

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
«Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники»

Военный факультет

Кафедра радиоэлектронной техники
ВВС и войск ПВО

А. А. Дмитренко, О. А. Хожевец, Д. Г. Назаров

ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ СТАНЦИИ 59Н6М

*Допущено Министерством обороны Республики Беларусь
в качестве учебного пособия для курсантов и студентов,
обучающихся в интересах радиотехнических войск*

Минск БГУИР 2024

УДК 621.396.967(076)
ББК 32.95я73
Д53

Рецензенты:

кафедра автоматики, радиолокации и приемо-передающих устройств
учреждения образования «Военная академия Республики Беларусь»
(протокол № 13 от 30.11.2022);

ведущий научный сотрудник 1-го научно-исследовательского отдела
1-го научно-исследовательского управления
государственного учреждения
«Научно-исследовательский институт Вооруженных Сил
Республики Беларусь» кандидат военных наук,
доцент А. А. Богатырёв

Дмитренко, А. А.
Д53 Эксплуатация и ремонт радиолокационной станции 59Н6М : учеб.
пособие / А. А. Дмитренко, О. А. Хожевец, Д. Г. Назаров. – Минск :
БГУИР, 2024. – 92 с. : ил.
ISBN 978-985-543-744-5.

Разработано в соответствии с учебной дисциплиной «Радиолокационные системы военного назначения» и является специализированным учебным пособием по радиолокационной станции 59Н6М. Изложены основы построения, функционирования и эксплуатации радиолокационной станции 59Н6М.

УДК 621.396.967(076)
ББК 32.95я73

ISBN 978-985-543-744-5

© Дмитренко А. А., Хожевец О. А.,
Назаров Д. Г., 2024
© УО «Белорусский государственный
университет информатики
и радиоэлектроники», 2024

Содержание

СПИСОК ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ	5
ВВЕДЕНИЕ	7
1. РАДИОЛОКАЦИОННАЯ СТАНЦИЯ 59Н6М	8
1.1. Назначение радиолокационной станции 59Н6М	8
1.2. Тактико-технические характеристики радиолокационной станции 59Н6М	8
1.3. Состав радиолокационной станции 59Н6М.....	10
1.4. Размещение на позиции радиолокационной станции 59Н6М	12
2. АНТЕННЫЙ КОМПЛЕКС РАДИОЛОКАЦИОННОЙ СТАНЦИИ 59Н6М	13
2.1. Назначение и состав антенного комплекса.....	13
2.2. Антенно-фидерная система антенного комплекса.....	14
2.2.1. Антенная система	14
2.2.2. Фидерная система антенного комплекса.....	20
2.3. Приемная система радиолокационной станции 59Н6М.....	24
2.3.1. Общие сведения о приемной системе радиолокационной станции 59Н6М	24
2.3.2. Приемный блок 278-052-01	24
2.4. Шкаф Е278-7	27
2.4.1. Состав и назначение шкафа Е278-7	27
2.4.2. Специализированная электронная вычислительная машина радиолокационной обработки	27
2.4.3. Система первичной обработки радиолокационной информации	28
2.4.3.1. Алгоритм защиты от несинхронных импульсных помех.....	30
2.4.3.2. Алгоритм внутрипериодной обработки	32
2.4.3.3. Алгоритмы системы селекции движущихся целей.....	33
2.4.3.4. Система межпериодного накопления и формирования адаптивного порога обнаружения.....	36
2.4.3.5. Измерение координат и защита от ответной импульсной помехи.....	38
2.4.4. Система вторичной обработки радиолокационной информации	39
2.4.4.1. Обнаружение траекторий.....	40
2.4.4.2. Оценка параметров движения сопровождаемого воздушного объекта.....	41
2.4.4.3. Обнаружение маневра аэродинамической цели и адаптация к нему.....	42
2.4.4.4. Сброс трассы с сопровождения.....	42
2.4.4.5. Полуавтоматическое сопровождение и сопровождение постановщиков активно-шумовой помехи	43
2.4.5. Система имитации и тренажа	43

2.5. Система ориентирования и топопривязки.....	44
3. КОНТЕЙНЕР УКОМПЛЕКТОВАННЫЙ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ	
СТАНЦИИ 59Н6М.....	47
3.1. Радиопередающая система радиолокационной станции 59Н6М.....	47
3.1.1. Блок переноса частоты	47
3.1.2. Предварительный широкополосный усилитель	50
3.1.3. Модулятор (шкаф 255-11)	51
3.1.4. Высоковольтный выпрямитель (шкаф 255-10)	52
3.1.5. Усилитель мощности (блок 234-063-03)	52
3.1.6. Особенности работы радиопередающей системы.....	54
3.2. Фидерная система контейнера укомплектованного 59Н6М	55
3.3.1. Панель рабочего места оператора	58
3.3.2. Индикатор рабочего места оператора.....	59
3.3.3. Шаровой манипулятор	61
3.4. Система определения государственной принадлежности.....	63
3.4.1. Состав 77Е6-1 и режимы работы наземного радиолокационного запросчика.....	63
3.4.2. Взаимодействие наземного радиолокационного запросчика со специализированной электронной вычислительной машиной радиолокационной обработки	65
3.5. Система сопряжения и связи	72
3.5.1. Аппаратура передачи данных	72
3.5.2. Прибор оператора ППО-01С.....	74
3.5.3. Блок сопряжения 278-161-01	76
3.5.4. Щиток линейный ЛЩ-24ЦС.....	77
3.6. Автоматизированная система контроля. Система документирования	77
3.7. Система синхронизации радиолокационной станции 59Н6М	81
3.8. Система противопожарной защиты	84
3.9. Система обеспечения тепловых режимов	88
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	92

СПИСОК ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ

АК	– антенный комплекс
АС	– антенная система
АСУ	– автоматизированная система управления
АФР	– амплитудно-фазовое распределение
АФС	– антенно-фидерная система
АЦП	– аналого-цифровое преобразование
АШП	– активно-шумовая помеха
ВРМО	– выносное рабочее место оператора
ВО	– воздушный объект
ВПС	– вычитание постоянной составляющей
ВПУ	– виртуальная панель управления
ВС ВУМ	– вращающееся соединение высокого уровня мощности
ГГС	– громкоговорящая связь
ГЭВЧ	– государственный эталон времени и частоты
ДНА	– диаграмма направленности антенны
ДН	– диаграмма направленности
ДО	– диодный ограничитель
ДП	– дипольная помеха
ЗМ	– закон модуляции
ЗНИП	– защита от несинхронных импульсных помех
ЗС	– зондирующий сигнал
ИП	– индикаторный пост
КП	– карта помех
КМП	– карта местных предметов
КСА	– комплекс средств автоматизации
КУ	– контейнер укомплектованный
ЛЧМ	– линейно-частотно-модулированный
МОС	– межобзорная селекция
МП	– местный предмет
МПД	– модуль процессоров данных
МРК	– многофункциональный радионавигационный комплекс
МШУ	– малошумящий усилитель
НИП	– несинхронная импульсная помеха
НК	– непрерывный контроль
НРЗ	– наземный радиолокационный запросчик
ОКС	– оперативно-командная связь
ПАП	– постановщик активных помех
ПБЛ	– подавление боковых лепестков
ПП	– пассивная помеха
ППЗ	– противопожарная защита
ППФ	– полосно-пропускающий фильтр

ПЧ	– промежуточная частота
РЛИ	– радиолокационная информация
РЛС	– радиолокационная станция
РМО	– рабочее место оператора
РПС	– радиопередающая система
СВН	– средство воздушного нападения
СДЦ	– селекция движущихся целей
СЭВМ РЛО	– специализированная электронная вычислительная машина радиолокационной обработки
УПЧ	– усилитель промежуточной частоты
ФК	– функциональный контроль
ФНЧ	– фильтр нижних частот
ФС	– фидерная система
ЦАП	– цифроаналоговое преобразование
ЦСДЦ	– цифровая селекция движущихся целей
ЦФ	– цифровой фильтр
ЦФД	– цифровой фазовый детектор

ВВЕДЕНИЕ

Начиная с 2000 г. на вооружение различных стран мира стали поступать самые современные СВН. К самым высокотехнологическим можно отнести истребители пятого поколения, бомбардировщики с применением технологий «СТЕЛС», беспилотные средства различных типов, современные ракеты воздушного, наземного и морского базирования (в т. ч. и гиперзвуковое оружие). Технологический прогресс СВН требует соответствующего ответа систем ПВО.

В авангарде системы ПВО стоят средства радиолокации. Использование пассивных систем радиолокации пока остается нерешенной задачей в силу своей технологической сложности. По-прежнему основным средством контроля воздушного пространства остаются активные радары.

Качественный и количественный технологический скачок СВН, развитие средств радиотехнической разведки и радиоэлектронной борьбы определяют облик современной РЛС.

В 2016 г. на вооружение радиотехнических войск Республики Беларусь поступила РЛС последнего поколения 59Н6М «Противник ГЕ». Изделие производится научно-производственным объединением «Правдинский радиозавод» в Российской Федерации. Данная РЛС объединила все передовые технологические решения в радиолокации последних нескольких десятилетий. Большая дальность действия, повышенная помехозащищенность, высокая точность определения координат, увеличенная производительность и мобильность позволили ей стать основной РЛС боевого режима радиотехнических войск Республики Беларусь.

На данный момент РЛС 59Н6М поступила на вооружение во все основные радиотехнические подразделения страны и успешно выполняет задачи по охране воздушных границ.

1. РАДИОЛОКАЦИОННАЯ СТАНЦИЯ 59Н6М

1.1. Назначение радиолокационной станции 59Н6М

Подвижная трехкоординатная РЛС с трассовой обработкой информации дециметрового диапазона длин волн средних и больших высот боевого режима 59Н6М «Противник ГЕ» предназначена:

- для обнаружения, определения координат и сопровождения самолетов стратегической и тактической авиации, баллистических и авиационных ракет, а также малоразмерных малоскоростных летательных аппаратов в беспомеховых условиях и в условиях действия помех;

- распознавания классов целей;

- определения государственной принадлежности воздушного объекта ВО;

- пеленгации ПАП;

- выдачи РЛИ на КСА командных пунктов РТВ, ЗРВ, ВВС в целях наведения истребительной авиации, а также целеуказания зенитным ракетным комплексам при работе в составе автоматизированных и неавтоматизированных радиотехнических подразделений;

- отображения индивидуальной и полетной информации на РМО РЛС, выносных РМО и РМО ИП в целях обеспечения безопасности полетов своей авиации, а также отображения путевой скорости ВО, информации о разности курсов и разности высот бомбардировщиков и перехватчиков [1].

1.2. Тактико-технические характеристики радиолокационной станции 59Н6М

Основные показатели боевых возможностей РЛС 59Н6М представлены в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Основные боевые возможности РЛС 59Н6М

Наименование	Значение
1	2
Зона обнаружения:	
максимальная дальность обнаружения, км	450
минимальная дальность обнаружения, км	8
нижняя граница зоны обнаружения, ($\epsilon_{\text{мин}}$), мин	Десятки минут
верхняя граница зоны обнаружения, ($\epsilon_{\text{макс}}$), град	45
Обзор по радиальной скорости, км/ч	60–8000
Ошибки измерения координат:	
по дальности, м	12
азимуту, мин	12
углу места, мин	10

Окончание табл. 1.1

1	2
Количество одновременно выдаваемых ВО в автоматическом режиме	До 150 трасс цели
Разрешающие способности: по дальности, м, не более азимуту, град, не более углу места, град, не более	450 2,5 1,6
Защита от активных помех	Адаптивная (в т. ч. поимпульсная) перестройка по частоте (24 фиксированные частоты) автокомпенсатор постановщиков АШП (трехканальных); схема защиты от НИП
Защита от пассивных помех: коэффициент подавления от МП, дБ, не менее применение ЦСДЦ	50

Основные технические характеристики РЛС 59Н6М представлены в табл. 1.2.

Таблица 1.2

Основные технические характеристики РЛС 59Н6М

Наименование	Значение
1	2
Радиопередающая система	
Частотный диапазон, МГц	1331–1431
Тип передатчика	Задающий генератор усилителя мощности
Импульсная мощность, кВт	470
Длительность импульса ЗС, мкс, не более	90
Тип ЗМ ЗС	Линейно-частотно-модулированный
Частота повторения ЗС при ядре вобуляции 5, Гц, около	300
Приемная система	
Коэффициент шума, не более	3
Тип приемника	Супергетеродинный с однократным преобразованием частоты
Число каналов приемника	51 (48 локационных каналов, 3 канала автокомпенсатора)

1	2
Промежуточная частота, МГц	315
Динамический диапазон, дБ	60
Антенная система	
Тип антенны	Пассивная фазированная антенная решетка
Обзор пространства: по азимуту углу места	Последовательный 360 град параллельный (32 ДНА на прием)
число строк в антенной решетке	48
число диполей в одной строке	42
Ширина ДНА по углу места на передаче, град	от – 2 до + 45
Уровень боковых лепестков, дБ	– 35

Технические характеристики периферийных и вспомогательных систем представлены во второй части руководства по эксплуатации [2].

1.3. Состав радиолокационной станции 59Н6М

Радиолокационная станция 59Н6М включает в себя:

- антенный комплекс;
- контейнер укомплектованный;
- выносное РМО;
- индикаторный пост;
- систему электроснабжения 19У6.

Антенный комплекс и контейнер укомплектованный объединяются в антенно-аппаратный комплекс укомплектованный и размещаются на полуприцепе ЧМЗАП-93867 (рис. 1.1).

Антенный комплекс состоит:

- из антенно-фидерной системы;
- приемной системы;
- систем синхронизации и вращения антенны;
- гидравлической системы разворачивания;
- системы передачи азимута;
- системы ориентирования и топопривязки;
- системы первичной и вторичной обработки;
- системы контроля;
- системы имитации и тренажа;
- системы формирования сигналов эталона и гетеродина;
- системы контроля температуры АФС;
- системы электропитания.



Рис. 1.1. РЛС 59Н6М:

1 – антенно-аппаратный комплекс (4 – контейнер укомплектованный;
5 – антенный комплекс); 2 – индикаторный пост; 3 – система электроснабжения

В состав контейнера укомплектованного входят:

- радиопередающая система;
- антенно-фидерный тракт;
- два РМО;
- аппаратура включения и управления режимами РЛС НРЗ и АСУ;
- аппаратура уплотнения и передачи информации на АСУ, ИП и ВРМО;
- аппаратура контроля и синхронизации;
- аппаратура связи;
- аппаратура НРЗ 77Е6-1;
- аппаратура системы обеспечения теплового режима;
- система противопожарной защиты;
- аппаратура электропитания;
- запасные инструменты и принадлежности.

В состав индикаторного поста входят:

- два РМО;
- система электропитания;
- аппаратура системы обеспечения теплового режима;
- система противопожарной защиты;

- аппаратура передачи информации;
- зарядное устройство (блок 248-132-04) с вентилятором (шкаф 278-05);
- место для отдыха личного состава.

В состав системы электроснабжения 19У6 входят:

- два дизель-генератора;
- два преобразователя частоты ПЧ-60;
- шкафы управления собственных нужд потребителей и преобразователя;
- устройство нагрузочное;
- блок ремонтный;
- устройство заряда аккумуляторных батарей;
- аккумуляторные батареи;
- пульт дистанционного управления;
- масляные и топливные баки.

Состав и технические характеристики системы электроснабжения РЛС 59Н6М разных периодов производства могут несущественно отличаться.

1.4. Размещение на позиции радиолокационной станции 59Н6М

Изделие 59Н6М может размещаться на любых грунтах, кроме болотистых, а также на площадке, обеспечивающей заезд автопоезда, состоящего из тягача с прицепом ЧМЗАП-93867.

Схема размещения РЛС приведена на рис. 1.2.

Наибольшие требования к несущей способности грунтов предъявляются для полуприцепа АК, площадь опор которого обеспечивает давление на грунт не более 1,4 кгс/см². В связи с этим после сильных дождей, ветров или в весенний период возможна просадка грунтов под опорами – отклонение от вертикальной оси вращения. Для предотвращения этого достаточно под опоры подсыпать и уплотнить щебень слоем 300 мм на площадке размером 1500×900 мм.

Для размещения АК на позиции необходима ровная горизонтальная площадка радиусом 1500 м с нулевыми углами закрытия, расположенная на расстоянии не менее 6000–7000 м от крупных населенных пунктов, городов, железобетонных сооружений, больших лесных массивов и на расстоянии 2500–3000 м от многопроводной линии передач. Допускаются отдельные неровности (бугры, впадины, овраги), не превышающие по высоте (глубине) от среднего уровня 0,5 м в радиусе 500 м от АК; 1,5 м – в радиусе 1000 м; 2,5 м – в радиусе 15 000 м от АК [7].

При размещении АК вблизи водной поверхности рекомендуется выбирать позиции на острове, пологом берегу моря или реки, у ровных болотистых мест, чтобы водная поверхность была в рабочем секторе.

Углы закрытия определяются с помощью буссоли. Буссоль типа ПАБ-2М устанавливается на треноге на высоте 1,5 м от земли в радиусе 10 м от оси вращения антенны. Отсчет горизонтальных и вертикальных углов производится в

соответствии с инструкцией по эксплуатации буссоли ПАБ-2М через 5° горизонтальных углов. Затем строится в полярных координатах круговая диаграмма, где по радиусу откладываются значения вертикальных углов (углов закрытия), а по окружности – значения горизонтальных [3].

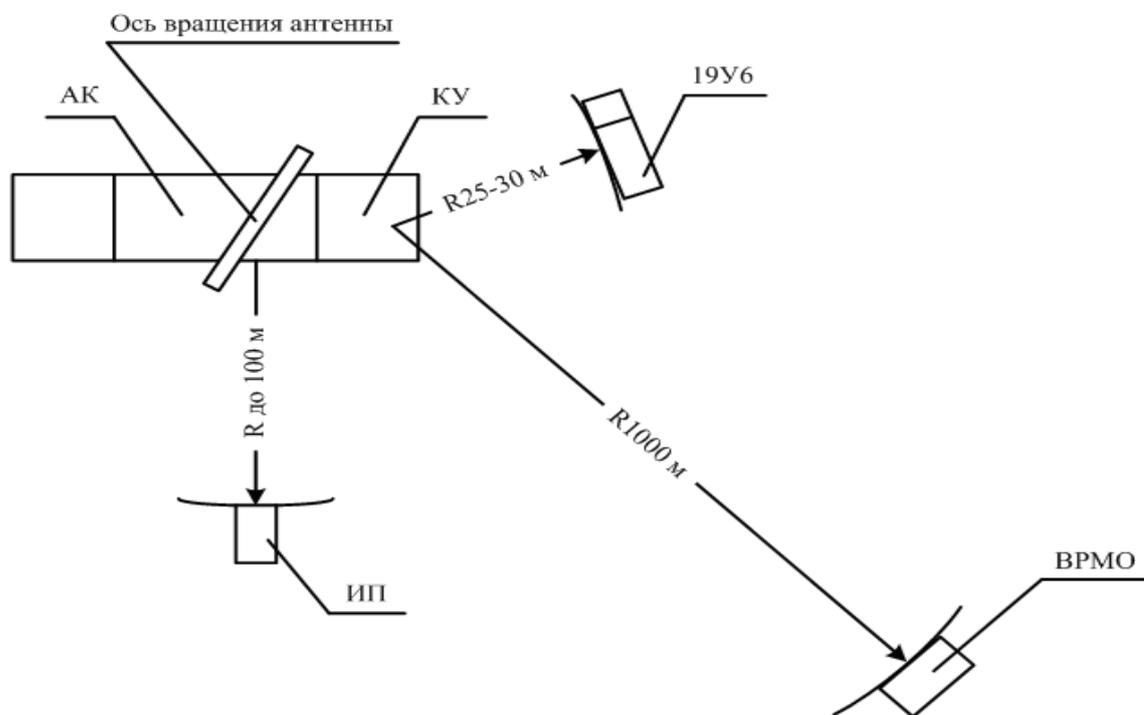


Рис. 1.2. Схема размещения РЛС 59Н6М

2. АНТЕННЫЙ КОМПЛЕКС РАДИОЛОКАЦИОННОЙ СТАНЦИИ 59Н6М

2.1. Назначение и состав антенного комплекса

Антенный комплекс РЛС 59Н6М предназначен:

- для излучения высокочастотной энергии в режиме передачи в заданном угловом секторе;
- приема эхосигналов в заданном угловом секторе;
- приема сигналов в области главного луча ДНА с последующим использованием их в системе пеленга;
- приема сигналов шумовых активных помех в заданном секторе боковых лепестков ДНА с последующим использованием их в системе каналов компенсации;
- излучения сигналов запроса государственной принадлежности, а также для приема ответных сигналов и передачи их на вход аппаратуры распознавания;

- первичной обработки информации;
 - вторичной обработки сигнала информации.
- Антенный комплекс включает в себя АФС:
- приемную систему;
 - систему синхронизации;
 - систему вращения антенны;
 - гидравлическую систему разворачивания;
 - систему передачи азимута;
 - систему ориентирования и топопривязки;
 - системы первичной и вторичной обработки;
 - систему контроля;
 - систему имитации и тренажа;
 - системы формирования сигналов эталона и гетеродина;
 - систему контроля температуры АФС;
 - систему электропитания и токосъемник.

2.2. Антенно-фидерная система антенного комплекса

Антенно-фидерная система антенного комплекса РЛС 59Н6М включает в себя:

- антенно-фидерную систему канала локации и компенсации;
- антенно-фидерную систему канала опознавания;
- фидерную систему контрольных сигналов и сигнала гетеродина.

Рассмотрим основные системы антенно-фидерной системы антенного комплекса.

2.2.1. Антенная система

Антенная система РЛС 59Н6М предназначена:

- для формирования необходимого распределения электромагнитного поля в пространстве в режиме излучения и пространственного суммирования эхосигнала в режиме приема;
- приема АШП;
- формирований требуемых ДНА НРЗ и ПБЛ канала опознавания;
- передачи контрольных сигналов и опорных сигналов гетеродина потребителям.

Антенная система РЛС включает в себя АС канала локации, АС канала компенсации АШП, АС канала опознавания, ФС контрольных сигналов и опорных сигналов гетеродина.

Антенная система канала локации представляет собой фазированную антенную решетку, состоящую из 48 приемопередающих строк. Антенна канала компенсации встроена в антенну канала локации и состоит из четырех строк и трех столбцов антенны канала локации. Функциональная схема канала локации и компенсации представлена на рис. 2.1.

В состав антенны канала локации входят следующие устройства:

- приемопередающая строка канала локации – 48 шт.;
- полосковый делитель мощности 1:4 – 44 шт.;
- полосковый делитель мощности канала локации-компенсации 1:4 – 4 шт.;
- циркулятор (трехплечий) – 3 шт.;
- циркулятор (четыреплечий) с нагрузкой – 51 шт.;
- диодный ограничитель с фильтром – 51 шт.;
- фазовый корректор – 48 шт.;
- полосковый делитель мощности 1:6 – 8 шт.;
- волноводный тракт.

Антенна канала локации выполнена в виде дипольной антенной решетки, состоящей из 48 приемопередающих строк по 42 горизонтальных диполя в каждой и 49 рефлекторов, установленных в общем пространственном каркасе.

Каждая строка состоит из левого, центрального и правого блоков, выполненных в виде модулей, включающих в себя соответственно по 13, 16 и 13 диполей, объединенных параллельно-последовательной схемой питания и делителем мощности. Схема питания в блоках обеспечивает получение заданного АФР между диполями в строке.

Заданное распределение мощности между строками на передачу реализуется с помощью восьми делителей мощности. Четыре делителя мощности обеспечивают АФР между нижними строками с 1-й по 24-ю, создающее угломестную диаграмму направленности в секторе углов от -2 до $+45^\circ$. Аналогичные делители мощности обеспечивает АФР между верхними строками с 25-й по 48-ю, создающее угломестную диаграмму направленности в секторе углов от -2 до $+45^\circ$.

При работе канала локации на передачу ЗС от передающего устройства по волноводному тракту через поворотное устройство (блок 234-021-08), вращающееся соединение высокого уровня мощности (блок 278-026-01) и волноводный тракт поступает на переключатель лучей (блок 234-021-09), который осуществляет передачу ЗС на один из двух делителей мощности.

Один делитель мощности на 24 канала обеспечивает работу РЛС в режиме верхнего луча, другой делитель мощности на 24 канала – работу РЛС в режиме нижнего луча.

Первый делитель мощности на 24 (четыре блока 255-021-34) осуществляет передачу ЗС на нижние строки антенны канала локации с 1-й по 24-ю.

Второй делитель мощности на 24 (четыре блока 255-021-34) передает ЗС на верхние строки антенны канала локации с 25-й по 48-ю.

С каждого из выходов делителя мощности ЗС поступает на фазовый корректор (блок 278-021-17) (рис. 2.1), далее – на вход 1 циркулятора и через выход 2 циркулятора – на делитель приемопередающей строки (блок 234-011-08). С делителя приемопередающей строки ЗС поступает на крайние (блоки 234-011-04, 234-011-06) и центральную (блок 234-011-05) части приемопередающей строки.

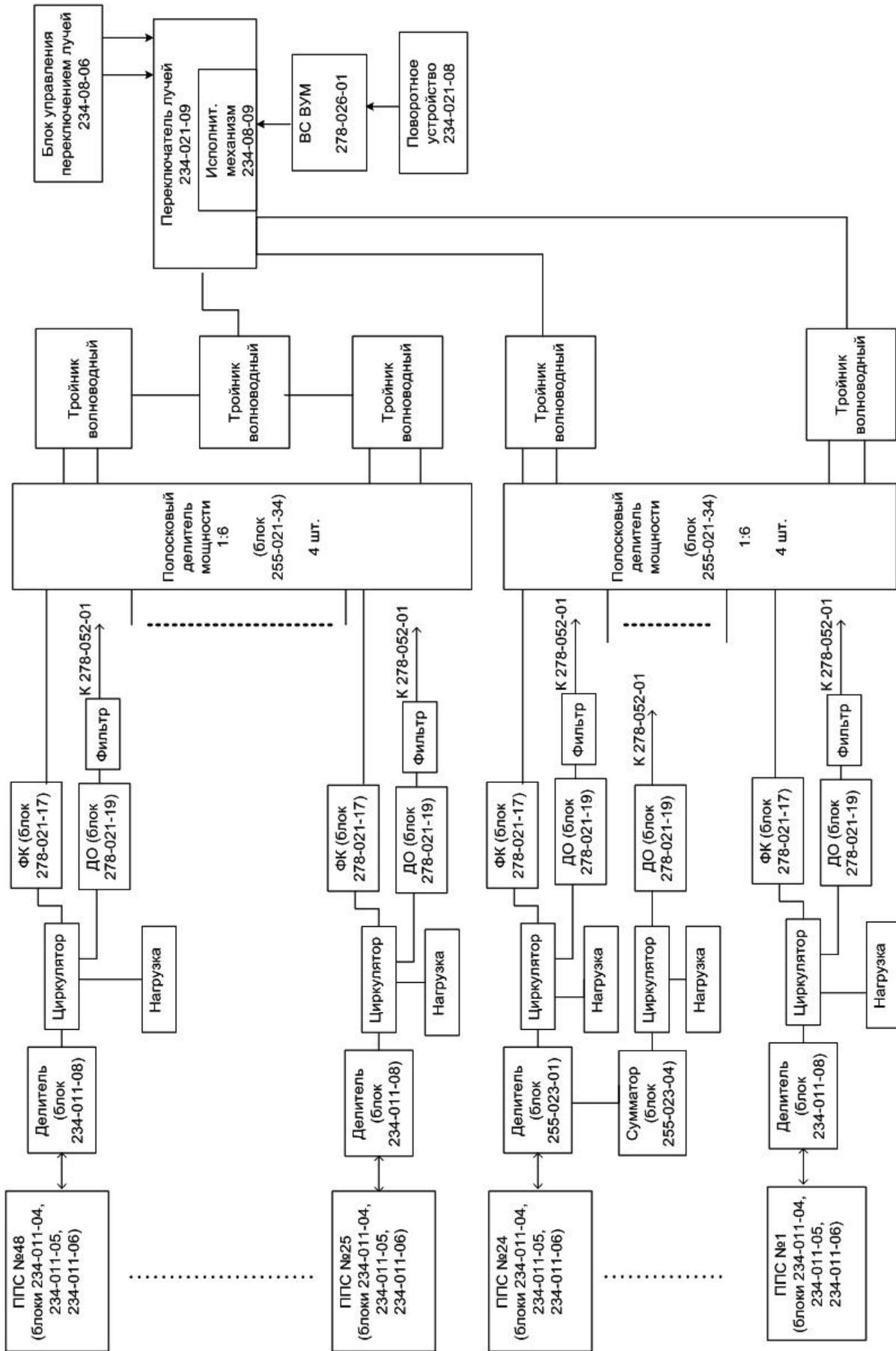


Рис. 2.1.1. Функциональная схема канала локации и компенсации

На рис. 2.2 представлены зоны обнаружения РЛС в режимах нижнего и верхнего луча.

