

**«МАТИ - РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени К. Э. ЦИОЛКОВСКОГО»  
(МАТИ)**



**Учебный военный центр**



**Тема № 7.**  
**Устройство комплекса средств связи**  
**изделия 9С467-1М**

**Занятие № 20.**

***Устройство АПД АИ-011 (С23-1***

# Вопросы занятия:

- 1. Назначение, состав, Основные технические характеристики АПД АИ-011 (С23-1).*
- 2. Работа АПД АИ-011 (С23-1) по структурной схеме.*
- 3. Назначение органов управления, контроля и сигнализации АПД АИ-011 (С23-1).*

# Литература:

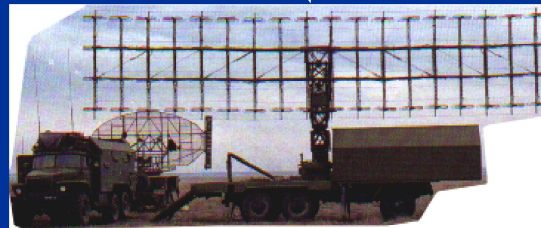
- *Основы построения РЛС разведки и АСУ. Учебник, Оренбург: ФВУ ВПВО, 2004, стр. 147-157.*
- *Устройство и эксплуатация ПОРИ – П1, издательство МАТИ.*



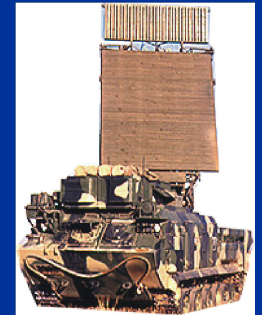
**РАС кругового обзора  
9С15 «Обзор»**



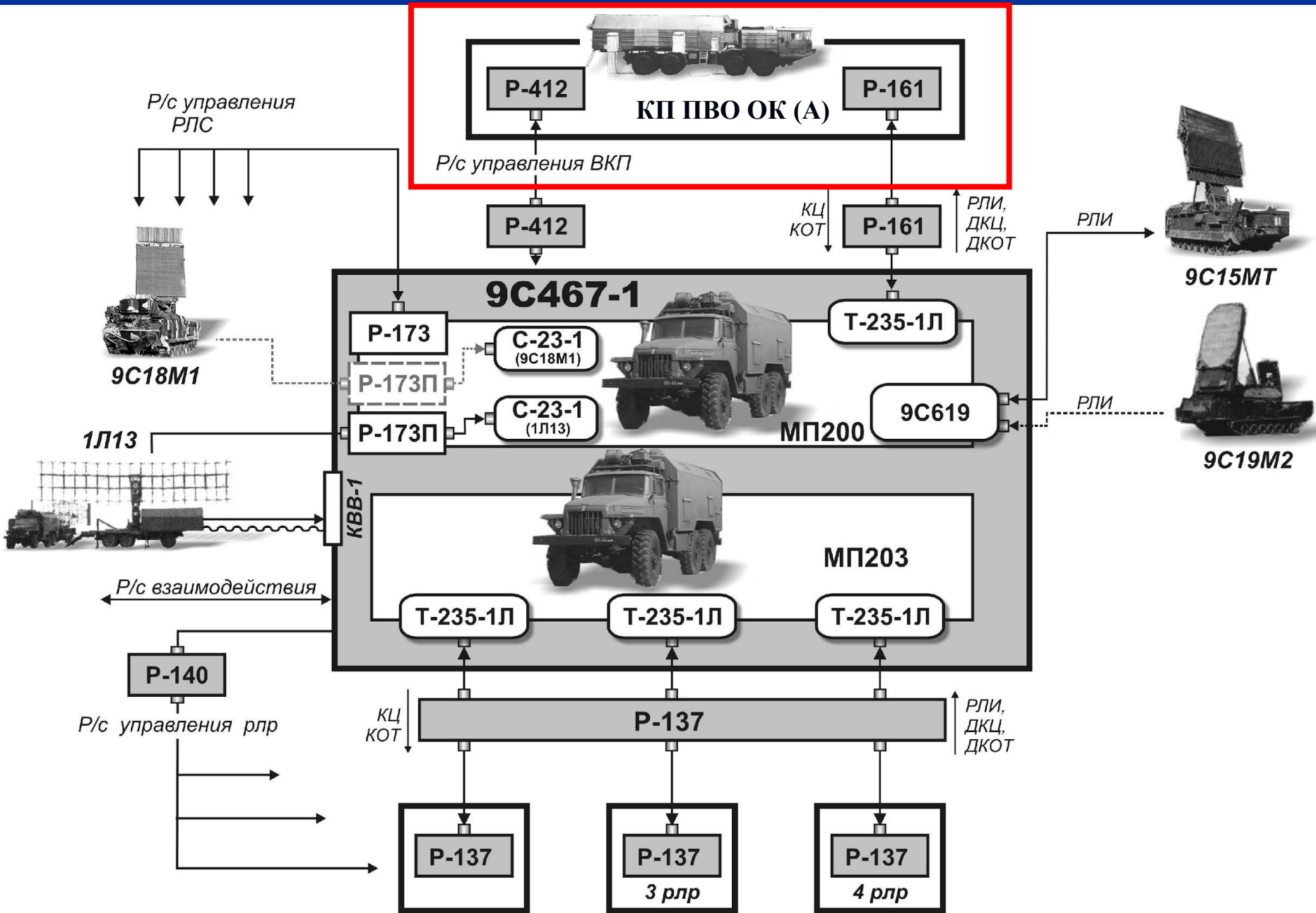
**РАС кругового обзора  
9С19 «Имбирь»**



