

ТОВ «Корпорація Електропівденьмонтаж»

**Аппаратура передачи команд
«ОРИОН» АПК Тх**

Руководство по эксплуатации

СОДЕРЖАНИЕ

1	Введение	4
2	Назначение аппаратуры	5
3	Принцип действия. Функциональная схема	6
4	Технические характеристики	9
4.1.	Параметры высокочастотного канала	9
4.2.	Параметры передачи команд	10
4.3.	Параметры сигнализации	10
4.4.	Параметры телемеханики и телепередачи фазы	11
4.5.	Интерфейс локальной информационной сети	11
4.6.	Параметры по питанию, 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 питания усилителя мощности (МП-УМ)	17
7.4.	Модуль усилителя мощности (УМ)	18
7.5.	Модуль формирователя сигналов (ФС)	20
7.6.	Модуль центрального процессора (ЦП)	29
7.7.	Модуль сигнализации (МС)	33
7.8.	Модуль лицевой платы (ЛП)	34
7.9.	Модуль входных воздействий (МВ)	35
8	Структура меню АПК Тх	37
9	Маркировка, пломбирование, упаковка	48
10	Монтаж и подключение	49
11	Техническое обслуживание	52
11.1	Периодичность технического обслуживания	52
11.2	Объем работы при техническом обслуживании	53
11.3	Методика проверки	54
11.3.1	Внешний осмотр	54
11.3.2	Внутренний осмотр	54
11.3.3	Измерение сопротивления изоляции	54
11.3.4	Испытание электрической прочности изоляции цепей питания, сигнализации и управления	54
11.3.5	Конфигурирование аппаратных параметров	55
11.3.6	Конфигурирование программных параметров	56
11.3.7	Проверка вторичных уровней питания	59
11.3.8	Проверка потребления АПК Тх	59
11.3.9	Проверка параметров дискретных входов	60
11.3.10	Проверка уровней передачи контрольного сигнала (КС) и аварийных команд (АК)	62
11.3.11	Проверка вносимого затухания	63
11.3.12	Проверка функционирования систем контроля исправности	64
11.3.13	Проверка работы АПК Тх в тестовых режимах	65
11.3.14	Проверка времени передачи АК и задержки на передачу АК	66
11.3.15	Проверка отсутствия ложных срабатываний при включении и отключении опертока	67
12	Возможные неисправности и способы их устранения	68
13	Транспортирование и хранение	69
14	Гарантии изготовителя	70
15	Рекомендации по цифровой ретрансляции команд ПА на промежуточном пункте тракта	71
16	Вопросы совместимости АПК Тх с аппаратурой других производителей в комбинированных каналах	75
17	Утилизация АПК Тх	76

1 Введение

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

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

При изучении АПК Тх необходимо дополнительно использовать следующие документы:

- «ОРИОН» АПК Тх Схемы электрические принципиальные;
- «ОРИОН» АПК Тх Перечни элементов;
- «ОРИОН» АПК Тх Расположение элементов на платах;
- «ОРИОН» АПК Тх 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.

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

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

АПК Тх 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 Тх 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 Тх удовлетворяет всем отраслевым стандартам (ГОСТ Р, ИЕС 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 (DSS Direct-sequence spectrum).

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»:

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

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 п-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 ($\times$). После перемножения низкочастотным фильтром ФНЧ выделяется из результата перемножения постоянная составляющая:

$$\cos(\omega t + \varphi_{\kappa}t - \omega t - \varphi_{\kappa}t) = \cos(0),$$

которая накапливается в интеграторе (І) 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 Тх приведена на рис. 3.2.

В состав АПК Тх входят следующие модули:

- ФС – модуль формирования сигналов (КС, АК, ТИ, СФ)
- УМ – модуль усилителя мощности;
- ЛФ – модуль линейного фильтра;
- МВ1÷МВ4 – модули входных воздействий;
- ЦП – модуль центрального процессора;
- МС – модуль сигнализации;
- МП – модуль питания;
- МПУ – модуль питания усилителя;
- лицевая плата с дисплеем и клавиатурой.

Модули входных воздействий МВ преобразуют дискретные аварийные сигналы-команды в двоичный код и передают модулю центрального процессора ЦП. Общение между модулем ЦП и модулями МВ осуществляется по параллельной шине данных (тактовая частота ≈ 4 МГц).

Модуль формирователя сигналов ФС формирует фазоманипулированный сигнал, соответствующий контрольному сигналу КС или одной из аварийных команд АК.

Передача контрольного сигнала осуществляется непрерывно и обеспечивает синхронизацию приемника с передатчиком, осуществляя также функцию контроля исправности ВЧ канала. Кроме того, передаваемый от формирователя контрольный сигнал может содержать информацию о фазе напряжения промышленной частоты и данные телеметрии. Сигнал фазы напряжения 50 Гц поступает от источника (трансформатор напряжения) непосредственно на модуль ФС по отдельному входу с гальванической развязкой. Данные телеметрии поступают также на модуль ФС по входу (эл. интерфейс RS422).

Несущая частота линейного сигнала может устанавливаться в диапазоне от 24 кГц до 1000 кГц с шагом 4,0 кГц. Уровень выходного сигнала формирователя устанавливается 0 ± 3 дБм.

Общение с центральным процессором осуществляется по параллельной шине.

Выходной сигнал модуля ФС поступает на вход усилителя мощности (модуль УМ). Это линейный усилитель, выходная мощность которого может регулироваться в пределах от +32 дБм до +47 дБм ($1,6 \text{ Вт} \div 50 \text{ Вт}$) с шагом 1 дБм. Управление мощностью осуществляется от центрального процессора (модуль ЦП), который также осуществляет диагностику УМ и управление режимами (форсаж мощности). Общение УМ с модулем ЦП осуществляется последовательным интерфейсом.

Уровень внеполосных излучений при работе на любой частоте диапазона $24 \div 1000$ кГц при уровне передачи +45 дБм не превышает нормативов, указанных в разделе 4 РЭ.

Выходной усиленный сигнал поступает в высокочастотный канал через модуль линейного фильтра (ЛФ). Модуль ЛФ представляет собой линейный контур с выходным трансформатором для согласования передатчика с ВЧ каналом.

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

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

Электропитание передатчика осуществляется от двух модулей питания:

МП – общий модуль питания (уровни +5V и +24V);

МПУ – модуль питания усилителя мощности.

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

Модуль центрального процессора реализует функцию цифровой ретрансляции команд («цифровой стык») через интерфейс типа RS485 (I).

Выход в информационную сеть осуществляется через интерфейс RS485 (II).

4 Технические характеристики

4.1 Параметры высокочастотного канала

№	Описание характеристики	Данные
4.1.1	Диапазон рабочих частот АПК Тх	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 АПК Тх в 75 ^{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 загробления приемника ступенями	1 ÷ 15 дБ с шагом 1 дБ

4.2 Параметры передачи 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	В передатчике обеспечивается свободное конфигурирование дискретных входов передатчика на пуск аварийных команд АК	На передачу АК может действовать 1÷5 дискретных датчиков
4.2.5	Количество дискретных датчиков входных сигналов в модуле МВ	8
4.2.6	Количество модулей входных воздействий	1/2/3/4 (по заказу)
4.2.7	Номинальное напряжение дискретного датчика	220/110 В (по заказу)
4.2.8	Напряжение срабатывания дискретного датчика сигнала	$0,6 \div 0,7 U_H$
4.2.9	Входное сопротивление дискретного датчика выполнено с автоматическим переключением с выдержкой времени 1,5 с	10/60 кОм (при $U_H=220$ В)
4.2.10	При одновременном появлении управляющих воздействий на дискретных входах, осуществляющих пуск разных команд, обеспечивается запоминание и поочередная передача команд в порядке приоритетов	команда с меньшим № более приоритетна

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 АПК Тх выводится подробная информация о сработавшей сигнализации.

4.4 Параметры телемеханики и телепередачи фазы

4.4.1	АПК Тх обеспечивает передачу сигналов телемеханики со скоростью	50-1200 Бод
4.4.2	Цепи входа (выхода) канала телемеханики изолированы и уравниваются 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 k
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 Тх 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 питанию, изоляции, ЭМС

- 4.6.1 Напряжение питания АПК Тх: DC 220 (110D) + 10% - 20%
- 4.6.2 Соответствие АПК Тх 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 Тх выдерживает без повреждения и ложных действий:
- выключение и включение электропитания;
- медленное (более 10 сек) изменение электропитания от номинального значения (после указанных изменений напряжения электропитания АПК Тх автоматически восстанавливает свою работоспособность).
- 4.6.6 АПК Тх 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 Тх выдерживает без повреждения подключение электропитания с обратной полярностью.
- 4.6.8 Изоляция цепей АПК Тх 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 Тх 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.
- 4.6.12 Модуль питания АПК Тх имеет контроль входного питающего напряжения.

5 Конструкция

Габаритные и установочные размеры АПК Тх и АПК Тх-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 Тх допускают присоединение проводов сечением от 0,08 до 2,5 мм².

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

Масса АПК Тх не превышает 11 кг (10 кг для АПК Тх-8).

6 Состав

АПК Тх разработан для передачи 32^x кодовых сигналов (команд) и контрольного кода (контрольного сигнала).

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

- для передатчика модули дискретных входов (МВ);
- для приемника модули реле (МР) и модули управления реле (МУ-Р), 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 АПК Тх.

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

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

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

Модули, устанавливаемые в АПК Тх:

№	Наименование модуля	Обозначение	Количество	Примечания
1	Модуль питания		1	
2	Модуль питания усилителя		1	
3	Модуль усилителя мощности		1	
4	Линейный фильтр		1	
5	Модуль формирователя сигналов		1	
6	Модуль сигнализации		1	
7	Модуль центрального процессора			
8	Модуль лицевой платы		1	
9	Модуль входных воздействий		4 3 2 1	корпус «А» корпус «А» корпус «А» корпус «В»

Все модули взаимозаменяемы, кроме модуля линейного фильтра, который требует настройки на заданную рабочую полосу частот (расчет и набор величины емкости фильтра).

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 АПК Тх.

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 Н1 и Н2 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 перемычки.

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 +5V (лог 1) подается в модуль ЦП для контроля. При снижении питающего напряжения ниже заданного порогового уровня на выходе узла контроля питания – уровень «лог 0».

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

Схема контроля наличия питающего напряжения обычно подключается на входе модуля питания (Т8-Т9), но может быть переключена «под накопитель» (Т8-Т7).

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 Тх осуществляет:

- согласование АПК Тх с высокочастотным каналом;
- обеспечение параллельной работы АПК Тх с аппаратурой иного назначения на один ВЧ кабель;
- защиту АПК Тх от воздействия импульсов помех со стороны ВЧ кабеля;
- фильтрацию сигнала после усилителя мощности.

Усиленный в модуле УМ высокочастотный сигнал поступает в модуль ЛФ через *внешний силовой разъем П1*.

Модуль ЛФ содержит силовой LC контур (C_{Σ} - L_{Σ}) и выходной трансформатор Тр с отпайками для согласования передатчика с ВЧ каналом 75 Ом в частотных поддиапазонах. (Для согласования передатчика с ВЧ каналом, входное сопротивление которого отличается от 75 Ом, применяется специальный согласующий трансформатор – см. разд. _____)

Универсальная катушка индуктивности $L_{\Sigma} \approx 50 \text{ мкГн}$ используется во всех поддиапазонах частотного спектра. Необходимая емкость в контуре рассчитывается по формуле:

$$C_{\Sigma} = \frac{25,3 \cdot 10^6}{L_{\Sigma(\text{мГн})} \cdot (f_{\text{кГц}})^2}, \text{ пФ}$$

Точная настройка контура на требуемую частоту осуществляется набором конденсаторов « C_{Σ} » и подстроечником катушки.

Узел контроля тока выхода передатчика « $I_{\text{вых}}$ » содержит измерительный трансформатор тока Тр2 и выпрямитель со схемой сглаживания (VD3, VD4, R3, R5, R7, R9, C3, C4); резистор R9 регулируемый для корректировки измеряемой величины («оцифровка» измеренной величины осуществляется в модуле УМ).

Узел контроля напряжения выхода передатчика « $U_{\text{вых}}$ » содержит разделительный конденсатор C5, делитель ($R1 \div R2$) и выпрямитель со схемой сглаживания (R4, R6, R8, C1, C2, VD1, VD2); резистор R8 регулируемый («оцифровка» измеренной величины также осуществляется в модуле УМ).

С помощью переключателя SB выход передатчика переключается на «линию» (клемма П___/1) или на внутренний эквивалент. В качестве эквивалента используется схема из 4^х параллельно включенных резисторов (300 Ом, 10 Вт), что обеспечивает эквивалент ВЧ канала 75 Ом, 40 Вт.