При работе на прием эхосигнал, отраженный от цели, поступает на приемопередающую строку (блоки 234-011-04, 234-011-05, 234-011-06) и с выхода делителя строки (блок 234-011-08) – на вход 2 ферритового циркулятора, далее – на диодные ограничители (блок 278-021-19М) и на приемный блок 278-052-01.

Антенна канала компенсации располагается в центральной части антенной системы. В нее входят (см. рис. 2.1.):

- приемопередающая строка канала локации – 4 шт.;
- полосковый делитель мощности канала локации-компенсации 1:4 – 4 шт.;
- сумматор 1:4 – 3 шт.;
- циркулятор (трехплечий) – 3 шт.;
- согласованная нагрузка – 3 шт.;
- диодный ограничитель – 3 шт.

Антенна канала компенсации встроена в антенну канала локации и выполнена в виде дипольной антенной решетки, состоящей из четырех комплектов блоков 234-011-04 – левого, 234-011-05 – центрального, 234-011-06 – правого, образующих четыре строки. Каждая из строк объединяется делителем – блоком 255-023-01. Каждый из блоков выполнен в виде модулей, включающих в себя 13, 16 и 13 диполей соответственно, объединенных параллельно-последовательной схемой питания. Диаграммообразующая схема, реализованная в блоке 255-023-01, создает три независимых разностных ДН в азимутальной плоскости. Каждый комплект из четырех блоков объединяется блоком 255-023-04, формирующим угломестную ДН в секторе углов от 0 до 45° [4].

Антенная система канала опознавания состоит из основной и контрольной антенны, а также антенны подавления боковых лепестков. ФС каналов локации и опознавания обеспечивает передачу сигналов от передающего устройства к строкам антенной решетки.

Функциональная схема канала опознавания представлена на рис. 2.3.

В состав антенны канала опознавания входят следующие устройства:

- приемопередающая строка канала запросчика – 6 шт.;
- полосковый делитель мощности канала опознавания 1:6 – 2 шт.;
- полосковый делитель мощности канала опознавания 1:2 – 6 шт.;
- фильтр верхних частот;
- коаксиальная линия (трансформатор сопротивления) – 2 шт.;
- контрольная антенна канала опознавания.

Антенна канала опознавания (основная антенна и антенна ПБЛ) предназначена для излучения и приема энергии высокой частоты на рабочих частотах системы опознавания.

Основная антенна представляет собой дипольную антенную решетку, состоящую из шести приемопередающих строк, объединенных в вертикальной плоскости делителем 1:6 (блок 255-022-01). Каждая строка состоит из двух блоков (255-012-01 и 255-012-02), объединенных с помощью делителя 1:2 (блок 255-022-02).

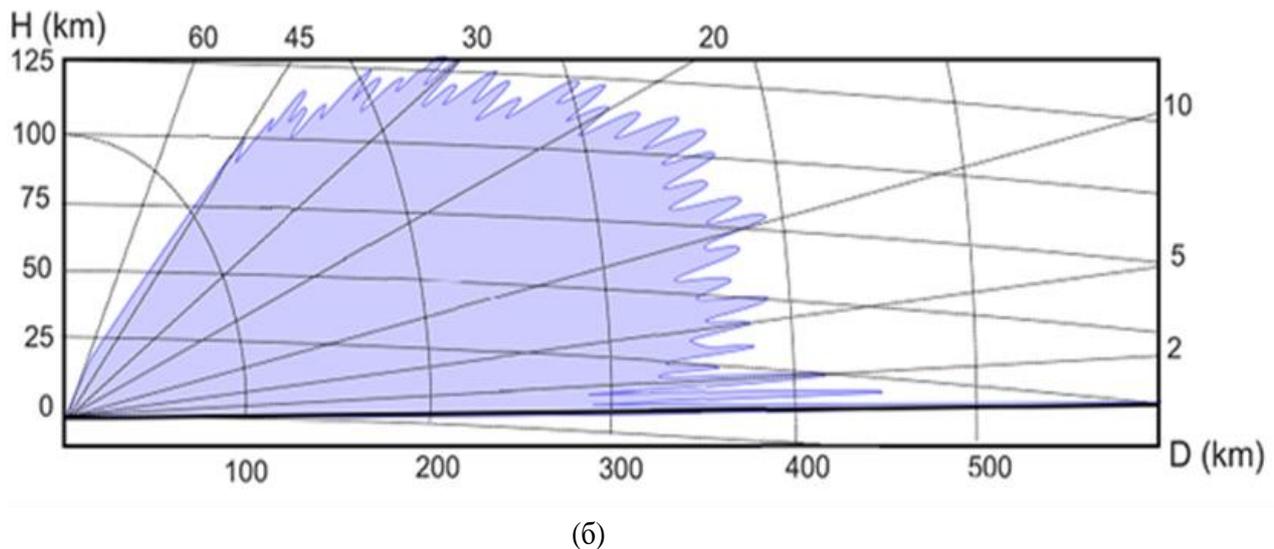
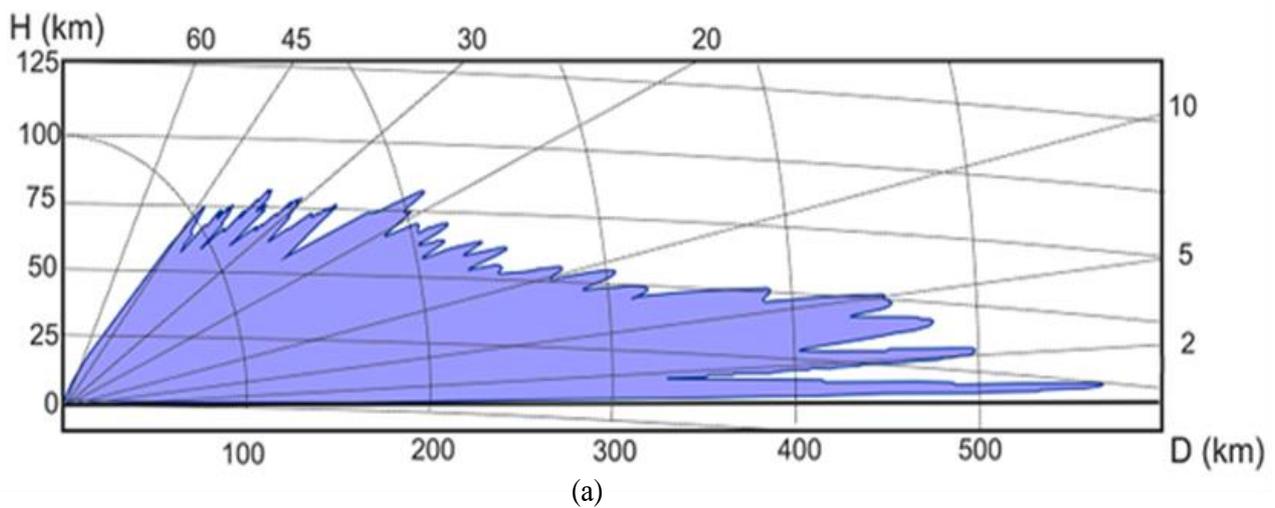


Рис. 2.2. Сечение реализуемой зоны обнаружения цели с ЭПР $1,5 \text{ м}^2$
РЛС 59Н6М:

а – в режиме нижнего луча; б – в режиме верхнего луча

Антенна ПБЛ представляет собой дипольную антенную решетку, состоящую из шести передающих строк (блок 255-012-03), объединенных в вертикальной плоскости делителем 1:6 (блок 255-022-01).

Антенна канала опознавания располагается в нижней части антенной системы. При работе в режиме запроса радиочастотный сигнал с выходов аппаратуры государственного опознавания, расположенной в КУ, через два радиочастотных кабеля (основного канала опознавания и канала ПБЛ) поступает на вращающееся соединение (блок 234-026-02).

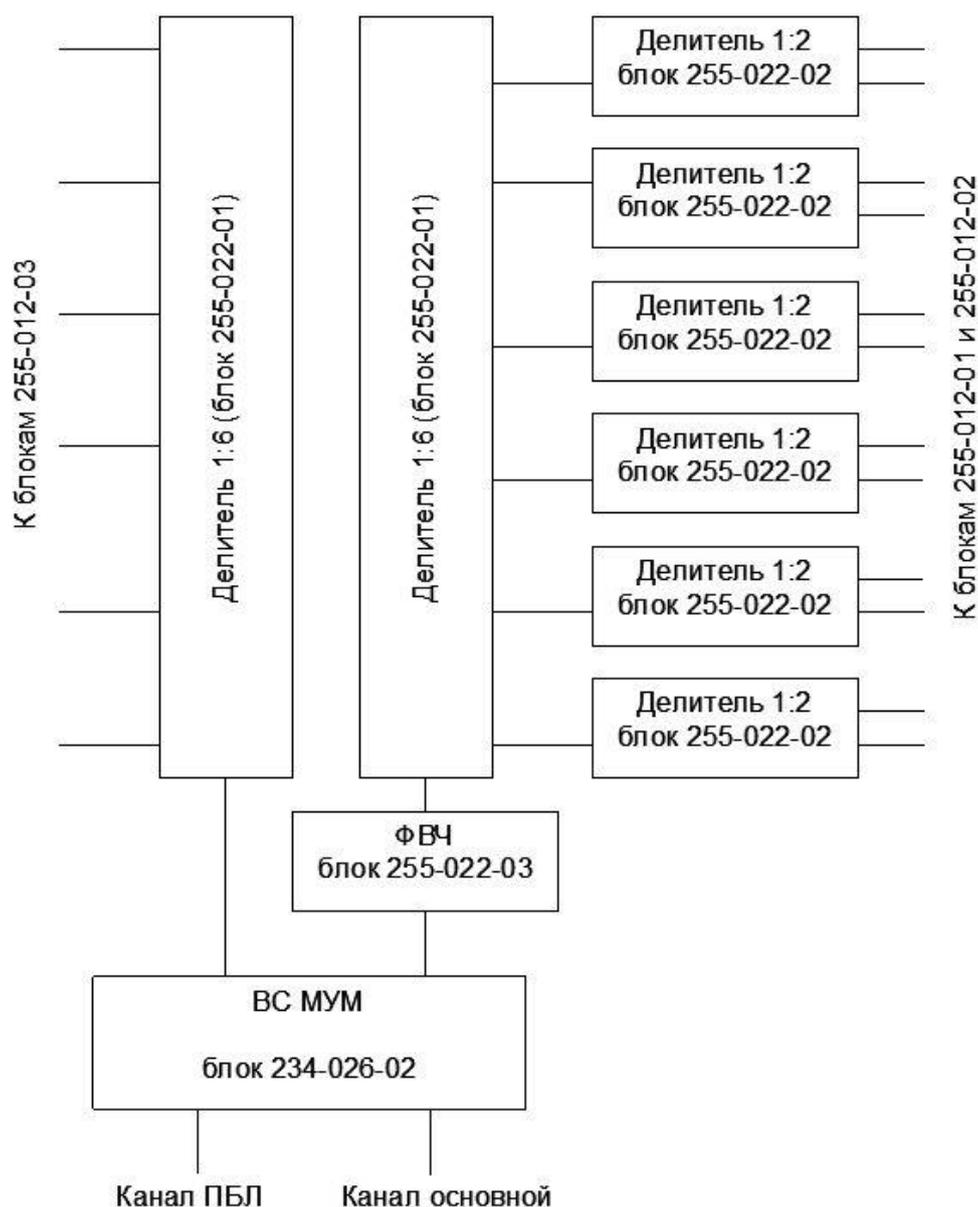


Рис. 2.3. Функциональная схема канала опознавания

Далее через систему радиочастотных кабелей и фильтр верхних частот (блок 255-022-03) сигнал основного канала поступает на вход делителя мощности (блок 255-022-01), на входы шести делителей мощности (блоки 255-022-02) и на шесть приемопередающих строк (блоки 255-012-01, 255-012-02). Сигнал канала ПБЛ поступает на делитель мощности (блок 255-022-01) и на шесть строк (блок 255-012-03) канала ПБЛ. Радиочастотный сигнал ответа принимается приемопередающими строками основного канала и по фидерному тракту основного канала поступает на вход аппаратуры государственного опознавания. Контрольная антенна опознавания (блок 234-014-01) расположена на КУ и предназначена для излучения сигналов, имитирующих сигнал ответа целей.

2.2.2. Фидерная система антенного комплекса

Фидерная система АК РЛС 59Н6М включает в себя аппаратуру:

- канала локации;
- управления переключателем лучей;
- каналов компенсации;
- канала опознавания;
- распределения сигналов гетеродина потребителям;
- распределения контрольных сигналов потребителям;
- токосъемника.

Фидерная система АК предназначена:

- для формирования необходимого распределения электромагнитного поля в пространстве в режиме излучения и пространственного суммирования эхосигнала в режиме приема;

- приема АПП;
- формирования требуемых ДН антеннами НРЗ и ПБЛ канала опознавания;
- формирования подсистемы контрольного сигнала и опорных сигналов гетеродина.

Более детально рассмотрим устройство и работу токосъемника.

Токосъемник представляет собой механически соединенную общую сборку различных по конструкции и функциональному назначению динамических устройств. Он выполняет роль объединительной конструкции, обеспечивая взаимную стыковку корпусов, сопряжение и зацепление валов роторных элементов, входящих в сборку блоков, в определенной последовательности. Общая сборка токосъемника включает следующие функциональные устройства:

- вращающееся соединение высокого уровня мощности (блок 278-026-01);
- низкочастотный токосъемник (блок 278-026-04);
- одно- и четырехканальные вращающиеся соединения малого уровня мощности (блоки 278-026-03 и 234-026-02);
- переходный щит токосъемника.

Переходный щит токосъемника расположен в его нижней части, он неподвижен и является узловым соединительным устройством для подключения внешних кабелей и проводов КУ. На корпусе переходного щита комплектно размещаются выходные соединительные разъемы высокочастотных и низкочастотных каналов, а также цепей с указанием соответствующей нумерации и обозначением их принадлежности к входящим в сборку блокам.

В свободном пространстве внутри вала блока 278-026-01 при монтаже общей сборки от переходного щита токосъемника к каналам блока 234-026-02 располагаются транзитные (проходные) кабели типа РК50-3-11, РК75-4-12, выходной кабель блока 278-026-03, провода и кабели блока 278-026-04. Надежность и прочность сопряжения корпусов входящих блоков обеспечиваются болтовой стяжкой встречных фланцев с использованием герметизирующих резиновых прокладок. Структурная схема токосъемника представлена на рис. 2.4.

Блок 278-026-01 предназначен для передачи высокочастотной энергии высокого уровня в режиме локации от неподвижных частей фидерного тракта к устройствам распределения и излучения, расположенным на вращающейся антенне.

Конструктивной основой построения являются волноводно-коаксиальные переходы конусного типа в качестве элементов трансформации и согласования волновых сопротивлений волноводной и коаксиальных частей с одновременным преобразованием типов волн. Входной и выходной волноводы блока выполнены сечением 180×45 мм и включены в конструкцию перпендикулярно оси вращения.

Конструкция блока в целом обеспечивает сборочное совмещение с низкочастотным токосъемником (блок 278-026-04). Вращающаяся и неподвижная части коаксиала электрически соединены между собой бесконтактным методом посредством дроссельных секций комбинированного сечения по внутреннему и наружному проводникам коаксиала.

Блок 278-026-01 имеет следующие электрические параметры:

- $K_{ст}$ – не более 1,4;
- потери – не более 0,3 дБ.

Блок 234-026-02 представляет собой четырехканальное вращающееся соединение различного функционального назначения и частотных диапазонов – два канала опознавания, канал гетеродина и канал имитационных сигналов. Принципиальная схема построения для всех каналов выбрана одинаковой: принцип передачи высокочастотной энергии бесконтактным способом на основе электромагнитной связи коаксиальных линий.

Конструктивно каналы размещены последовательно вдоль вертикальной оси вращения. Роторные и статорные части конструкции каналов содержат специальную систему возбуждения, выполняющую одновременно роль равноамплитудного синфазного деления на четыре, по количеству точек запитки рабочих цилиндров связанных коаксиалов, и трансформации волновых сопротивлений. Делители выполнены на четвертьволновых отрезках кабелей РК50-4-11, РК75-4-11. Аналогичные схемы построения для каждого канала блока определяют электрические параметры:

- $K_{ст}$ для каналов опознавания и имитационных сигналов – не более 1,5;
- $K_{ст}$ для канала гетеродина – не более 1,6;
- потери в канале опознавания – не более 1,5 дБ;
- потери в канале имитационных сигналов – не более 1,7 дБ;
- потери в канале гетеродина – не более 2,1 дБ.

Блок 278-026-03 представляет собой вращающееся соединение малого уровня мощности диапазона гетеродина 2 (рис. 2.4). Канал вращающегося соединения гетеродина 2 выполнен по схеме связанных полосковых линий. Полосковые печатные проводники роторной и статорной частей имеют кольцевую форму и выполнены фотохимическим способом на фольгированном материале ФАФ-4Д. Электромагнитная связь кольцевых полосковых линий обеспечивается соединением выходов делителя на 2 с четвертьволновым трансформирующим отрезком, выполненным также в печатном исполнении. Электрические параметры блока:

- $K_{ст}$ канала гетеродина 2 – не более 1,5;
- потери – не более 1,8 дБ.

Низкочастотный токосъемник (блок 278-026-04) предназначен для передачи информации с неподвижной части АК на вращающуюся и обратно, а также для передачи первичного напряжения питания на вращающуюся аппаратуру изделия.

Блок 278-026-04 состоит из корпуса, на котором закреплены низкочастотные и высокочастотные разъемы, и коллектора с токопроводящими кольцами, закрепленного своими концами в шарикоподшипниках на корпусе. К каждому кольцу изнутри припаян кабель, пропущенный через трубу. Вторым концом каждого кабеля соединен с распределительной коробкой. Разъемы на корпусе блока соединяются кабелями и проводами со щетками, имеющими механический (фрикционный) контакт с кольцами. С помощью 27 колец, установленных на коллекторе низкочастотного токосъемника, обеспечивается передача информационных сигналов канала «Ethernet» и других сигналов в соответствии с электрической принципиальной схемой. С помощью других трех колец обеспечивается передача первичного напряжения третьей фазы 220 В 400 Гц и корпуса на вращающуюся аппаратуру изделия.

В целях обеспечения необходимой помехозащищенности передаваемых сигналов в конструкции предусмотрено девять экранных дисков, размещенных между соответствующими группами колец.

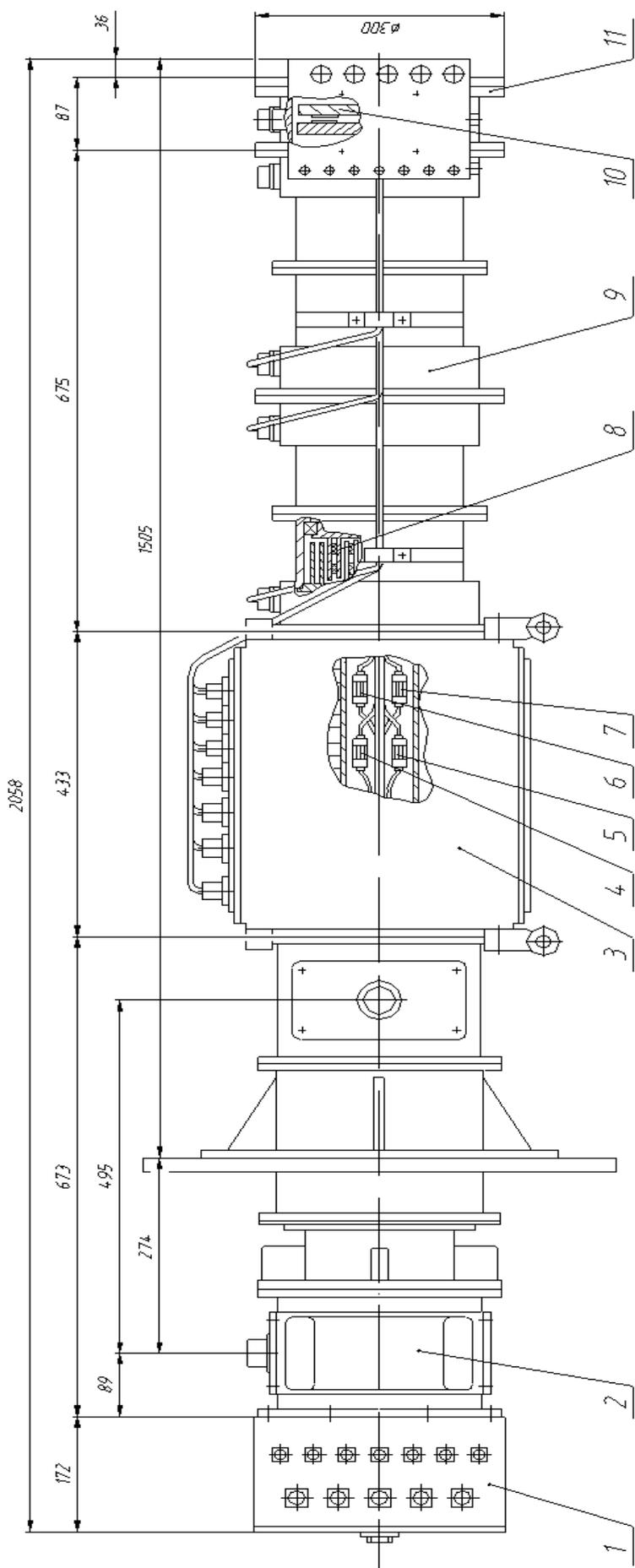


Рис. 2.4. Структурная схема токосъёмника РJS 59Н6М:
 1 – щит переходный; 2 – блок 278-026-01; 3 – блок 278-026-04; 4, 5, 6, 7 –
 транзитные кабели; 8 – связанные линии; 9 – блок 234-026-02;
 10 – полосковая линия; 11 – блок 278-026-03

2.3. Приемная система радиолокационной станции 59Н6М

2.3.1. Общие сведения о приемной системе радиолокационной станции 59Н6М

Приемная система РЛС 59Н6М выполняет следующие функции:

- усиление сигналов, приходящих с АФС;
- предварительная фильтрация;
- однократное преобразование частоты сигнала;
- аналого-цифровое преобразование;
- цифровое фазовое детектирование;
- полосовая и весовая фильтрация.

Для решения данных задач приемная система состоит из 48 локационных приемных каналов и трех компенсационных приемных. Каждый приемный канал состоит из входного ППФ Б1ФЕ175, приемного блока (278-052-01), АЦП, ЦФД, ЦФ. АЦП, ЦФД и ЦФ входят в состав мезонинных модулей СЭВМ РЛО.

Технические характеристики приемного канала представлены в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Технические характеристики приемного канала

Наименование	Значение
Диапазон входных частот, МГц	1331–1431
Коэффициент шума, дБ, не более	3
Динамический диапазон, дБ, не более	60
Коэффициент передачи, дБ	55
Количество рабочих частот	24
Относительная чувствительность по зеркальному и побочным каналам приема, дБ, не менее	70
Межканальная идентичность приемных каналов, дБ, не менее	36
Промежуточная частота, МГц	315
Полоса пропускания на ПЧ по уровню 3 дБ, МГц	3,6
Частота дискретизации по входу ЦФ, соответствующая полосе обрабатываемого сигнала, МГц	0,6
Разрядность по выходу ЦФ, бит	16

2.3.2. Приемный блок 278-052-01

Блок 278-052-01 входит в состав приемной системы изделия 59Н6М, расположен между входным ППФ фильтром Б1ФЕ175 и СЭВМ РЛО.

Блок предназначен для усиления сигналов, приходящих с АФС, предварительной фильтрации и однократного преобразования частоты сигнала.

Структурная схема приемного канала РЛС 59Н6М представлена на рис. 2.5.

В состав блока 278-052-01 входят:

- защитное устройство;
- малошумящий усилитель с развязывающими ферритовыми вентилями;
- микрополосковый фильтр (ППФ1);
- усилитель динамического диапазона (УДД);
- смеситель;
- гетеродинный усилитель;
- усилитель промежуточной частоты;
- фильтр на поверхностных акустических волнах (ППФ2);
- усилитель-ограничитель;
- фильтр нижних частот;
- плата питания (узел Б1ЕН171).

Высокочастотный сигнал с АФС поступает на вход ППФ Б1ФЕ175 (рис. 2.5). ППФ Б1ФЕ175 решает задачу по подавлению внеполосных помех и шумов, принимаемых антенной. После ППФ сигнал поступает на вход приемного блока 278-052-01, который выполнен по схеме супергетеродинного приемника с однократным преобразованием частоты (см. рис. 2.5).

На входе приемного блока расположено защитное устройство, которое предназначено для защиты МШУ и последующих каскадов от ЗС и мощных сигналов, принимаемых антенной в диапазоне входных частот приемника. К дополнительным задачам защитного устройства относится возможность отключения основного входа и подключения сигналов имитатора для проверки функционирования РЛС, а также подключения сигнала настройки для подстройки по амплитуде и фазе приемной системы.

За МШУ стоит ППФ1 зеркального канала, который совместно с входным ППФ обеспечивает выполнение норм электромагнитной совместимости по подавлению зеркального и других побочных каналов приема. Усилитель динамического диапазона (усилитель высокой частоты) усиливает высокочастотный сигнал до уровня, необходимого для нормальной работы смесителя. На смесителе сигнал переносится на промежуточную частоту $f_{пч} = 315$ МГц. После смесителя сигнал усиливается на УПЧ и поступает на ППФ 2 на поверхностных акустических волнах. Данный фильтр формирует полосу пропускания сигналов промежуточной частоты $\Delta f_{пч} = 3,6$ МГц. При этом полоса полезных сигналов составляет 0,3 или 0,6 МГц. После ППФ2 сигнал поступает на ограничитель-усилитель, далее на ФНЧ и на выход приемного блока 278-052-01.

