4, АК5 на управляющем входе длительной команды АК16 имеется управляющее воздействие, то передача команды АК16 не прерывается;

коды команд АК10, АК4, АК5 записываются в память. После окончания передачи команды АК16, записанные от «цифрового стыка» команды передаются, но уже в порядке приоритетов, т.е. АК4, АК5, АК10.

Если на момент передачи ретранслируемой команды «придет» управляющее воздействие на один (или несколько) вход(ов) МВ1-МВ4, то передача ретранслируемых команд будет прервана, переданы собственные команды, а затем переданы ретранслируемые команды.

«Потери» ретранслируемых команд при «цифровом стыке» не происходит (при НЧ ретрансляции это возможно). При конфигурировании функций аппарата и команд необходимо:

Параметр		«ОРИОН» АПК Rx						«ОРИОН» АПК Tx									
Трансляция Ц.С.		Вкл.						Вкл.									
Ком. АК 1-8	трансл. Ц.С.	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ком. АК 9-16	трансл. Ц.С.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-
Ком. АК 17-24	трансл. Ц.С.	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ком. АК 25-32	трансл. Ц.С.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Знак (+) означает передачу ретранслируемой команды. Кроме того, необходимо задать соответствие команды, принятой по ВЧ/НЧ каналу номеру команды в «цифровом стыке» передатчика																	
Ком. АК: ком ВЧ/НЧ №... → ком ЦС №...		№4 → ком ЦС № 11 №5 → ком ЦС № 12 №6 → ком ЦС № 13 №9 → ком ЦС № 14 №20 → ком ЦС № 15															

При ретрансляции команд «цифровым стыком» по сравнению с «релейной ретрансляцией» время на прием сокращается на $t_{\text{вкл прд}} + t_{\text{реле прм}}$

где $t_{\text{вкл прд}}$ – задержка на пуск команды в прд (от 1 до 10 мС)

$t_{\text{вкл прм}}$ – время срабатывания реле в прм (3 - 4 мС)

Передатчик «ОРИОН» может передавать одну и ту же команду, формируемую как контактным воздействием (через МВ), так и «цифровым стыком». Светодиодная индикация на дисплее прд не позволяет различить источник «рождения» команды, также записи в журнале регистрации различаются:

нач. (кон.) ретрансляция АК № (при ретрансляции);

нач. (кон.) команда АК № (при контактном воздействии).

Рассмотрим поведение аппаратуры в различных ситуациях:

Ключ $SX_{\text{прм}}$ – «введено», ключ $SX_{\text{прд}}$ – «введено» → неисправностей нет.

1. Ключ $SX_{\text{прм}}$ устанавливаем в положение «выведено». На «ОРИОН» АПК Rx светодиодная индикация «предупр» и срабатывание внешней предупредительной сигнализации; на дисплее: «предупр» → «цифровой стык» неисправен (выведен).
2. Установим ключ SX прм в положение «введено». На прм гаснет светодиодная индикация «предупр», и «возвращается» реле предупредительной сигнализации; на дисплее запись нормального режима работы прм.
3. Установим ключ SX прд в положение «выведено». На прд светодиодная индикация «предупр» и срабатывание реле внешней предупредительной сигнализации; на дисплее запись: «предупр» - цифровой стык неисправен (выведен). В журнале событий запись: «неиспр. (вывод) цифрового стыка». При этом передатчик остается в работе: передаются «свои» команды (от модулей входных воздействий). Команды «цифрового стыка» не передаются. На прм неисправностей не появляется.
4. Ключ SX прд установим в положение «введено». Все сигналы неисправности (светодиод, реле сигнализации, запись на дисплее) автоматически «снимаются». В журнале прд появляется запись о восстановлении цифрового стыка.
5. При исправном «цифровом стыке» ключи SX прм и SX прд установить в положение «выведено». На прд и прм срабатывает предупредительная сигнализация (как показано в п.1 и п.3). Команды «цифровым стыком» не передаются; прм принимает и реализует команды; прд передает команды, формируемые от МВ.
6. При исправном «цифровом стыке» ключи SX прд и SX прм установлены в положение «введено». Аппаратура выполняет все функции по приему и передаче команд (в том числе и через «цифровой стык»).
7. Если нарушен «цифровой стык», то как уже и говорилось, на прд предупредительная сигнализация (светодиод «предупр», реле «предупр» и запись на дисплее и в журнале событий). При воздействии управляющего сигнала на МВ передатчика передается соответствующая команда, загорается светодиод «работа», организуется запись на дисплее и в журнале о переданной команде (командах).