**РАС кругового обзора  
1А13 «Небо»**



**РАС кругового обзора  
9С18 «Купол»**



# 1 вопрос



*Назначение, состав, Основные  
технические характеристики  
АПД АИ-011 (С23-1).*

Прибор АИ-011 является абонентским комплектом аппаратуры передачи данных (АПД) для подвижных комплексов, предназначен для защиты от ошибок передаваемых данных и преобразования их для передачи по стандартным телефонным каналам проводных, кабельных, радиорелейных, тропосферных и коротковолновых линий связи.

Прибор обеспечивает гарантированную работу по физической линии длиной до 12 км (или на линиях большей длины при обеспечении на входе приемника сигнала с уровнем не менее минус 43 дБ).

Аппаратура передачи данных АИ-011 работает в однонаправленном режиме и сопрягается по входу через блок сопряжения устройства обработки информации и управления с общей шиной обмена информации РЛС, а по выходу осуществлено сопряжение с входом модулятора радиостанции Р-111

*АПД АИ-01 обеспечивает:*

1. Защиту от ошибок передаваемых данных.
2. Преобразование радиолокационной информации (данных) для ее передачи по стандартным телефонным каналам проводных, кабельных, радиорелейных, тропосферных и коротковолновых линий связи.



## ***ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ:***

1. Прибор АИ-011 обеспечивает передачу данных в режиме со стиранием данных и в режиме с обратной связью со встроенным устройством преобразования сигналов (УПС) на скоростях 600 бит/с с двенадцатью переприемными участками и 1200 бит/с с шестью переприемными участками. При подключении внешнего УПС скорость передачи определяется внешним УПС и может быть 50, 100, 200, 2400, 4800 бит/с.

2. Прибор обеспечивает работу в дуплексном, попеременно-симплексном режимах. В дуплексном режиме обеспечивается одновременно передача и прием блоков данных. В симплексном режиме обеспечивается либо передача, либо прием блоков данных, в попеременно-симплексном, попеременно передача - прием.

3. В дуплексном режиме возможна передача со стиранием данных и режим с обратной связью.

## ***ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ:***

1. Прибор АИ-011 обеспечивает передачу данных в режиме со стиранием данных и в режиме с обратной связью со встроенным устройством преобразования сигналов (УПС) на скоростях 600 бит/с с двенадцатью переприемными участками и 1200 бит/с с шестью переприемными участками. При подключении внешнего УПС скорость передачи определяется внешним УПС и может быть 50, 100, 200, 2400, 4800 бит/с.

2. Прибор обеспечивает работу в дуплексном, попеременно-симплексном режимах. В дуплексном режиме обеспечивается одновременно передача и прием блоков данных. В симплексном режиме обеспечивается либо передача, либо прием блоков данных, в попеременно-симплексном, попеременно передача - прием.

3. В дуплексном режиме возможна передача со стиранием данных и режим с обратной связью. В симплексном и попеременно - симплексном режимах обеспечивается передача данных с адресом или без адреса.

5. Передача данных осуществляется блоками длиной 69 (или 117) единичных элементов (в дальнейшем сокращенно «элементов»), из них 5 элементов - служебные, 16 - проверочные, остальные 48 (или 96) - данные.

6. Прибор обеспечивает защиту данных от ошибок.

7. Время подготовки прибора к работе и вхождение в связь не более 60 с (при скорости работы 1200 бит/с.)

8. Время неприема данных за счет сбоя фазы не более 12 с (при скорости работы 1200 бит/с).

8. В приборе использован метод частотной модуляции (ЧМ).

**Симплексная связь** - двухсторонняя связь, при которой в каждом из пунктов связи передача и приём сообщений производятся поочерёдно.

**Дуплексная связь** - двусторонняя связь, при которой передача и прием сообщений между двумя корреспондентами осуществляются одновременно по одному каналу связи.

Дуплексная связь обеспечивает более высокую пропускную способность и оперативность линий связи по сравнению с симплексной связью.

## ***СОСТАВ***

По функциональному построению аппаратуры АИ-011 состоит из следующих типовых устройств:

– телепередатчика, который включает устройство управления, формирователь фазовой комбинации, формирователи служебных разрядов и сообщения в целом, кодирующее устройство защиты от ошибок, коммутатор;

– телеприемника, состоящего из устройства управления, анализатора фазовой комбинации, декодирующего устройства от ошибок, анализатора служебных разрядов и схемы выделения информационной части;

– устройства преобразования сигналов, имеющего в своем составе модулятор с устройством фазирования тактовых импульсов приема данных, демодулятор;

– устройство контроля работоспособности телепередатчика, телеприемника и канала связи.