Далее сигнал следует в СЭВМ РЛО. Вся последующая обработка осуществляется в цифровом виде. Аппаратура аналого-цифрового преобразования выполнена в виде мезонинных модулей АЦП (13 шт.), устанавливаемых на модули обработки сигналов, расположенных в СЭВМ РЛО (см. рис. 2.1). Каждый мезонинный модуль АЦП реализует четыре канала преобразования. На один модуль обработки сигналов установлено два мезонинных модуля АЦП.

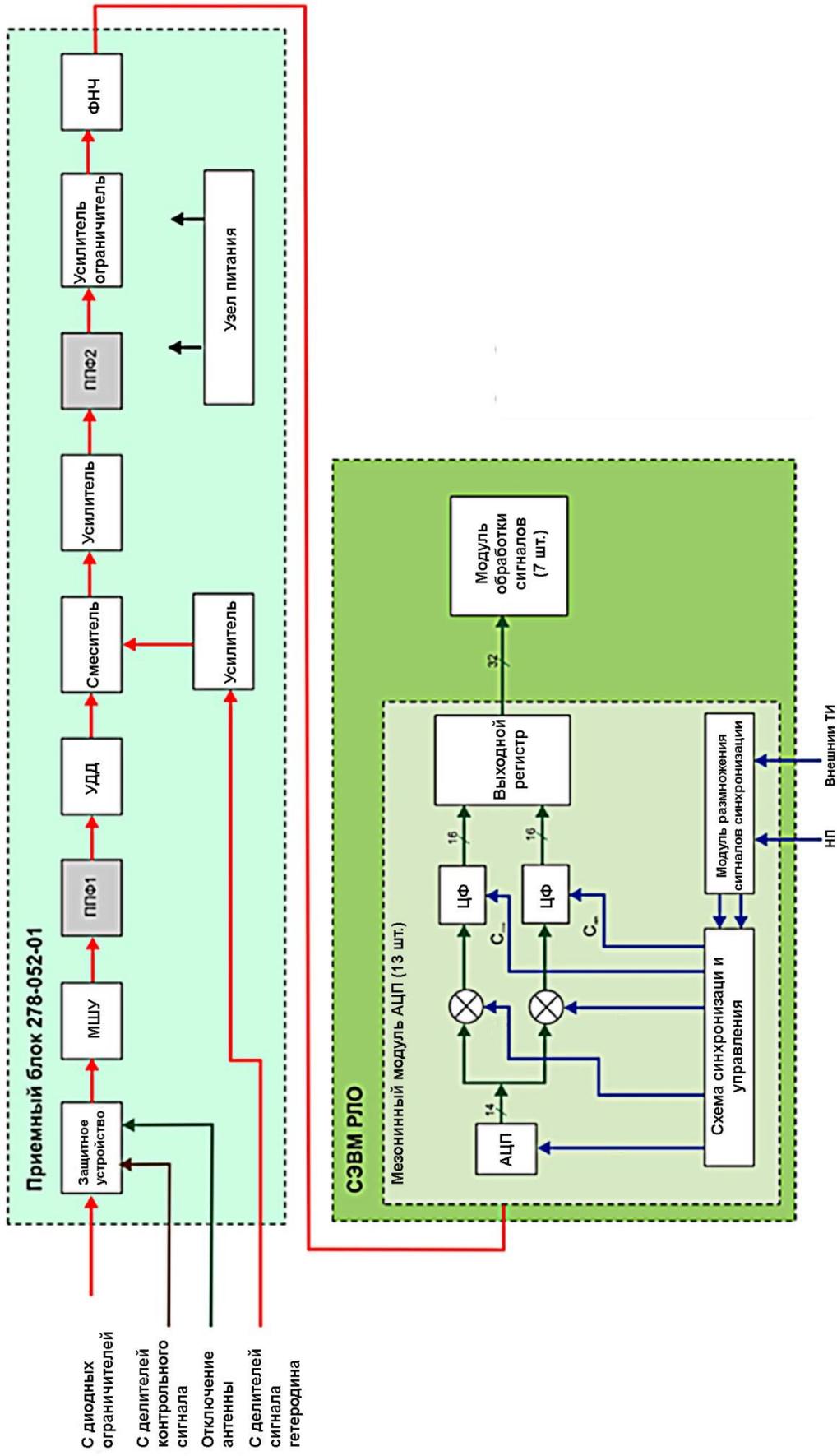


Рис. 2.5. Структурная схема приемного устройства РЛС 59Н6М (один канал)

Помимо функций аналого-цифрового преобразования мезонинный модуль АЦП выполняет еще функции цифрового фазового детектирования, цифровой фильтрации и формирования цифрового потока данных в виде, пригодном для дальнейшей обработки на модулях обработки сигналов.

Для обеспечения работы приемных блоков 278-052-01 на них поступают сигналы гетеродина с ФС деления гетеродина (блоки 255-024-01, 234-024-04, 234-024-03), контрольные, имитационные сигналы и сигнал настройки с ФС деления контрольного сигнала (блоки 255-024-01, 234-024-04, 234-024-03), сигнал отключения от антенны с блока синхронизации (234-141-10), электропитание 36 В, 400 Гц с блоков питания (278-132-02).

Многоканальное приемное устройство расположено в стволе АК. Сигналы гетеродина, контрольные сигналы и сигнал настройки, а также сигнал эталона формируются в шкафу 278-7, расположенном также в стволе АК.

2.4. Шкаф Е278-7

2.4.1. Состав и назначение шкафа Е278-7

Шкаф Е278-7 предназначен для формирования сигналов эталона (рис. 2.6), сигнала имитатора, сигналов гетеродина, сигнала опорной частоты станции, сигналов синхронизации, первичной и вторичной обработки принятой РЛИ, передачи обработанной и служебной информации в КУ.

В состав шкафа Е278-7 входят:

- специализированная электронная вычислительная машина радиолокационной обработки;
- блоки 278-051-05, 278-061-02, 278-036-01, 255-08-10, 278-131-02;
- вентилятор центробежный 120 АП;
- вентилятор осевой ЭВ-2,8-3660 – 2 шт.;
- датчик температуры – 2 шт.;
- реле давления ЖГ2.395.007-02.

Конструктивно шкаф Е278-7 выполнен в брызгозащищенном исполнении и расположен в нижней части ствола АК.

2.4.2. Специализированная электронная вычислительная машина радиолокационной обработки

Специализированная электронная вычислительная машина радиолокационной обработки предназначена для формирования сигнала эталона, сигналов имитатора и сигнала настройки, а также первичной и вторичной обработки принятой РЛИ.

В состав СЭВМ РЛО входят:

- модуль процессора данных 6В003 – 3 шт.;
- модуль обработки сигналов 6С002 – 7 шт.;
- мезонинный модуль АЦП 2А004 – 13 шт.;

- мезонинный модуль контроллера мультиплексного канала информационного обмена;
- мезонинный модуль магистрального параллельного интерфейса;
- мезонинный модуль буфера данных 2K002;
- модуль ЦАП 6A401;
- мезонинный модуль Flash-памяти 2P002;
- модуль размножения сигналов синхронизации АЦП и ЦАП 6K101;
- корпус с источником питания и кросс-платой E205;
- комплект монтажных частей.

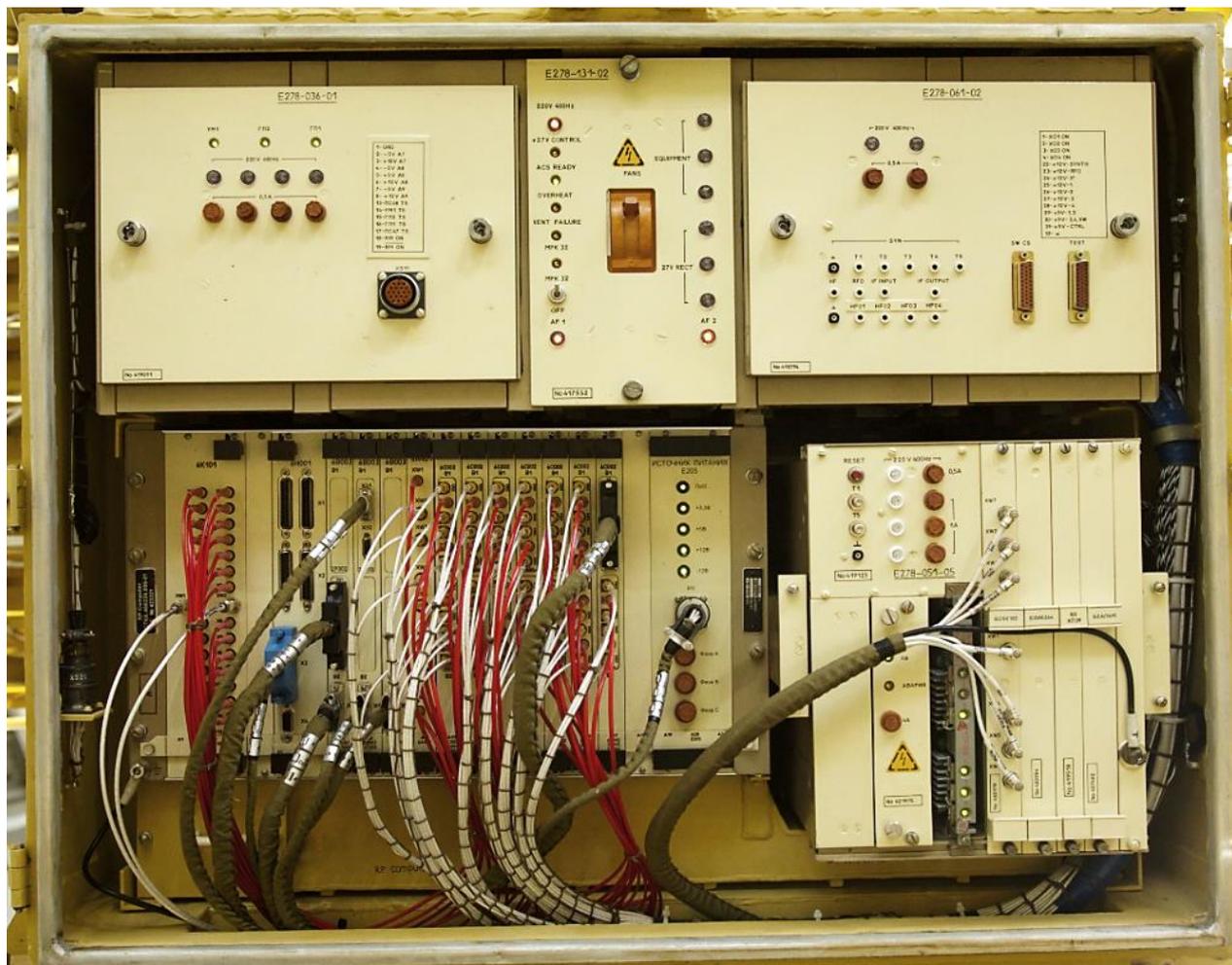


Рис. 2.6. Внешний вид шкафа E278-7

2.4.3. Система первичной обработки радиолокационной информации

Система первичной обработки РЛИ предназначена (рис. 2.7):

- для формирования пространственных фильтров на прием в угломестной плоскости для получения заданных характеристик зоны обнаружения;
- пеленгации постановщиков АШП;

- обнаружения полезных эхосигналов и измерения их параметров на фоне собственного шума приемника и внешних помех;

- адаптации к помеховой обстановке.

Система первичной обработки РЛИ обеспечивает:

- автоподстройку первичных локационных каналов;

- зону обзора пространства в угломестной плоскости от -2 до $+45^\circ$ посредством формирования 32 угломестных каналов;

- подавление АШП, действующих с трех направлений по боковым лепесткам ДНА;

- анализ помеховой обстановки от одного до четырех азимутальных секторов активной помехи шириной от 5° и более;

- выдачу на экран индикатора РМО информации о рекомендуемой рабочей частоте, а также об относительной величине мощности АШП на этой рабочей частоте, по сравнению с другими рабочими частотами, для каждого сектора активной шумовой помехи;

- автоматическое переключение частоты не менее чем в четырех азимутальных секторах при переходе ДНА РЛС из одного азимутального сектора в другой и автоматическую по импульсную перестройку частоты по результатам анализа помеховой обстановки;

- обнаружение полезного эхосигнала с вероятностью ложных тревог 10^{-6} ;

- подавление отражений от МП, ДП и дискретных метеообразований для обнаружения и проводки целей в соответствии с заданными требованиями;

- измерение координат целей и пеленгации постановщиков АШП в соответствии с заданными требованиями.

Первичная обработка разделяется на пространственную и временную. Пространственная обработка РЛС реализует алгоритмы:

- автоподстройки локационных каналов для компенсации амплитудных и фазовых разбросов каналов, обусловленных неидентичностью их аналоговых приемных трактов;

- формирования угломестных каналов.

Для обеспечения работы системы автоподстройки реализуются следующие алгоритмы:

- формирования контрольного сигнала;

- вычисления коэффициентов автоподстройки;

- умножения на коэффициенты автоподстройки;

- вычитания постоянной составляющей.

Временная обработка РЛС реализует алгоритмы:

- автокомпенсации постановщиков АШП, действующих по боковым лепесткам ДНА;

- адаптивной перестройки частоты;

- вычитания постоянной составляющей;

- защиты от импульсных помех и внутрипериодной обработки;

- защиты от ПП:

- режекторного фильтра системы СДЦ;

- канала картографирования ПП;

- измерения радиальной скорости цели;

- защиты от дискретных метеообразований;
- межпериодного накопления;
- формирования адаптивного порога обнаружения;
- измерения координат цели и защиты от ответной импульсной помехи;
- обнаружения и измерения координат (пеленгации) ПАП.

При реализации алгоритмов временной обработки каждый угломестный канал обрабатывается независимо [8].

2.4.3.1. Алгоритм защиты от несинхронных импульсных помех

В каждом угломестном канале алгоритм ЗНИП осуществляется путем их ограничения до уровня собственного шума приемного канала РЛС. При этом порог ограничения формируется адаптивно таким образом, чтобы ограничению подвергались только импульсные помехи, а все остальные составляющие процесса оставались без изменения. Указанные задачи решаются с помощью алгоритма адаптивного ограничения, структурная схема которого приведена на рис. 2.8.

Формирование порога в данном алгоритме осуществляется следующим образом. Продетектированные отсчеты входного процесса с выхода амплитудного детектора (АД2) поступают на вход линии задержки (ЛЗ2), выполняющей функцию скользящего по дальности окна данных. Содержащиеся в ЛЗ2 отсчеты обучающей выборки x_1, x_2, \dots, x_L подаются в блок размещения (БР), где распределяются в порядке возрастания. В результате образуется вариационный ряд порядковых статистик:

$$x^{(1)} \leq x^{(2)} \leq \dots x^{(k)} \dots \leq x^{(L)} .$$

Одна из статистик с номером $k > L/2$ после умножения на коэффициент T используется в качестве порога ограничения. Величина множителя T выбирается исходя из условия отсутствия ограничения сигнала во всем динамическом диапазоне.

Отсчеты с выхода оценки сравниваются с порогом и в случае превышения над ним ограничиваются по амплитуде до уровня порога. В противном случае обе квадратуры процесса проходят на выход устройства без изменения.

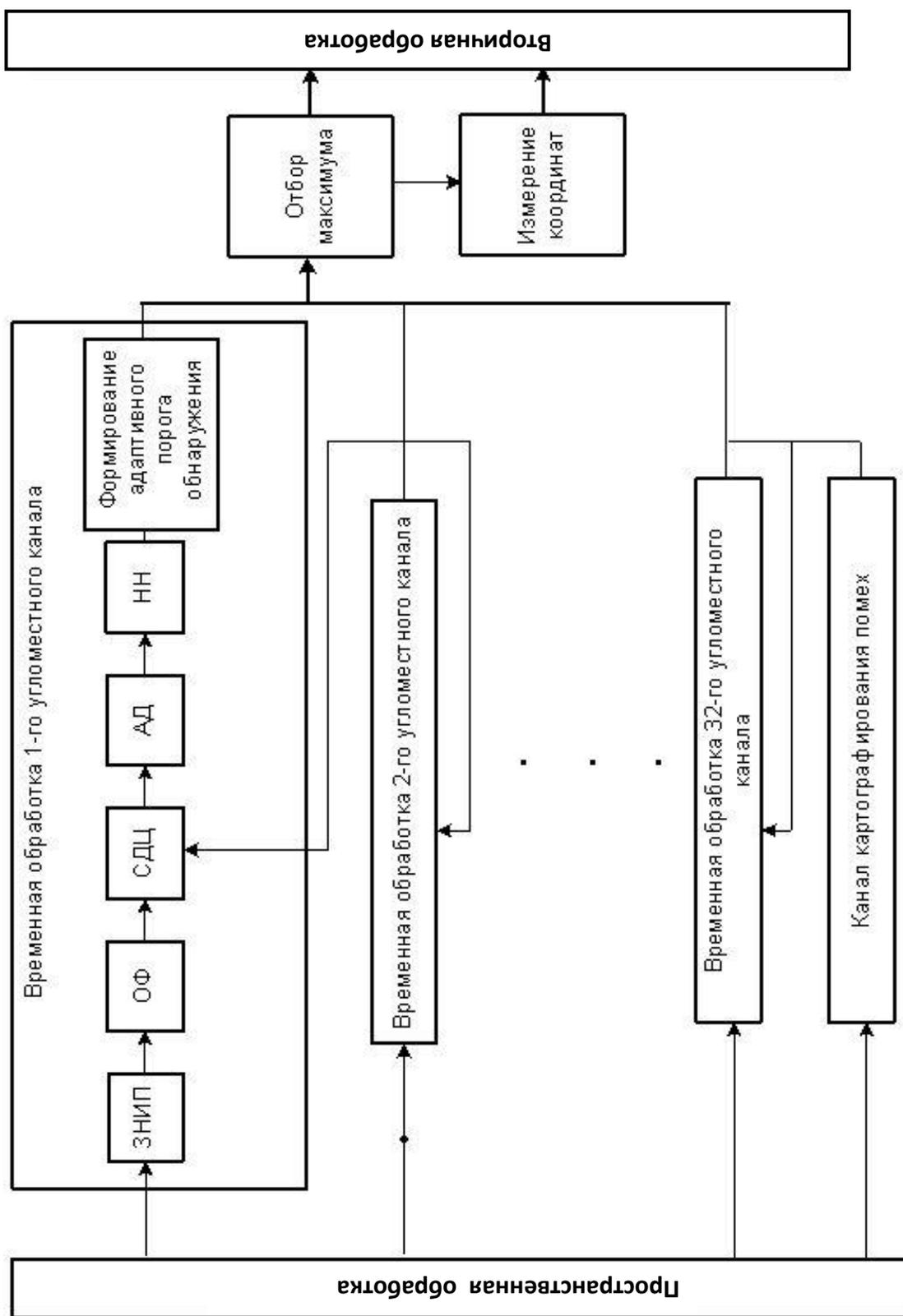


Рис. 2.7. Структурная схема первичной обработки

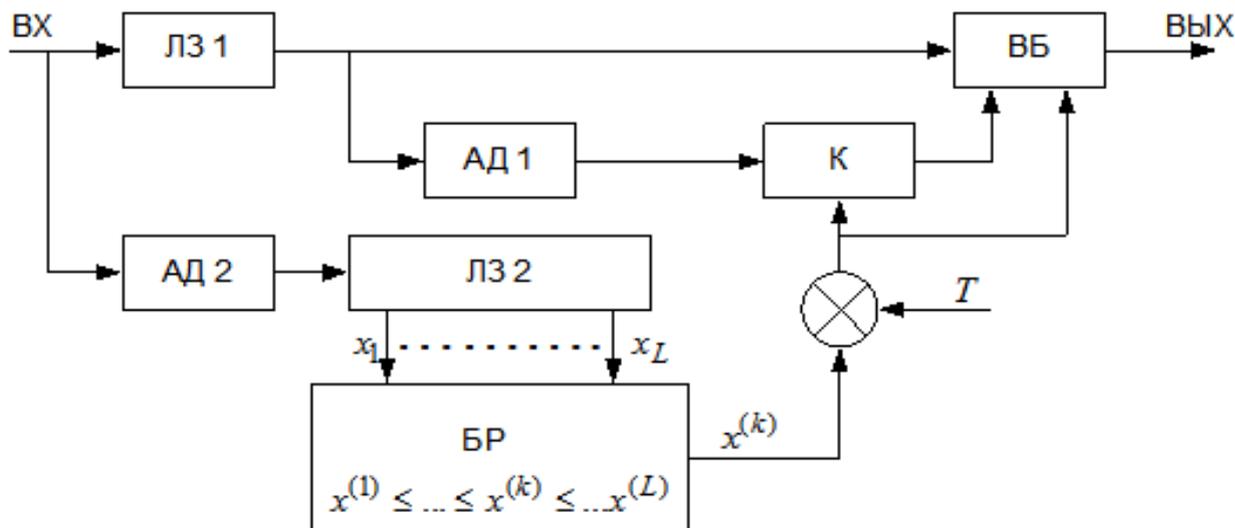


Рис. 2.8. Структурная схема алгоритма ЗНИП

2.4.3.2. Алгоритм внутрипериодной обработки

Сигнал с выхода ЗНИП поступает на оптимальный фильтр (фильтр сжатия). Импульсная характеристика данного фильтра согласована с одиночным ЛЧМ законом модуляции ЗС.

Фильтр сжатия предназначен для внутрипериодного накопления сигнала. Структурная схема фильтра сжатия ЛЧМ приведена на рис. 2.9. Она содержит окно задержки с 27 отводами, умноженными на весовые коэффициенты $\alpha_i, i = 1 \dots 27$, и сумматор.

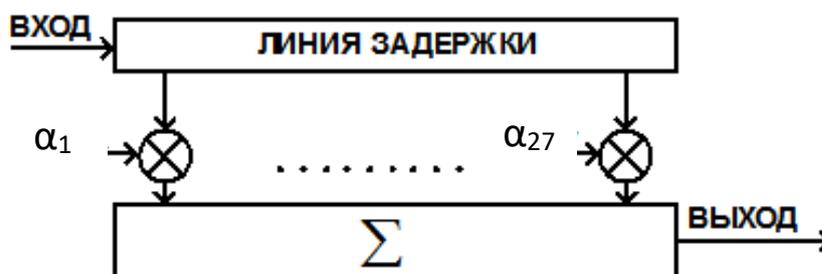


Рис. 2.9. Структурная схема фильтра сжатия

Весовые коэффициенты согласованы с прямоугольным ЛЧМ импульсом с полосой 300 кГц. Для снижения уровня боковых лепестков сжатого ЛЧМ импульса проводится весовая обработка при фильтрации сигнала в устройстве АЦП, входящем в состав СЭВМ РЛО. Весовая обработка проводится в соответствии с окном Хэмминга. В результате такой обработки на выходе фильтра сжатия обеспечивается уровень боковых лепестков – 24 дБ. Далее принятая реализация поступает в систему СДЦ.

2.4.3.3. Алгоритмы системы селекции движущихся целей

Устройство СДЦ представляет собой набор РФ пятого порядка с комплексными коэффициентами, которые зависят от радиальной скорости (F_d) помехи. Для защиты включается один из фильтров. Для борьбы с эффектом «слепых» скоростей в РЛС применяется вобуляция периода повторения зондирующих импульсов. Ядро вобуляции равно 5. В связи с этим фильтры являются параметрическими, т. е. коэффициенты фильтров изменяются внутри ядра вобуляции. Коэффициенты фильтра зависят от значения номера такта. Для реализации одного фильтра необходимо пять сочетаний коэффициентов.

Алгоритм работы системы СДЦ предусматривает включение РФ только в зонах, пораженных помехами, на основе данных, полученных в результате работы алгоритма картографирования и измерения радиальной скорости помехи. Для защиты включается фильтр, обеспечивающий наилучшее подавление ПП [6].

На рис. 2.10 изображена структурная схема алгоритма картографирования и измерения радиальной скорости помехи.

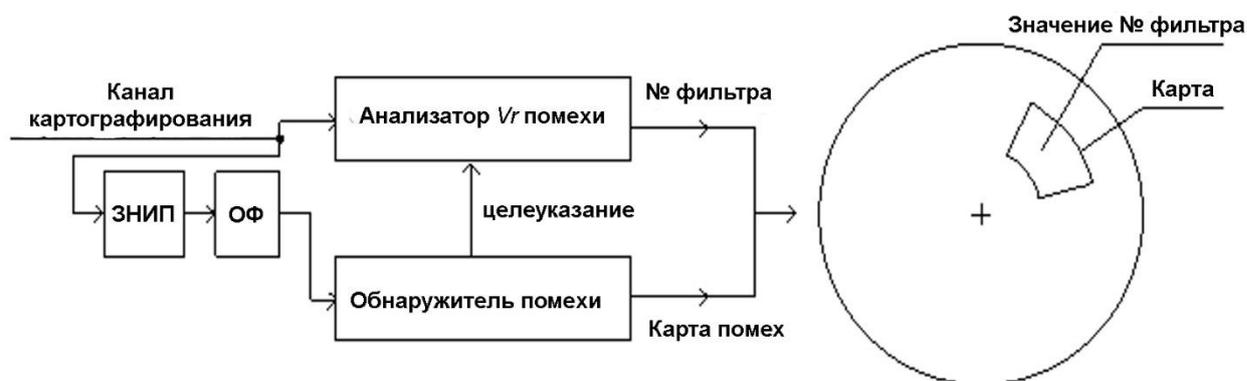


Рис. 2.10. Алгоритм картографирования и измерения радиальной скорости помехи

Алгоритм картографирования и измерения радиальной скорости можно разбить на две части – анализатор доплеровской частоты помехи и канал обнаружения помехи. В результате работы алгоритма получается массив азимутально-дальностных стробов КП, карты КМП и привязанный к ним массив данных номера фильтра.

Алгоритм анализатора радиальной скорости помехи работает по целеуказанию канала обнаружения помехи (рис. 2.11). Для анализа частоты Доплера помехи отсчеты входного сигнала обрабатываются 32 фильтрами шестого порядка внутри азимутально-дальностного строга, сформированного каналом обнаружения помехи.

Алгоритм анализатора радиальной скорости помехи работает следующим образом. От отклика каждого из фильтров берется модуль, затем отсчеты отклика суммируются по дальности внутри строга КП, по азимуту внутри элемента $2,81^\circ$. После того как будут обработаны все отсчеты внутри строга, производится

отбор минимальной суммы, которой соответствует определенный номер фильтра (от -15 до $+15$). Информация «№ фильтра» – значение радиальной скорости помехи получается в последнем такте каждого азимутально-дальностного строба по отношению к началу сигнала помехи.

Весь сектор обзора по азимуту разбит на 128 элементарных секторов (рис. 2.12), величина которых составляет $2,81^\circ$ – элементарный сектор КП, КМП, полученной в результате работы канала обнаружения. По дальности анализ ведется в одном из четырех квантов.

Таким образом, элементарный элемент разрешения карты канала измерителя составляет $2,81^\circ \times 4$ кванта дальности.