Защита от перенапряжения с ВЧ кабеля осуществляется с помощью варистора RU1.

Для подключения контрольного измерительного прибора предусмотрено специальное измерительное гнездо «Гн». Имеются контрольные точки для измерений при отладке модуля: КТ1 ÷ КТ4.

Резистор R14 (4 Ом, 2 Вт) используется при регулировке (проверке) характеристик линейного фильтра.

7.3 Модуль питания усилителя мощности (МП-УМ)

Модуль питания усилителя мощности (МП-УМ) предназначен для питания модуля усилителя мощности. Допустимый ток нагрузки до 2,3 А. Модуль питания содержит два одноканальных источника питания U1, U2, которые представляют собой (AC)DC/DC преобразователи типа TMT 50124, включенные последовательно. Рабочая частота преобразования ≈ 100 кГц.

Индуктивности L1, L2 с конденсаторами C5 ÷ C10 представляют фильтр радиопомех. Индуктивности L3, L4 с конденсаторами C11-C32 осуществляют фильтрацию вторичных уровней 24V. Наличие уровней «+24-I» «+24-II» визуально контролируется светодиодами HL1, HL2. Для измерения контрольным прибором первичных и вторичных уровней предусмотрены контрольные точки КТ1 ÷ КТ5.

Нелинейные резисторы RK1 и RK2 – защита от броска тока при включении питания. Наладочные переключки Т1 – Т3, Т2 – Т4, Т5 – Т6 используются для измерений при отладке и диагностике модуля.

Контроль уровня «+48V» и «оцифровка» осуществляется непосредственно в модуле УМ.

7.4 Модуль усилителя мощности (УМ)

Усилитель мощности (УМ) предназначен для линейного усиления высокочастотного сигнала в полосе частот $24 \div 1000$ кГц.

Мощность на выходе усилителя может регулироваться в пределах *от 30 до 47 дБм* с дискретностью задания *1 дБм*. Входное сопротивление усилителя $75 \pm 10\%$ Ом, выходное сопротивление $4 \pm 10\%$ Ом.

Максимальное значение входного сигнала составляет *0,707 В* (среднеквадратичное значение). «Форсировка» (установка на выходе усилителя максимального, заданного при конфигурировании, уровня мощности) осуществляется управляющим сигналом **“In_Force_N”** уровня **т.т.л.**

Электропитание УМ осуществляется от внешнего источника напряжения постоянного тока $+48 \pm 10\%$ В и $+5 \pm 10\%$ В.

Максимальная потребляемая мощность (в любом режиме) не превышает 120 Вт.

УМ выполняет также функцию измерения (оцифровки):

- уровня выходного напряжения ВЧ сигнала передатчика (внешний сигнал ADC_U $0 \div 5$ В);
- величин тока выхода передатчика в ВЧ канал (внешний сигнал ADC_I $0 \div 5$ В);
- величины уровня напряжения питания $+48$ В.

В непрерывном режиме осуществляется функция контроля:

- уровня входного (информационного) сигнала;
- предельного значения тока, потребляемого УМ;
- температуры радиатора выходных транзисторов;
- уровня напряжения питания УМ ($+48$ В).

Информационно-техническое сопряжение УМ с другими устройствами осуществляется по последовательному интерфейсу RS 422.

Структурная схема модуля УМ приводится на рис. 7.1. Входной сигнал “In_RF_Sign”, *0,707 В* от модуля формирователя ФС поступает на схему согласующего устройства (операционный усилитель с входным сопротивлением 75 Ом) и на детектор входного сигнала. Схема управления и контроля осуществляет непрерывный контроль наличия входного информационного сигнала. После согласующего устройства информационный сигнал поступает на схему управления мощностью, представляющую собой цифровой аттенюатор (шаг регулировки *0,5 дБм*), а затем – на собственно усилитель мощности (усилитель постоянного тока с однополярным напряжением питания $+48$ В). Усиленный сигнал с постоянной составляющей $24 \pm 1,5$ В поступает на выход усилителя через датчик тока. Нагрузкой усилителя мощности (модуль ЛФ) является LC-контур с выходным согласующим трансформатором.

Контроль потребления усилителя (перегруз по току) осуществляет схема контроля тока – компаратор, осуществляющий сравнение величины тока УМ от датчика тока с наперед заданным порогом предельной нагрузки. В случае превышения этого порога схема контроля и управления вырабатывает сигнал, по которому загорается индикатор HL9 «перегруз» и снижается выходная мощность усилителя до минимального уровня.

С целью предотвращения перегрева выходных транзисторов усилителя мощности, установленных на общем радиаторе, в УМ предусмотрен температурный датчик. Сигнал датчика автоматически обрабатывается схемой контроля и управления, которая при достижении предельно-допустимой температуры зажигает индикатор HL6 «перегрев» и снижает выходную мощность усилителя до минимального уровня.

Сигнал перевода усилителя в режим форсажа мощности “In_Force_N” подается от модуля ФС на схему согласующей логики, которая работает по схеме “И” – режим

форсажа автоматически блокируется, если УМ находится во внештатном состоянии (перегрузка по току потребления, перегрев выходных транзисторов, уровень питания +48 В за допустимыми пределами). В этой ситуации возможно повреждение УМ.

Для измерения временных характеристик передатчика при техническом обслуживании:

- задержка на пуск аварийной команды (АК);
- длительность существования команды;

предусмотрено специальное твердотельное реле («сухой контакт»), которое включается сигналом “In_Force_N”. Контакты реле выведены на внешний клеммник для подключения измерительного прибора (миллисекундомера).

УМ «оцифровывает» величины напряжения ($U_{\text{вых}}$) и тока ($I_{\text{вых}}$) передатчика, величину напряжения питания усилителя «+48 В». Оцифрованные величины передаются в модуль центрального процессора (ЦП).

В модуле УМ предусмотрена служебная светодиодная индикация:

Обозначение			Цвет	Функция в модуле
HL1	«+48 V»		зеленый	наличие уровня питания +48 V
HL2	«+12 V»		зеленый	наличие уровня питания +12 V
HL3	«-12 V»		зеленый	наличие уровня питания -12 V
HL4	« $U_{\text{вх}}$ »		зеленый	наличие входного сигнала от ФС
HL5	«+5 V»		зеленый	наличие уровня питания +5 V
HL6	OVHT	«перегрев»	красный	перегрев выходных транзисторов
HL7	«-5 V»		зеленый	наличие уровня питания -5 V
HL8	Force	«форсаж»	зеленый	форсаж уровня передачи
HL9	Overload	«перегрузка»	красный	перегрузка усилителя мощности
HL10	Fault	«неиспр»	красный	неисправность УМ
HL11	Norma	«норм»	зеленый	нормальный режим УМ

На плате УМ предусмотрены контрольные точки «КТ» для проведения измерений при диагностике и отладке модуля.

7.5 Модуль формирователя сигналов (ФС)

Модуль формирователя сигналов (ФС) предназначен для формирования контрольного сигнала «КС» и сигналов аварийных команд «АК».

Кроме того, ФС обеспечивает возможность дополнительной *модуляции* контрольного сигнала «КС» для передачи данных телемеханики «ТИ», сигнала фазы промышленной частоты 50 Гц «СФ», сигнала синхронизации часов приемника «ОРИОН» (по часам передатчика) «СС».

Основные технические данные модуля ФС представлены в таблице.

Диапазон рабочих частот	24 ÷ 1000 кГц
Полоса частот канала по уровню минус 3дБ	4,0 ± 0,1 кГц
Отклонение частоты ВЧ сигнала от номинального значения, не более	±1 Гц
Среднеквадратичное напряжение выходного ВЧ сигнала	0,707 ± 0,07 В (при синусоидальном сигнале)
Выходное сопротивление ВЧ выхода	75 ± 7,5
Диапазон допустимых значений напряжения на входе сигнала фазы (среднеквадратичное значение)	80 ÷ 230 В (частота сигнала 50 Гц)
Сопротивление входа сигнала фазы 50 Гц, не менее	150 кОм
Тип входа сигнала фазы	трансформаторный
Спецификация входа данных ТМ-ТИ	RS-422 (использование в режиме совместимости)
Допустимый диапазон значений скорости модуляции	50 ÷ 1200 Бод
Потребление модуля ФС	+ 5V (0,8 А) + 24V (0,05 А)

В основе работы ФС лежит цифровое формирование всех видов выходного ВЧ сигнала. Аналоговым способом производится только усиление ВЧ сигнала до уровня, необходимого для нормальной работы усилителя мощности УМ 107.

ФС может обеспечивать работу в режиме совместимости со следующими типами аппаратуры:

- «ОРИОН» АПК
- АК «Кедр»
- АНКА-АВПА
- АКПА-В

Характеристики формируемых сигналов зависят от режима совместимости. Режим совместимости, а также остальные параметры работы задаются командой центрального процессора «ЦП» посредством параллельной шины.

Структурная схема ФС приведена на рис. 7.2.

На данной схеме можно выделить следующие функциональные узлы:

- периферийный контроллер;
- схема преобразования сигнала фазы;
- приемник RS422 данных телемеханики;
- формирователь цифрового комплексного сигнала (ФЦКС);
- цифровой квадратурный модулятор (ЦКМ);
- выходной усилитель ВЧ сигнала;
- схема контроля выходного уровня;

- формирователь тактовых частот (ФТЧ).

Конструктивно ФС выполнен на одной печатной плате. С одной стороны установлен соединитель X1, через который ФС стыкуется с кроссплатой передатчика. С другой стороны платы установлены два соединителя для подключения внешних сигналов:

X2 (П1) – «Телемеханика RS422» - для подключения данных ТИ;

X3 (П2) – «фаза» - для подключения информационного напряжения 50 Гц.

Схема преобразования сигнала фазы. Этот функциональный узел предназначен для преобразования входного синусоидального сигнала фазы напряжения промышленной частоты 50 Гц ($80 \div 230$ В) в прямоугольный сигнал (меандр) с уровнем ТТЛ. Сигнал 50 Гц поступает на соединитель X3 «фаза». Трансформатор Т1 обеспечивает гальваническую развязку. Далее сигнал фазы ограничивается по уровню ограничителем напряжения и поступает на компаратор D8. Передний фронт выходного сигнала компаратора соответствует "нулевой фазе" – положительному переходу СФ через уровень 0 В. Сигнал фазы прямоугольной формы поступает в узел «ФЦКС» - формирователь цифрового комплексного сигнала.

Приемник RS422 данных телемеханики (ТМ/ТИ). Внешние данные ТМ поступают через соединитель X2 «телемеханика» на приемник D1 сигналов спецификации RS422 (MAX 3086 CSD). Если источник данных ТМ не поддерживает данный стандарт, то он должен подключаться через соответствующий преобразователь. Выходной сигнал D1 через преобразователь уровня D3 поступает на формирователь цифрового комплексного сигнала.

Периферийный контроллер обеспечивает информационно-техническое сопряжение формирователя сигналов ФС с центральным процессором ЦП по параллельной шине. ЦП передает команды управления, в ответ на которые ФС передает соответствующие сообщения.

Если возникает необходимость передать сообщение центральному процессору по собственной инициативе, то ФС устанавливает в активное состояние цепь «JNT6».

Периферийный контроллер также:

- формирует код управления частотой формирователя тактовых частот «CF_{CLK}»;
- формирует код управления номером частотного канала «CF» для цифрового квадратурного модулятора ЦКМ;
- передает по локальной шине L_BUS[7...0] данные в формирователь цифрового комплексного сигнала ФЦКС;
- принимает сигнал от схемы контроля выходного уровня ФС.

Функционально-периферийный контроллер реализован на ПЛИС (EP3C40Q240C8N ALTERA). Для тактирования работы используется кварцевый генератор BQ1 с частотой 26 МГц. Микросхемы D2, D3 обеспечивают сопряжение ПЛИС с внешними сигналами.

Формирователь цифрового комплексного сигнала «ФЦКС». Структурная схема ФЦКС в режиме «ОРИОН» представлена на рис.7.3.

Формирователь цифрового комплексного сигнала формирует цифровые отсчеты для комплексной огибающей контрольного сигнала КС или аварийной команды АК. Дополнительно обеспечивается возможность модуляции контрольного сигнала КС данными телемеханики ТМ или (и) сигналом фазы СФ, а также синхросигналом СС.

Особенностью работы АПК Тх является синхронная передача сигналов. Временная шкала разбивается на кадры длительностью 20 мс.

Для этого служит последовательность импульсов **FRAME SYNC**, которая получается делением частоты дискретизации сигналов КС и АК $f = 12\,600$ Гц на 252.