# 2 вопрос



*Работа АПД Т-235-1Л по структурной схеме.*

Выдача информации с АПД АИ-011 производится в канал связи, который организуется радиостанцией Р-111, либо Р-123МТ или физической линией (телефонным кабелем), подключенной через щит внешних соединений. Выбор канала связи определяется условиями тактической обстановки или исправностью каналообразующей аппаратуры.

Выдача РЛИ через АПД АИ-011 производится автоматически сообщениями трех типов со следующим приоритетом:

1. Координаты точки стояния РЛС и сведения о режимах ее работы.
2. Координаты целей и пеленги на постановщики АШП.
3. Координаты и признаки целей и признак канала съема РЛИ (автоматический или ПАС).

*Сообщения первого приоритета* выдаются трехкратно при прохождении ДНА РЛС направления на «Север».

*Сообщения второго приоритета* о пеленгах на постановщики АШП выдаются только по каналу автоматического съема.

*Сообщения третьего приоритета* выдаются по мере формирования информационных пакетов о целях.

# Структура сообщения третьего приоритета (48 разрядов)

Разряды	1	2	3	4	5	6	7	8	9...16	17...24	25	26...36	37	38...48
Сооб-щения	П О П			П А С	П Г			П Т	ТЛ	Н	ЗХ	Х	ЗУ	У

- ПОП – признак оповещения;
- ПАС – признак полуавтоматического съема;
- ПГ – признак групповой цели;
- ПП – признак принадлежности цели;
- ПТ – признак текущего обзора;
- ТЛ – время локации;
- Н – высота цели (для автосъема и ПАС);
- ЗХ (ЗУ) – знак координат Х (У);
- Х(У) – координата Х(У).

Таким образом, кодограмма имеет жесткую структуру с четкой временной расстановкой каждого информационного дискрета. Кодограмма имеет длину 48 (или 96) разрядов.

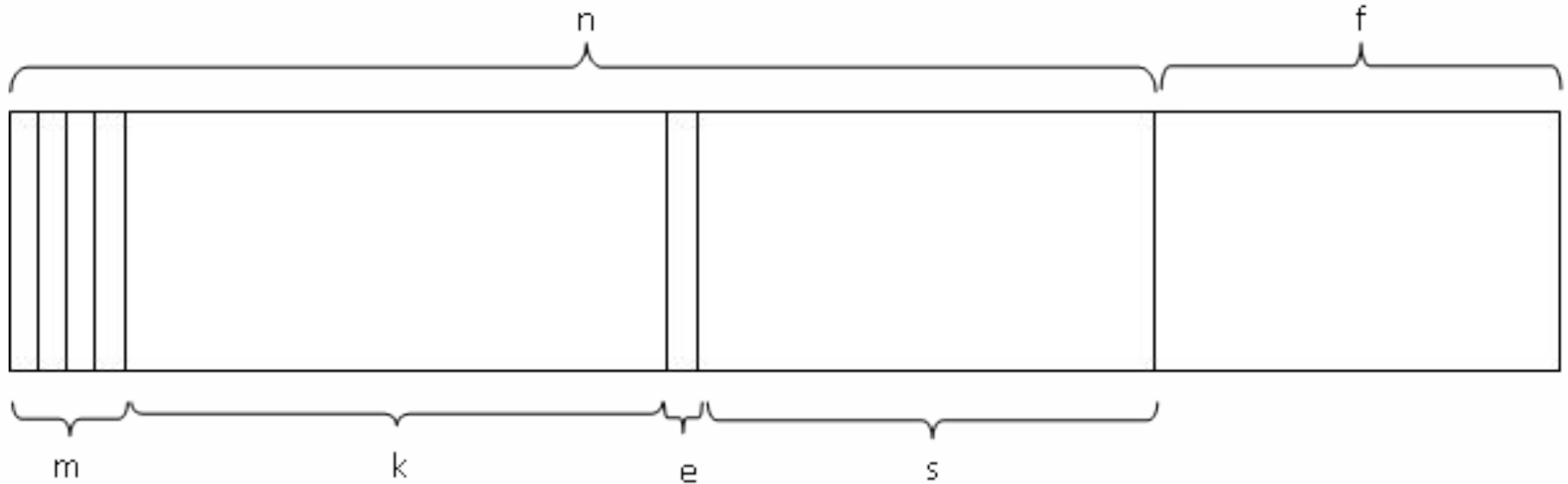
В результате формирования кодовой информационной посылки аппарата АИ-011 формирует структуру блока данных, представленную на рис.

Первый и второй служебные элементы используются для идентификации передаваемых АПД данных при работе без адреса.

В дуплексном режиме работы АПД третий служебный элемент используется для передачи подтверждения приема блоков данных, четвертый — для характеристики состояния канала связи.