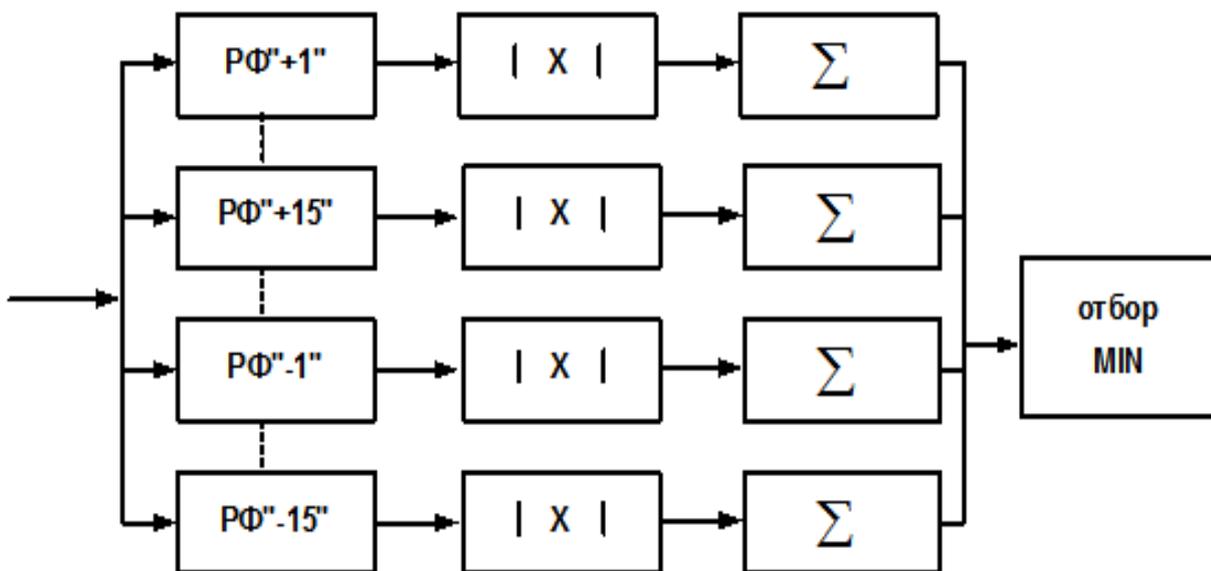


Рис. 2.11. Алгоритм анализатора радиальной скорости помехи

Анализ доплеровской частоты помехи проводится по целеуказанию следующим образом. Дальностям от 0 до 200 км соответствует зона КМП, которая формируется один раз при включении РЛС (излучения) за первые четыре обзора, записывается в оперативное запоминающее устройство. В последующих обзорах идет считывание сформированной карты. Излучение включается при нажатии кнопки ИЗЛ на панели управления РМО. В зоне КМП анализ доплеровской частоты проводится с помощью когерентного накопителя, настроенного на $f_d = 0$, это объясняется малой радиальной скоростью отражений от МП. В месте превышения порога формируется КМП, номеру фильтра присваивается значение, равное нулю. КМП не обновляется до следующего включения/выключения РЛС.

Дальности от 0 до 400 км соответствует зона карты дипольных помех. В этой зоне по превышению порога непрерывно ведется анализ частоты Доплера помехи, причем КП формируется вне КМП. Кроме того, суммарный строб КМП + КП поступает на КУ, в стробе помех КМП + КП коэффициенты КУ не изменяются.

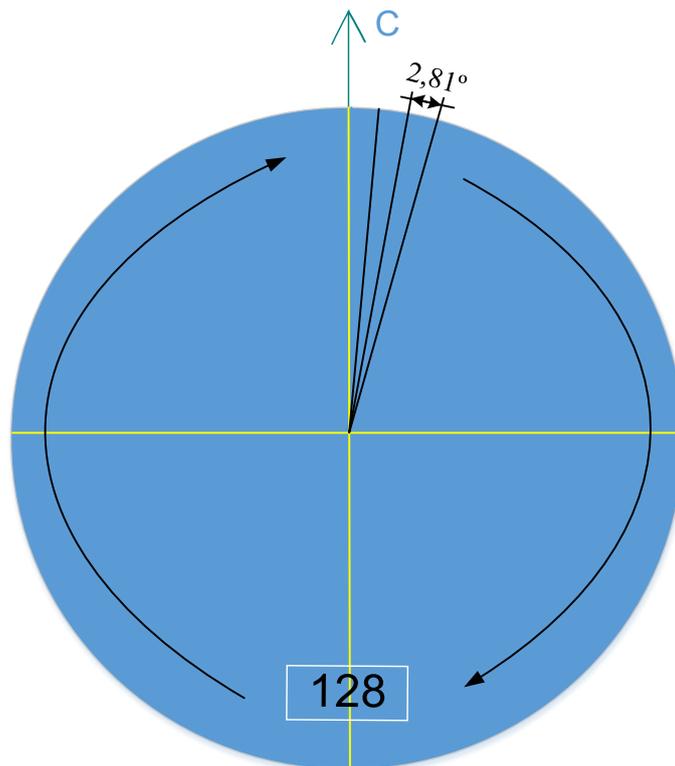


Рис. 2.12. Распределение секторов обзора по азимуту

Некогерентный накопитель азимутальной пачки представляет собой фильтр в «скользящем» окне по азимуту на 25 отсчетов. В режиме формирования КМП (при включении излучения) реализуется сначала когерентный накопитель, настроенный на частоту Доплера помехи, равную нулю, а затем амплитудный детектор. В режиме формирования КП реализуется сначала амплитудный детектор, а затем некогерентный накопитель (рис. 2.13).

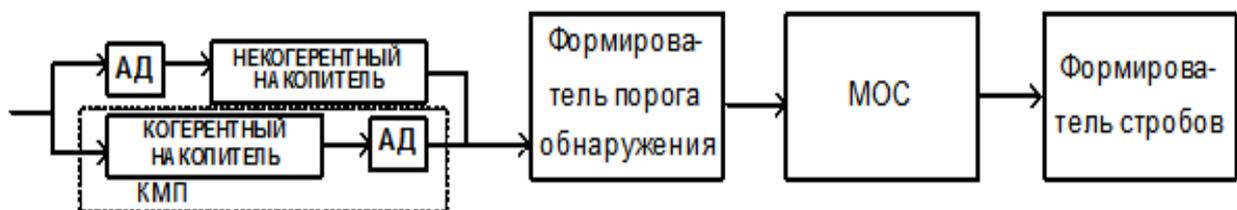


Рис. 2.13. Схема алгоритма обнаружения помехи

Формирователь порога обнаружения – алгоритм, основанный на формировании оценки z по значению максимального из средних арифметических амплитуд отсчетов в левом и правом (относительно контролируемого элемента) опорных окнах (метод MAX SA). При этом ширина окна составляет 60 отсчетов по дальности. Далее массив превышений порога обрабатывается функцией совпадения: подсчитывается количество превышений в окне на 15 отсчетов по дальности. Если количество превышений больше некоторого порогового значения,

то принимается решение о наличии помехи в данном элементе дальности. Далее массив превышений порога обрабатывается функцией, в результате работы которой минимальная длительность превышений порога по дальности расширяется до двойной длительности ЛЧМ импульса (54 кванта по дальности).

При МОС осуществляется задержка информации на два обзора. Формируется азимутально-дальностный строб, в котором информация текущего обзора сравнивается с информацией, задержанной на один и на два обзора. Если за два обзора отметка сигнала перемещается за пределы указанного строба, она идентифицируется как цель и не картографируется. В противном случае формируется строб, временное положение которого совпадает с сигналом помехи на входе алгоритма СДЦ.

В результате работы алгоритма формирователя стробов компенсируются азимутально-дальностные задержки сформированных КМП, КП, КМП + КП. Также происходит формирование КДГ, которые по каналу Ethernet 100BASE-TX передаются в КУ для отображения КМП, КП на РМО.

2.4.3.4. Система межпериодного накопления и формирования адаптивного порога обнаружения

Система межпериодного накопления и формирования адаптивного порога обнаружения предназначена для некогерентного накопления азимутальной пачки импульсов и различения полезного и мешающих сигналов (см. рис. 2.7). На входе некогерентного накопителя установлено устройство вычитания постоянной составляющей.

Структурная схема межпериодной обработки приведена на рис. 2.14.

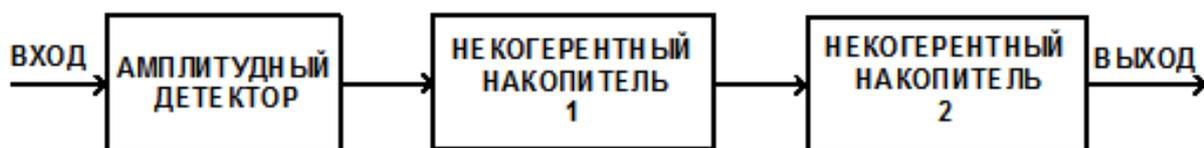


Рис. 2.14. Структурная схема межпериодной обработки

На вход межпериодной обработки поступает реализация с выхода системы СДЦ. После амплитудного детектирования цифровые отсчеты принятой реализации подаются на некогерентный накопитель 1, осуществляющий накопление импульсов внутри ядра вобуляции азимутальной пачки. Накопитель 1 работает в режиме «скачущего» окна, и поэтому информация на его выходе прореживается. Некогерентный накопитель 2 накапливает азимутальную пачку между периодами вобуляции. С выхода накопителя 2 информация подается на программный блок формирования адаптивного порога обнаружения (см. рис. 2.7).

Программный блок формирования адаптивного порога обнаружения предназначен для различения полезных и мешающих сигналов посредством сравнения амплитуды процесса в испытываемом элементе разрешения с адаптивным порогом.

Структурная схема алгоритма формирования адаптивного порога обнаружения представлена на рис. 2.15.

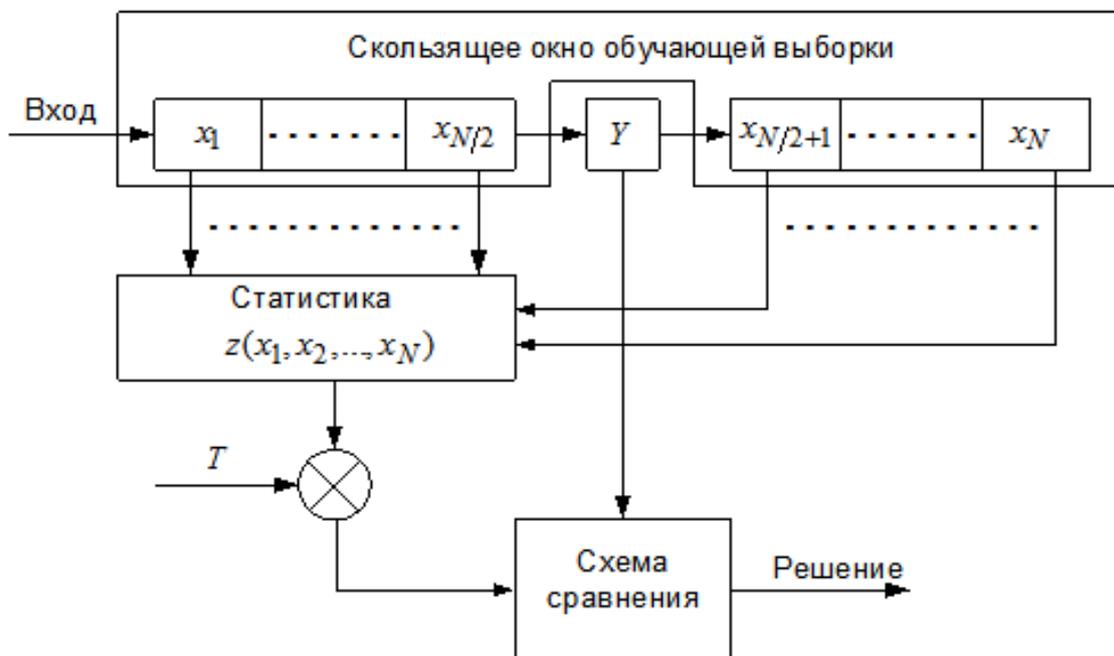


Рис. 2.15. Структурная схема алгоритма формирования адаптивного порога

Схема содержит линию задержки, схему ранжирования, блок умножителей, компаратор 1 и 2, коммутатор, сумматор. Линия задержки на N отсчетов выполняет функцию «скользящего» по дальности окна данных. Внутри этого окна отсчеты сортируются (ранжируются) в порядке возрастания и выделяется максимальная порядковая статистика $X^{(N)}$ и порядковая статистика $X^{(k)}$, где $k > N/2$. Затем блок умножителей, компаратор 1 и коммутатор формируют адаптивный порог обнаружения в соответствии с формулой

$$\Pi = T \cdot X(k) + \alpha X(N), \quad (2.1)$$

где T выбирается из условия заданной вероятности ложных тревог $\approx 1,4$;

$$\alpha = \begin{cases} 0,4 & \text{при } X^{(N)} > R, \\ 0 & \text{при } X^{(N)} \leq R. \end{cases}$$

Значение $R = 160$ равно величине главного пика полезного сигнала, боковые лепестки которого соизмеримы с уровнем собственного шума на выходе некогерентного накопителя.

Второе слагаемое (в выражении (2.1)) производит необходимую коррекцию порога при наличии сильных полезных сигналов. Данный процесс производится в целях уменьшения ложных тревог по боковым лепесткам.

2.4.3.5. Измерение координат и защита от ответной импульсной помехи

Алгоритм измерения координат и защиты от ответной помехи предназначен для измерения координат цели (дальности, азимута, угла места), кодирования и выдачи информации об амплитуде и координатах цели в систему вторичной обработки, а также для защиты от ответной помехи. Измерение координат цели происходит по сигналу, вырабатываемому на выходах некогерентных накопителей всех 32 вторичных каналов (см. рис. 2.7). Для уменьшения количества операций измерение происходит не в каждом кванте дальности, а только там, где сигнал превысил порог обнаружения.

Для определения дальности производятся следующие операции. Превышение порога обнаружения может быть в нескольких квантах дальности. Из них находится квант с максимальной амплитудой. По номеру этого кванта грубо определяется дальность. Далее находится уточнение по дальности внутри кванта для одиночной цели. Уточнение положения цели между квантами находится по соотношению амплитуд в этих квантах. Знак уточнения зависит от соотношения амплитуд в соседних квантах (справа и слева) по отношению к максимуму.

В системе первичной обработки реализован алгоритм разрешения двух целей по значению радиальной скорости, т. е. производится анализ групповой цели.

Определение угла места происходит по угломестной пеленгационной характеристике, которая представляет собой зависимость соотношения амплитуд принятого сигнала в соседних угломестных каналах от угла места направления на цель. Эта зависимость определяется формой отдельных лучей диаграммы направленности на прием в угломестной плоскости, а также их расстановкой в пределах рабочего сектора РЛС по углу места. Для каждой рабочей длины волны (несущей частоты) РЛС рассчитывается отдельная пеленгационная характеристика.

Для определения угла места сначала находится номер угломестного канала с максимальным значением амплитуды. Затем среди соседних по отношению к максимальному каналов выбирается канал с большей амплитудой. Отобранной таким образом паре каналов соответствует свой участок пеленгационной характеристики, из которого по значению отношения амплитуд в каналах извлекается значение угла места.

Измерение азимута цели осуществляется путем определения азимутального положения максимума огибающей пачки импульсов на выходе некогерентного накопителя.

Величина временного интервала между импульсами в пачке на выходе некогерентного накопителя равняется $5T_{cp}$, где T_{cp} – средний период ЗС РЛС. Этому временному интервалу соответствует определенный азимутальный интервал $\Delta\varphi$, величина которого зависит от темпа кругового обзора РЛС (6 или 12 об/мин). Каждому импульсу в пачке ставится в соответствие код текущего азимута, поступающий в СЭВМ РЛО с блока 278-051-05.

Положение максимума огибающей азимутальной пачки грубо оценивается по азимуту импульса с максимальной амплитудой. Внутри интервала $\Delta\varphi$ поло-

жение максимума огибающей пачки уточняется по соотношению γ амплитуд, соседних по отношению к максимальному импульсу. Зависимость уточнения азимута от величины γ рассчитывается по известной форме огибающей пачки с учетом скорости вращения антенны.

Величина сигнала в центре азимутального пакета – выходной параметр, используемый для вычисления эффективной отражающей поверхности цели.

Вся выходная информация, включая служебную, формируется в виде кодограмм.

Кодограмма I выдается в систему вторичной обработки каждый цикл независимо от наличия целей и состоит из двух 16-разрядных слов.

В рамках алгоритма измерения координат реализована защита от ответной импульсной помехи, действующей по боковым лепесткам ДНА. Формируется специальный канал подавления боковых лепестков, который является одним из компенсационных каналов. В нем реализована временная обработка сигнала, идентичная обработке в основных каналах.

Диаграмма направленности компенсационного канала перекрывает боковые лепестки ДН основной антенны в диапазоне углов $\pm 20^\circ$ от направления основного луча. Причем в этом диапазоне углов на выходе временной обработки сигнал в компенсационном канале всегда больше сигнала, действующего по боковым лепесткам ДН любого угломестного канала. При отборе по максимуму в этом режиме к 32 угломестным каналам добавляется канал ПБЛ. Если при измерении угла места сигнал с максимальной амплитудой соответствует каналу ПБЛ, значит, осуществляется прием ответных импульсных помех, действующих по боковому лепестку ДНА. В этом случае осуществляется бланкирование этих сигналов, и соответствующая кодограмма не формируется, что исключает завязывание ложных трасс.

Более детально работа алгоритмов системы первичной обработки РЛИ представлена во второй части руководства по эксплуатации [2].

2.4.4. Система вторичной обработки радиолокационной информации

Система вторичной обработки РЛИ предназначена для осуществления автоматического обнаружения и сопровождения траекторий движения ВО как аэродинамических, так и баллистических, расчета координат и параметров движения, а также для определения государственной принадлежности ВО в интересах потребителей РЛИ. Входными данными для процесса сопровождения и определения параметров траекторий целей являются результаты работы алгоритмов выделения и формирования единичных целевых отметок (алгоритмов первичной обработки РЛИ).

Система вторичной обработки РЛИ обеспечивает:

- сопровождение не менее 200 целей (в том числе до 30 ПАП) при темпах обзора 5 и 10 с;
- автоматический захват на сопровождение в течение трех обзоров;

- расчет сглаженных прямоугольных координат ВО;
- определение класса (типа) ВО по совокупности сигнальных и траекторных признаков;
- расчет курса, путевой скорости и проекций скорости на координатные оси;
- определение государственной принадлежности ВО;
- передачу информации о ВО потребителям РЛИ.

Программное обеспечение системы вторичной обработки включает:

- алгоритм автозахвата для обнаружения и взятия на сопровождение новых трасс ВО;
- алгоритм селекции отметок в стробах для оптимального выбора отметок, привязываемых к трассам;
- алгоритм экстраполяции и сглаживания параметров для вычисления сглаженных координат и скоростей ВО, расчета стробов, а также предсказания параметров ВО на один или несколько обзоров вперед;
- алгоритм распознавания, предназначенный для определения класса и типа цели по ее параметрам и особенностям траектории;
- алгоритм управления системой государственного опознавания для выдачи команд на аппаратуру определения государственной принадлежности и обработки поступающей от нее информации;
- алгоритм сопряжения с потребителями РЛИ для реализации обмена между РЛС и сопрягаемыми с РЛС в соответствии с протоколами информационно-логического сопряжения, соответствующими данному типу объектов.

Программное обеспечение системы вторичной обработки выполняется на процессорном модуле № 2 СЭВМ РЛО антенного комплекса изделия под управлением операционной системы реального времени ОС-2000.

2.4.4.1. Обнаружение траекторий

Захват и подтверждение траектории можно описать логической схемой « $2/3 + 1/2$ », т. е. обнаружение цели в двух из трех последовательных обзорах и ее подтверждение в одном из двух последующих обзорах.

После прихода отметки от аппаратуры первичной обработки вокруг нее строится прямоугольный строб автозахвата по координатам, размеры которого зависят от скоростных возможностей цели и ошибок измерения координат. А также формируется строб по радиальной скорости, размеры которого рассчитываются исходя из ошибки измерения радиальной скорости и возможного ее ухода, связанного с движением цели.

Если на следующем обзоре в строб не попадет ни одной отметки, строб автозахвата увеличивается в два раза по каждой координате, что обусловлено увеличившейся неопределенностью в положении цели.

Если на следующем обзоре в строб попадет отметка:

- проверяется ее попадание в строб по радиальной скорости или проверяется ее попадание в стробы дальности по радиальной скорости;

- при попадании в них отметка привязывается к трассе, иначе для нее заводится новая трасса.

Если в стробе по координатам еще есть непривязанные отметки, создается количество трасс, равное числу отметок без одной, с центром строба в качестве начала трассы. К каждой созданной трассе привязывается одна из отметок.

Таким образом, трасса считается обнаруженной, если к ней привязаны две отметки не более чем в трех последовательных обзорах, считая с момента прихода первой отметки. Далее трасса обрабатывается алгоритмом сопровождения. Однако до подтверждения трассы в одном из двух последующих обзоров номера она не получает и не выдается на экран РМО и потребителям РЛИ.

Для уменьшения количества ложных трасс при наличии в стробе автозахвата более одной отметки процедура подтверждения удлиняется на число, равное количеству отметок в стробе автозахвата без одной. Также процедура подтверждения удлиняется на один обзор при пропуске отметки в первичном стробе автозахвата. Удлинение ограничено шестью подтверждениями.

2.4.4.2. Оценка параметров движения сопровождаемого воздушного объекта

Оценка (сглаживание) параметров движения находящихся на сопровождении ВО производится с помощью метода максимального правдоподобия по фиксированной выборке привязанных к трассе отметок в соответствии выбранной моделью движения объекта. В зависимости от характеристик объекта в качестве модели его движения принимается либо полином 1-й степени (линейная модель движения воздушного объекта), либо 2-й степени (квадратичная модель).

При этом процесс измерения во времени координаты цели представляется в виде полиномиальной функции, степень которой определяется принятой моделью траектории, а коэффициенты полинома имеют смысл координаты, скорости изменения координаты, ускорения и т. д.

Для сопровождаемых (подтверждаемых) трасс центр строба на следующий обзор рассчитывается путем экстраполяции на один обзор вперед траектории цели в соответствии с выбранной моделью движения.

2.4.4.3. Обнаружение маневра аэродинамической цели и адаптация к нему

Для сопровождаемых трасс рассчитываются два строба с центром в одной точке. Они отличаются друг от друга только размерами. Строб сопровождения без поправки на маневр (первого типа) и с поправкой на маневр (второго типа).

Размер строба первого типа рассчитывается исходя из ошибок измерения (которые рассчитываются исходя из отношения сигнал/шум) и экстраполяции. Размер строба второго типа получается из строба первого прибавлением поправки на маневр, которая рассчитывается исходя из максимально допустимой перегрузки ВО при маневрировании.

Для подтверждаемых трасс строб второго типа не используется.

Для привязки к трассе из буферного списка выбирается отметка, ближайшая к центру строба, при условии, что нет сопровождаемой трассы, к центру строба которой она еще ближе. Если такой отметки нет, к трассе привязывается центр строба и засчитывается пропуск. Если привязанная к трассе отметка попала в строб второго типа, но не попала в строб первого, происходит переход на квадратичную модель движения. Если привязанная к трассе отметка попала в строб второго типа, но не попала в строб первого при движении по квадратичной модели, происходит уменьшение длины фильтра сглаживания. При четырехкратном попадании привязанной отметки в строб первого типа, рассчитанный исходя из линейной модели движения, происходит обратный переход на линейную модель движения.

2.4.4.4. Сброс трассы с сопровождения

Основной признак принятия решения о сбросе траектории с сопровождения – появление некоторой пороговой комбинации пропусков отметок в стробах сопровождения в зависимости от точностных характеристик экстраполяции положения цели на следующий обзор по данным предыдущих измерений. С увеличением числа пропусков отметок неопределенность предсказания положения цели в следующем обзоре увеличивается, что приводит к необходимости увеличивать размеры строба.

Сброс трассы с сопровождения происходит при таком количестве пропусков подряд, когда размеры строба сопровождения достигают размеров строба первичного автозахвата, что соответствует максимальной неопределенности в положении цели, когда параметры ее движения неизвестны. При этом порог сброса достигается при различном числе пропусков отметок, в зависимости от накопленной о траектории информации на предыдущих обзорах, что позволяет учитывать накопленную точность сопровождения к моменту появления серии пропусков отметок.

При проверке попадания отметки в строб сопровождения трассы, готовой к сбросу, используется радиальная скорость, вследствие чего строб сопровождения становится четырехмерным. Введение радиальной скорости позволяет уверенно сбрасывать закончившиеся трассы, не продолжая их сопровождение по ложным отметкам.

2.4.4.5. Полуавтоматическое сопровождение и сопровождение постановщиков активно-шумовой помехи

При работе в сложной помеховой обстановке оператор РЛС имеет возможность назначать азимутально-дальностные стробы автозахвата. Автоматический захват целей на сопровождение осуществляется только в областях пространства, ограниченных стробами автозахвата. Взятие на автоматическое сопровождение целей, находящихся вне стробов автозахвата, осуществляется по команде оператора РЛС. Также с РМО РЛС возможен ручной сброс трассы с сопровождения.

Существует возможность вмешательства оператора в процесс автоматического сопровождения путем введения корректур по трассе. Имеется два типа корректур:

- по экстраполяции (СК1). При этом для выбранной трассы в качестве координат ВО, используемых для его сопровождения, берутся экстраполированные координаты на данный обзор. Эта корректура используется при пропуске ВО при его временном выходе из зоны видимости;

- по маркеру (СК2). При этом для выбранной трассы в качестве координат ВО, используемых для его сопровождения, берутся координаты, указанные оператором с помощью маркера. Эта корректура используется при резких маневрах цели.

Принципы сопровождения и определения параметров траекторий ПАП аналогичны для ВО. Отличным является описание единичной отметки – дальность в составе единичного измерения отсутствует, оценка отношения сигнал – шум заменяется оценкой величины отношения помеха – шум. Стробирование ведется только в двумерном пространстве угловых координат.

Оценка параметров траекторий производится специальными ветвями алгоритмов, рассчитанных на определение параметров движения по неполным (только угловым) единичным измерениям.

2.4.5. Система имитации и тренажа

Система имитации и тренажа предназначена:

- для настройки и регулировки систем РЛС и определения состояния изделия при проверке функционального контроля и поиска неисправностей;
- имитации воздушно-помеховой обстановки для автономных тренировок боевого расчета в пределах зон обнаружения РЛС;
- обеспечения возможности одновременной работы как по реальным, так и по имитируемым ВО.

Аппаратура имитации обеспечивает:

- формирование имитационных сигналов, отраженных от целей, и формирование помех;
- формирование сигналов в основных и компенсационных каналах;

- формирование сигналов в двух режимах – «Цифра» и «Аналог». В режиме «Цифра» обеспечивается формирование сигналов в основных и компенсационных каналах, а в режиме «Аналог» – формирование сигналов через высокочастотный тракт);

- формирование графического интерфейса ВПУ имитатором;
- управление режимами работы имитатора с ВПУ имитатором на РМО.

Аппаратура тренажа обеспечивает:

- имитацию трасс ВО (не менее 300 радиолокационных целей) и пеленгов ПАП;

- оперативное изменение оператором имитируемой воздушной обстановки;

- расчет трассовой информации для следующего обзора;

- формирование и передачу кодограмм на системы вторичной обработки, регистрации и отображения;

- формирование графического интерфейса виртуальной панели управления тренажом;

- обработку входной информации от систем первичной обработки и системы отображения информации.

Система имитации и тренажа представляет собой специальное программное обеспечение, включающее в себя следующие комплексы программ: «Имитатор радиолокационных сигналов», «Тренаж» и «Управление имитатором и тренажом».