Длительность импульсов получается:

$$t = \frac{1}{12600 \times 2} = 39,7 \text{ мкс} = \frac{T_0}{2}$$

Сигналы КС и АК представляют собой отрезки комплексной огибающей радиосигнала длительностью 20 мс, каждый с двоичной фазовой манипуляцией (ФМн). Скорость манипуляции равна 3150 Бод.

Манипуляция производится кодовыми комбинациями, которые являются различными реализациями *М-последовательности* длиной 63 бит.

Информация о контрольном сигнале хранится в ПЗУ КС в виде заранее рассчитанного массива размером 252 цифровых комплексных отсчета.

В режиме передачи контрольного сигнала КС производится постоянное циклическое считывание массива цифровых отсчетов. Отсчеты КС поступают на сигнальный вход *амплитудного модулятора*.

Сигнал синхронизации часов приемника (СС) в виде параллельного 8^{ми} разрядного кода **SS CODE** поступает от периферийного контроллера через локальную шину (LB) и записывается в свой буферный регистр **BUF REG SS**. По активному фронту кадрового импульса **FRAME SYNC** информация переписывается в регистр **SS REG**. С выхода **SS REG** код синхронизации часов (СС) считывается тактовыми импульсами **SS SSYNC** в промежуток времени между метками **SS STROBE** и в виде последовательности битов **SS SCODE** поступает на первый модулирующий вход амплитудного модулятора.

Разрешение на передачу синхросигнала выдает периферийный контроллер, устанавливая в активное состояние цепь **SS TX EN**. Если передача сигнала синхронизации часов не задана оператором при конфигурации функций, то на амплитудный модулятор поступает постоянный уровень, соответствующий «лог 1», который не приводит к изменению амплитуды сигнала КС на выходе модулятора и, соответственно, модуля ФС.

Данные телеизмерений (ТМ) поступают от периферийного контроллера по локальной шине LB в буферный регистр **BUF REG TM**. В начале следующего кадра параллельный код **TM DATA** переписывается в регистр **TM REG**. С выхода регистра данные ТМ считываются в виде битового потока **TM DATA** при помощи тактовых импульсов **TM SSYNC** в промежуток времени между метками **TM STROBE** и поступают на второй вход амплитудного модулятора. Разрешение на передачу данных ТМ выдает периферийный контроллер, устанавливая в активное состояние цепь **TM TX EN**.

Если передача данных ТМ не включена (не задана оператором при конфигурировании функций), то на модулятор поступает постоянный уровень, соответствующий «лог 1»; при этом не происходит изменения амплитуды сигнала КС на выходе модулятора и на выходе модуля ФС.

Скорость модуляции (манипуляции) – это величина, обратная единичному интервалу, т.е. число единичных интервалов (импульсов) за 1 сек (Бод)

$$B = \frac{1}{T_c}, \text{ бод}$$

где T_c – длительность импульса, с.

Интересна таблица:

T_c , мс	Скорость мод, Бод
20	50
10	100
5	200
1,67	600
0,83	1200
0,416	2400
0,278	3600
0,104	9600

т.е, чем короче импульс, тем большая скорость модуляции возможна.

Скорость передачи информации определяется количеством информации, передаваемой за 1 сек (*бит/с*)

$$C = \frac{\log_2 m_c}{T_c},$$

где T_c – длительность импульса, с
 m_c – число используемых позиций (для двоичного кода $m_c=2$)

$$C = \frac{\log_2 2}{T_c} = \frac{1}{T_c},$$

т.е. для двоичного кода можно считать $\text{Бод} \equiv \text{бит/сек.}$

Каждый фильтр затягивает передний и задний фронт импульса, с помощью которого осуществляется передача информации. При подаче на вход фильтра прямоугольного импульса напряжение на выходе нарастает постепенно за **время нарастания** t_n .

Если длительность нарастания импульса t_n меньше длительности импульса, то информация будет потеряна.

Следовательно, для импульса заданной длительности необходимо определить минимально допустимую ширину фильтра

$$T_{c(min)} = \frac{1}{\Delta f},$$

где Δf – полоса пропускания фильтра.

Практически для амплитудной манипуляции:

$$\Delta f_{AM} = (1,25 \div 1,5)B,$$

что позволяет примерно оценить полосу для скорости манипуляции:

<i>B, бод</i>	<i>Δf, Гц</i>
50	75
100	125-150
200	250-300
600	750-900
1200	1500-1800
2400	3000-3600
3600	4500-5400
9600	12000-14400

Регистратор кода фазы промышленной частоты регистрирует время прихода переднего фронта импульса фазы (“*PHS*”), поступающих от схемы преобразования сигнала фазы, относительно начала кадра, и преобразует этот временной интервал в последовательный восьмиразрядный код ***PHS CODE***. Структура регистратора кода показана на рис. 7.4.

Счетчик *CT1* накапливает количество периодов частоты 6300 Гц от начала кадра (акт. фронт “*FRAME SYNC*”) до появления переднего фронта цепи “*PHS*”. При фиксации переднего фронта производится запись текущего значения $Q [0 \div 6]$ *CT1* в промежуточный буферный регистр ***BUF REG***. В конце кадра активным фронтом импульса *FRAME SYNC* содержимое буферного регистра переписывается в 7 младших разрядов выходного регистра *PHS REG*.

Одновременно в счетчике *CT2* накапливается количество передних фронтов сигнала фазы на интервале кадра. Выход *CT2* поступает на дешифратор *DS*. Если на интервале кадра зафиксирован только один переход, то выход *DS* в конце кадра равен "1". Если сигнал фазы на входе ФС отсутствует или имеет недопустимо низкий уровень, или имеют место дробления из-за помех или большого шума, то выход *DS* будет равен «0». Значение выхода *DS* записывается в старший разряд регистра *PHS REG* и является показателем достоверности текущего кода фазы.

Дискретность представления кода фазы равна:

$$\Delta\varphi = 360^\circ / 126 = 2,857^\circ,$$

диапазон значений от 0 до 357,143°.

Полученный 8^{ми} разрядный код фазы при помощи тактовых импульсов *PHS SSYNC* считывается в виде последовательного двоичного кода в промежуток времени между стробами *PHS STROBE* и поступает на третий вход амплитудного модулятора.

Разрешение на передачу кода фазы выдает периферийный контроллер, устанавливая в активное состояние цепь *PHS TX EN*. Если передача фазы не включена пользователем, то на вход «3» модулятора поступает постоянный уровень, соответствующий «лог 1».

В амплитудном модуляторе производится амплитудная модуляция (манипуляция) отдельных участков кадра контрольного сигнала (КС), соответствующих коду фазы, данным ТМ и сигналу синхронизации часов. При манипуляции для битов (символов), равных «0», амплитуда отсчетов сигнала уменьшается в два раза. Распределение участков на кадре формируется функциональными элементами *CT2*, *DS1*, *RS1*, *RS2*, *RS3* (рис.7.2) и приводится в таблице:

байты	0	1	2	3	4	5	6	7
символы	0-7	8-15	16-23	24-31	32-39	40-47	48-55	56-62
отсчеты	0-31	32-63	64-95	96-127	128-159	160-191	192-223	224-251
назначен	преамбула	код фазы	резерв	данные	ТМ	резерв	СС	резерв

Полная длина кадра равна 252 отсчета / или 63 символа / или 8 байт. «Преамбула» используется на приемной стороне для измерения средней амплитуды принимаемого сигнала.

Т.к. участки кадра не перекрываются, то обеспечивается независимая передача всех дополнительных сигналов, причем одновременная. Выходной сигнал после модулятора поступает на ФНЧ, который предназначен для подавления внеполосных составляющих спектра, обусловленных модуляцией.

Временная диаграмма формирования контрольного сигнала КС с наложением дополнительной информации показана на рис.7.5.

Сигналы аварийных команд (АК), как и контрольный сигнал (КС), представляют собой отрезки комплексной огибающей радиосигнала длительностью 20 мс, каждый с двоичной фазовой манипуляцией (ФМн). Скорость манипуляции равна 3150 Бод. Манипуляция производится кодовыми комбинациями, которые являются различными реализациями

М-последовательности длиной 63 бита (32 массива по 252 комплексных отсчета). Указанные заранее рассчитанные массивы хранятся в ПЗУ АК. При расчете данных сигналов сразу производится программная низкочастотная фильтрация для обеспечения требований по внеполосным излучениям.

Для передачи команды периферийный контроллер через локальную шину данных (LB) записывает в управляющий регистр **CTRL-REG** номер команды, которую необходимо передать (**ALARM NUMB**), и разрешение на передачу аварийной команды (**ALARM EN**).

Выходной мультиплексор переключает на выход формирователя ПЗУ АК (вместо амплитудного модулятора) сигналом **ALARM TX STROBE**, начало которого «привязывается» к ближайшему фронту импульса **ALARM SYNC**, формированием которых занимается дешифратор DS2 из импульсов частотой 3150 Гц. Таким образом, максимальное «запаздывание» начала формирования кадра команды составляет примерно 2,22 мс.

Временные диаграммы однократного формирования аварийной команды показаны на рис.7.6.

В режиме совместимости с аппаратурой передачи гармонических сигналов команд (АВПА-АНКА, АКПА-В, АКА и т.п.):

- передача контрольного сигнала КС и сигналов аварийных команд (АК) производится при помощи гармонических немодулированных сигналов; причем, формирование аварийной команды (вместо контрольного сигнала) начинается асинхронно, сразу после получения соответствующей команды от периферийного контроллера (т.е. от ЦП);

- передача сигнала фазы (СФ), данных ТМ (ТМ), сигнала синхронизации (СС) осуществляется при помощи частотной манипуляции: для этого используются два контрольных сигнала (в тональном спектре 3060 Гц и 3180 Гц). Одновременная реализация этих функций, в отличие от метода «ОРИОН», принципиально невозможна.

Структурную схему формирователя цифрового комплексного сигнала (ФЦКС) в этом режиме можно представить рисунком 7.7.

Схема содержит два генератора цифровых отсчетов гармонического сигнала:

- контрольные сигналы (КЧ1 и КЧ2);
- сигналы аварийных команд (АК1.....АК32).

Параметры аварийных команд задаются периферийным контроллером через регистр “**ALARM CTRL**”.

По линии **ALARM NUMB** задается номер аварийной команды (АК). Полный диапазон значений: 0.....31, что позволяет задать 32 команды (работа с АКА); для другой аппаратуры используются только первые 14 или 16 команд.

По линии **COMP-TYPE** могут быть заданы следующие значения:

- 0 – «ОРИОН»;
- 1 – «АНКА-АВПА»;
- 2 – «АКПА-В»;
- 3 – «АКА – Кедр».

В данной схеме используются только значения: 1, 2, 3.

Если задать **COMP-TYPE** - "0", то будут выключены оба генератора, и ФЦКС переводится в режим совместимости с аппаратурой «ОРИОН» (структурная схема на рис.7.2).

Наборы тональных частот, соответствующие различным режимам (аппаратуре) приводятся в таблицах 7.1, 7.2, 7.3.

Контрольный сигнал КС формируется генератором цифровых отсчетов контрольных частот. Частота выходного сигнала генератора +1060 (-1060) (если на управляющем входе генератора SMC=0). Частота выходного сигнала генератора +1180 (-1180) (если на управляющем входе генератора SMC=1).

Управление формированием КС1/КС2 осуществляется периферийным контроллером через регистр общего назначения “**GEN CTRL**”.

Цепь “*PH TX EN*” разрешает прохождение сигнала фазы промышленной частоты 50 Гц (в виде «прямоугольников») на управляющий вход “*SCM*” генератора цифровых отсчетов КС.

Цепь “*TM TX EN*” разрешает прохождение данных ТМ, поступающих на вход формирователя через приемник RS422, на управляющий вход “*SCM*” генератора цифровых отсчетов.

Цепь “*SS TX EN*” включает передачу синхросигнала; причем длительность синхросигнала равна длительности активного состояния этой цепи.

Рабочими являются четыре комбинации значений указанных цепей:

PH TX EN	TM TX EN	SS TX EN	передача
0	0	0	только КС (КС1 или КС2)
1	0	0	сигнал фазы (КС1/КС2)
0	1	0	данные ТМ (КС1/КС2)
0	0	1	синхросигнал часов (КС1/КС2)

Предусмотрена возможность смены порядка контрольных частот при помощи цепи “*CS ORDER*”.

Если сигнал “*CS ORDER*”=0, то в качестве немодулированного контрольного сигнала передается частота «*КЧ1*».

Биты данных ТМ: равные «0» передаются *КЧ1*
равные «1» передаются *КЧ2*.