# Структура кодограммы в АПД

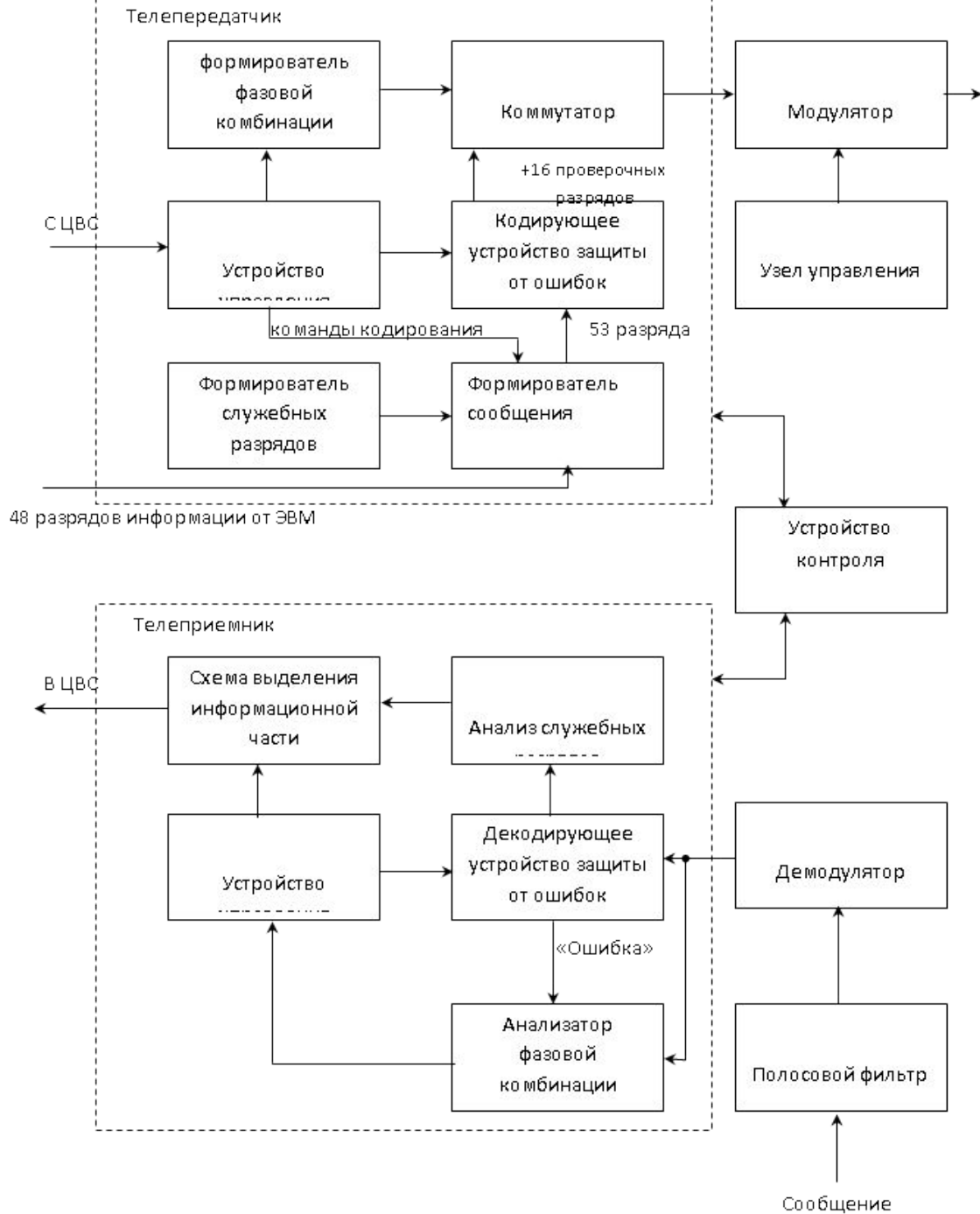


- $n=69$  - Длина сообщения (кодовой комбинации)
- $m=4$  - Служебные разряды начала посылки
- $k=48$  - Информационные разряды
- $e=1$  - Служебный разряд разделения
- $s=16$  - Проверочные разряды
- $f=69$  - Фазовая комбинация

В АПД АИ-011 кроме радиолокационной информации осуществляется выдача информации о точке стояния РЛС, которая снимается с системы навигации и ориентирования ТНА или с топографической карты. При этом в прямоугольной системе координат вводятся значения координат  $X$  и  $Y$  знаками ( $ZX$  и  $ZY$ ) и значение координаты высоты  $H$ , а также величина дирекционного угла.