Система имитации и тренажа позволяет имитировать широкий спектр различных ситуаций воздушной обстановки.

2.5. Система ориентирования и топопривязки

Система ориентирования и топопривязки представлена многофункциональным радионавигационным комплексом МРК-32Р1.

Аппаратура комплекса МРК-32Р1 состоит из трех антенных модулей АМ7 и приемного модуля МРК-11 ПрМ16 и размещается в верхней части АК. Внешний вид МРК-101 представлен на рис. 2.16.

Аппаратура обеспечивает прием и обработку информации от спутников ГЛОНАСС и GPS для определения координат и пространственного положения РЛС.

Антенный пост МРК-32Р1 расположен над полотном антенны РЛС (при этом одна база антенной системы длиннее другой). Места установки антенн выбраны так, чтобы соблюдалось условие отсутствия затенения радиовидимости спутников элементами конструкции РЛС. Расположение антенной системы относительно осей объекта может быть произвольным, однако важно, чтобы оно было жестко фиксированным.

После того как антенны закреплены на объекте, на заводе-изготовителе должна быть произведена калибровка образуемой ими антенной системы.



Рис. 2.16. Внешний вид МРК-101

В случае размонтирования и монтирования вновь при замене антенн желательно вновь провести калибровку антенной платформы. В противном случае может наблюдаться некоторое возрастание систематической составляющей определения пространственной ориентации платформы.

Режим калибровки комплекса МРК-32Р1 на объекте длится 5 ч. Значение необходимого для калибровки временного интервала зависит от условий наблюдения радиовидимых спутников во время проведения калибровки.

Время получения первого отсчета угловых координат при калиброванной антенной системе составляет 1–3 мин после получения первого отсчета координат.

Навигационная аппаратура также предоставляет информацию о временной шкале потребителя. Поскольку шкала времени ГЛОНАСС с высокой точностью синхронизирована со шкалой ГЭВЧ, то в результате выполняется синхронизация временной шкалы потребителя к ГВЭЧ.

Погрешность синхронизации временной шкалы МРК к ГЭВЧ не превышает 1 мкс, что определяется погрешностью синхронизации системной шкалы ГЛОНАСС к ГЭВЧ.

В комплексе МРК-32Р1 формируются выходные сигналы опорной частоты и аппаратной метки времени. На выходе аппаратной метки времени формируется

импульс с периодом 1 с и длительностью 1 мс, передний фронт которого привязан к системной шкале времени с погрешностью меньше 1 мкс.

Таким образом, в результате решения навигационно-временной задачи частотно-временная шкала МРК с высокой точностью синхронизирована со шкалой системы (или ГЭВЧ). Все измерения параметров в аппаратуре жестко привязаны к ее временной шкале.

Работа блока цифровой обработки сигналов и программ первичной обработки информации, производящих измерение радионавигационных параметров сигнала, производится под управлением синхронизирующих импульсов временной шкалы МРК. К радионавигационным параметрам сигнала относятся задержки псевдослучайной кодовой последовательности, доплеровский сдвиг частоты и фазы сигнала а также разности фаз между сигналами разнесенных в пространстве антенн комплекса МРК-32Р1

Результаты измерений радионавигационных параметров фильтруются. Фильтр первичной обработки представляет собой калмановский фильтр с интервалом дискретизации 18 мс. Отсчеты радионавигационных параметров с выхода фильтра каждую секунду передаются в программы вторичной обработки, где на их основании вычисляются значения радионавигационных параметров потребителя.

При включении электропитания аппаратура в течение 30 с проводит процедуру самодиагностики.

После успешного прохождения тестовых проверок при отсутствии внешних команд комплекс МРК-32Р1 автоматически начинает работу в интегральном режиме «ГЛОНАСС + GPS». В качестве исходных координат для прогноза радиовидимости спутников по данным альманаха используются координаты, измеренные в предыдущем сеансе работы и записанные в энергонезависимую память МРК.

В случае обнаружения некорректных исходных данных по координатам, дате или времени комплекс МРК-32Р1 автоматически начнет работать в режиме свободного поиска. Среднее время получения первого радионавигационного отсчета в режиме свободного поиска – 250 с.

Кодовая информация об истинном азимуте, координатах точки стояния РЛС выдается с комплекса МРК-32Р1 по каналу обмена «RS-232C» в СЭВМ РЛЮ. Темп обновления информации – 1 с.

В АК наряду с рассмотренными системами входит еще ряд дополнительных систем и устройств. Работа данных систем рассмотрена во второй части инструкции по эксплуатации РЛС 59Н6М [2].

3. КОНТЕЙНЕР УКОМПЛЕКТОВАННЫЙ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ СТАНЦИИ 59Н6М

Контейнер укомплектованный представляет собой специальный контейнер с размещенной в нем аппаратурой (см. рис. 2.1). Располагается КУ на том же полуприцепе, что и АК – ЧМЗАП-93867.

В КУ располагаются:

- радиопередающая система;
- два РМО;
- аппаратура включения и управления режимами «РЛС», «НРЗ», «АСУ»;
- аппаратура уплотнения и передачи информации на АСУ, ИП и ВРМО;
- аппаратура контроля и синхронизации;
- аппаратура связи;
- наземный радиолокационный запросчик 77Е6-1;
- аппаратура системы обеспечения тепловых режимов;
- аппаратура электропитания;
- запасные части, инструменты и принадлежности.

Рассмотрим основные системы КУ РЛС 59Н6М.

3.1. Радиопередающая система радиолокационной станции 59Н6М

Радиопередающая система (рис. 3.1) предназначена для формирования ЗС в дециметровом диапазоне длин волн, усиления его до требуемого уровня мощности и подачи в АФС РЛС [5; 7].

В состав РПС входят:

- блок переноса частоты (блок 278-061-01);
- задающие генераторы (блок 278-061-02);
- предварительный широкополосный усилитель (блок 255-062-01);
- усилитель мощности (блок 234-063-03);
- источник питания электроразрядных насосов (блок 234-132-02);
- высоковольтный выпрямитель (шкаф 255-10);
- регулятор напряжения +7 кВ;
- модулятор (шкаф 255-11);
- гетеродин (блок 278-036-01).

Технические характеристики РПС представлены в первом разделе в табл. 1.2.

Рассмотрим назначение, состав и работу основных блоков радиопередающей системы.

3.1.1. Блок переноса частоты

Блок переноса частоты (278-061-01) предназначен для формирования высокочастотных импульсных сигналов в заданном диапазоне на одной из 24 рабочих частот. Сформированные высокочастотные сигналы используются для дальнейшего усиления по мощности в тракте передающего устройства и излучения. Импульсная мощность высокочастотного сигнала на выходе блока – $33 \pm \pm 12$ мВт.

Смена частот обеспечивается переключением сигналов кварцевых генераторов в блоке 278-061-02 по заданной программе. В блоке формируются контрольные сигналы, подаваемые в гнезда на лицевой панели и в блок 234-201-02. Эти сигналы позволяют судить о работоспособности модулей, узлов и определять адреса неисправностей.

Электропитание блока 278-061-01 осуществляется от сети 220 В, 400 Гц при токе потребления не более 0,4 А.

В состав блока 278-061-01 входят:

- трансформаторы Т1 и Т2;
- стабилизаторы напряжений – субблоки БЗЕН19 (3 шт.);
- стабилизаторы напряжений – субблоки БЗЕН15 (6 шт.);
- усилитель промежуточной частоты – модуль БЗУВ68;
- ступенчатый аттенюатор – модуль БЗЖС3;
- усилитель мощности гетеродина – модуль БЗУВ69;
- полосовой переключаемый двухканальный фильтр – субблок БЗФЕ2;
- преобразователь частоты – модуль БЗПС13;
- контрольный детектор – модуль БЗДА2.

Излучаемые высокочастотные сигналы формируются путем преобразования частоты. При включении электропитания на вход блока подается гетеродинный сигнал «Гет.» на одной из 24 частот, заданных программой системы управления РЛС (рабочая частота устанавливается на панели управления РМО), и поступает на модуль БЗУВ69, который усиливает мощность сигнала до нужного уровня.

На блок также подается эталонный сигнал, сформированный в СЭВМ РЛО на ПЧ, равной 315 МГц. Через аттенюатор БЗЖС3 сигнал «ПЧ» поступает на модуль, где фильтруется фильтром на ПАВ с полосой 3,5 МГц (на уровне – 3 дБ). Усилители в модуле компенсируют ослабление ВЧ-сигнала в фильтрах. С выхода модуля БЗУВ68 сигнал «ПЧ» поступает на аттенюатор БЗЖС3, посредством которого оптимизируется мощность высокочастотного сигнала. При соответствующих переключениях высокочастотных разъемов ослабление аттенюатора может быть установлено от 0 до 6 дБ. Таким образом мощность сигнала выставляется в пределах 10–23 мВт.

Далее сигналы «Гет.» и «ПЧ» поступают на модуль БЗПС13 – смеситель-формирователь ВЧ-сигналов несущих частот излучения. Модуль БЗПС13 совместно с переключаемым полосовым фильтром БЗФЕ2 формирует ВЧ-сигналы на одной из рабочих частот излучения РЛС. Частота излучения определяется разностью частот соответствующих сигналов «Гет.» и «ПЧ».

Сигналы первых 12 рабочих частот проходят через первый канал фильтра при подаче команды «СУ вкл. 1 кан.» (логическая 1), через второй канал – сигналы с 13-й по 24-ю рабочую точку при подаче команды «СУ вкл. 2 кан.» (логическая 1).

С выхода переключаемого фильтра БЗФЕ2 ВЧ-сигнал подается на контрольный детектор – модуль БЗДА2. Интегральный модуль БЗДА2 предназначен для развязки (обеспечения согласования ВЧ-трактов) и контроля проходящей

ВЧ-мощности. Мощность выходного сигнала данного блока равна 33 ± 12 мВт. Далее сигнал поступает на предварительный усилитель передающего устройства (блок 255-062-01) [5].

3.1.2. Предварительный широкополосный усилитель

Предварительный широкополосный усилитель (блок 255-062-01) предназначен для усиления ВЧ-импульсных сигналов, сформированных возбуждателем, и установки необходимого уровня входной мощности оконечного усилителя – блока 234-063-03 на каждой рабочей частоте.

Технические характеристики блока 255-062-01:

- параметры импульсного режима (определяются возбуждателем) $\tau_{и} \leq 100$ мкс;
- импульсная мощность выходного сигнала не менее 20 Вт;
- потребляемый ток от источника напряжения 220 В 400 Гц не более 0,2 А.

В состав блока 255-062-01 входят следующие устройства:

- высокочастотные усилители – модули БЗУВ26 и БЗУВ25;
- модулятор – узел Б1МИ5;
- аттенюаторы – два модуля БЗЖС3;
- источники вторичного электропитания – субблоки Б1ЕН12, Б1ЕН81 и БЗЕН32;
- модули ослабителей – два модуля БЗКС3;
- субблоки управления – два субблока БЗКТ4.

Электрическая принципиальная схема блока 255-062-01 приведена в альбоме схем.

Работа блока 255-062-01 происходит следующим образом.

Высокочастотный сигнал с блока переноса частоты (278-061-01) поступает на вход блока 255-062-01. После ослабления в аттенюаторе БЗЖС3 ВЧ-сигнал подается на вход усилителя БЗУВ26, импульсное питание которого осуществляется модулятором Б1МИ5. Усиленный ВЧ-сигнал через аттенюатор БЗЖС3 поступает на усилитель БЗУВ25 и далее на выход предварительного широкополосного усилителя.

Для установки входной мощности клистрона (блок 234-063-03) в блоке расположены диодные ослабители БЗКС3 (основной канал) и БЗКС3 (резервный канал), обеспечивающие ступенчатое ослабление ВЧ-сигнала предварительного широкополосного усилителя с плавной ручной подстройкой внутри ступени.

При переключении рабочей частоты изделия на панели управления РМО с блока 278-08-01 подаются сигналы управления уровнем «логическая единица», соответствующие двоичному коду включенной рабочей частоты, с помощью которых в субблоках БЗКТ4 осуществляется автоматическая установка поддиапазона рабочих частот.

Установка входной мощности клистрона (блок 234-063-03), соответствующей паспортным значениям на каждой из шести групп рабочих частот, осуществляется модулями БЗКС3.

3.1.3. Модулятор (шкаф 255-11)

В шкафу 255-11 расположен модулятор выходного усилителя мощности.

В состав шкафа 255-11 входят:

- блок 255-064-01 – коммутатор модулирующего импульса;
- субблок БЗМИ2 – подмодулятор;
- узел Б1НК59 – накал клистрона;
- два узла Б1НЕ9 – накопитель;
- два узла БЗЕС6 – регулировка накалов титронов и клистрона;
- электрическая блокировка;
- штанга изолирующая разрядная.

Электрическая принципиальная схема шкафа 255-11 находится в альбоме схем на изделие.

С выхода шкафа 255-11 снимаются сигналы: импульс модулятора и накал клистрона.

Остальные входные и выходные сигналы поступают и снимаются непосредственно с блоков, субблоков и узлов, входящих в состав шкафа.

Модулятор представляет собой модулятор с частичным разрядом емкости по схеме прямой коммутации заряда накопителя при последовательном соединении цепочки «накопитель – коммутатор – клистрон».

Импульс заданной длительности поступает с синхронизатора в подмодулятор, где усиливается и передается на управляющие сетки ламп коммутатора. Коммутатор открывается, и часть заряда накопителя проходит через клистрон в виде импульса тока.

После закрывания коммутатора накопитель подзаряжается от выпрямителя шкафа 255-10. Узел ограничительных резисторов выступает ограничителем тока при одновременном пробое клистрона и ламп коммутатора.

Основу блока коммутатора составляют четыре титрона ПП-7, соединенные параллельно. Применение титронов, имеющих «пентодную» характеристику (динамическое сопротивление до десятков кОм), позволяет обеспечить высокую стабильность выходных импульсов напряжения и тока.

В паузе между импульсами титроны заперты постоянным напряжением (-200 В).

Управляющие импульсы подмодулятора БЗМИ2 поступают на электроды титронов. Такая схема управления титронами весьма эффективна, но требует высокостабильного подмодулятора (субблок БЗМИ2). Контроль за импульсами подмодулятора осуществляется встроенным в блок коммутатора контрольным делителем БЗПН2 с коэффициентом деления 1:1000.

Допускается временная работа на трех титронах до замены неисправного титрона. Титроны расположены вертикально, с правой части каркаса, по всей его глубине. Слева и справа от них, внизу находятся входной и выходной коллекторы жидкостного охлаждения титронов. Сверху к каждому титрону через воздухопроводы подается охлаждающий воздух.

3.1.4. Высоковольтный выпрямитель (шкаф 255-10)

Высоковольтный выпрямитель (шкаф 255-10) предназначен для питания модулятора.

Технические характеристики шкафа 255-10:

- напряжение питания блока – 220 В 400 Гц, трехфазное;
- номинальное выходное напряжение – минус (30 ± 3) кВ;
- выходной ток – 1,6 А,
- ток срабатывания реле защиты – 2,5 А.

В состав шкафа 255-10 входят:

- субблок трансформатора БЗЕП7;
- субблок трансформатора БЗЕП8;
- узел выпрямителя Б1НК49;
- субблок фильтра и защиты БЗЕП11;
- узел накопителя Б1НЕ8.

Электрическая принципиальная схема шкафа 255-10 приведена в альбоме схем на изделие.

Трехфазное напряжение 220 В 400 Гц поступает на повышающие трансформаторы А1/Т1, А2/Т1 субблоков БЗЕП7, БЗЕП8. При включении высокого напряжения первой ступени входное напряжение подается на субблок А1, при включении второй ступени питание подается и на субблок А2.

Напряжение с выходов трансформаторов подается на вход выпрямителя – узел Б1НК49, выполненного по 12-фазной схеме выпрямления. Постоянное напряжение с выхода узла Б1НК49 через высоковольтные гнезда XS7 (–30 кВ) и XS9 (+ 30 кВ) поступает на двухзвенный сглаживающий фильтр субблока БЗЕП11, состоящий из дросселей L1, L2, конденсаторов С1, С2. Емкостью второго звена являются конденсаторы емкостных накопителей Б1НЕ8 и Б1НЕ9 шкафа 255-11.

Выходное напряжение (– 30 кВ) подается на нагрузку в шкаф 255-11.

Для снятия остаточного заряда с конденсаторов фильтра в субблоке БЗЕП11 предусмотрена механическая блокировка (разрядник). Балластные нагрузки субблока позволяют уменьшить напряжение холостого тока и обеспечивают выравнивание потенциалов на конденсаторах фильтра.

3.1.5. Усилитель мощности (блок 234-063-03)

Блок 234-063-03 – оконечный широкополосный усилитель мощности передающего устройства предназначен для усиления во всем диапазоне частот РЛС СВЧ-сигнала предварительного усилителя (блок 255-062-01) до номинального уровня мощности.

В состав блока 234-063-03 входят:

- два клистрона КИУ-207М (VL1 и VL2);
- высоковольтный делитель (субблок БЗПН3);

- переключатель напряжения луча и напряжения накала с основного клистрона на резервный с концевыми выключателями;
- плата с токовым трансформатором Т1 контроля формы тока луча «I луча» и обеспечения сигнала для системы контроля и защиты;
- панель с приборами (амперметры для измерения среднего тока луча и тока накала);
- элементы электрической блокировки защитного кожуха.

Все узлы блока расположены на раме, закрепленной на шкафу 255-11.

Блок закрыт легкоъемным металлическим кожухом, закрывающим доступ к высоковольтным частям. Кожух снабжен электрической блокировкой, при снятии которой отключается высокое напряжение.

Основными элементами блока являются клистроны КИУ-207М (VL1 и VL2) – многолучевые, многорезонаторные пролетные клистроны пакетированного типа. В данных клистронах фокусировка лучей осуществляется периодической магнитной системой, состоящей из нескольких постоянных дисковых самарий-кобальтовых магнитов, расположенных в резонаторном блоке.

Входной СВЧ-сигнал подается на первый резонатор работающего клистрона и модулирует электронный поток по скорости. Энергия электронного потока (луча), создаваемая под воздействием импульсного напряжения луча (25 кВ), переходит в СВЧ-поле, модуляция потока углубляется и переходит из модуляции по скорости в модуляцию по плотности в последнем выходном резонаторе, с которого СВЧ-сигнал поступает через коаксиально-волноводный выход клистрона в волноводный тракт.

Для обеспечения длительной, надежной работы клистрона необходимо эксплуатировать его в режимах, оговоренных в паспорте. Для него полностью установлены паспортные значения напряжения накала (подогревателя катода), луча (катода), электроразрядного насоса и входной мощности. Охлаждение клистрона осуществляется системой жидкостного охлаждения.

Высоковольтный делитель напряжения предназначен для измерения напряжения луча клистрона и контроля формы напряжения луча.

Для сокращения времени включения резервного клистрона уровень входного сигнала резервного клистрона VL2 установлен заранее, в соответствии с паспортными значениями.

Переключатель служит для переключения накала и напряжения луча с основного (VL1) на резервный (VL2) клистрон. Переключение осуществляется в обесточенном состоянии (без напряжения накала и напряжения луча).

Установка входной мощности клистрона, соответствующей паспортным значениям на каждой из шести групп рабочих частот, осуществляется в блоке 255-062-01, расположенном в шкафу 255-3. Контроль входной мощности проводится аппаратурой системы контроля и защиты с отображением на индикаторе РМО.

Проверка выходной мощности передающего устройства осуществляется аппаратурой системы контроля и защиты с отображением на индикаторе РМО.

3.1.6. Особенности работы радиопередающей системы

Для обеспечения высоких технических характеристик по амплитудно-фазовым нестабильностям, от импульса к импульсу, линейности фазочастотной характеристики, высокого КПД (30–35 %) передающего устройства с малыми массой и габаритными размерами передатчик построен по схеме «задающий генератор – усилитель мощности». В качестве оконечного усилителя мощности при этом выбран клистрон КИУ-207М импульсного действия пакетированной конструкции с анодной модуляцией луча.

Передающее устройство работает следующим образом. В СЭВМ в формирователе эталонного сигнала формируется сигнал заданной длительности, с требуемой частотой повторения ЗС, с ЛЧМ ЗМ. Этот сигнал на частоте $f_{\text{пч}} = 315$ МГц через усилитель (модуль БЗУВ67 блока 278-061-02) и ВЧ-токоусъемник (блок 278-026-03) поступает на вход устройства переноса частоты (блок 278-061-01). В смесителях данного блока осуществляется перенос спектра ЗС с промежуточной частоты на одну из рабочих частот $f_{\text{рi}}$. Для работы смесителей используются сигналы гетеродина $f_{\text{гет},i}$ (блок 278-036-01). Сигналы гетеродина формируются из сигналов кварцевых генераторов устройства задающих генераторов (блок 278-061-02) (рис. 3.2).

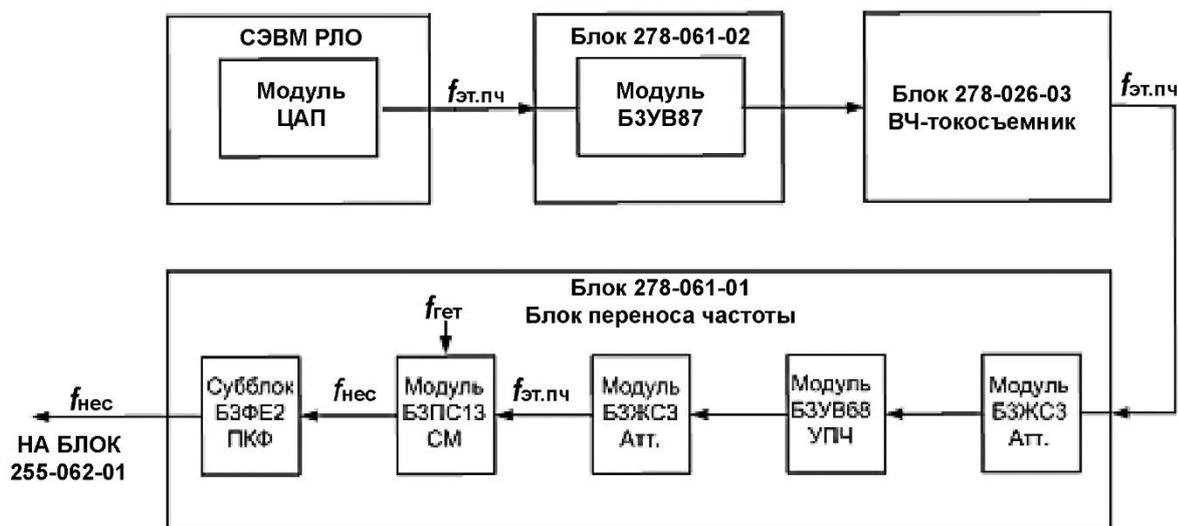


Рис. 3.2. Формирование сигнала на несущей частоте

С выхода блока 278-061-01 сигнал на рабочей частоте $f_{\text{рi}}$ поступает для усиления мощности в предварительный широкополосный усилитель (блок 255-062-01). С выхода блока 255-062-01 сигнал поступает на вход клистрона усилителя мощности (блок 234-063-03). В клистроне окончательно формируется ЗС требуемой мощности. С выхода клистрона ЗС поступает в волноводный тракт фидерной системы, на входе которого установлен блок 234-021-04. К выходу блока 234-021-04 подсоединено ферритовое развязывающее устройство (ФВВЗ-2).

Аппаратура возбуждителя, гетеродина и предварительного широкополосного усилителя выполнены на полупроводниковых элементах.

Оконечный усилитель мощности (блок 234-063-03) выполнен на широкополосном, многолучевом клистроне с фокусировкой луча постоянными магнитами. Модуляция тока и напряжения луча клистрона осуществляются высоковольтным импульсным напряжением отрицательной полярности, которое подается с модулятора. Импульсный модулятор выполнен по схеме с частичным разрядом накопителя и электронным коммутатором.

Модулятор работает следующим образом.

Высокое отрицательное напряжение высоковольтного выпрямителя (шкаф 255-10) поступает на катоды четырех параллельно соединенных титронов ПП-7. Титроны выполняют функцию электронного ключа-коммутатора. Модуляция тока коммутатора осуществляется подмодулятором (субблок БЗМИ2). С коллекторов (анодов) титронов импульсное напряжение (ток) поступает на катод клистрона усилителя мощности (блок 234-063-03). Клистрон для модулятора служит нагрузкой.

Применение титронов в качестве ключей модулятора обеспечивает высокую стабильность выходных импульсов на клистроне при высоком КПД всего модулятора за счет пентодной коллекторной характеристики и малого падения напряжения на промежутках «коллектор» – «катод титронов».

Коллектор клистрона и «плюс» высоковольтного выпрямителя заземлены в одной точке, что обеспечивает минимальные паразитные электромагнитные поля и токи растекания.

Для обеспечения большой величины потребляемого от высоковольтного выпрямителя импульсного тока (60 А) при среднем значении около 1,5 А применяется емкостный накопитель, состоящий из трех, параллельно соединенных узлов Б1НЕ8, Б1НЕ9 (2 шт.). Питание накалов клистрона и титронов осуществляется переменным током. Трансформатор накала клистрона установлен в узле Б1НК59. Трансформатор накала титронов установлен в блоке 255-064-01. Регулировка напряжений накалов осуществляется с помощью субблоков БЗЕС6.

Для повышения эксплуатационных характеристик (наработка на отказ и время восстановления) в передающем устройстве резервируются высоковольтный источник питания электроразрядного насоса клистрона, управляемый диодный ослабитель входного ВЧ-сигнала клистрона и сам клистрон.

Управление передающим устройством (включение и выключение) осуществляется органами технического пульта управления (блок 278-08-02), собственных органов управления аппаратура передающего устройства не имеет.

3.2. Фидерная система контейнера укомплектованного 59Н6М

Фидерная система осуществляет передачу мощного ЗС от клистрона до выхода кабины, при этом обеспечиваются:

- работа клистрона на согласованную нагрузку при коэффициенте стоячей волны нагрузки до 2,5;
- постоянный контроль мощности и $K_{ст}$ на выходе клистрона.

В состав фидерной системы входят следующие блоки и линии:

- направленный ответвитель (блок 234-021-01);
- ферритовый вентиль ФВВВЗ-2;
- переключатель каналов (блок 234-021-04);
- линии волноводного тракта (прямые, уголковые, гибкая).

Сборка всей фидерной системы показана на рис. 3.3.

Все линии волноводного тракта имеют сечение 160×80 мм. Соединение вентиля с трактом осуществляется через плавные переходы с сечения 160×80 мм на сечение 180×85 мм. Для снятия механических напряжений в соединении тракта с клистроном на входе тракта установлена гибкая линия.

Направленный ответвитель предназначен для выдачи сигналов, пропорциональных падающей и отраженной волнам фидерного тракта.

Направленный ответвитель имеет четыре рамки связи. Две рамки связи ориентированы на падающую волну, а другие две рамки – на отраженную. Рамки связи служат для контроля падающей и отраженных волн в передающем тракте.

На блоке предусмотрен выход $\times W2$ с ослаблением не менее 70 дБ, находящийся в узкой стенке волновода, для получения сигнала фазирования аппаратуры обработки.

Значение переходного затухания ответвителей соответствует – 50 дБ и 44 дБ. Направленность ответвителей не менее 20 дБ. Коэффициент стоячей волны первого ответвителя – не более 1,3, остальных – не более 1,5.