Передача сигнала фазы: отрицательная полуволна *КЧ1*
положительная полуволна *КЧ2*.

Синхронизация часов передается сменой *КЧ1* на *КЧ2* с последующим возвратом на *КЧ1*.

Таблица 7.1 – Набор частот при работе с аппаратурой АВПА “COMP-TYPE”-1

№	диапазон 36 ÷ 396 кГц	диапазон 400 ÷ 600 кГц
КС1	+1180	-1180
КС2	+1060	-1060
01	-620	+620
02	-500	+500
03	-380	+380
04	-260	+260
05	-140	+140
06	-20	+20
07	+100	-100
08	+220	-220
09	+340	-340
10	+460	-460
11	+580	-580
12	+700	-700
13	+820	-820
14	+940	-940
$f_{ВЧ} = f_{срел} + f_{тон}$		

Таблица 7.2 – Набор частот при работе с аппаратурой АКПА-В “COMP-TYPE”-2

№	диапазон 36 ÷ 396 кГц	диапазон 400 ÷ 600 кГц
КС1	+1060	-1060
КС2	+1180	-1180
АК01	-740	+740
АК02	-620	+620
АК03	-500	+500
АК04	-380	+380
АК05	-260	+260
АК06	-20	+20
АК07	+100	-100
АК08	+220	-220
АК09	+340	-340
АК10	+460	-460
АК11	+580	-580
АК12	+700	-700
АК13	+820	-820
АК14	+940	-940
$f_{ВЧ} = f_{срел} + f_{тон}$		

Таблица 7.3 – Набор частот при работе с аппаратурой АКА-Кедр “COMP-TYPE”-3

№	$f_{тон}$, Гц
КС1	+1060
КС2	+1180
АК1	-860
АК2	-740
АК3	-620
АК4	-500
АК5	-380
АК6	-260
АК7	-140
АК8	-20
АК9	+100
АК10	+220
АК11	+340
АК12	+460
АК13	+580
АК14	+700
АК15	+820
АК16	+940
АК17	-800
АК18	-680
АК19	-560
АК20	-440
АК21	-320
АК22	-200
АК23	-80
АК24	+40
АК25	+160
АК26	+280
АК27	+400
АК28	+520
АК29	+640
АК30	+760
АК31*	+1000
АК32*	+880
$f_{ВЧ} = f_{срел} + f_{тон}$	

* Следует учесть, что в аппаратуре АКА код «+1000» не используется, т.к. попадает в полосу контрольного сигнала.

Если сигнал “CS ORDER”=1, то в качестве неманипулированного контрольного сигнала передается частота КЧ2. Соответственно изменяются частоты при передаче данных ТМ, сигнала фазы промышленной частоты и синхросигнала.

Выходы генераторов АК и СК коммутируются на выход ФЦКС мультиплексором MUX4 в соответствии с управляющим сигналом “ALARM EN” (при передаче аварийных команд все остальные функции выключаются).

Цифровой квадратурный модулятор предназначен для переноса выходного сигнала ФЦКС на центральную (среднюю) частоту рабочей полосы канала. ЦКМ реализован на микросхеме *AD 9856 Analog Devices (D15)*.

На вход *D15* поступают 12^{ти} разрядные цифровые отсчеты *JQ* (синхфазная и квадратурная составляющие комплексного сигнала) с выхода ФЦКС. Перенос на высокую частоту производится в цифровом виде, после чего отсчеты ВЧ сигнала преобразуются в аналоговый сигнал с помощью 12^{ти} разрядного ЦАП с токовым выходом. Полученный аналоговый сигнал подвергается фильтрации пассивным *LC*-фильтром для подавления внеполосных продуктов цифро-аналогового преобразования.

Тактирование работы ЦКМ производится частотой 6,3504 МГц. Параметрами работы ЦКМ управляет периферийный контроллер по последовательному интерфейсу.

Пользователь при конфигурировании параметров может задать:

- код центральной частоты;
- признак инверсии спектра для каналов с № 91÷141 (аппаратура АВПА, АКПА-В).

Выходной усилитель ВЧ сигнала построен на микросхеме *AD 811 Analog Devices (D17)*. Регулировка усиления осуществляется в диапазоне 12,0÷14,5 с помощью резистора *R81*. Выходное сопротивление усилителя составляет 75 Ом; реализована развязка по постоянному току. Усиленный сигнал *RF* с уровнем 707 мВ (среднеквадратичное значение) поступает на выход модуля ФС.

Схема контроля выходного уровня состоит из детектора среднего уровня на микросхеме *AD 8310 ARM (D16)* и компаратора на микросхеме *LM211D (D19)*. Порог срабатывания компаратора регулируется подстроечным резистором *R85*. Выходной сигнал компаратора *RF_ON* поступает на периферийный контроллер и на индикатор «выход» на плате ФС.

Формирователь тактовых частот (ФТЧ) состоит из термокомпенсированного кварцевого генератора *BQ2* опорной частоты 26 МГц, схемы ФАПЧ на микросхеме (*D14*) и распределителя *AD9513BCPZ (D18)*.

Выходная частота (*CLK*) равна 6,3504 МГц; она используется для тактирования работы ПЛИС, периферийного контроллера и формирователя цифрового комплексного сигнала.

Значение частоты задается периферийным контроллером при помощи кода частоты CF_{CLK} .

7.6 Модуль центрального процессора (ЦП)

Основным назначением модуля центрального процессора (ЦП) является реализация алгоритмов работы АПК Тх 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 АПК Тх 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 передатчика определяет 3 режима работы:

- 1) **режим «Готов»;** в этом режиме аппарат осуществляет контроль исправности модулей рабочих параметров аппарата в целом. Выполняет сигнализацию «авария», «предупр»; передает контрольный сигнал КС; фиксирует входные управляющие воздействия на модули МВ, но не передает аварийных команд (АК) и не выполняет сигнализацию «работа»;
- 2) **режим «Введен»;** в этом режиме аппарат осуществляет контроль исправности модулей, рабочих параметров аппарата в целом; выполняет сигнализацию «авария», «предупр», «работа»; передает контрольный сигнал КС; фиксирует входные управляющие воздействия на модули МВ; передает сигналы аварийных команд АК в соответствии с заданным алгоритмом;
- 3) **режим «Выведен»;** в этот режим аппарат переходит автоматически при обнаружении системами диагностики «аварийных» неисправностей (т.е. таких неисправностей, при которых возможна ложная работа или отказ передатчика); при этом аппарат может передавать или не передавать (в зависимости от вида возникшей неисправности) контрольный сигнал КС; продолжается контроль исправности модулей и рабочих параметров аппарата в целом; сигналы аварийных команд АК не передаются; управляющие входные воздействия фиксируются (при исправных модулях входов); выполняется сигнализация «авария», «предупр».

Согласно задаваемой конфигурации ввода передатчика 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.7.8.

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 длительном отсутствии или «просадке» оперативного напряжения (расходе ресурса «накопителя» модуля питания) аппарат 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 ФС);
- значение напряжения на выходе прд (сообщение от модуля УМ);
- значение тока выхода прд (сообщение от модуля УМ).

Логика пуска команд реализуется центральным процессором следующим образом. При появлении воздействия на дискретном входе модуля МВ, последний формирует сообщение в ЦП с помощью прерывания. Центральный процессор опрашивает модуль МВ и получает информацию о номере сработавшего датчика (или номерах сработавших датчиков, если их несколько). В зависимости от выполненной конфигурации «вход →

команда» и «длительность команды» ЦП определяет номер аварийной команды АК и длительность ее передачи (20 мс, 40 мс и т.д.) и передает эту информацию в модуль формирователя сигналов ФС, а в модуль сигнализации МС передается сообщение включить сигнализацию «работа».

Если на передатчик поступает несколько управляющих воздействий одновременно, то в ФС будет сформирована «очередь» на передачу команд. Аварийные команды АК будут переданы в порядке приоритетов. Исключение являет собой наличие управляющего воздействия, которое предусматривает передачу так называемой «длительной» команды (на время управляющего воздействия).

При снятии управляющего воздействия на дискретном входе модуль МВ формирует сообщение для центрального процессора с помощью «прерывания» - ЦП опрашивает МВ и получает информацию о номере датчика, с которого снято управляющее воздействие. В зависимости от конфигурации «вход → команда» и «длительность команды», центральный процессор прекращает передачу длительной команды с помощью сообщения в модуль формирователя ФС, после чего регистрирует это событие в журнале.

Таблица 7.4 – Перечень событий (неисправности, работа) и действие сигнализации для передатчика

1	2	3	4
Неисправность модуля, узла, функции	Запись в информационном буфере (дисплей)	Запись в журнале событий	Внешняя сигнализация
Уровень передачи контрольного сигнала (КС) ниже уставки компаратора "High"	«Предупр» - Компаратор "High"	КС ниже компаратора "High"	 Н5 – предуп реле К2 – предуп
Уровень передачи контрольного сигнала упал ниже аварийно-допустимого – компаратор "Low"	«Авария» - Компаратор "Low"	КС ниже компаратора "Low"	 Н8 – авария реле К3 – авария
Ввод пароля доступа для изменения конфигурации уставок или проведения тестов	Авария – пароль доступа	Ввод пароля доступа	 Н8 – авария реле К3 – авария
Неисправность модуля МВ1, ошибка обмена данными с МВ1	Авария – неисправность МВ1	Неисправность модуля МВ1	 Н8 – авария реле К3 – авария
Неисправность модуля МВ2, ошибка обмена данными с МВ2	Авария – неисправность МВ2	Неисправность модуля МВ2	
Неисправность модуля МВ3, ошибка обмена данными с МВ3	Авария – неисправность МВ3	Неисправность модуля МВ3	
Неисправность модуля МВ4, ошибка обмена данными с МВ4	Авария – неисправность МВ4	Неисправность модуля МВ4	
Неисправность дискретного входа или нескольких дискретных входов	Авария – неисправность вх XX (вх ХУ вх УУ)	Неисправность вх XX (вх ХУ вх УУ)	 Н8 – авария реле К3 – авария

Неисправность модуля формирования сигналов (ФС): потеря питания, ошибка обмена данными	Авария – неисправность модуля ФС	Неисправность модуля ФС	 Н8 – авария реле К3 – авария
Неисправность модуля ФС: снижение уровня контрольного сигнала ниже компаратора	Авария – неисправность модуля ФС	Неисправность модуля ФС уровень ниже компаратора	 Н8 – авария реле К3 – авария
Неисправность модуля усилителя мощности, ошибка обмена данными	Авария – неисправность УМ	Неисправность усилителя мощности	 Н8 – авария реле К3 – авария
Перегруз усилителя мощности	Предупр – перегруз УМ	Перегруз усилителя мощности	 Н5 – предупр реле К2 – предуп
Неисправность модуля сигнализации, ошибка обмена данными	Неисправность модуля сигнализации	Неисправность модуля сигнализации	 – предуп реле – предуп
1	2	3	4
Снижение напряжения +5V ниже допустимого уровня	Предупр – снижение уровня +5V	Снижение уровня +5V	 Н5 – предуп реле К2 – предуп
Снижение напряжения +24V ниже допустимого уровня	Предупр – снижение уровня +24V	Снижение уровня +24V	
Неисправность лицевой платы, ошибка обмена данными	Авария - неисправность лицевой платы	Неисправность модуля ЛП	 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
Передача аварийной команды (аварийных команд) №№	Работа – передача АК №№	Передача АК №№	 Н10 – работа реле К1 – работа
Управляющие воздействия на дискретные входы модулей МВ		Начало воздействия вх №... Конец воздействия вх №...	
Включение питания АПК Тх		«рестарт»	 Н1 “+24V”  Н2 “+5V”
Восстановление обмена с модулем входных воздействий МВ1 (МВ2, МВ3, МВ4) после ошибки		Восстановление обмена с модулем МВ1 (МВ2, МВ3, МВ4)	
Восстановление обмена данными с модулем ФС после		Восстановление обмена данными с	

ошибки		ФС	
Восстановление обмена данными с модулем сигнализации МС после ошибки		Восстановление обмена данными с модулем МС	
Восстановление обмена данными с модулем усилителя мощности УМ		Восстановление обмена данными с модулем УМ	
Восстановление обмена данными с модулем лицевой платы ЛП		Восстановление обмена данными с модулем ЛП	

7.7 Модуль сигнализации (МС)

Модуль сигнализации (МС) предназначен для выполнения функций внешней сигнализации АПК Тх. 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):

K1 – работа устройства (передача/прием аварийных команд);

K2 – 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;

K3 – 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):

K1 – нормально «не сработано»;

K2 – при отсутствии предупредительных сигналов - «сработано»;

K3 – при отсутствии аварийных сигналов - «сработано».