## Работа на передачу

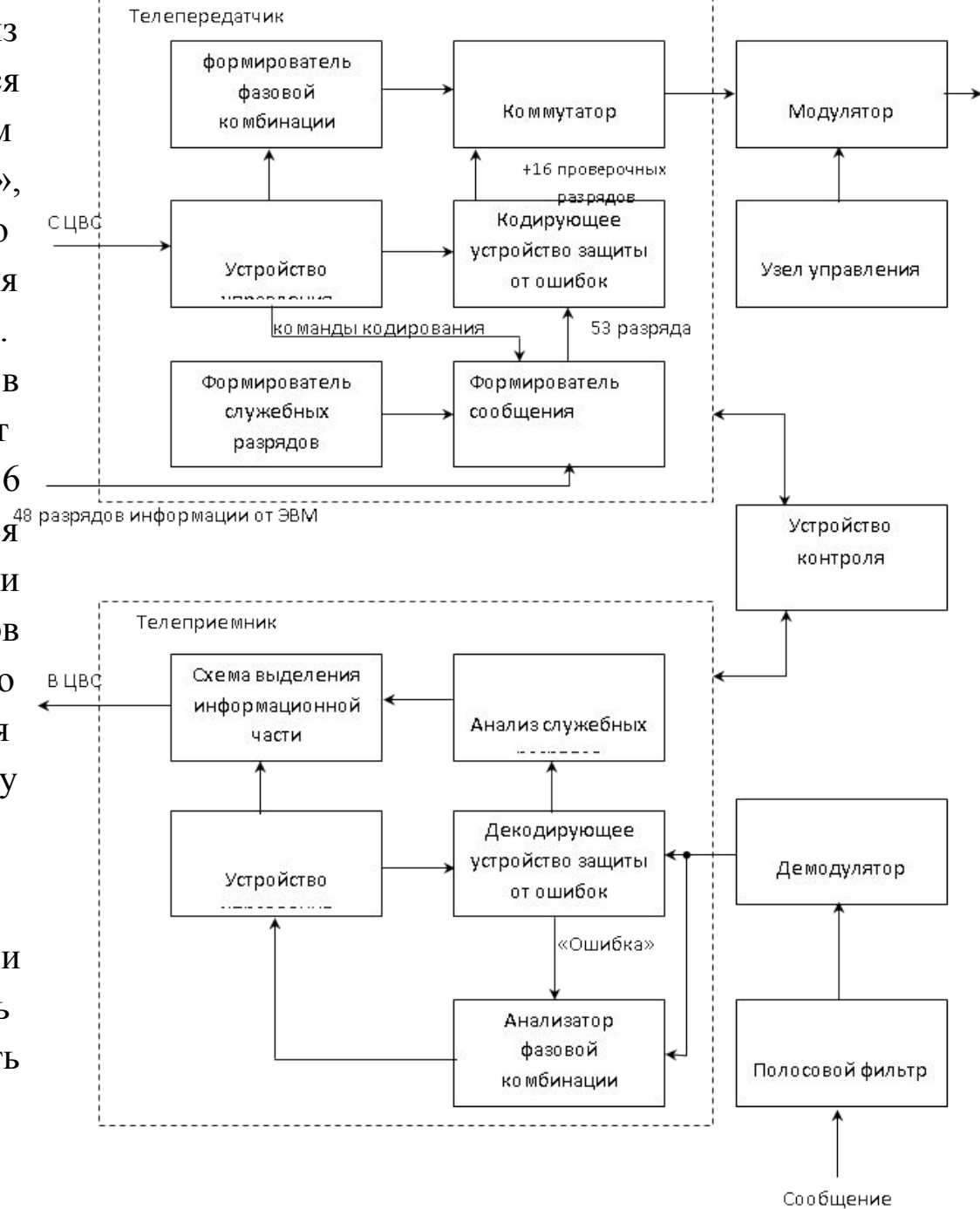
Информация (48 разрядов), предназначенная для передачи, от ЭВМ поступает в формирователь сообщения телепередатчика, в котором происходит формирование первых 53 разрядов кодов комбинации.



Кодирование первых четырех из 53-х служебных разрядов производится в соответствии с установленным режимом работы АПД («Адрес», «Циркулятор») и производится по командам устройства управления соответствующим формирователем. Затем 53 разряда подаются в кодирующее устройство защиты от ошибок для введения в сообщение 16 проверочных разрядов, образующихся при циклическом делении информационных и служебных разрядов на кодовую комбинацию 10001000000100001, которая соответствует образуемому полиному 16-й степени.