Направленный ответвитель представляет собой отрезок волновода сечением 160×80 мм, на широких стенках которого расположены четыре вторичные линии, выполненные в виде четвертьволнового направленного ответвителя петлевого типа.

Блок 234-021-04 установлен в локационном фидерном тракте КУ и функционально предназначен для оперативного переключения клистронов (основной и резервный).

Блок представляет собой волноводную линию сечением 160×180 мм и состоит из двух волноводных 120° тройников и прямой секции длиной 140 мм. В одном из плеч тройников установлен короткозамкнутый подвижный плунжер, позволяющий производить настройку по параметру $K_{ст}$ в диапазоне рабочих частот.

На корпусе блока на специальных кронштейнах смонтированы НЧ-разъемы, включенные в схему контроля индикации блокировки напряжения накала основного и резервного клистронов.

Своими выходными фланцевыми элементами блок обеспечивает механическое соединение с выходами клистронов и ФВВВЗ-2 с помощью волноводного перехода и гибкой линии.

Блок 234-021-04 имеет $K_{ст}$ не более 1,3 в широкой полосе частот.

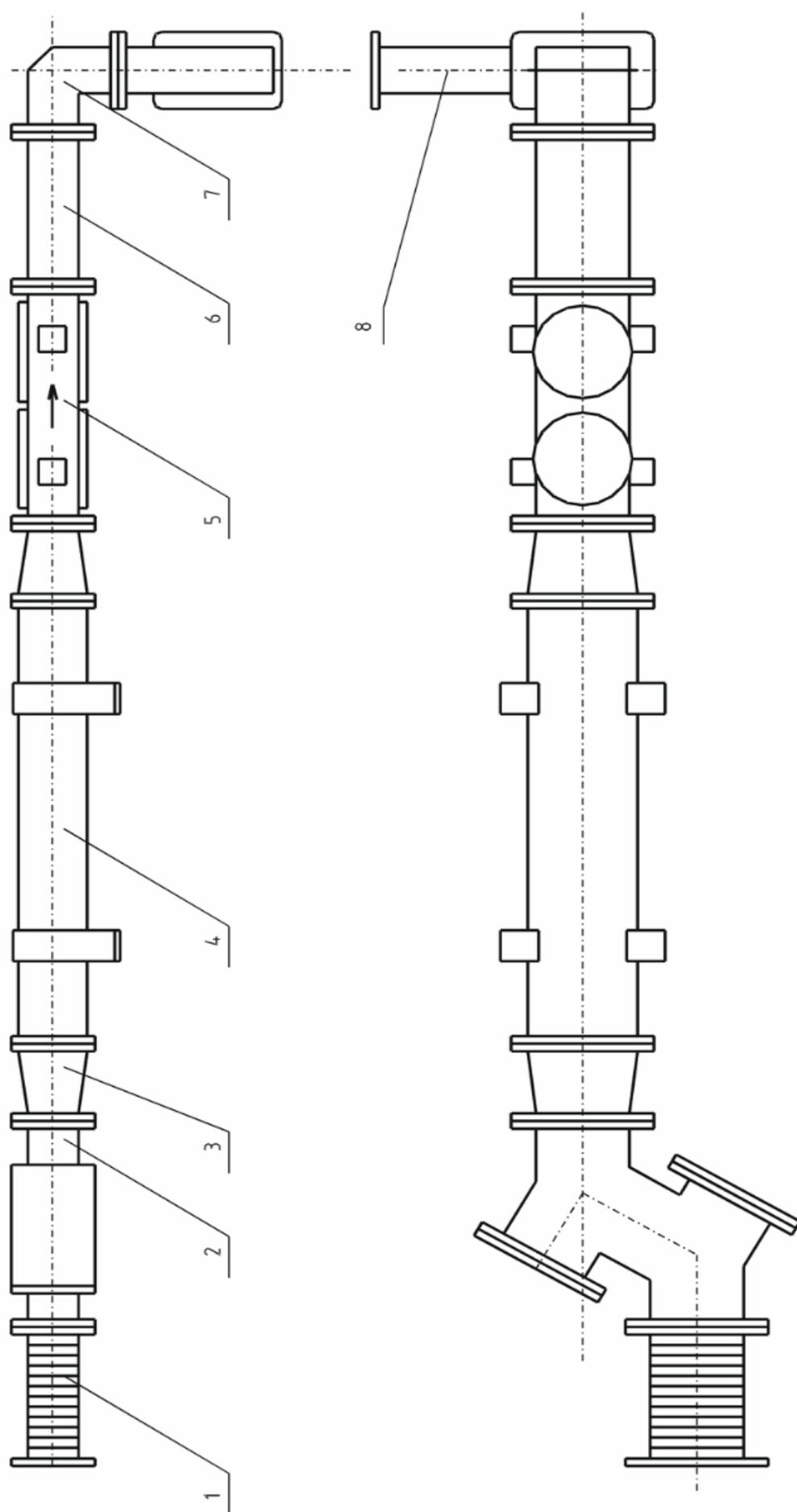


Рис. 3.3. Сборка фидерной системы контейнера укомплектованного:
 1 – гибкая линия; 2 – переключатель; 3 – переход; 4 – вентиль
 ФВВВЗ-2; 5 – направленный ответвитель; 6 – линия; 7 – уголок Е;
 8 – уголок Н

Вентиль волноводный высокого уровня мощности ФВВВЗ-2 используется в качестве развязывающего устройства в мощном сверхвысокочастотном (СВЧ) тракте. Вентиль устанавливается непосредственно на выходе передатчика для обеспечения ослабления отраженной от антенны СВЧ-мощности и согласования выхода клистрона передатчика с передающим фидерным трактом изделия.

Принцип действия ферритового вентиля заключается в следующем. Феррит намагничен постоянным магнитным полем. За счет ферромагнитного резонанса он пропускает мощный ЗС в одном направлении с малыми потерями, а в противоположном – с большими потерями.

Конструктивно вентиль представляет собой отрезок волновода, на внутренней поверхности которого по широкой стенке наклеены ферритовые вкладки, а на внешней поверхности расположена магнитная система из постоянных магнитов. Учитывая высокий уровень проходящей мощности, применена принудительная жидкостная система охлаждения для снятия тепла с ферритовых вкладок.

Параметры вентиля:

- прямые потери – не более 0,8 дБ;
- обратные потери – не менее 20 дБ;
- $K_{ст}$ – не более 1,3.

Фидерная система КУ направляет ЗС в токосъемник высокого уровня и далее сигнала поступает в фидерную систему АК.

3.3. Рабочее место оператора

Рабочее место оператора предназначено для ведения боевой работы, работы в режиме имитации и тренажа, а также оперативного и эргономичного управления всеми системами РЛС.

В состав РМО входит:

- панель управления РМО;
- индикатор РМО;
- шаровой манипулятор.

3.3.1. Панель рабочего места оператора

Панель управления РМО, выполненная на основе панельной станции МПС-12, предназначена для оперативного управления режимами работы РЛС. На экране панели управления отображается тактильная панель с кнопками управления режимами РЛС. Управление с тактильной панели осуществляется нажатием пальцем руки. Реакция на нажатие кнопки тактильной панели наблюдается визуально. Внешний вид тактильной панели представлен на рис. 3.4.

Обмен информацией МПС-12 осуществляется по каналам «Ethernet», «RS-232C», «МЛС».

С помощью кнопок тактильной панели осуществляется управление:

- вращением антенны;

- режимами излучения РЛС;
- рабочей частотой;
- переключением луча;
- режимами защиты;
- режимами контроля;
- передатчиком;
- режимами НРЗ.

При включении кнопок главного пульта тактильной панели открываются дополнительные пульта управления. На дополнительной панели оператор уточняет выбранный режим работы, его особенности и числовые значения.

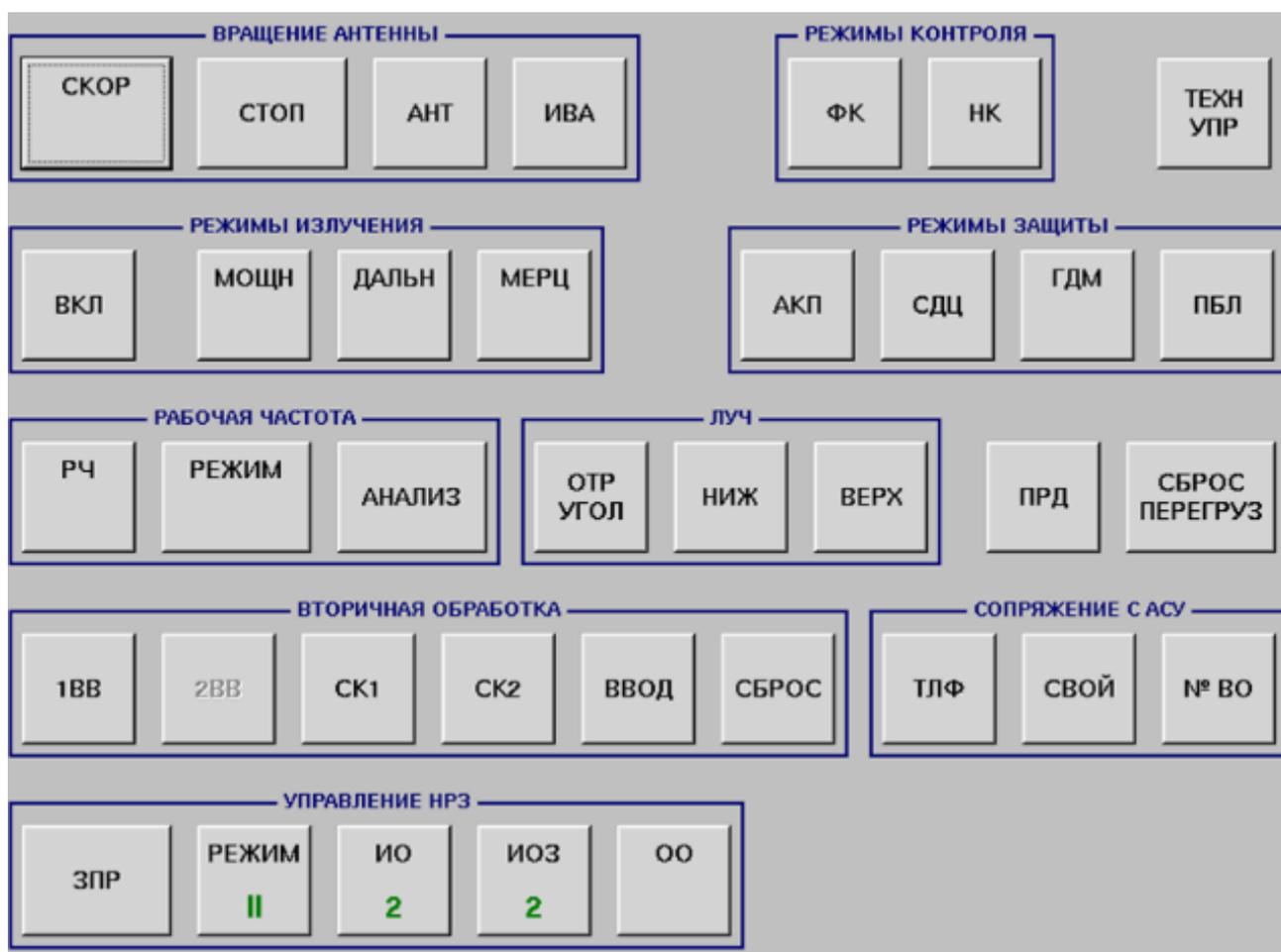


Рис. 3.4. Главный пульт управления тактильной панели МПС-12

3.3.2. Индикатор рабочего места оператора

Индикатор РМО обеспечивает:

- обработку и отображение РЛИ в режиме кругового обзора с возможностью масштабирования изображения (50, 100, 200, 300 или 450 км);
- одновременное отображение до 200 ВО с короткими формулярами;

- обмен информацией по каналу «Ethernet» с устройствами вторичной и первичной обработки;
- отображение отметки маркера в виде креста 16×16 пикселей и его координат;
- отображение строба лупы (размеры и позиция строба могут изменяться с помощью маркера);
- отображение РЛИ в зоне лупы;
- отображение текущего времени и даты;
- отображение РЛИ в режиме смещенного центра;
- отображение масштабной сетки (отметки азимута с шагом 30° и кольца дальности с шагом 50 км);
- отображение панели документирования и управления регистрацией данных в каналах обмена;
- отображение панели регистрации экранной информации;
- отображение панели имитатора и тренажа;
- отображение панели ориентирования и топопривязки;
- отображение управляющих стробов;
- отображение статической информации;
- отображение панели информационно-справочной системы;
- формирование многооконного графического интерфейса с виртуальными панелями управления режимами отображения РЛИ.

Внешний вид индикатора рабочего места оператора показан на рис. 3.5.

По своему функциональному назначению индикатор РМО подразделяется на шесть рабочих полей. Схема деления индикатора РМО представлена на рис. 3.6.

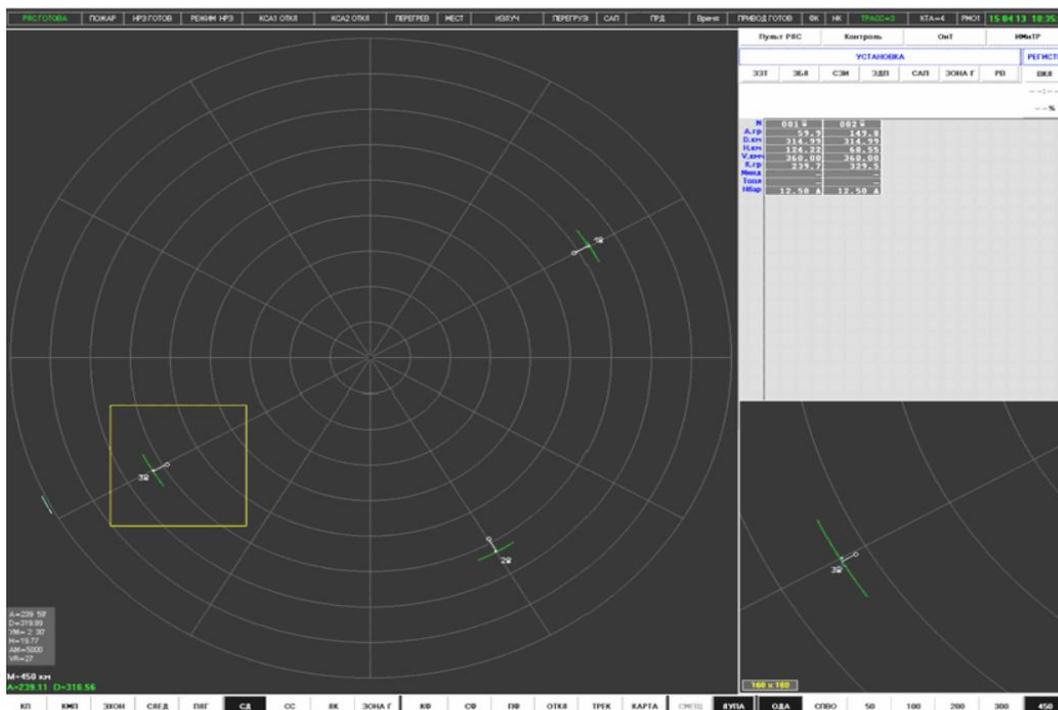


Рис. 3.5. Общий вид индикатора рабочего места оператора

Рассмотрим назначение каждого поля.

Поле 1 предназначено для отображения первичной и вторичной РЛИ на фоне масштабной сетки, сетки ПВО.

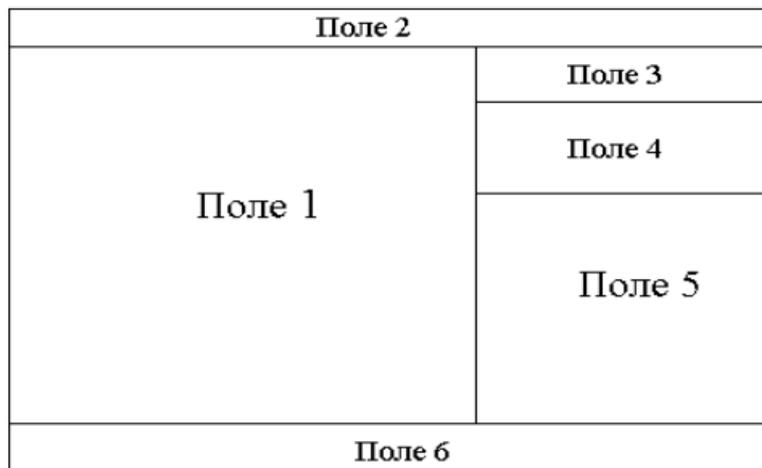


Рис. 3.6. Схема деления индикатора РМО на рабочие поля

Поле 2 служит для отображения строки состояния. Информация в строке состояния отображается посредством табло. Сообщения о неисправностях отображаются красным цветом.

Поле 3 служит для отображения пульта управления.

Поле 4 служит для отображения:

- списка полных формуляров по целям;
- дополнительных всплывающих виртуальных пультов.

Поле 5 служит для отображения РЛИ в режиме «ЛУПА» и в режиме смещенного центра.

Поле 6 служит для отображения виртуальной панели управления режимами отображения РЛИ.

Поле 3 на индикаторе РМО (панель управления) обладает более широкими возможностями по управлению режимами работы РЛС в сравнении с тактильным пультом МПС-12, однако уступает МПС-12 по оперативности управления.

3.3.3. Шаровой манипулятор

Шаровой манипулятор (блок 278-10-05) обеспечивает перемещение отметки маркера по информационному индикатору РМО и ввод в СЭВМ РЛО координат маркера.

В состав блока 278-10-05 входят:

- два устройства съема УС-2;
- узел Б1АП11;
- микропереключатель П1М9-1В;
- розетка РП15-9ГВФВ.

Блок 278-10-05 выполнен в алюминиевом корпусе, укрепленном на лицевой панели. В корпусе размещен шар, фрикционно связанный с двумя валиками, расположенными в одной плоскости в двух взаимно перпендикулярных направлениях. На валиках установлены диски с прорезями, взаимодействующие с оптронными парами. На лицевой панели размещена клавиша съема информации. Блок устанавливается на рабочем месте оператора.

На лицевой панели блока 278-10-05 расположены:

- вращающийся шар – орган управления маркером;
- клавиша «СЪЕМ» – для ввода информации о координатах маркера.

На задней панели блока 278-10-05 расположен разъем для подключения к СОМ-порту СЭВМ РЛО.

Структурная схема блока 278-10-05 приведена на рис. 3.7.

Вращение шарового механизма передается на два датчика координат $X(A1)$ и $Y(A2)$ с фотоэлектрическими датчиками – две открытые оптопары (светодиод – фотодиод). В оптический канал фотоэлектрических датчиков входит вращающийся диск с прорезями. Сигналы от координатных датчиков и клавиши «СЪЕМ» (S1) преобразуются в двоичный последовательный код для передачи в СОМ-порт СЭВМ РЛО по интерфейсу «RS-232C». Пакет с манипулятора поступает при каждом изменении состояния: при вращении шара или нажатии-отпускании клавиши «СЪЕМ». Пакет состоит из 3 байт.

При вращении шарового механизма датчики координат (A1, A2) вырабатывают два переменных напряжения, сдвинутые друг относительно друга по фазе. Фазовый сдвиг зависит от направления вращения шарового механизма по осям X и Y.

Формирователи координатных импульсов формируют сигнал реверса и счетные импульсы, поступающие на двоичные реверсивные счетчики. Из перепада напряжения, поступающего от клавиши СЪЕМ, на формирователе импульсов формируются импульсы «нажатия-отпускания» кнопки. Данные счетчиков и состояние кнопки S1 записываются в регистровое запоминающее устройство.

Приемопередатчик работает в режиме последовательной передачи данных. Для согласования скорости обмена передатчика с приемником применен кварцевый генератор.

Схема управления формирует сигналы:

- сброса координатных счетчиков;
- записи, чтения, сброса регистрового запоминающего устройства;
- записи, сброса приемопередатчика.

Работа оператора с шаровым манипулятором достаточно проста и отличается четкостью и надежностью подачи команд в СЭВМ РЛО.

3.4. Система определения государственной принадлежности

Система определения государственной принадлежности предназначена:

- для опознавания ВО, оборудованных ответчиками системы «Пароль» и обнаруженных РЛС;
- обработки полетной и координатной информации, поступающей от ВО для формирования КДГ опознавания («КТ-СО»), поступающей в СЭВМ РЛО для формирования признака опознавания в формуляре ВО;
- для формирования отметок опознавания, поступающих для отображения на индикатор РМО, сопрягаемых с КСА.

3.4.1. Состав 77Е6-1 и режимы работы наземного радиолокационного запросчика

Аппаратура НРЗ 77Е6-1 предназначена для опознавания ВО по принципу «Свой» – «Чужой», оборудованных ответчиками радиолокационного опознавания системы «Пароль».

Технические характеристики НРЗ 77Е6-1 представлены в табл. 3.1.

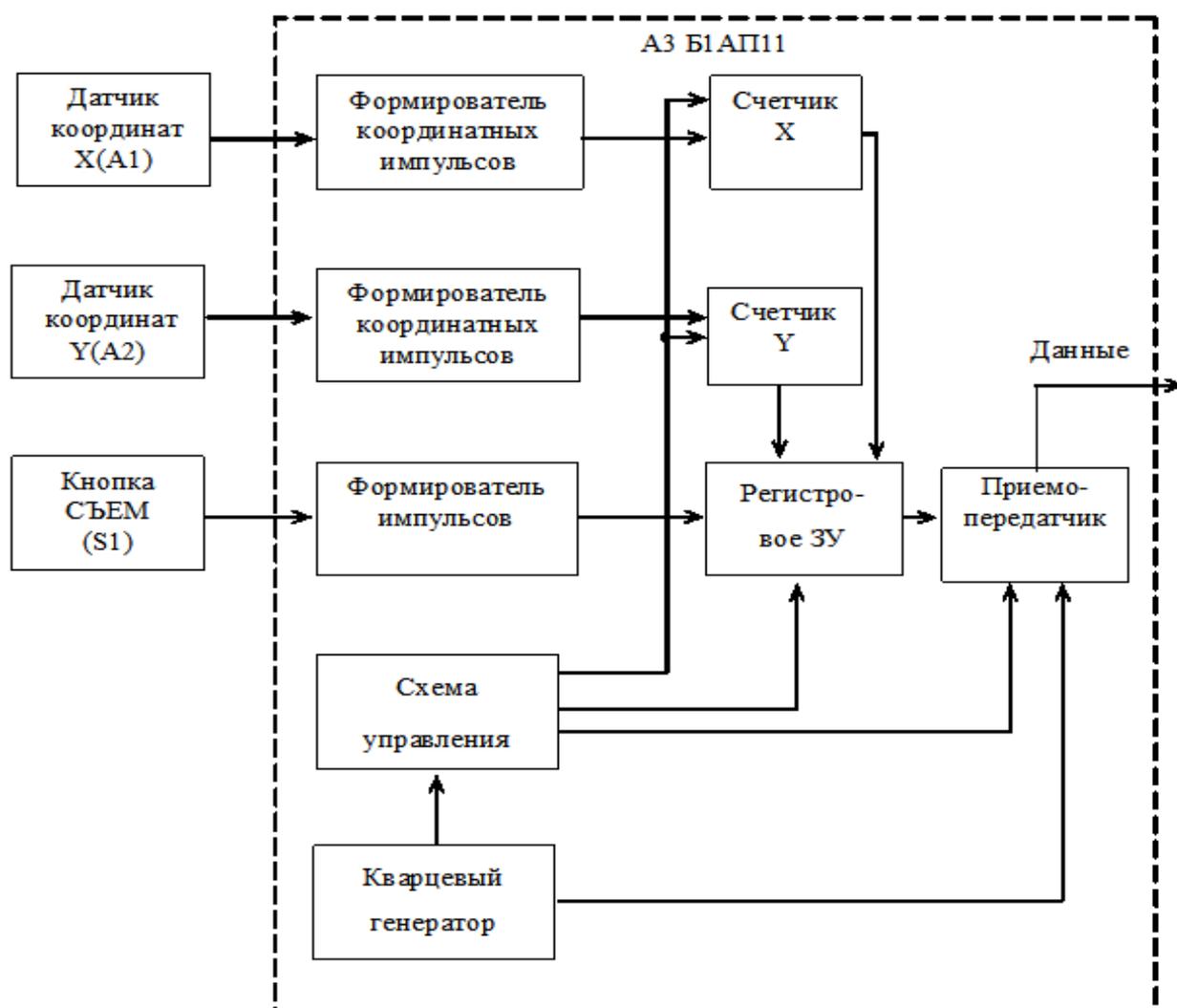


Рис. 3.7. Структурная схема блока 278-10-05

Таблица 3.1

Технические характеристики НРЗ 77Е6-1

№ п/п	Наименование параметра	Значение параметра
1	Потребляемая мощность: - по цепи 220 В, 400 Гц - 27 В	1000 ВА 40 Вт
2	Время готовности	105 с
3	Масса изделия	123 кг
4	Наработка до капитального ремонта	25000 ч

В состав НРЗ 77Е6-1 входят:

- стойка 435106-2;
- стойка 435112Б;
- изделие 41М1.2;
- субблок У30202Б;
- комплект ЗИП-О;
- монтажный комплект.

Наземный радиолокационный запросчик 77Е6-1 размещается в кабине КУ. Стойки НРЗ устанавливаются на раму-воздуховод подачи охлаждающего воздуха в следующей последовательности: снизу – стойка 435106-2, на ней стойка 435112Б и наверху – изделие 41М1.2. Антенна для НРЗ входит в состав антенного комплекса.

Опознавание ВО проводится по методу активной радиолокации («запрос – ответ»).

После статистической обработки пачки ответных сигналов на выходе НРЗ формируется сигнал общего опознавания, который выдается на аппаратуру сопряжения (блок 278-161-01) РЛС.

Аппаратура НРЗ работает в VII диапазоне волн и обеспечивает следующие режимы опознавания:

- режим I – режим общего опознавания, используется в основном для сопровождения «своих» целей;
- режим II – гарантированный режим общего опознавания, используется для первичного опознавания ВО;
- режим III – индивидуальное опознавание «своих» ВО по принципу «Где ты»;
- режим IV – общее опознавание с получением информации о номере борта ВО;
- режим VI – общее опознавание с получением информации о высоте полета ВО и остатке топлива;
- режим приема аварийного сигнала «Бедствие» – определение местоположения (по индикатору РМО) воздушных объектов, выдающих аварийные сигналы «Бедствие» при запросе в VII диапазоне волн;

- режим приема аварийного сигнала «Тревога» – прием сигнала от воздушных объектов, терпящих бедствие. «Тревога» – несинхронный сигнал, излучаемый НРЗ в VII диапазоне волн. При получении сигнала «Тревога» автоматически включается запрос подачей сигнала «Манип.» на НРЗ, и по принятому сигналу «Бедствие» определяется местоположение цели, терпящей бедствие.

Управление режимами работы НРЗ осуществляется вручную с пультов рабочих мест операторов РЛС и автоматически от СЭВМ РЛО.

Управление режимами работы НРЗ 77Е6-1 при регламентных проверках осуществляется с местного пульта управления НРЗ (блок 435307) при наличии от РЛС (с блока 278-08-02) команды «Мест.» – разрешение местного управления.