Светодиоды служебной индикации «повторяют» положение реле:

H3 «работа» (K1) – не сработано / H3 не горит;

H4 «предупр» (K2) – сработано / H4 не горит;

H5 «авария» (K3) – сработано / H5 не горит.

Каждое реле имеет по два переключающих контакта; коммутационная способность контакта (по данным завода-изготовителя) составляет при напряжении 240÷250 V DC 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 АПК Тх – действие сигнальных реле K1, K2, K3 на внешнюю сигнализацию может быть выведено с помощью двухпозиционных реле K4/K5 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 H10 «внешняя сигнализация отключена». Включение (отключение) питания терминала на приводит к изменению положения реле K4/K5.

Для ввода цепей действия реле K1, K2, K3 на внешнюю сигнализацию следует в меню «конфигурация МС» выбрать – «внешн. сигн. - введен».

Светодиод H10 гаснет, реле K4/K5 переключаются.

Примечание: вывод цепей регистрации («внешний» регистратор) осуществляется персоналом при обслуживании АПК Тх 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 C1, C2, C12, C43, C44 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 (ЦП) 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 C34.

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 АПК Тх
- 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 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 разделе 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 АПК Тх представлен на рис.7.9.

7.9 Модуль входных воздействий (МВ)

Модуль входных воздействий (МВ) предназначен для преобразования входных управляющих сигналов с уровнем номинального напряжения аккумуляторной батареи во вторичные уровни; при этом осуществляется селекция входных сигналов по напряжению – порог срабатывания датчика находится в пределах $0,6 \div 0,7 U_n$. Кроме того, выдается информация на «внешний регистратор» в виде «сухого контакта при срабатывании дискретного входа (следует отметить, что данная информация выдается и при неисправности передатчика, например, при отключении опертока). В модуле входных воздействий реализован автоматический тестовый контроль исправности дискретных входов.

Питание модуля входных воздействий осуществляется от модуля питания передатчика по уровню “5V”. Индикация наличия питания осуществляется светодиодным индикатором Н1 “5V”. В случае необходимости уровень может быть измерен контрольным прибором в специальных точках КТ1-КТ2. Перемычка Т20-Т22 «служебная» (измерение потребления модуля).

Модуль входных воздействий содержит восемь дискретных входов, построенных по одинаковой схеме. Дискретный вход состоит из транзистора Q1 (JRF825), оптопар U1, U2, U3 (G3VM-355) и нескольких резисторов. Диод D1 защищает схему от неправильной полярности входного сигнала. Для защиты от перенапряжений предусмотрен варистор RU2.

При наличии на входе дискретного датчика управляющего сигнала с уровнем ниже $U_{сраб}$, транзистор Q1 закрыт, светодиоды оптопар U1/1, U1/3, U2/1, U2/3 не сработаны; через н.з. контакт U2/2 на дискретный вход подключен резистор R7, который обеспечивает входное сопротивление 10 кОм.

При увеличении входного сигнала выше $U_{сраб}$ ($\approx 0,6 \div 0,7 U_n$), открывается транзистор Q1; светодиоды оптопар U1/1, U1/3, U2/3 «срабатывают». При этом замыкается контакт U1/4 (фиксация срабатывания датчика) – *Out_LVx*. Замыкающий контакт U2/4 выдает информацию о срабатывании датчика на «внешний» регистратор событий (+Reg – *OutReg*). Размыкающий контакт U1/2 разрешает заряд конденсатора C2 после его зарядки «срабатывает» светодиод оптопары U2/1, что приводит к размыканию контакта U2/2 (отключение резистора R7). Входное сопротивление датчика увеличивается до 60-70 кОм. Время задержки на переключение величины входного сопротивления определяется в основном резистором R6 и конденсатором C2.

При уменьшении входного сигнала ниже уровня $U_{сраб}$ (или при полном выключении его) без выдержки времени замыкается контакт U2/2 – на клеммы дискретного входа подключается резистор R7.

Таким образом, дискретный вход АПК Тх имеет ступенчато переключаемую величину входного сопротивления 10/60 кОм. Такое решение обеспечивает возможность срабатывания сигнализации контроля изоляции аккумуляторной батареи при замыкании на землю «информационной» жилы кабеля, подключенной со стороны «+». В то же время обеспечивается термоустойчивость датчика и модуля в целом при длительно действующих входных сигналах.

Следует отметить также, что логика работы дискретного входа в части переключения величины входного сопротивления и выдачи информации на внешний регистратор не зависят от наличия или отсутствия оперативного питания передатчика, а определяются исключительно входным «информационным» сигналом.

Информация о срабатывании любого (из 8^{ми}) датчика контактом U1/4 через буфер U6 передается непосредственно на микросхему U5.

Система автоматического тестового контроля дискретных входов построена следующим образом.

Микросхема U5 периодически выдает сигнал тестовой проверки через микросхему буфер U7 в виде «лог 1» на светодиоды оптопар U3/1, U3/3. Длительность тестового импульса составляет 2 мкс. Замыкающий контакт U3/4 обеспечивает подачу короткого импульса амплитудой U_n на схему датчика входного дискретного сигнала. При срабатывании датчика сигнал *Out_LV* поступает на микросхему U5 через буфер U6. Микросхема U5 отмечает исправное состояние датчика. Если датчик дискретного сигнала не срабатывает ($Out_LV \equiv 1$), то данный факт фиксируется.

Информация об обнаруженном неисправном дискретном входе (входах) по шине данных выдается центральному процессору (с указанием №№ неисправных датчиков).

Контур D2 R3 C1 служит дополнительным ограничителем тестового импульса (на случай неисправности оптопары U3/4).

Перемычка T1 T2 предусмотрена для проверки системы диагностики входов при плановом обслуживании передатчика.

Оптопара U3/1-U3/2 служит для блокирования информации на внешний регистратор при тестовой проверке дискретных входов.

Выход на внешний регистратор может аппаратно конфигурироваться с помощью перемычек на плате (точки T23, T24, T25, T26 и T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9, T10).

Адрес (имя) модуля задается переключателями SW1 и SW2.

В АПК Тх приняты следующие адреса:

MB1	MB2	MB3	MB4
vx1 ÷ vx8	vx9 ÷ vx16	vx17 ÷ vx24	vx25 ÷ vx32
ADDR 1	ADDR 2	ADDR 3	ADDR 4

8 Структура меню АПК Тх.

Блок схема меню АПК Тх 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 выходного сигнала в дБм и мА, наличие / отсутствие КС, сигнальное поле («Работа», «Авария», «Предупр»).

Индикация времени, даты и заводского номера расположены 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 «Реализация 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	Реализация команд	Режим работы	Неисправности
###	ДАТА	ВРЕМЯ	СОБЫТИЕ				
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

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 ним: «Изменение» или «Просмотр» (Рис. 8.3).

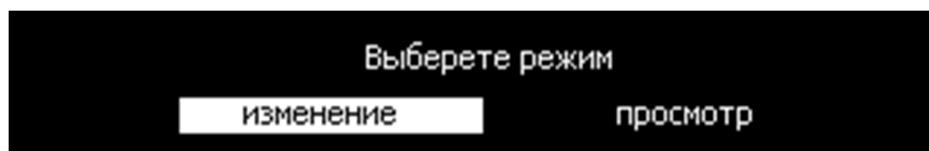


Рис. 8.3. Выбор режима работы с настройками.

Кнопками «Влево»/«Вправо» выбирается режим.

В режиме «Просмотр» пользователь может просмотреть все настройки аппарата, а так же возможные диапазоны изменения 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 подводится курсор (Рис. 8.4).

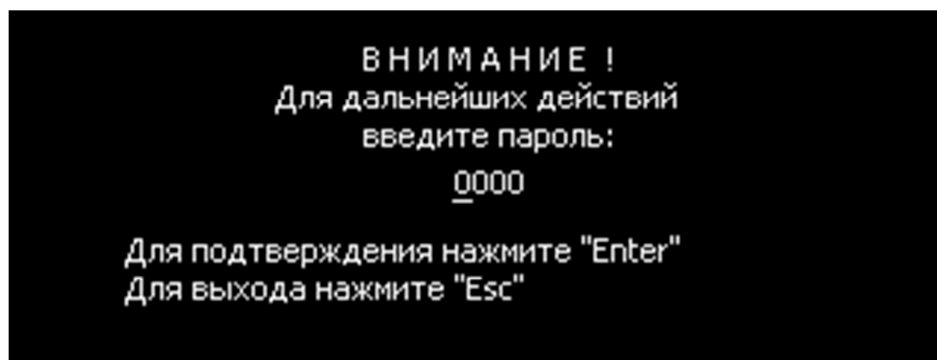


Рис. 8.4. Диалоговое окно ввода пароля.

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

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	Калибровка измерителя	Изменение пароля
Режим << ИЗМЕНЕНИЕ >>		
Конфигурация команд		
Конфигурация МВ		
Конфигурация МС		
Конфигурация локальной сети		
Синхронизация часов		
Способ ввода в работу		
Регулировка уровня СК		
Регулировка уровня АК		
Установка центральной частоты		
Передача фазы		
Передача телеизмерения		

Рис. 8.5. Подраздел «Параметры аппарата».

8.2.1.1 «Конфигурация команд» - подраздел настроек команд.

Подраздел позволяет выбранную команду определить как длительную или импульсную с заданной временной длительностью (Рис. 8.6).

Параметры аппарата	Калибровка измерителя	Изменение пароля
Режим << ИЗМЕНЕНИЕ >>		
Номер команды		32
Длительная команда		нет
Длительность команды		020 мс

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

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

8.2.1.2 «Конфигурация МВ» - подраздел настроек модулей входов (Рис. 8.7).

Параметры аппарата	Калибровка измерителя	Изменение пароля
Режим << ИЗМЕНЕНИЕ >>		
Количество МВ		1
Привязка входов - команд		Enter
Защитный интервал		01
Время игнор. повт. воздействия		1000
Номер входа		01
Блокировка входа		нет

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

8.2.1.2.1 «Количество МВ» - подраздел для задания количества модулей входов, установленных в аппарат. Диапазон изменения 1 - 4 с шагом 1. Модули, с адресами больше заданного значения, в работе аппарата участия не принимают.

8.2.1.2.2 «Привязка входов-команд» - подраздел служит для определения номера реализуемой аварийной команды, инициируемой пятью wybranнми входами МВ (Рис. 8.8).

Параметры аппарата	Калибровка измерителя	Изменение пароля
Режим <<ИЗМЕНЕНИЕ>>		
Номер АК	01	
Номер входа	01 02 03 04 05	

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

Для конфигурации, сначала необходимо выбрать номер команды, а затем номера входов. Клавиши «Влево», «Вправо» - переключение входов, «Вверх», «Вниз» - выбор номера входа, «Enter» - подтверждение конфигурирования.

8.2.1.2.3 «Защитный интервал» - раздел (общий для всех входов) предназначен для защиты ложного срабатывания дискретных датчиков входных воздействий от действия дребезга внешних контактов, инициируемых входные воздействия. Диапазон регулировки 1- 10 мс с шагом 1 мс.

8.2.1.2.4 «Время игнорирования повторного воздействия» - подраздел позволяет задать временной интервал, в течение которого дискретные датчики входных воздействий, с момента воздействия, не реагируют повторно. Диапазон регулировки 20- 500 мс с шагом 20 мс.

Отдельно взятые входа могут быть заблокированы.

8.2.1.2.5 «Номер входа» - подраздел предназначен для выбора номера входа.

8.2.1.2.6 «Блокировка входа» - подраздел предназначен для включения блокировки выбранного дискретного датчика входных воздействий.

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

Параметры аппарата	Калибровка измерителя	Изменение пароля
Режим <<ИЗМЕНЕНИЕ>>		
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.

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 уровня КС» - подраздел для задания уровня выходного контрольного сигнала. Диапазон регулировки +32 дБм - +45 дБм с шагом 1 дБм.

8.2.1.8 «Регулировка уровня АК» - подраздел для задания уровня выходного аварийного сигнала. Диапазон регулировки +32 дБм - +45 дБм с шагом 1 дБм.

8.2.1.9 «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).

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

8.2.2 «Параметры измерителя» - подраздел для калибровки измерителя выходного уровня сигнала, а так же компараторов «High» и «Low» (Рис. 8.10).

Параметры аппарата	Параметры измерителя	Изменение пароля
Режим <<ИЗМЕНЕНИЕ>>		
Калибровка вых. уровня, В		01 , 57 В
Калибровка вых. уровня, мА		100 мА
Уровень компаратора High		00 дБм
Уровень компаратора Low		00 дБм

Рис. 8.10. Подраздел «Параметры измерителя».