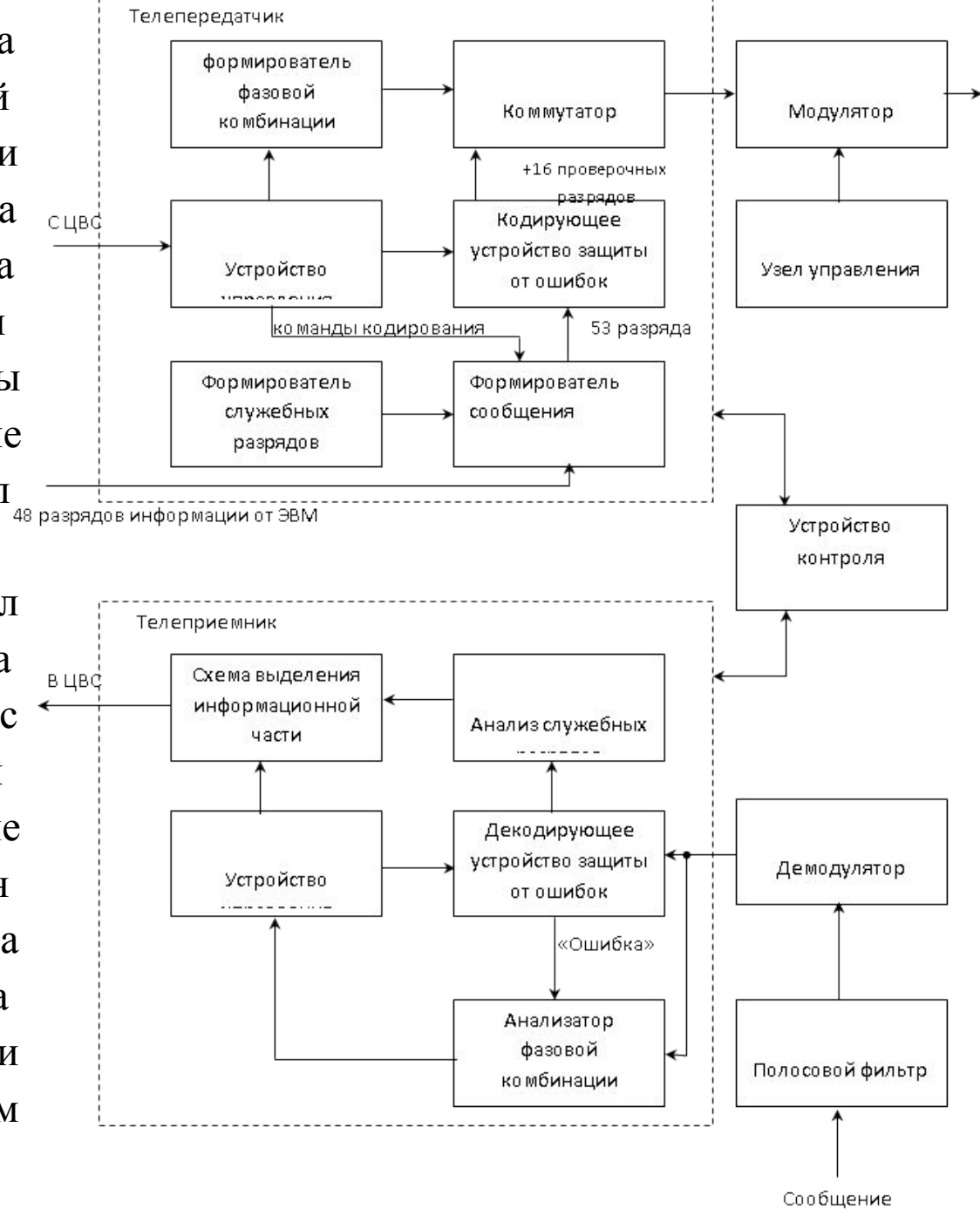
$$G(Z) = Z^{16} + Z^{12} + Z^5 + 1$$

Соотношение длины сообщения и степени полинома даст возможность обнаружить шестикратные и исправлять трехкратные ошибки.



С коммутатора телепередатчика сообщение поступает на частотный модулятор. При поступлении логического нуля или единицы на информационный вход модулятора на его выходе формируется синусоидальный сигнал частоты соответственно 2100 и 1300 Гц. После усиления аналоговый ЧМ сигнал выдается в канал связи.

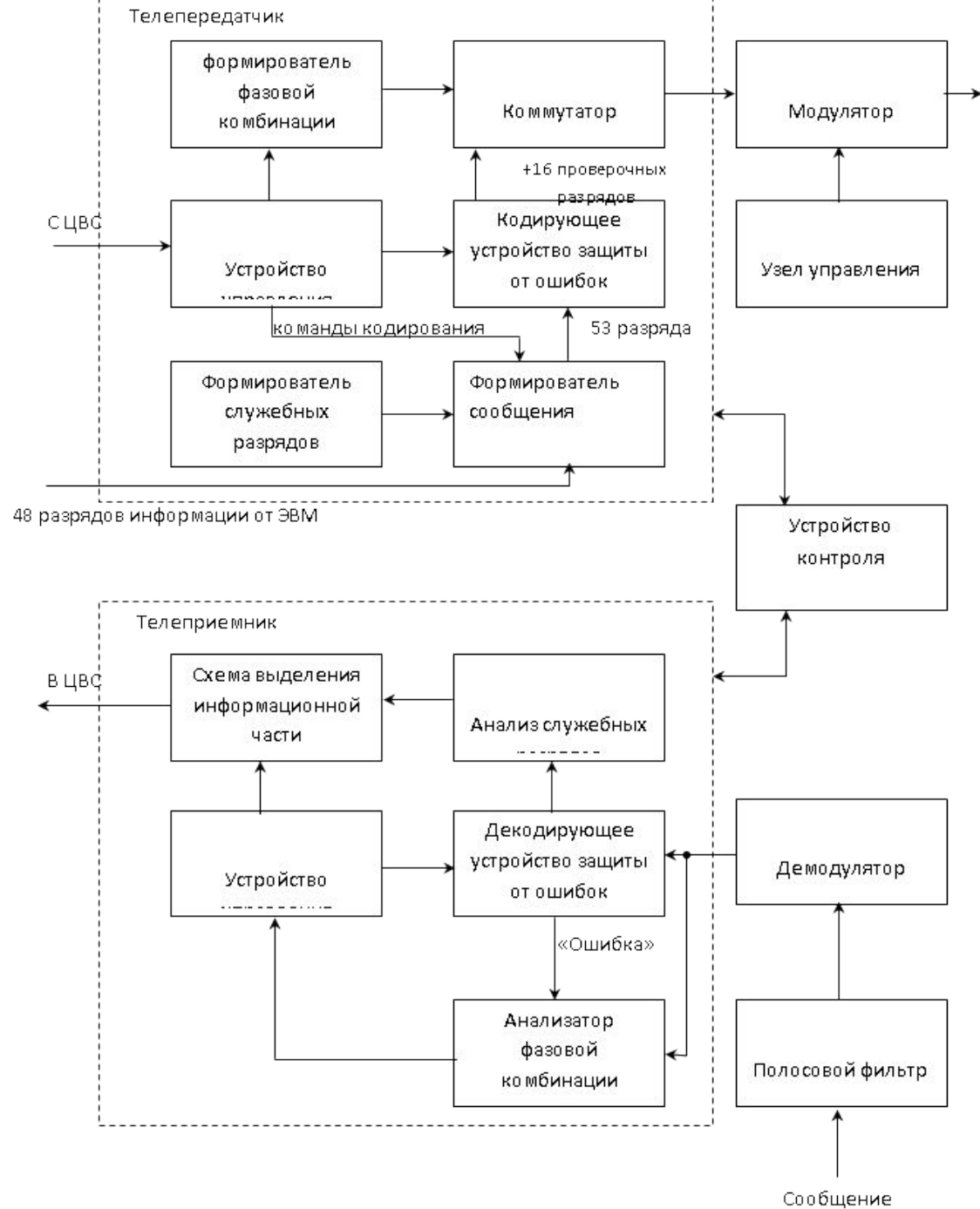
В телепередатчике имеется узел управления радиостанцией канала связи, куда поступает ЧМ - сигнал с модулятора. Узел управления осуществляет блокирование приемника (передатчика) радиостанции в симплексном режиме обмена, а также переключение ее из режима «Передача» в режим «Прием» и наоборот в попеременно-симплексном режиме.