3.4.2. Взаимодействие наземного радиолокационного запросчика со специализированной электронной вычислительной машиной радиолокационной обработки

Специализированная электронная вычислительная машина вторичной обработки РЛИ осуществляет автоматическое опознавание ВО:

- при обнаружении нового ВО;
- при пересечении трасс ВО с признаком «Свой» и «Чужой»;
- при разделении трасс ВО с признаком «Свой»;
- при поступлении сигнала «Тревога»;
- периодически через 1 мин по трассе «Чужой» ВО или через 3 мин по трассе «Свой» ВО.

При этом в СЭВМ РЛО предусмотрены следующие алгоритмы определения государственной принадлежности ВО:

- алгоритм 1 («АЛГ1») – на первом обзоре опознавание ВО производится во II режиме с присвоением признака «Свой, гарантированное опознавание», «Бедствие»; при отсутствии ответа во II режиме на втором обзоре опознавание ВО производится в I режиме, по результатам которого ВО присваивается признак «Свой, общее опознавание», «Чужой», «Бедствие»;

- в особый период устанавливается алгоритм 2 («АЛГ2») – опознавание ВО производится только во II режиме с присвоением ВО признака «Свой, гарантированное опознавание», «Чужой», «Бедствие».

В следующих двух обзорах после получения ответа от ВО в I или во II режимах последовательно включается запрос в IV режиме (индивидуальный номер ВО) и запрос в VI режиме (высота полета и запас топлива).

Переключение алгоритма опознавания производится в панели управления РМО.

В состав системы определения государственной принадлежности входят:

- аппаратура НРЗ типа 77Е6-1;
- аппаратура сопряжения НРЗ с РЛС (блок 278-161-01);
- АФС канала опознавания, состоящая из ВЧ-токосъемника (блок 234-026-02), антенны основного канала (блоки 255-012-01, 255-012-02) и антенны канала ПБЛ (блоки 255-012-03).

В состав антенны основного канала входят:

- фильтр высокой частоты (блок 255-022-03);
- делитель 1:6 (блок 255-022-01);
- приемопередающая секция запросчика – ППСЗ (блок 255-022-02 – 6 шт.);
- делитель 1:2 (блок 255-022-02 – 6 шт.)

В состав антенны ПБЛ входят:

- делитель 1:6 (блок 255-022-01);
- приемопередающая секция запросчика (блок 255-022-03 – 6 шт.);

Функциональная схема антенны канала опознавания представлена на рис. 3.8.

В процессе опознавания задействованы:

- синхронизатор (блок 278-141-11);
- устройство шифрации последовательного кода сигналов синхронизации, азимута, имитационного сигнала опознавания (ячейка Б2ХЛ394 блока 278-051-05);
- устройство дешифрации сигналов, поступивших с ячейки Б2ХЛ394 (ячейка Б2ХЛ395 блока 278-101-01);
- аппаратура управления (блок 278-08-02);
- СЭВМ РЛО;
- панель управления РМО.

Алгоритм определения государственной принадлежности и структурная схема системы опознавания представлены на рис. 3.9 и 3.10 соответственно.

Аппаратура НРЗ типа 77Е6-1 совместно со своей встроенной в антенну РЛС АФС осуществляет запрос ВО в VII диапазоне волн в «I», «II», «III», «IV», «VI» режимах («Iр», «IIр», «IIIр», «IVр», «VIр») опознавания, а также прием ответных сигналов от ответчиков, размещенных на ВО, и передачу их по отдельным цепям в аппаратуру сопряжения.

В НРЗ реализован режим приема аварийного сигнала «Бедствие» – от ВО, терпящего бедствие, и определение его координат.

Наземный радиолокационный запросчик осуществляет прием аварийного сигнала «Тревога» от ВО, терпящих бедствие, и выдачу сигнала «Тревога» на аппаратуру сопряжения для формирования сигнала «Тревога» на индикаторе РМО и немедленного включения запроса и по принятому сигналу «Бедствие» определение координат ВО, терпящего бедствие.

При запросе в режиме «I» производится общее опознавание. При запросе в режиме «II» производится гарантированное опознавание. При запросе в режиме «III» производится индивидуальное опознавание, определяющее «свой» ВО по принципу «Где ты?».

При запросе в режиме «IV» производится запрос номера борта ВО, а при запросе в режиме «VI» – запрос высоты полета и запаса топлива ВО.

Устройство сопряжения НРЗ с РЛС (в блоке 278-161-01) осуществляет формирование сигналов опознавания, поступающих с НРЗ, для дальнейшего их отображения на индикатор РМО и сопрягаемых КСА. Также устройство сопряжения осуществляет определение координат ВО по сигналам опознавания и формирование команд управления аппаратурой НРЗ по данным КДГ управления

включением НРЗ, поступающей с СЭВМ РЛО. Устройство сопряжения передает в составе КДГ опознавания («КТ СО»), квитанции о состоянии НРЗ для отображения их в строке состояния индикатора РМО.

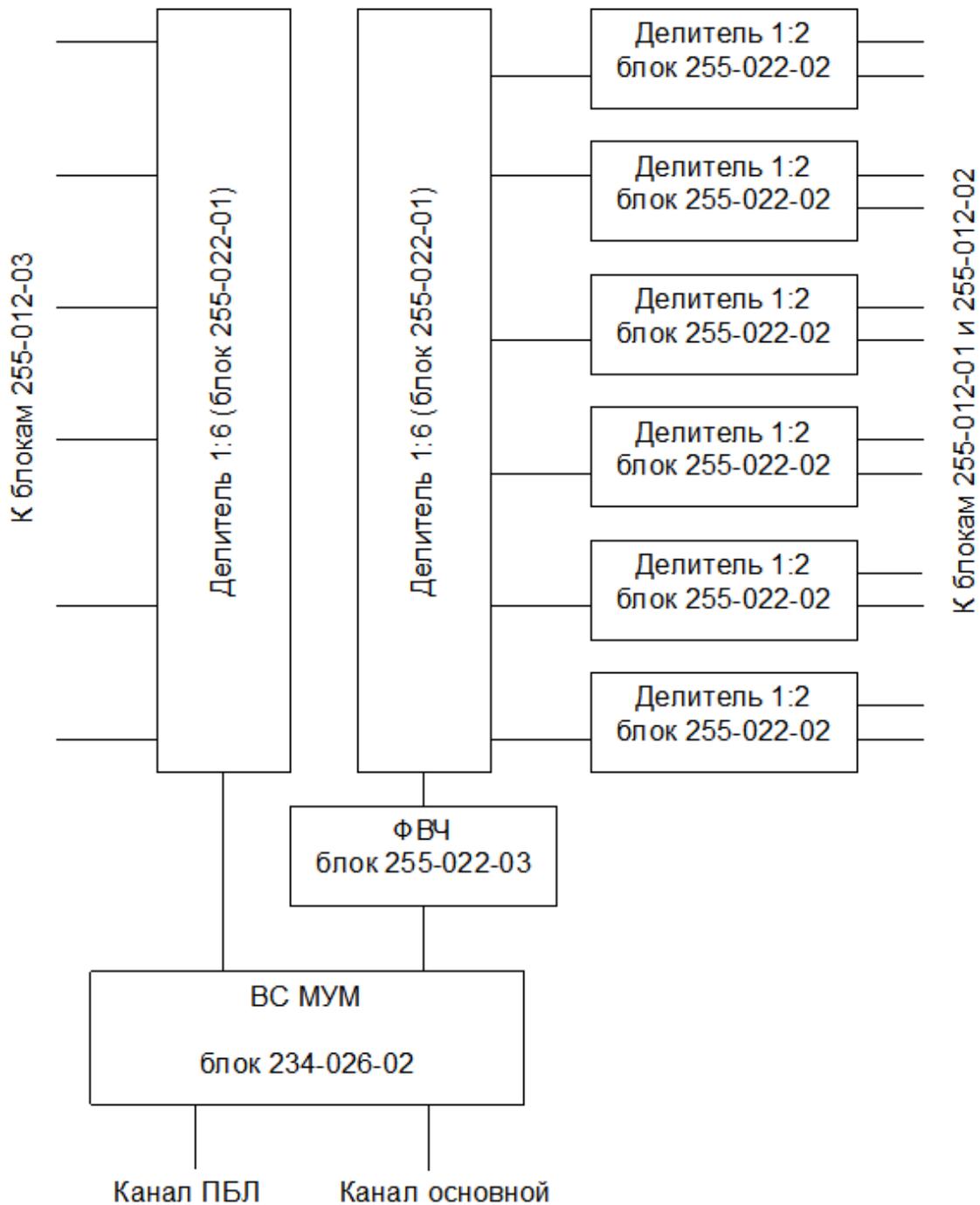


Рис. 3.8. Функциональная схема антенны канала опознавания

Передающее устройство НРЗ 77Е6-1 через фидерный тракт подключено к антенне НРЗ, размещенной в АК. На эту антенну ведется прием ответных сигнала-

лов от ответчиков, размещенных на ВО. По ответным сигналам опознавания, поступающим с НРЗ в устройство сопряжения с НРЗ, формируется КДГ «КТ СО», несущая следующую информацию:

- о координатах центра пакета ответных сигналов;
- о виде ответного сигнала (общее опознавание, индивидуальное опознавание, бедствие);
- индивидуальную информацию (номер индивидуальный или высота полета).

Кодограмма «КТ СО» по каналу обмена поступает на СЭВМ РЛО вторичной обработки информации. Специализированная ЭВМ РЛО вторичной обработки информации осуществляет отождествление координат ответного сигнала опознавания с координатами опознаваемого ВО. По результатам отождествления в формуляр ВО заносится признак опознавания «Свой», если координаты отождествились, или «Чужой», если отождествления не произошло. Кодограмма «КТ СО» передается с СЭВМ РЛО вторичной обработки информации на индикатор РМО, где ответный сигнал опознавания отображается в виде креста зеленого цвета. Координаты центра креста являются координатами центра пакета ответных сигналов опознавания. При поступлении в КДГ «КТ СО» признака «Бедствие» ответный сигнал на индикаторе РМО отображается в виде креста красного цвета; при поступлении в КДГ «КТ СО» признака индивидуального ответа ответный сигнал на индикаторе РМО отображается в виде креста желтого цвета.

В устройстве сопряжения с НРЗ из ответных сигналов опознавания формируется аналоговый сигнал опознавания («СО»), поступающий в аппаратуру сопряжения с КСА для передачи его на ИКО сопрягаемых КСА.

Сигнал «СО» в аппаратуре сопряжения задерживается по азимуту для совмещения дужки эхосигнала и дужки сигнала опознавания на индикаторе сопрягаемого КСА.

Специализированная ЭВМ РЛО вторичной обработки информации производит автоматическое опознавание ВО, взятых на сопровождение, в соответствии с алгоритмом опознавания, и обрабатывает поступившую от ВО информацию.

Специализированная ЭВМ РЛО аппаратуры управления формирует КДГ включения запроса опознавания по командам ручного включения запроса, поступающим с РМО, и по командам автоматического включения запроса, поступающим с панели управления РМО.

Для обеспечения синхронной работы НРЗ 77Е6-1 с РЛС с синхронизатора РЛС на НРЗ поступают сигналы упрежденного запуска «Зап. упреж. 1», опережающие нуль дистанции РЛС на (157 ± 5) мкс.

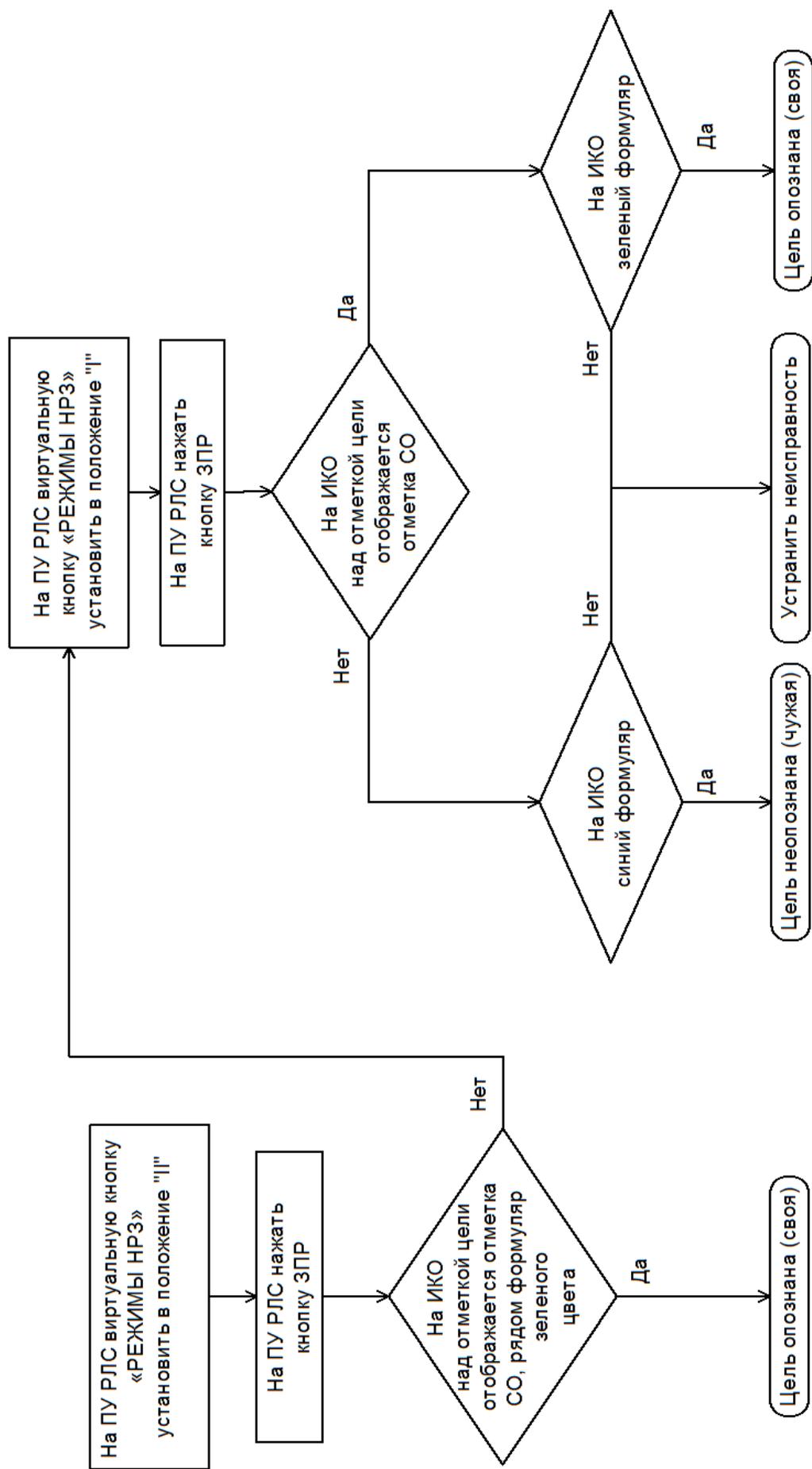


Рис. 3.9. Алгоритм определения государственной принадлежности

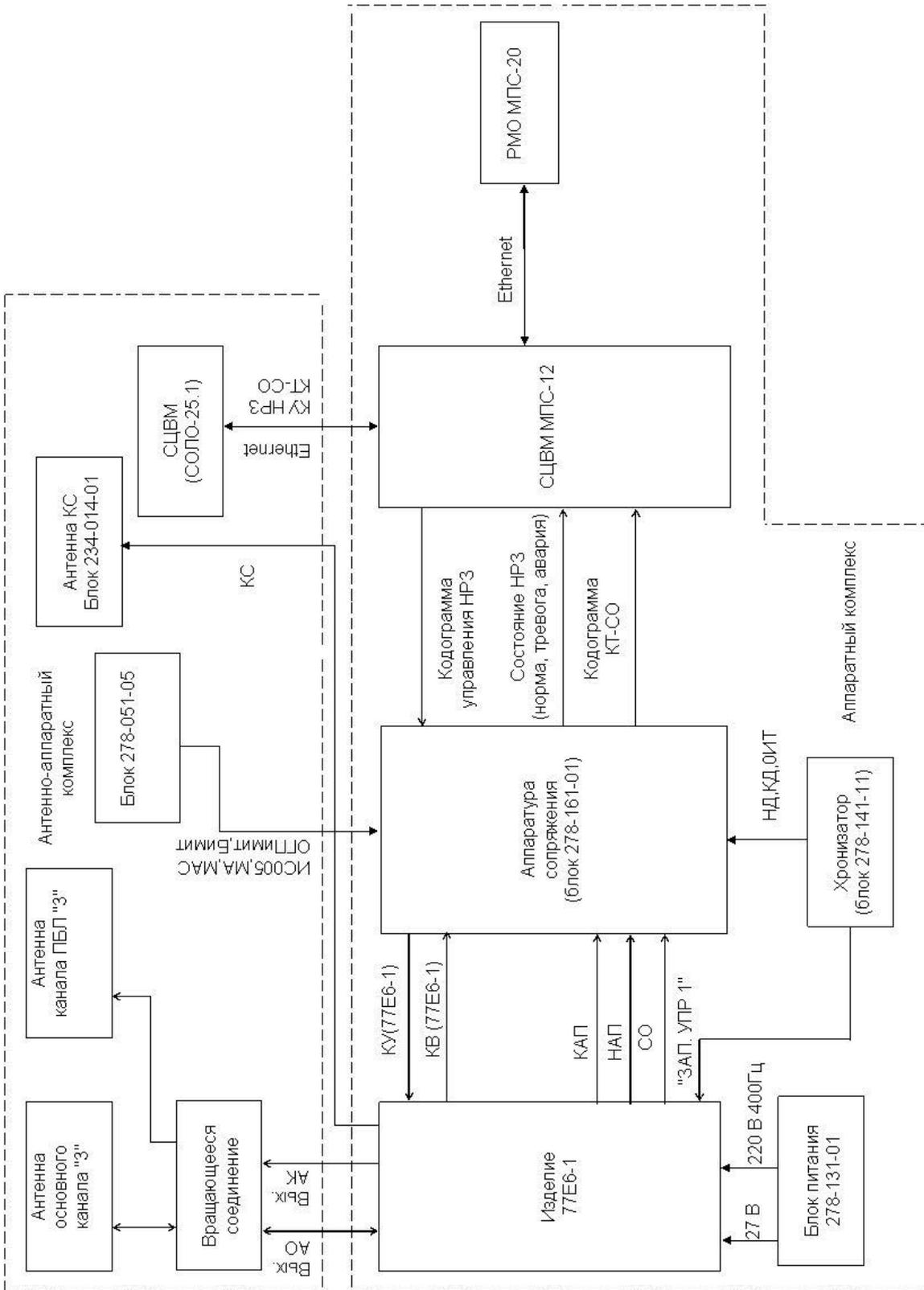


Рис. 3.10. Структурная схема системы опознавания

Управление режимами работы НРЗ 77Е6-1 и отображение информации о состоянии аппаратуры и о включенных режимах НРЗ обеспечиваются аппаратурой управления. При включении питания РЛС в НРЗ автоматически поступает напряжение + 27 В для включения режима «БР». Наземный радиолокационный запросчик включается и через 3 мин с него поступает сигнал «Готовность», а на пульте управления подсвечивается табло «НРЗ ГОТОВ».

Управление оперативными режимами работы НРЗ производится параллельно с панелями управления РМО КУ и ВРМО.

С ВРМО команды управления через аппаратуру передачи данных – (блок 278-24-01) передаются в КУ, объединяются с командами, поступающими с панели управления РМО КУ, где формируется КДГ включения НРЗ, поступающая на блок 278-161-01. В блоке 278-161-01 из КДГ включения НРЗ формируются команды включения НРЗ, поступающие на НРЗ 77Е6-1. С НРЗ на блок 278-161-01 поступают квитанции о включении излучения и состоянии НРЗ.

Для оперативного контроля АФС канала опознавания в НРЗ формируется контрольный ответный сигнал опознавания «КС». С выходного разъема «КС» блока 435307 НРЗ контрольный сигнал поступает на контрольную антенну канала опознавания (блок 234-014-01), размещенную на крыше КУ.

Излученный контрольной антенной сигнал поступает через АФС канала опознавания на вход НРЗ 77Е6-1. На выходе НРЗ формируются сигналы опознавания, из которых в аппаратуре сопряжения формируется КДГ «КТ-СО», поступающая на отображение в индикатор РМО в виде крестов зеленого цвета. Дальность отображенного на индикаторе РМО сигнала опознавания задается переключателем «Задержка КС» блока 435307 НРЗ.

Для отображения контрольных сигналов опознавания на индикаторе РМО необходимо:

- включить вращение антенны РЛС;
- установить на панели «УПР НРЗ» блока 278-08-02 тумблер «ИМИТ» в верхнее положение и нажать кнопку «ЗПР» на панели управления РМО.

Устройство сопряжения с НРЗ расположено в блоке 278-161-01 и предназначено:

- для обработки аналоговых сигналов опознавания, поступающих от изделия 77Е6-1, и формирования из них сигнала опознавания, подаваемого на индикатор РМО сопрягаемого КСА;
- цифровой обработки пакета ответных сигналов опознавания с целью определения координат «азимут – дальность»;
- цифровой обработки информации IV (VI) режима НРЗ;
- формирования КДГ «Координатная точка системы опознавания» («КТ СО») и выдачи ее в канал обмена для последующей обработки в СЭВМ РЛО;
- формирования сигналов опознавания по имитированной цели;
- формирования команд управления работой НРЗ.

На различных комплектах поставки РЛС 59Н6М комплекты НРЗ могут значительно отличаться.

3.5. Система сопряжения и связи

Система сопряжения и связи КУ является частью единой системы сопряжения и связи РЛС 59Н6М и включает в себя аппаратуру сопряжения и аппаратуру оперативно-командной связи (ОКС), основу которой составляет единая локальная вычислительная сеть, соединяющая все составные части изделия.

Система сопряжения предназначена для обмена информацией между РЛС и КСА по телекодовым и аналого-цифровым каналам связи, как по проводным линиям связи, так и по радиоканалу, образованному радиостанциями Р-168 МРА.

Система оперативно-командной связи предназначена для обеспечения:

- телефонной и громкоговорящей (ГГС) связи лиц боевого расчета РЛС с внешними абонентами;
- внутренней служебной связи между РМО КУ, ИП, ВРМО;
- технологической связи при проведении ремонтных, наладочных работ и технического обслуживания.

В состав системы сопряжения и связи КУ входят:

- коммутационная станция СЦК-16ЦС.1;
- приборы оператора ППО-01С – 2 шт.;
- щиток линейный ЛЩ-24ЦС;
- аппаратура передачи данных АПД-ФЛ1;
- кабель П-269М - 2×4+ 1×2-50 (2 шт.) с вводным щитком ВЩ-2М (2 шт.);
- аппаратура сопряжения по аналого-цифровым каналам связи (блок 278-161-01);
- блок БКБП;
- блок 278-24-01.

3.5.1. Аппаратура передачи данных

Двухканальная аппаратура передачи данных АПД-ФЛ1 предназначена для организации телекодовых каналов обмена трассовой информацией с сопрягаемыми комплексами средств автоматизации.

Двухканальная аппаратура передачи данных АПД-ФЛ1 обеспечивает одновременный обмен данными (трассовой информацией) с двумя типами КСА по некоммутируемым каналам связи тональной частоты (ТЧ) с 4-проводным окончанием со скоростями 1200, 2400 и 4800 бит/с в режимах частотной (ЧМ) или фазовой (ФМ) модуляции в соответствии с согласованными протоколами функционального взаимодействия РЛС с КСА.

Конструктивно двухканальная аппаратура передачи данных АПД-ФЛ1 выполнена в виде отдельного блока и расположена в шкафу 278-1.

Аппаратура передачи данных обеспечивает двухстороннюю одновременную передачу двоичной информации по выделенным 4-проводным каналам ТЧ. При работе АПД-ФЛ1 между изделием и входом/выходом канала связи допускается включение соединительной линии с затуханием на частоте 1,8 кГц для 4-проводного канала связи до 15 дБ и перекося амплитудно-частотной характеристики в диапазоне 0,6–3,0 кГц до 12 дБ.

Сопряжение с каналами ТЧ осуществляется по стыку С1-ТЧ. Уровень выходного сигнала передатчика изменяется при передаче по каналу ТЧ от 0 до минус 26 дБ/м.

Аппаратура передачи данных АПД-ФЛ1 обеспечивает по каналу ТЧ входное и выходное сопротивление цепей стыка С1-ТЧ равным (600 ± 120) Ом при 4-проводном включении в диапазоне частот 300–3400 Гц.

В АПД предусмотрены индикация работы модемов на каждом канале, индикация состояния отдельных цепей стыков с оконечным оборудованием данных и возможность контроля сигналов стыка «С1» на контрольных гнездах. Внешний вид АПД-ФЛ1 представлена на рис. 3.11.

Аппаратура передачи данных АПД-ФЛ1 сопрягается с оконечным оборудованием данных по интерфейсу «RS-232C» на скорости 115200 бит/с.

В аппаратуре АПД-ФЛ1 поддерживаются следующие режимы работы:

- режим передачи данных 1 («РПД-1»);
- режим тестирования канала ТЧ («РТК ТЧ»);
- режим конфигурирования и контроля состояния («РККС»).

Для подключения РЛС к каналам связи в ее составе предусматривается кабель типа П-269М (2 шт.) длиной по 50 м с вводным щитком ВЩ-2М (2 шт.).

Кабель П-269М с вводным щитком ВЩ-2М обеспечивает развертывание абонентских и внутриузловых распределительных сетей связи и эксплуатации с осуществлением многократных прокладок (снятий).



Рис. 3.11. Внешний вид АПД-ФЛ1

3.5.2. Прибор оператора ППО-01С

Прибор оператора ППО-01С предназначен для установления соединений и проведения переговоров в сети связи, обеспеченной комплексом телефонной связи КТС-01ЦС в целом.

Прибор оператора ППО-01С при взаимодействии со станцией СЦК-16ЦС.1 обеспечивает следующие возможности изделия:

- ведение переговоров операторами приборов ППО-01С в громкоговорящем (с использованием шумостойкого микрофона МК-3 и встроенного громкоговорителя мощностью 1 Вт) и телефонном (с использованием микрофонной трубки МТ-111С или гарнитуры со средней шумозащитой ГСШ-34Э) режимах;
- первоначальную настройку (регистрацию) приборов ППО-01С для организации взаимодействия со станцией СЦК-16ЦС;
- установление связи с операторами других приборов ППО-01С;
- установление связи с абонентами приборов прямой громкоговорящей и телефонной связи в пределах емкости сети;
- установление операторами приборов ППО-01С одновременно до 16 соединений громкоговорящей и телефонной связи (в том числе в режиме командного циркуляра и режиме конференц-связи);
- световую сигнализацию наличия питания;
- световую и звуковую (определяется при конфигурации) сигнализацию входящих и исходящих вызовов, занятости, соединений и режимов в соответствии с установленной конфигурацией.

Конструктивно прибор ППО-01С выполнен во встроенном пультовом исполнении. Внутри прибора смонтированы две печатные платы с установленными ЭРИ. Внешний вид прибора оператора ППО-01С представлен на рис. 3.12.



Рис. 3.12. Внешний вид прибора ППО-01С

Прибор оператора ППО-01С комплектуется микрофоном МК-3, микрофонной трубкой МТ-111С (рис. 3.13), держателем микротелефона ДМТ-2М, гарнитурой со средней шумозащитой ГСШ-34Э.