8.2.2.1 «Калибровка выходного уровня, В» - подраздел для калибровки измерителя выходного сигнала по напряжению. В нем указывается значение напряжения поданного эталонного сигнала.

8.2.2.2 «Калибровка выходного уровня, мА» - подраздел для калибровки измерителя выходного сигнала по току. В нем указывается ток поданного эталонного сигнала.

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

8.2.2.4 «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» (Рис. 8.11).

Параметры аппарата	Параметры измерителя	Изменение пароля
Введите новый пароль		0000

Рис.8.11. Подраздел «Изменение 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.

ТЕСТЫ	
Реле сигнализации	
Тест МВ	
Форсирование команд в длит. режиме	
форсирование команд в имп. режиме	
Форсирование КС	
Светодиоды	
Уровни питания	

Рис. 8.12. Раздел «Тесты».

8.3.1 «Реле сигнализации» - подраздел предназначен для тестового срабатывания реле модуля реле сигнализации МС (Рис. 8.13).



Рис. 8.13. 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 «Тест МВ» - подраздел предназначен для тестового срабатывания дискретных датчиков входного сигнала (Рис. 8.14).

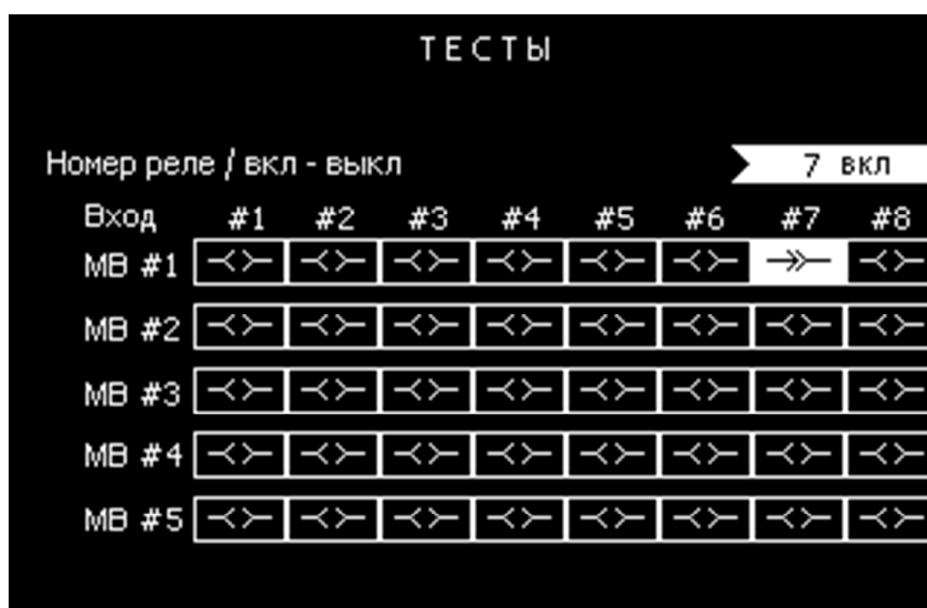


Рис. 8.14. Подраздел тестов «Реле ПА».

Порядок работы аналогичен п. 8.3.1.

8.3.3 «Формирование команд в длительном режиме» - подраздел предназначен для тестовой инициации длительных команд.

8.3.4 «Формирование команд в импульсном режиме» - подраздел предназначен для тестовой инициации импульсных команд с возможностью заданию длительности в диапазоне 20 – 500 мс с шагом 20 мс.

8.3.5 «Форсирование КС» - подраздел предназначен для приведения передатчика в активный режим с повышенным уровнем контрольного сигнала.

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

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

8.4 «Дата и время» - раздел предназначен для установки даты и времени аппарата (Рис. 8.15.).

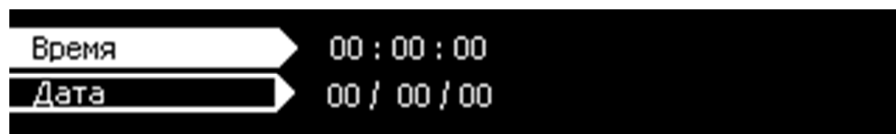


Рис. 8.15. Раздел «Время и дата».

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 реализуемых командах, авариях и пр. (Рис. 8.16).

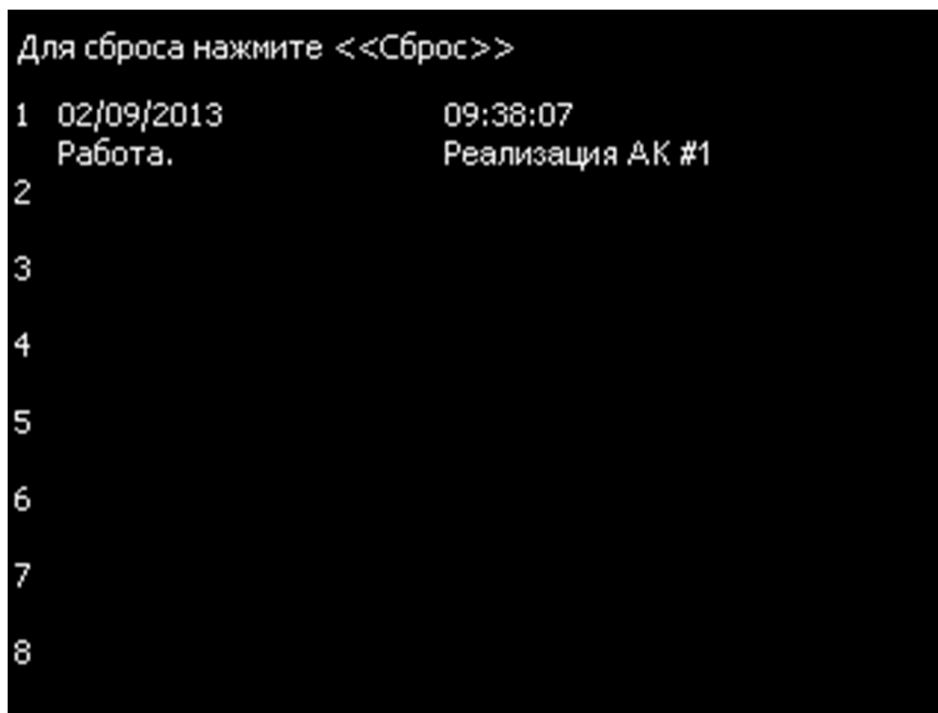


Рис. 8.16. Раздел «Информационный буфер».

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. 8.17).

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. 8.17. Раздел «Справка»

9 Маркировка, пломбирование, упаковка

Для обеспечения правильной эксплуатации АПК Тх, проведения наладки и технического обслуживания аппарат 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 Тх.

На каждом АПК Тх 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 Тх 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

10.1 Общие указания

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

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

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

10.2 Меры безопасности

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

АПК Тх 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 Тх, 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 Тх и убедиться в соответствии содержимого тарного ящика упаковочному листу.

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

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

10.3.2 Подключение цепей АПК Тх

Подключение внешних цепей к АПК Тх 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 перемычки на клеммнике модуля центрального процессора (ЦП) П1/3-П1/6 и П1/4-П1/5. Если АПК Тх 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 Тх

Модуль	№ контакта	Маркировка контакта	Подключаемые цепи	Примечания
1	2	3	4	5
Е1 УМ	П1/1 П1/2	Вых. УМ	Вход ЛФ	} при т.о.
	П1/3 П1/4	земля	«земля» ЛФ	
	П2/1 П2/2	контакт	подключение прибора (измерение характеристик времени)	
	П2/3 П2/4	ТТЛ	подключение прибора (измерение характеристик времени)	
Е2 ЛФ	П1/1 П1/2	вх. ЛФ	выход УМ	* - защитный элемент установлен в модуле
	П1/3 П1/4	земля	«земля» УМ	
	П2/1	линия	подключение жилы ВЧ кабеля	
	П2/2	варистор	*	
	П2/3	эквивалент	эквивалент ВЧ канала «75 Ом»	
	П2/4	варистор	*	
	П2/5	земля	подключение экрана ВЧ кабеля	
Е4 ЦП	П1/1 П1/2	+ бат	положительный полюс источника опертока (аккумуля. батареи)	уровень опертока ± 220 В (± 110 В)
	П1/3			
	П1/4 П15	- бат	отрицательный полюс источника опертока (аккумуля. батареи)	
	П1/6	DGND		
	П1/7	PGND		
Е5 ФС	П2/1	фаза - L	подключение источника сигнала фазы (50 Гц) / источника данных	
	П2/2	фаза - N		
	П1/1	GND	Подключение к источнику данных (RS 422)	
	П1/2	ТМ – Р		
	П1/3	ТМ – N		
	П1/4	GND		
Е6 МЦП	П2/1÷ П2/12			
	П1/1	EXT / RES	подключение кнопки (контактов) внешнего «сброса» информации	
	П1/2	DGND		
	П1/3	485 R _{x1} +	подключение к локальной сети АСУ ТП (ЛС)	
	П1/4	485 R _{x1} -		
	П1/5	485 T _{x1} -		
	П /6	485 T _{x1} +		
	П /7	DGND	прием / передача команд цифровым каналом последовательной передачи данных («цифровой стык» ЦС)	
	П /8	485 R _{x2} +		
	П /9	485 R _{x2} -		
	П /10	485 T _{x2} -		
	П /11	485 T _{x2} +		
	П /12	DGND		

1	2	3	4	5
Е8 МС	П1/1	+ ШС I	шинка сигнализации +	Стандартная аппаратная конфигурация модуля «по умолчанию» П1/12 - резерв
	П1/2	+ ШС II	шинка сигнализации +	
	П1/3	KS 1	контакт реле контроля опертока	
	П1/4	KS 2	контакт реле контроля опертока	
	П15	ШЗП	шинка звуковой предупр. 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. авар.		
(Е7/2, Е7/3, Е7/4) (МВ2, МВ3, МВ4)	П1/1 П2/1	+ - вх 1	вход управления №1 (9, 17, 25, 33)	номинальный уровень напряжения управления ± 220 В (± 110 В)
	П1/2 П2/2	+ - вх 2	вход управления №2 (10, 18, 26, 34)	
	П1/3 П2/3	+ - вх 3	вход управления №3 (11, 19, 27, 35)	
	П1/4 П2/4	+ - вх 4	вход управления №4 (12, 20, 28, 36)	
	П1/5 П2/5	+ - вх 5	вход управления №5 (13, 21, 29, 37)	
	П1/6 П2/6	+ - вх 6	вход управления №6 (14, 22, 30, 38)	
	П1/7 П2/7	+ - вх 7	вход управления №7 (15, 23, 31, 39)	
	П1/8 П2/8	+ - вх 8	вход управления №8 (16, 24, 32, 40)	
	П1/10	рег (+)	общ рег (+) (вход)	
	П2/10	рег (+)		
	П1/11	рег. 1	регистр. вх 1 (9, 17 25, 33) (выход)	
	П1/12	рег. 2	регистр. вх 2 (10, 18, 26, 34) (выход)	
	П2/11	рег. 3	регистр. вх 5 (13, 21, 29, 37) (выход)	
	П2/12	рег. 4	регистр. вх 6 (14, 22, 30, 38) (выход)	
	П1/13	рег (+)	общ рег (+) (вход)	
	П2/13	рег (+)		
	П1/14	рег. 5	регистр. вх 3 (11, 19, 27, 35) (выход)	
	П1/15	рег. 6	регистр. вх 4 (12, 20, 28, 36) (выход)	
	П2/14	рег. 7	регистр. вх 7 (15, 23, 31, 39) (выход)	
	П2/15	рег. 8	регистр. вх 8 (16, 24, 32, 40) (выход)	
	П1/9	тест +	положит. полюс напряжения теста	
	П2/9	тест -	отрицат. полюс напряжения теста	

11 Техническое обслуживание

Техническое обслуживание АПК Тх 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 Тх 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 Тх (в тестовом режиме) рекомендуется производить не реже одного раза в год.

«Тренировка» АПК Тх 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 работы при техническом обслуживании

Объем работ при техническом обслуживании приводится в таблице 11.1.