## Работа на прием

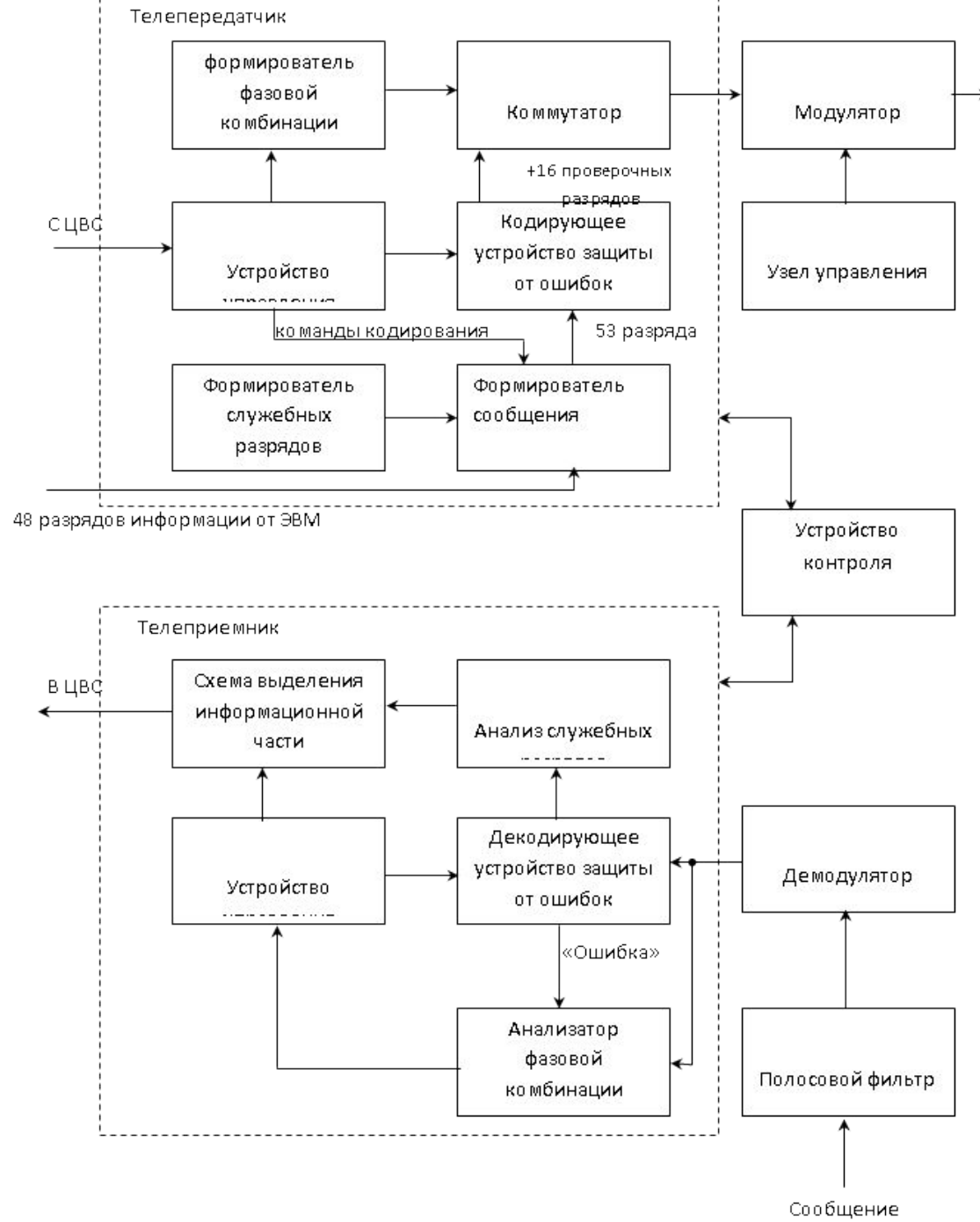
При приеме информации ЧМ - сигнал из канала связи через полосу фильтр поступает на демодулятор, который производит восстановление огибающей ЧМ - сигнала на основе выделения нулевых переходов и непрерывного подсчета их за время, равное длительности элементарной посылки.