«Свои» команды прд (формируемые от МВ) приоритетны перед командами, транслируемыми «цифровым стыком». Но «потери» транслируемых команд не происходит, они будут переданы сразу же после окончания передачи «своих» команд.

16 Вопросы совместимости АПК Rx с аппаратурой других производителей в комбинированных каналах

Совместимость аппаратуры «ОРИОН» с аппаратурой других производителей определяется возможностью установки соответствующего программного обеспечения в модули:

- «формирователя сигналов» (ФС) передатчика;
- «демодулятора сигналов» (ДМ) приемника

и конфигурирования собственных функций с максимальным приближением к функциям аппарата, с которым «ОРИОН» будет работать.

Как известно, применяемая в настоящее время аппаратура (ВЧТО-М, АНКА-АВПА, АКПА-В, АКА «Кедр», УПК-Ц) использует так называемый «частотный код»; в режиме ожидания в канал передается контрольный гармонический сигнал; при передаче команды контрольный сигнал включается и в канал передается:

- один гармонический сигнал из «стандартной телеграфной сетки» или
- последовательно два-три гармонических сигнала из «сетки» (последовательный частотный код) или
- два гармонических сигнала одновременно (параллельный частотный код).

Варианты возможных частотных кодов приведены в табл.15.1.

Для работы передатчика «ОРИОН» с одним из перечисленных в табл. аппаратов, в модуле «формирователя» устанавливается соответствующая программа, обеспечивающая формирование необходимых гармонических сигналов. Кроме того, при конфигурировании функций передатчика «ОРИОН» следует учесть особенности логики приемника комбинированного канала: длительность передачи команды, количество передаваемых команд и т.д.

При наличии дополнительных функций (передача фазы промышленной частоты, передача телеизмерений, сигнала синхронизации часов) передатчик должен обеспечивать их по протоколу приемника, работающего «в паре» с передатчиком «ОРИОН».

Для работы приемника «ОРИОН» с одним из перечисленных в табл.15.1 передатчиков, в модуле «демодулятора» устанавливается соответствующая программа, обеспечивающая выделение из ВЧ сигнала на входе приемника гармонических сигналов, соответствующих определенным командам данного типа аппаратуры.

При конфигурировании функций приемника следует учитывать особенности работы передатчика комбинированного канала: количество передаваемых команд, длительность передачи (существования) команды, наличие длительных команд и т.д.

Кроме того, следует помнить, что приемник гармонических сигналов должен обеспечивать защиту от излишних срабатываний при воздействии на его вход электрических помех, наиболее опасными из которых считаются широкополосные помехи, возникающие при коронировании высоковольтных проводов, выключателей и разъединителей.

Защита от их влияния осуществляется введением в приемник так называемой системы ШОУ (широкополосный фильтр, ограничитель, узкополосный фильтр). Соотношение между уровнями полезного сигнала и широкополосной помехи на выходе узкополосного фильтра команды определяется выражением:

$$\frac{U_{\text{сигн}}}{U_{\text{помех}}} \approx \sqrt{\frac{\Delta f_{\text{ш}}}{\Delta f_{\text{у}}}},$$

где $\Delta f_{\text{ш}}$ и $\Delta f_{\text{у}}$ - ширина полосы широкополосного и узкополосного фильтров.

Такое соотношение позволяет с включенным за узким фильтром компаратором исключить ложную работу приемника даже при отсутствии на входе приемника контрольного (охранного) сигнала.

При наличии у передатчика комбинированного канала дополнительных функций (передача фазы промышленной частоты, передача телеизмерений, синхронизация часов и т.п.) приемник «ОРИОН» должен обеспечивать их реализацию по протоколу передатчика, работающего комбинированном канале.

17 Утилизация АПК Rx

АПК Rx не требует специальных методов утилизации, т.к. не представляет опасности для жизни и здоровья людей и окружающей среды после окончания срока эксплуатации.