Таблица 11.1 – Объем работ при техническом обслуживании АПК Тх

№	Объем проверки	Вид ТО	Пункт РЭ
1	Внешний осмотр и проверка механического состояния АПК Тх	Н, К1, В, К	10.3.1
2	Внутренний осмотр АПК Тх	Н, К1, В	10.3.2
3	Проверка сопротивления изоляции между цепями оперативного тока, сигнализации, цепями управления, а также сопротивления изоляции этих цепей относительно земли (корпуса)	Н, К1, В, К	10.3.3
4	Испытание электрической прочности цепей питания, сигнализации, управления	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 Тх в 75 ^{Омный} высокочастотный тракт	Н, К1, В	10.3.8
9	Проверка (регулировка) уровней передачи контрольного сигнала «КС» и сигналов команд «АК»	Н, К1, В, К	10.3.9
10	Проверка параметров дискретных входов (напряжение срабатывания, ток потребления)	Н, К1, В	10.3.10
11	Проверка времени передачи команды и времени задержки на передачу команд	Н, К1, В	10.3.11
12	Проверка системы приоритетов в передаче команд	Н, К1, В	10.3.12
13	Проверка тестовых режимов передатчика: передача команд в длительном режиме, передача команд с заданным временем, действие реле сигнализации и светодиодной индикации	Н, К1, В, К	10.3.13
14	Проверка действия функционального контроля исправности модулей и узлов	Н, К1, В	10.3.14
15	Проверка журнала событий	Н, К1, В, К	10.3.15
16	Проверка отсутствия ложных срабатываний при включении (отключении) опертока и при медленных изменениях питания	Н, К1, В	10.3.16
17	Проверка действия сигнализации прд на панель ЦС	Н, К1, В, К	10.3.17
18	Проверка действия внешних устройств на пуск команд передатчика	Н, К1, В, К	10.3.18

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 (Е4): П1/1, П1/2, П1/4, П1/5
II	Цепи сигнализации	МС (Е8): 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 управления	МВ1 (Е7/1), МВ2 (Е7/2), МВ3 (Е7/3), МВ4 (Е7/4): П1/1, П1/2, П1/3, П1/4, П1/5, П1/6, П1/7, П1/8, П1/9, П2/1, П2/2, П2/3, П2/4, П2/5, П2/6, П2/7, П2/8, П2/9.

Измерения сводятся в таблицу:

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

Сопротивление изоляции должно быть не менее 20 МОм.

11.3.4 Испытание электрической прочности изоляции цепей питания, сигнализации и управления

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.

Устройство считается выдержавшим испытание, если 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 передатчика 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 «по умолчанию», а на рис.11.2 – схема этого же узла с распайкой перемычек «по умолчанию» для наиболее часто применяемого варианта подключения передатчика «ОРИОН» в цепи сигнализации объекта.

Модуль	Адрес	Установлены перемычки (переключатели)	Примечание
МС (Е8)	«8»	Т1-Т2, Т3-Т4	вторичные уровни
			контакты и логика действия

Модуль входных воздействий МВ. С помощью перемычек определяется подключение к «внешнему» регистратору (Регина, Рекон и т.д.) Распайка перемычек «по умолчанию» показана на рис.11.4, на рис. 11.3 показана принципиальная схема.

Модуль	Адрес	Установлены перемычки (переключатели)	Примечания
МВ1(Е7/1)		Т1-Т2	
МВ2(Е7/2)		Т1-Т2	
МВ3(Е7/3)		Т1-Т2	
МВ4(Е7/4)		Т1-Т2	

Модуль питания МП – универсальный источник вторичных уровней +5V и +24V. Устанавливаемые перемычки задают транзит $\pm 220V$ для работы дополнительного модуля питания (модуль питания усилителя - МПУ), выбирают режим подключения накопителя, а также точку подключения схемы контроля наличия напряжения питания.

Модуль	Адрес	Установлены перемычки (переключатели)	Примечания
МП(Е4)		Т9-Т10, Т11-Т12, Т13-Т14 (без накопителя)	транзит на МПУ $\pm 220V$
		Т7-Т10, Т11-Т12, Т13-Т14 (с накопителем)	
		Т15-Т16 (уровень +5V) Т17-Т18 (уровень +24V)	
		Т8-Т9 (контроль питания от источника $\pm 220V$) Т8-Т7 (контроль питания на DC/DC преобразователях)	

Модуль формирователя сигналов – ФС

Модуль	Адрес	Установлены перемиčky (переключатели)	Примечания
ФС			

Модуль линейного фильтра – ЛФ прд

Модуль	Адрес	Установлены перемиčky (переключатели)	Примечания
МЛФ	-		

Модуль центрального процессора – ЦП

Модуль	Адрес	Установлены перемиčky (переключатели)	Примечания
ЦП	-		

Модуль усилителя мощности – УМ

Модуль	Адрес	Установлены перемиčky (переключатели)	Примечания
УМ			

11.3.6 Конфигурирование программных параметров

Конфигурирование программных параметров осуществляется, исходя из заданных уставок. Настройки передатчика отображаются в меню (см. п. 8):

Конфигурация команд																
АК №	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16
длительная (да/нет)																
t _{ком} , мс (20÷)																
АК №	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
длительная (да/нет)																
t _{ком} , мс (20÷)																

Время передачи команды может быть задано индивидуально для каждой команды от 20 до . . . мс (с шагом 20 мс).

Конфигурация модулей входов МВ
Количество МВ: (1/2/3/4) –

Количество модулей входов задается из реально установленного количества модулей:
при изменении количества модулей пользователь может изменить конфигурацию.

команды входы		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
MB1	ВХ01 (01)	+																															
	ВХ02 (02)		+																														
	ВХ03 (03)			+																													
	ВХ04 (04)				+																												
	ВХ05 (05)					+																											
	ВХ06 (06)						+																										
	ВХ07 (07)							+																									
	ВХ08 (08)								+																								
MB2	ВХ01 (09)									+																							
	ВХ02 (10)										+																						
	ВХ03 (11)											+																					
	ВХ04 (12)												+																				
	ВХ05 (13)													+																			
	ВХ06 (14)														+																		
	ВХ07 (15)															+																	
	ВХ08 (16)																+																
MB3	ВХ01 (17)																	+															
	ВХ02 (18)																		+														
	ВХ03 (19)																			+													
	ВХ04 (20)																				+												
	ВХ05 (21)																					+											
	ВХ06 (22)																						+										
	ВХ07 (23)																							+									

[illegible]

На каждую команду можно сконфигурировать от 1 до 5 дискретных входов произвольно. Конфигурация «по умолчанию» предполагает действие дискретного входа на «свою» команду.

«Защитный интервал» $t_{\text{вкл}}$, мс ($1 \div 10$)		общий параметр для всех команд
«Игнорирование повторного действия», $t_{\text{огр}}$, мс ()		общий параметр для всех команд

«Защитный интервал» - задержка на формирование команды. «По умолчанию» устанавливается 5 мс. Игнорирование повторного действия предотвращает повтор или «затяжку» передачи команды. «По умолчанию» время игнорирования устанавливается равным времени передачи команды.

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)		
Уровень контрольного сигнала КС	дБм	
Уровень сигнала аварийной команды АК	дБм	
Установка центральной частоты	Ф _{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 передатчик в режим «введен» через ступень «готов». В журнале событий регистрируются следующие события:

- рестарт (включение питания);
- готов (все тест-проверки подтвердили исправность);
- введен (передатчик реагирует на входные воздействия и формирует команды с заданными алгоритмами).

Если пользователь выбирает оперативный (ручной) способ ввода АПК Тх 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 АПК Тх. 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 передатчика).

11.3.7 Проверка вторичных уровней питания

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

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

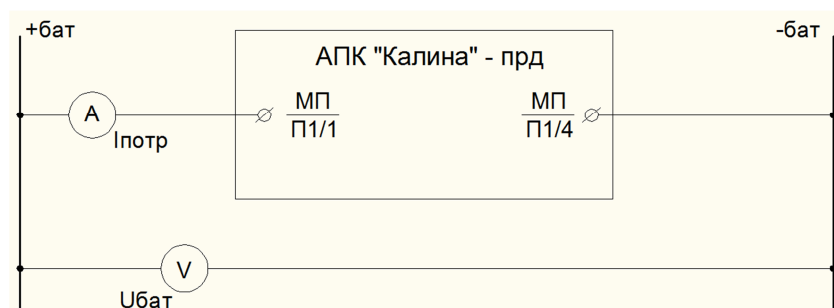
U _{пит.прд}	МП (аппарата)				МП (усилит.)		Примечания
	уровень “+5V”		уровень “+24V”		уровень УМ		
	тест-изм.	контр.приб.	тест-изм.	контр.приб.	тест-изм.	контр.приб.	
0,8 U _н							
1,0 U _н							
1,1 U _н							

Измерение вторичных уровней контрольным прибором производится в точках на плате модуля питания МП: TP2 (+5V), TP3 (24V) относительно (DGND); на плате модуля питания усилителя МПУМ: KT3 (+48V) относительно (AGND) KT1.

Вторичные уровни должны быть в пределах:

$+5V \pm 0,5 V$
 $+24V \pm 2,4 V$
 $+48V \pm 4,8 V$

11.3.8 Проверка потребления АПК Тх



Переключателем SB на модуле линейного фильтра переключить передатчик на эквивалентный резистор 75 Ом.

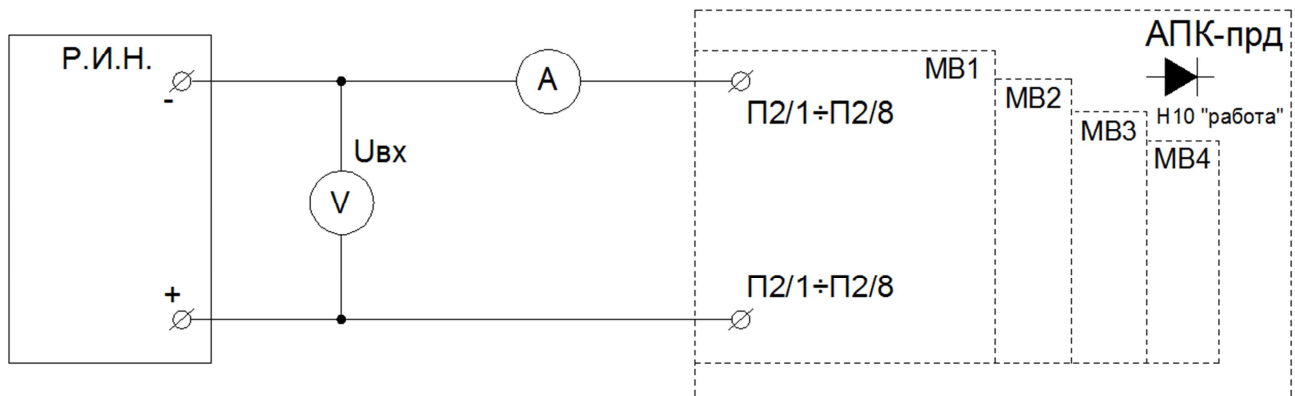
Потребление измеряется в режиме передачи

контрольного сигнала (КС) и в режиме передачи аварийной команды (АК) – при форсировке мощности.

Режим \ Параметр	U _{бат} , В	I _{пот} , мА	P, Вт
Передача КС			
Передача АК			

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

11.3.9 Проверка параметров дискретных входов



Напряжение от регулируемого источника напряжения (РИН) подается на соответствующий дискретный вход модуля входных воздействий от 0 и до порога срабатывания дискретного входа – $U_{\text{сраб}}$. Напряжение срабатывания должно быть в пределах $0,6 \div 0,7 U_{\text{н}}$. Контроль срабатывания дискретного входа осуществляется по светодиоду «работа» на лицевой плате передатчика.

Напряжение срабатывания датчика регистратора $U_{\text{рег}}$ фиксируется по замыканию соответствующих контактов на клеммнике и должно быть в пределах $0,5 \div 0,7 U_{\text{н}}$.

Номинальное входное сопротивление дискретного входа определяется измерением входного тока $I_{\text{вх1}}$ при входном напряжении $U_{\text{вх1}} = 0,5 U_{\text{н}}$. Входное сопротивление дискретного входа в длительном режиме определяется измерением $I_{\text{вх2}}$ при $U_{\text{вх2}} = 1,0 U_{\text{н}}$.

$$Z_{\text{вх(длит)}} = \frac{1,0 U_{\text{н}}}{I_{\text{вх2}}}, \text{ Ом}$$

$$Z_{\text{вх(ном)}} = \frac{0,5 U_{\text{н}}}{I_{\text{вх1}}}, \text{ Ом}$$

$Z_{\text{вх(ном)}}$ должно быть в пределах: $10 \pm 1 \text{ кОм}$

$Z_{\text{вх(длит)}}$ должно быть в пределах: $60 \pm 5 \text{ кОм}$

MB1								
вход №	01	02	03	04	05	06	07	08
$U_{сраб}, В$								
$U_{рег}, В$								
$U_{вх1}, В$								
$I_{вх1}, МА$								
$Z_{ном}, КОМ$								
$U_{вх2}, В$								
$I_{вх2}, МА$								
$Z_{длит}, КОМ$								
MB2								
вход №	09	10	11	12	13	14	15	16
$U_{сраб}, В$								
$U_{рег}, В$								

11.3.10 Проверка уровней передачи контрольного сигнала (КС) и аварийных команд (АК)



Переключатель SB в модуле МЛФ установить в положение «эквивалент»

В случае необходимости изменить уровень передачи КС и АК можно, используя в меню раздел «параметры аппарата» → «регулировка уровня».