Со схемы восстановления информация поступает в приемник, где она анализируется на наличие фазовой комбинации для обеспечения синхронизации по циклам, и далее поступает на вход декодирующего устройства, производящего анализ принятой комбинации на наличие в ней ошибок.



При обнаружении ошибки кодовая комбинация не стирается, а выдается получателю вместе с сигналами, определяющими верность данных. Примененный циклический код позволяет получить вероятность обнаружения ошибки 0,99999 при коэффициенте ошибок по элементам в канале связи не более  $1 \times 10^{-5}$ .

С выхода декодирующего устройства защиты от ошибок информация поступает на анализатор служебных сигналов, который в режиме «адрес» осуществляет сравнение адреса (1...4 разряда) в принятой комбинации с адресом АПД. Затем кодированная информация с признаком верности поступает на схему выделения информационной части (48 разрядов) для выдачи ее потребителю.



## Фазовая комбинация

В АПД АИ-011 используется синхронный способ передачи. Фазируем по циклам производится с помощью передаваемых в канал связи специальных фазовых комбинаций, отличающихся по структуре от информационных. Фазовая комбинация представляет собой отрезок рекуррентной последовательности длиной в 69 двоичных разрядов, образованной полиномом

$$G(Z) = Z^8 + Z^6 + Z^5 + Z^4 + 1$$

Фазовая комбинация начинается с исходной комбинации 01010000 и заканчивается комбинацией 00000011. Решение о приеме фазовой комбинации принимается анализатором по зачетному участку в 29 разрядов на любом интервале фазовой комбинации. При этом на 29 позициях должно быть зарегистрировано не менее 21 совпадения соответствующих разрядов. Обнаружив фазовую комбинацию, анализатор переходит к поиску комбинации ее конца 00000011. Кроме того, при анализе фазовой комбинации декодирующее устройство защиты от ошибок будет формировать сигнал «Ошибка», так как фазовая комбинация образована на основе полинома  $G(Z)$ , отличающегося от образующего полинома циклического кода сообщения.



Этот сигнал «Ошибка», поступая на схему анализатора фазовой комбинации, исключает ложное фазирование распределителя устройства управления телеприемника по информационной кодовой комбинации, сходной по структуре с фазовой.

Процесс фазирования по циклам складывается из начального фазирования в процессе работы. Перед началом обмена данными, сразу после включения АПД, в течение 0,92 с. производится синхронизация и начальное фазирование по циклам телеприемника.

Для этого в канал связи выдается фазовая комбинация из последовательностей чередующихся логических нулей и единиц. Затем в уже сфазированном по циклам состоянии АПД фазовые комбинации формируются и периодически передаются через 95 кодовых комбинаций

# 3 вопрос



*Назначение органов управления, контроля  
и сигнализации АПД Т-235-1Л .*

# Внешний вид АПД С-23



# Внешний вид АПД С-23



Анализатор непрерывного контроля формирует на своем выходе сигнал исправной работы при поступлении сигналов из пяти плат. При отсутствии одного из контролируемых сигналов формируется сигнал «АВАРИЯ».



Дискретный контроль проверяет работоспособность других плат прибора. Он позволяет анализировать каждый контролируемый сигнал в течении прохождения трех блоков и выявляет при этом перепады напряжения. Наличие двух и более перепадов напряжения в контролируемом сигнале принято за правильное функционирование, а менее двух перепадов – за аварийное. После прохождения трех блоков данных при вторичном обнаружении аварии данного сигнала на выходе схемы аварии дискретного контроля появляется сигнал, который останавливает регистр контроля и формирует сигнал «АВАРИЯ», поступающий на лампу АВАРИЯ.



Режим тестовой проверки позволяет производить контроль работоспособности прибора в режиме «Тест».

Тестовая проверка охватывает основные алгоритмы работы прибора в дуплексном режиме. Проверка ведется по определенной программе, которая задается автоматически датчиком тестовой программы. В режиме «Тест» – 4 цикла проверки:

- проверка режима «Фазирование по циклам» и режима «Молчание».
- передача блока КУ от ООД.
- передача данных ДРС.
- передача блока КУ из накопителя прибора.