Рекомендуемый уровень передачи контрольного сигнала (КС) составляет $+32$ дБм (1,6 Вт). Уровень передачи аварийных команд (АК) выбирается в зависимости от необходимого запаса по перекрываемому затуханию, но не более $+45$ дБм (31,6 Вт).

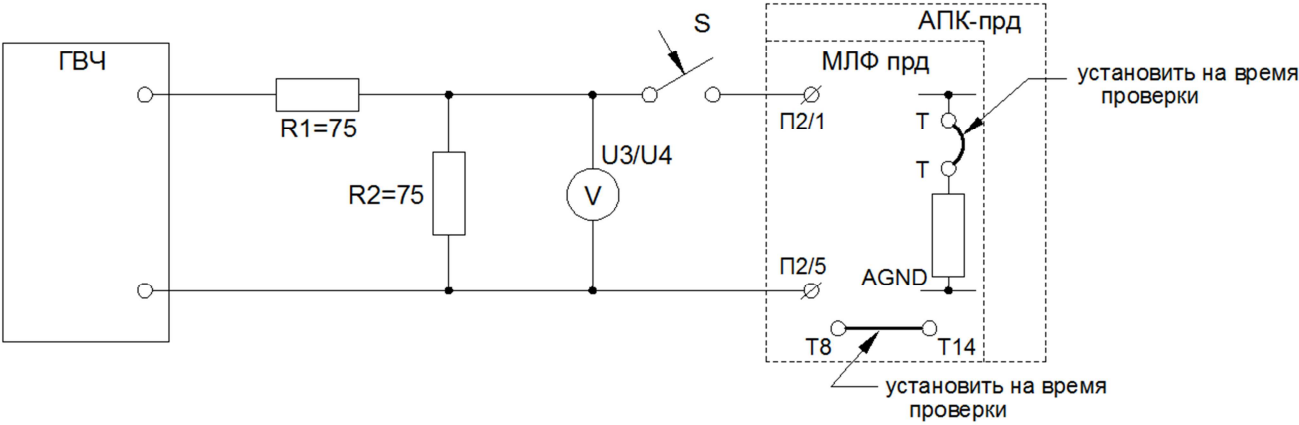
Уровень передачи контрольного сигнала

$P_{\text{вых}}, \text{дБм}$	$I_{\text{вых}}, \text{мА}$	$U_{\text{вых(контр)}}, \text{В}$	$P_{\text{вых}}, \text{Вт}$

Уровни передачи команд

ком. парам.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$P_{\text{вых}}, \text{дБм}$																
$I_{\text{вых}}, \text{мА}$																
$U_{\text{вых(контр)}}, \text{В}$																
$P_{\text{вых}}, \text{Вт}$																
ком. парам.	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
$U_{\text{вых}}, \text{В}$																
$U_{\text{контр}}, \text{В}$																
$I_{\text{вых}}, \text{мА}$																
$P_{\text{вых}}, \text{дБм}$																

11.3.11 Проверка вносимого затухания в 75^{Омный} тракт



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

Модуль линейного фильтра извлечь из корпуса, 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
U3, мВ							
U4, 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

U3 – показание вольтметра при отключенном переключателе “S”

U4 – показание вольтметра при включенном переключателе “S”

(для АПК «ОРИОН» Δf=4,0
кГц)

11.3.12 Проверка функционирования систем контроля исправности

Проверяемый модуль (узел)	Метод проверки	Светодиодная индикация	Индикация на дисплее	Внешний сигнал
Неисправность модуля сигнализации МС				
Неисправность модуля формирователя ФС				
Неисправность модуля входов МВ				
Неисправность входа №				
Неисправность центрального процессора ЦП				
Неисправность усилителя мощности				
Потеря питания				

11.3.13 Проверка работы АПК Тх в тестовых режимах

В меню передатчика выбирается режим «Тесты»



Тест 1 Проверка реле сигнализации и светодиодной индикации

В данном тесте выбираются поочередно реле, и производится опробование. Контроль срабатывания осуществляется по светодиодной индикации и контактам реле сигнализации (или по сигналам табло на панели центральной сигнализации)

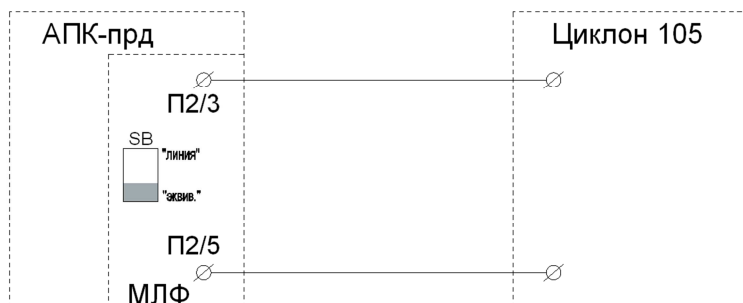
Реле	Предупр К2	Авария К3	Работа К1
Результат проверки			

Тест 2/3 Проверка формирования команд в тестовом режиме

В данном тесте следует выбрать № аварийной команды, режим формирования команды: длительный или импульсный (в последнем случае устанавливается длительность/ время импульса). Контроль срабатывания осуществляется по светодиодной индикации и информации на дисплее.

тест \ №	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
длительный																																
импульсный																																

Проверка идентификации команд передатчика



- 1) При работе АПК Тх по программе «ОРИОН» используется функция прибора «Циклон 105» - идентификация команд;
- 2) При работе по программе передачи гармонических сигналов (АНКА-АВПА, АКПА-В) используется функция частотомера;
- 3) АПК Тх нагрузить на эквивалентный резистор 75 Ом (переключатель «SB» в МЛФ)

команда	01	02	03	04	05	06	07	08
код (частота)								
команда	09	10	11	12	13	14	15	16
код (частота)								
команда	17	18	19	20	21	22	23	24
код (частота)								
команда	25	26	27	28	29	30	31	32
код (частота)								
Контрольный сигнал:			код (частота)					

При отсутствии измерительного прибора идентификацию формируемых команд можно осуществлять по приемнику противоположного конца канала.

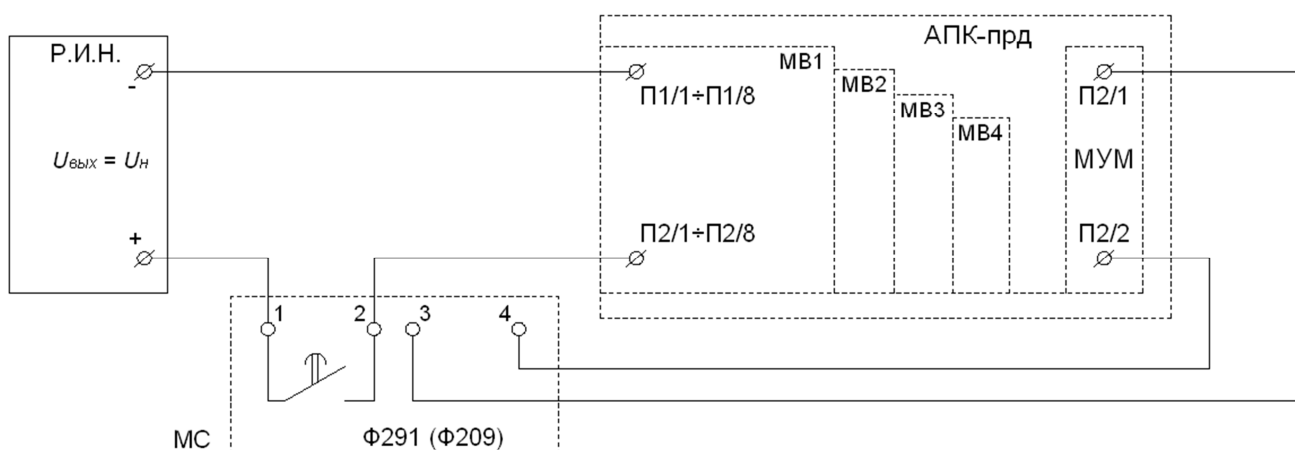
Проверка системы контроля передачи команд

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

Тест 4 Форсировка уровня передачи

При данной проверке передатчик «ОРИОН» нагружается на эквивалентный резистор 75 Ом, на измерительный разъем P(BNC) подключается катодный вольтметр (ВЗ-38 и др). Контроль реализации теста по увеличению уровня выхода передатчика.

11.3.14 Проверка времени передачи АК и задержки на передачу АК



Команда №	1	2	3	4	5	6	7	8
$T_{\text{вкл}}, \text{мс}$								
$T_{\text{ком}}, \text{мс}$								
$T_{\text{выкл}}, \text{мс}$								
Команда №	9	10	11	12	13	14	15	
$T_{\text{вкл}}, \text{мс}$								
$T_{\text{ком}}, \text{мс}$								
$T_{\text{выкл}}, \text{мс}$								
Команда №								

$T_{\text{вкл}}$ – время от момента воздействия управляющего импульса на дискретный вход до момента начала передачи команды;

$T_{\text{ком}}$ – время существования (передачи) команды.

Проверка действия системы приоритетов передачи команд

Перед подачей параметра срабатывания следует объединить дискретные входы команд на модулях МВ. После подачи параметра «срабатывания» и передачи команд измеритель параметров показывает общее время передачи всех задействованных в опыте команд

$$T_{\text{общ.ком}} = T_{\text{ком}} * n, \text{мс}$$

Соблюдение приоритетов контролируется по табло «информация» или (и) журналу событий.

11.3.15 Проверка отсутствия ложных срабатываний при включении/отключении опертока

Проверено отсутствие ложных срабатываний (формирование аварийных команд) при снятии и подаче оперативного тока переключателем передатчика «питание» и автоматом оперативного тока на панели управления передатчика; контроль осуществляется по светодиодной индикации, по дисплею лицевой платы и внешней сигнализации.

При «первичном» включении передатчика после наладки рекомендуется выполнить **«тренировочный прогон» аппарата** в течение 72 часов (передатчик под опертоком с выдачей контрольного сигнала на эквивалентный резистор или на ВЧ канал).

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 «ОРИОН» АПК Тх

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 передатчика	1. Неисправен модуль питания или один из преобразователей 2. Неисправны цепи питания одного из модулей передатчика	1. Заменить модуль питания 2. Поочередно извлечь из корпуса передатчика «активные» модули; заменить неисправный
3. На лицевой плате передатчика горит светодиод «неисправность ЦП»	Неисправен модуль центрального процессора или элементы связи с модулями передатчика	Заменить модуль ЦП
4. На лицевой плате передатчика горит светодиод «предупр»	Наличие неисправности (неисправностей), обнаруженных системой самодиагностики передатчика; данные неисправности не могут привести к ложной работе или отказу	С помощью дисплея просмотреть информацию о неисправности
5. На лицевой плате передатчика горит светодиод «авария»	Наличие неисправности (неисправностей), обнаруженных системой самодиагностики; данные неисправности могут приводить к ложной работе или отказу	1. Вывести АПК Тх 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 формирователь (модуль ФС)	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 передатчика.

13 Транспортирование и хранение

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

АПК Тх 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 Тх 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 приемника «ОРИОН» на передатчик «ОРИОН». 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.

Сдвиговый регистр передатчика выдает в последовательный порт биты передаваемого кадра. Сдвиговый 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 посылки 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 f_1 / f_2 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» «ОРИОН» АПК 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^{th} 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 коменд. 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 (электроподстанции) 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, нго 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 трансл. Ц.С. 1-8	- - - + + + - -	- - - - - - - -
Ком. АК трансл. Ц.С. 9-16	+ - - - - - - -	- - + + + + + -
Ком. АК трансл. Ц.С. 17-24	- - - + - - - -	- - - - - - - -
Ком. АК трансл. Ц.С. 25-32	- - - - - - - -	- - - - - - - -

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». «ОРИОН» АПК 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 на происходит, они будут переданы сразу же после окончания передачи «своих» команд.

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

Совместимость аппаратуры «ОРИОН» АПК 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 таблицах 7.1, 7.2, 7.3 .

Для работы передатчика «ОРИОН» с одним из перечисленных в табл. 15.1 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 таблицах 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 Тх

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