Микрофон МК-3 состоит из корпуса, в котором установлены микрофон и механизм тангенты, и соединительного шнура с соединителем для подключения к соединительной панели РМО.

Гарнитура со средней шумозащитой ГСШ-34Э состоит из оголовья, двух заглушек, микрофона тракта передачи и присоединительного шнура с тангентой и соединителем. Оголовье обеспечивает прижим заглушек с шумозащитными амортизаторами. В каждой заглушке расположен телефон тракта приема. Конструкция держателя микрофона допускает регулировку по длине и углу поворота, что обеспечивает оптимальное расположение микрофона перед оператором.



Рис. 3.13. Микрофонная трубка МТ-111С

Держатель микрофонной трубки состоит из корпуса и встроенного в корпус механизма фиксации. Механизм фиксации микрофонной трубки приводится в действие при ее укладке в держатель. При этом корпус трубки нажимает на рычаг механизма фиксации держателя и он, срабатывая, фиксирует трубку. Перед поднятием трубки для прекращения действия фиксации необходимо нажать клавишу механизма фиксации держателя.

Состав и назначение остальных элементов системы сопряжения и связи КУ (коммутационной станции СЦК-16ЦС.1, щитка линейного ЛЩ-24ЦС, кабеля П-269М - 2×4+ 1×2-50 (2 шт.) с вводным щитком ВЩ-2М (2 шт.), аппаратуры сопряжения по аналого-цифровым каналам связи (блок 278-161-01), блока БКБП, блока 278-24-01) рассмотрены в руководстве по эксплуатации на изделие, часть 2.

3.5.3. Блок сопряжения 278-161-01

Блок сопряжения 278-161-01 предназначен:

- для формирования аналого-цифровой координатной информации при сопряжении с КСА;
- сопряжения с НРЗ;
- преобразования напряжения, пропорционального синусу и косинусу угла поворота вала антенны, в последовательный двоичный 13-разрядный код (код А);
- приема аналоговой информации, передаваемой в последовательном 12-разрядном коде.

В состав блока 278-161-01 входит аппаратура:

- формирования аналого-цифровой координатной информации при сопряжении с КСА;
- приемопередатчик информации между портом «RS-232С» и КСА (ячейка Б2ХЛ758);
- формирователь сигналов управления при передаче последовательной информации из изделия 86Ж6 в порт «RS-232С» (ячейка Б2ХЛ756);
- устройство сопряжения каналов последовательной приемопередачи цифровой информации каналов «RS-232С» и КСА (ячейка Б2ХЛ761);
- формирователь сигналов управления при передаче последовательной информации из порта «RS-232С» в КСА (ячейка Б2ХЛ763);
- устройство формирования аналоговых сигналов для КСА (ячейка Б2УИ14);
- сопряжения с НРЗ;
- преобразования напряжения, пропорционального синусу и косинусу угла поворота вала антенны, в последовательный двоичный 13-разрядный код (код А) ячейки АЦПВТ-16П-Д2 (ячейка Б2ХЛ787);
- приема аналоговой информации, передаваемой в последовательном 12-разрядном коде (ячейка Б2АП395).

В части блока по сопряжению КСА с панелью управления РМО изделия 59Н6М по каналу «RS-232С» информация поступает в виде последовательного кода, состоящего из 11 бит (1-й бит стартовый, 8 бит информационных и 2 стоповых бита), на БИС приемопередатчика, расположенную в ячейке Б2ХЛ761. Ячейка Б2ХЛ761 состоит из приемника и передатчика, работающих с независимыми тактовыми частотами. Приемник преобразует входную последовательную стартстопную комбинацию в параллельный код, определяет достоверность принятой информации проверкой на чет/нечет, проверяет наличие достоверного стартового и стопового элемента. После преобразования информации в параллельный код на контакте «25А» ячейки Б2ХЛ761 появляется сигнал наличия информации «СНИ RS-232 вых.»

Информация, поступающая из канала «RS-232С», содержит разное количество байт и бывает двух типов: КДГ 1 и КДГ 2. Состав кодограмм и работа блока сопряжения детально рассмотрены в руководстве по эксплуатации РЛС, часть 2.

3.5.4. Щиток линейный ЛЩ-24ЦС

Линейный щиток ЛЩ-24ЦС является составной частью комплекса КТС-01ЦС и предназначен для подключения до 24 внешних 2-проводных и 4-проводных линий связи и защиты абонентских комплектов станции СЦК-16ЦС.1 от импульсных перенапряжений в линиях связи. Дополнительно щиток ЛЩ-24ЦС имеет кроссовое поле, позволяющее оперативно подключаться к линиям связи при проведении регламентных работ.

Линейный щиток ЛЩ-24ЦС обеспечивает следующие возможности изделия:

- подключение до 24 внешних линий связи;
- защиту абонентских комплектов станции СЦК-16ЦС.1 от импульсных перенапряжений в линиях связи;
- оперативный поиск неисправностей в линиях связи и измерение их параметров с помощью встроенного кроссового поля и установленных на нем вилок-перемычек;
- оперативную перекоммутацию отдельных линий связи по временной схеме с помощью встроенного кроссового поля и кроссовых кабелей.

Конструктивно щиток ЛЩ-24ЦС выполнен в виде навесного шкафа, закрывающегося дверцей. Внутри шкафа смонтированы шесть сменных модулей защиты и кроссовое поле на базе специальных разъемных соединителей. Подводка внешних соединительных кабелей к щитку осуществляется с помощью соединителей, установленных на левой и правой стенках щитка.

Модуль защиты предназначен для подключения к щиту четырех 4-проводных внешних линий связи. В каждой линии связи установлена защитная цепь от импульсных перенапряжений, состоящая из индуктивности и разрядника.

3.6. Автоматизированная система контроля. Система документирования

Автоматизированная система контроля предназначена для проведения функционального контроля, оценки технического состояния РЛС, непрерывного контроля, поиск неисправностей, контроля параметров и самоконтроля.

Система документирования предназначена для регистрации в реальном масштабе времени РЛИ, информации о действиях и переговорах лиц боевого расчета, режимах работы и техническом состоянии РЛС, а также информации обмена с внешними абонентами с привязкой к суточному астрономическому времени.

Функциональный контроль проводится во время включения РЛС, т. е. за время, не превышающее 5 мин. Во время функционального контроля оценивается работоспособность основных систем с контролем следующих параметров:

- исправность СЭВМ РЛО и канала обмена «Ethernet»;
- относительная чувствительность приемного тракта на всех разрешенных частотах;

- коэффициент улучшения цели на фоне шумовой активной помехи («КУ Ц/ШАП»);

- коэффициент улучшения цели на фоне местных предметов («КУ Ц/МП»);

- коэффициент улучшения цели на фоне пассивной помехи («КУ Ц/ПП»);

- среднеквадратичные ошибки измерения координат (дальности, азимута, угла места);

- выходная мощность РПС;

- исправность НРЗ, АПД, индикатора и панели управления РМО.

Выходная мощность РПС контролируется только при включении высокого напряжения. Если высокое напряжение не включено, то РПС контролируется только в части возбудителя.

В режиме «Контроль параметров» проверяются следующие параметры:

- выходная мощность РПС;

- входная импульсная мощность;

- коэффициент стоячей волны ВЧ-тракта;

- напряжение и ток луча;

- уровень шума приемных каналов;

- температура ВЧ-тракта.

Непрерывный контроль предназначен для оценки работоспособности систем изделия во включенном режиме, его продолжительность не ограничена, а цикл контроля периодически повторяется. Во время непрерывного контроля контролируется:

- исправность СЭВМ РЛО и канала обмена «Ethernet»;

- относительная чувствительность приемного тракта на включенной частоте;

- состояние 48 локационных и трех компенсационных приемных каналов;

- выходная мощность РПС;

- $K_{ст}$ передающего ВЧ-тракта;

- температура передающего ВЧ-тракта.

В режиме поиска неисправностей обеспечивается локализация неисправностей с глубиной до группы электронных модулей первого уровня – ЭМ1 (1-3 ЭМ1). При этом перед контролем аппаратуры изделия автоматически проводится самоконтроль аппаратуры и каналов обмена системы контроля.

Система документирования обеспечивает:

- непрерывную регистрацию всех видов информации на протяжении 72 ч непрерывной работы;

- хранение зарегистрированной информации на протяжении не менее 30 суток (срок хранения определяется лицами боевого расчета);

- автоматизированное создание текстовых и графических документов с целью проведения последующего документального анализа результатов боевой работы или тренировки боевого расчета РЛС;

- вывод сформированного отчетного документа на бумажный носитель;

- сохранение зарегистрированной информации и отчетных документов на сменных электронных носителях информации.

В состав системы контроля входят:

- программное обеспечение на панели управления и индикатора РМО;
- блок контроля и защиты передающего устройства (234-201-02);
- периферийные ячейки контроля, расположенные в контролируемой аппаратуре (ячейка БЗИК263 в блоке 278-141-11, ячейка БЗИК264 в блоке 278-051-05 на АК).

В состав системы документирования входят:

- индикатор РМО КУ (в части функционирования ПО документирования);
- аппаратура преобразования речевой информации комплекса КТС-01ЦС в составе станции СЦК-16ЦС.1, размещенной в аппаратной кабине, и приборов оператора ППО-01С, входящих в состав каждого РМО (в части регистрации и воспроизведения речевой информации);

- принтер и USB Flash-накопители из состава мобильного вычислительного комплекса МВК-2.

Центральным устройством системы контроля является панель управления РМО. Вся информация, необходимая для выполнения программ контроля, хранится на жестком магнитном диске. Каждая из программ контроля состоит из отдельных пунктов (табличных точек), которые выполняются последовательно в соответствии с разработанным алгоритмом (маршрутом) контроля.

В памяти панели управления РМО по каждой табличной точке хранится следующая информация:

- режим изделия, который необходимо устанавливать при контроле данной табличной точки;

- параметры имитационных сигналов;
- данные о контролируемых сигналах для периферийных устройств;
- значения допусков для контролируемых сигналов;
- алгоритм логической обработки контролируемых сигналов.

Панель управления РМО находит в памяти информацию, относящуюся к данной табличной точке, и начинает последовательно ее реализовывать:

- выдает информацию в систему управления через канал «Ethernet» о режимах изделия, которые необходимо включить в данном пункте программы;

- выдает информацию в систему имитации через канал «Ethernet» для включения необходимых имитационных сигналов;

- выдает информацию в периферийные устройства (для блока 234-201-02 – по каналу «RS-232С», для ячейки БЗИК263 – по МКИО, для ячейки БЗИК264 – по каналу «Ethernet» на СЭВМ РЛО АК).

Затем ПУ РМО получает ответы от периферийной аппаратуры с параметрами контролируемых сигналов и осуществляет их обработку (сравнение с допусками, логическую или другую необходимую обработку), отображение информации и переходит к следующему пункту программы, который выполняется аналогично.

Особенностью данного алгоритма при контроле систем, реализованных с помощью панели управления РМО (система сопряжения с НРЗ, АПД, системы на СЭВМ РЛО), является то, что контроль осуществляется не через периферийную аппаратуру контроля, а по каналу обмена «Ethernet», соединяющему все вычислительные ресурсы РЛС. По запросу системы контроля ПО проверяемой системы проводит собственный тест-контроль. Результат контроля с закодированным адресом неисправности по тому же каналу обмена передается в систему контроля.

Контролем охвачены следующие цифровые блоки и устройства в КУ: блоки 278-24-01, 278-141-11, 278-161-01, 278-08-01, панель управления РМО, индикатор РМО, АПД-ФЛ1, НРЗ 77Е6.

Программное обеспечение системы документирования состоит из:

- сервера регистрации, выполняемого на индикаторе РМО КУ;
- клиента документирования, запускаемого на индикаторе РМО.

При включении КУ на каждом из индикаторов РМО запускается программа сервера системы документирования, которая осуществляет сбор и регистрацию информации, а также обмен с программой клиента системы документирования, которая функционирует на индикаторе РМО и обеспечивает пользовательский интерфейс по управлению режимами работы системы документирования.

Один из серверов является штатным, а другой – резервным. По умолчанию штатный сервер запускается на левом РМО КУ и ведет обмен с клиентом документирования и осуществляет регистрацию информации по команде от клиента. Резервный сервер находится в режиме «горячего резерва» – он лишь контролирует работоспособность штатного индикатора РМО, и при аварийном завершении его работы (или при выходе из строя индикатора РМО, на которой выполнялся штатный сервер) автоматически включается на выполнение функций штатного сервера. Если на момент возникновения отказа штатный сервер выполнял регистрацию, то резервный сервер начинает регистрацию в том же режиме, что и штатный. После восстановления работоспособности штатного сервера вся информация, зарегистрированная на протяжении отказа резервным сервером, автоматически переносится на индикатор РМО штатного сервера и резервный сервер вновь переходит в режим контроля штатного сервера.

При включении регистрации речевой информации станция СЦК-16ЦС.1 производит оцифровку с частотой дискретизации 8 кГц и глубиной отсчета 8 бит речевых сообщений, передаваемых по каналам оперативно-командной связи. Станция СЦК-16ЦС.1, являясь узлом локальной вычислительной сети, пересылает оцифрованную информацию в виде кадров «Ethernet» серверу документирования для записи (регистрации) полученных данных. При воспроизведении зарегистрированные КДГ по локальной вычислительной сети направляются на станцию СЦК-16ЦС.1, которая преобразует их в аналоговый сигнал и воспроизводит через один из абонентских пультов ППО-01С. При воспроизведении предусмотрена возможность прослушивания в реальном времени, а также режим «пауза» с возможностью перемотки вперед-назад заданного фрагмента и возобновления непрерывного прослушивания.

Программа-клиент системы документирования запускается при выборе пункта «Документирование» в меню программы СОИ и функционирует параллельно программе СОИ. На индикаторе РМО окно программы-клиента документирования располагается поверх пульта управления режимами работы РЛС программы СОИ и не перекрывает зону отображения РЛИ, позволяя параллельно с управлением документированием вести наблюдение за воздушной обстановкой.

Поскольку все состояние системы документирования хранится на сервере, то в процессе регистрации или воспроизведения информации программа-клиент системы документирования может быть закрыта без прерывания процесса регистрации (воспроизведения). При последующем запуске клиента на том же (или на любом другом) индикаторе РМО в его окне будет отображено текущее состояние регистрации (документирования).

3.7. Система синхронизации радиолокационной станции 59Н6М

Система синхронизации предназначена для согласования по времени работы систем изделия путем формирования управляющих импульсов с заданными для каждого режима постоянными фазовыми соотношениями.

Состав системы синхронизации:

- центральный синхронизатор, расположенный в шкафу 278-7 (ячейка Б2ХК156 входит в состав блока 278-051-05);
- периферийный синхронизатор, расположенный в КУ (блок 278-141-11);
- устройство усиления звукового сигнала, расположенное в КУ (блок 278-141-12);
- устройство распределения сигналов, расположенное в АК (блок 234-141-10).

Периферийный синхронизатор состоит из ячейки синхронизации Б2ХК158, ячейки контроля Б2ИК263 и оптического передатчика Б2ХЛ662 (рис. 3.14).

Для работы ячейки синхронизации Б2ХК158 с АК (ячейки Б2ХК156) через токосъемник передаются следующие сигналы: «Имп. такт.», «Строб Т1», «ВШ-1,6».

Ячейка формирует синхросигналы для работы систем, расположенных в КУ.

Для электрической развязки системы синхронизации и передающей системы (модулятор) сигналы «ИЗМ1» и «ИЗМ2» поступают на оптический передатчик (ячейка Б2ХЛ662).

С выхода ячейки сигналы «ИЗМ1» и «ИЗМ2» по волоконно-оптической линии связи подаются в РПС.

Конструктивно блок 255-141-11 выполнен на базовой несущей конструкции в виде одинарного блока унифицированной конструкции с цифровыми ячейками и источником вторичного электропитания.

Блок 278-141-12 предназначен для усиления звукового сигнала, передаваемого с панели управления РМО при появлении сигнала тревоги с запросчика.

Блок 234-141-10 предназначен для размножения сигнала «Строб ант.» на пятидесяти одном направлении. В каждом блоке 234-141-10 размещаются девять узлов Б1ХЛ29.

Блок 234-141-10 располагается на АК, в центре ствола антенны. На вход блока «×W1» поступает временная шкала «Строб. ант.» с ячейки Б2ХК156 (блок 278-051-05). С разъема «×W1» блока входной сигнал поступает на вход узла Б1ХЛ29 (контакт 3), делится на восемь направлений, усиливается и передается на входы восьми узлов Б1ХЛ29. Выходы узлов соединены с выходными разъемами блока 234-141-10.

Блок 234-141-10 имеет нестандартную брызгозащищенную конструкцию, на которой размещены один НЧ-разъем и шестьдесят ВЧ-разъемов.

Ячейка Б2ХК156 является центральным устройством системы синхронизации и предназначена для обеспечения синхронной работы всех систем изделия, в том числе и периферийного синхронизатора, и формирования временной программы работы комплекса. Ячейка располагается в блоке 278-051-05, имеет конструкцию типа «12SU».

Электрическая принципиальная схема ячейки Б2ХК156 находится в альбоме схем на изделие.

При подаче на вход счетчика тактов («СЧ Т») временной шкалы «ВШ-1,6» на выходе «СЧ Т» формируется линейно нарастающий 15-разрядный двоичный код. При появлении на выходе «СЧ Т» кода, совпадающего с кодом адреса (номера строки), при котором была запрограммирована одна из строк ПЗУ (т. е. «записан» уровень логической единицы), на выходе ПЗУ появляется тактовый импульс («ИМП ТАКТ»). При программировании ПЗУ величина кода адреса (номер строки) устанавливается равной целому количеству квантов (квант равен 1,6 мкс), укладываемых в формируемый период повторения. Для формирования пачки импульсов (с периодом равным T_1, T_2, T_3, T_4, T_5) в ПЗУ программируется пять строк, причем адрес каждой последующей строки отличается от предыдущей на величину периода повторения (T_1-T_5), выраженную в квантах (1 квант равен 1,6 мкс).

В зависимости от выбранного режима («СИМ/НЕСИМ», «F1/F2») на выходе ПЗУ формируется сигнал «ИМП ТАКТ» с соответствующим периодом повторения.

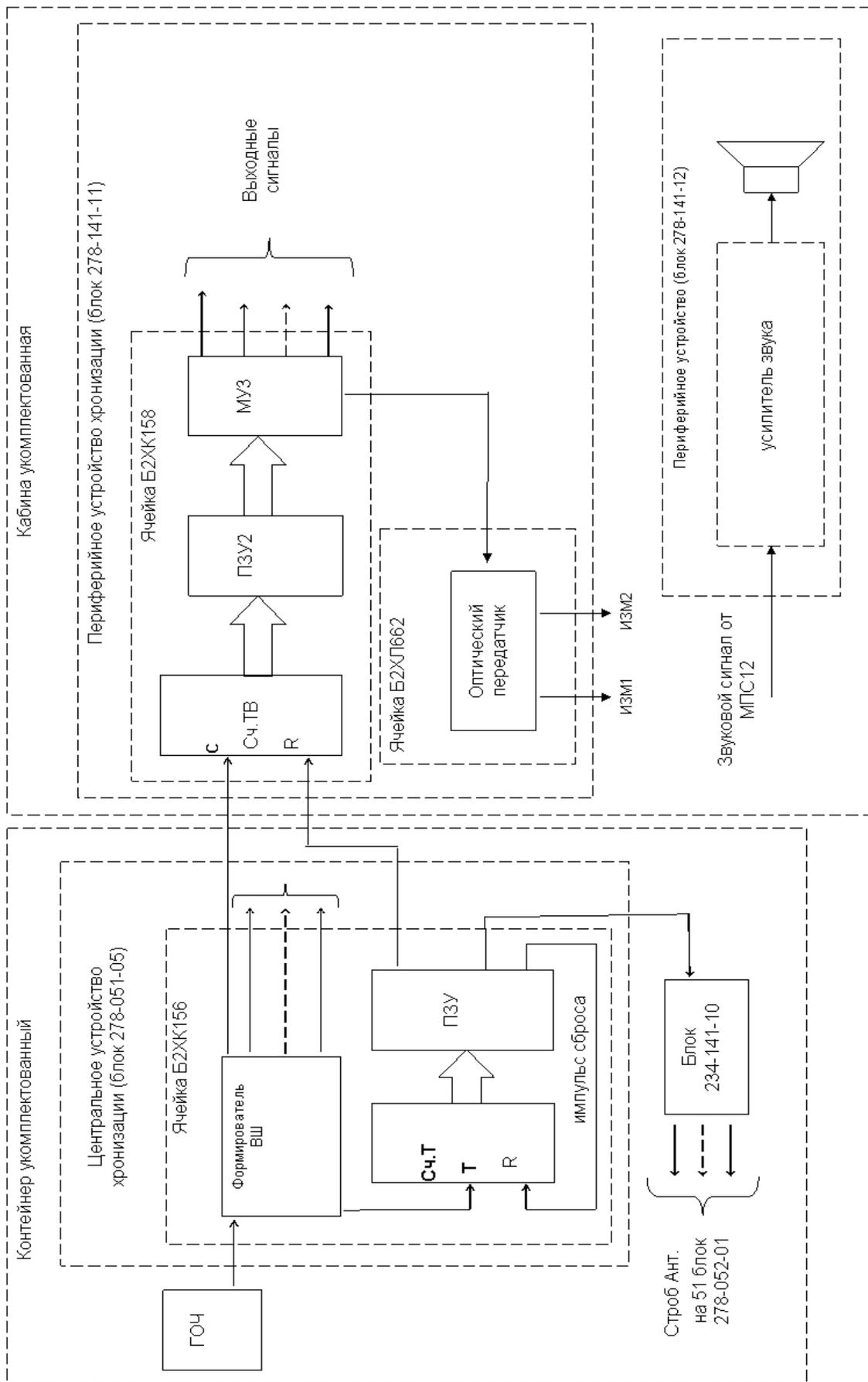


Рис. 3.14. Структурная схема системы синхронизации

В конце формируемой пачки импульсов на одном из выходов ПЗУ формируется импульс сброса, поступающий на R-вход счетчика тактов («СЧ Т»). Таким образом, требуемый период следования формируемых сигналов равен периоду работы счетчика тактов от исходного состояния «000...00» до состояния, определяемого импульсом сброса счетчика тактов в «0», записанным в соответствующем столбце и строке ПЗУ.

3.8. Система противопожарной защиты

Система противопожарной защиты (ППЗ) предназначена для обнаружения, сигнализации и тушения очагов пожара в случае их возникновения в КУ.

В состав системы противопожарной защиты входят:

- блок 278-193-02;
- панель с датчиками – 2 шт.;
- извещатель пожарный тепловой ИП 103-5/1 – 2 шт.;
- панель с датчиками Жг5.189.006-02 – 2 шт.;
- плата с элементами Жг5.089.011;
- ревун РВФ 24-64А1;
- лампа пожарной сигнализации ;
- огнетушитель стационарный авиационный ОС-8МФ – 2 шт.;
- огнетушитель ОУ-3 ВСЕ-(Тр);
- кнопка;
- индикатор;
- коробка переходная Жг5.284.132-01 (ХТ1).

Структурная схема системы ППЗ представлена на рис. 3.15.

Блок 278-193-02 предназначен для управления устройствами системы ППЗ (средствами пожаротушения, световой и звуковой пожарной сигнализацией) в соответствии с сигналами, поступающими с датчиков пожара, а также для контроля целостности цепей устройств ППЗ.

Принципиальная схема блока 278-193-02 приведена в альбоме схем на изделе.

В состав блока 278-193-02 входят:

- ячейка Б2ХК161;
- органы управления и индикации: индикатор режима работы (светодиод «АВТОМАТ ППЗ»), индикатор пожарной сигнализации (табло «ПОЖАР»), индикаторы контроля целостности цепей устройств ППЗ (светодиоды), кнопка «СБРОС».

Система ППЗ, в состав которой входит блок, может работать в автоматическом и полуавтоматическом режимах.

Режим работы задается сигналом «АВТОМАТ», поступающим с блока 278-131-01 на контакт ХР1/5 блока 278-193-02. Сигнал «АВТОМАТ» формируется при выключении автоматических выключателей электропитания РЛС на блоке 278-131-01, при этом электропитание блока 278-193-02 осуществляется от аккумулятора.

При поступлении сигнала «АВТОМАТ» на ХР1/5 блока 278-193-02 на его лицевой панели мигает светодиод установленного режима «АВТОМАТ ППЗ», через контакт 4 разъема ×S2 выдается сигнал «Индикатор АВТОМАТ» для подсвечивания светодиода «ППЗ АВТОМАТ», расположенного снаружи КУ.

При включении автоматических выключателей на блоке 278-131-01, т. е. при наличии внутри КУ обслуживающего персонала, прекращается выдача сигнала «АВТОМАТ» на контакт ХР1/5 блока 278-193-02, система ППЗ переходит в полуавтоматический режим работы.

Наличие пожарной ситуации анализируется ячейкой Б2ХК161 блока по сигналам, поступающим от датчиков пожара на входы блока ×S1/6,7. При отсутствии пожарной ситуации на контакты ×S1/6,7 блока 278-193-02 от датчиков пожара не поступает напряжение. При этом с контакта 4 разъема ХР1 блока 278-193-02 выдается сигнал «НОРМА» на блок 278-131-01.

Наличие пожарной ситуации определяется срабатыванием хотя бы одного из датчиков пожара. При этом прекращается выдача сигнала «НОРМА». Если сработал один датчик пожара, на контакты ×S1/6,7 блока 278-193-02 поступает напряжение +4 В. При этом через контакты 2 и 3 разъема ×S2 блока 278-193-02 выдаются непрерывные сигналы «ВКЛ. РЕВУН» и «ВКЛ. ЛАМПА» напряжением + 27 В (+ 24 В) для подключения ревуна и лампы пожарной сигнализации, на контакт 3 разъема ХР1 выдается сигнал «ПОЖАР» с уровнем «логическая 1», поступающий в блок 278-131-01 для его дальнейшей передачи в технический пульт управления (блок 278-08-01). На лицевой панели блока непрерывно подсвечивается табло «ПОЖАР».

При срабатывании двух и более датчиков пожара на контакты ×S1/6,7 блока 278-193-02 поступает напряжение + 6 В. При этом сигналы для включения ревуна и лампы пожарной сигнализации становятся прерывистыми частотой 1 Гц, табло «ПОЖАР» на лицевой панели блока начинает мигать с той же частотой. В автоматическом режиме работы при срабатывании не менее двух датчиков пожара ячейкой Б2ХК161 формируется кратковременный сигнал напряжением + 27 В (+ 24 В) для включения огнетушителей Е1 и Е2, который выдается через контакты ×S2/7,8 блока.

При разрыве цепи внешнего индикатора «ППЗ АВТОМАТ» (при открытой двери контейнера) ячейкой Б2ХК161 блокируется формирование сигналов на включение огнетушителей Е1 и Е2.

В полуавтоматическом режиме работы при возникновении пожарной ситуации через контакт ×S2/5 блока 278-193-02 выдается напряжение + 27 В (+ 24 В) на кнопку S1 кабины КУ, управляющую полуавтоматическим включением огнетушителей. Сигналы на включение огнетушителей в полуавтоматическом режиме формируются только при нажатии кнопки S1. При первом нажатии кнопки формируется сигнал на включение огнетушителя Е1, при втором формируется сигнал на включение огнетушителя Е2.

Пожарная сигнализация в автоматическом и полуавтоматическом режимах одинакова.

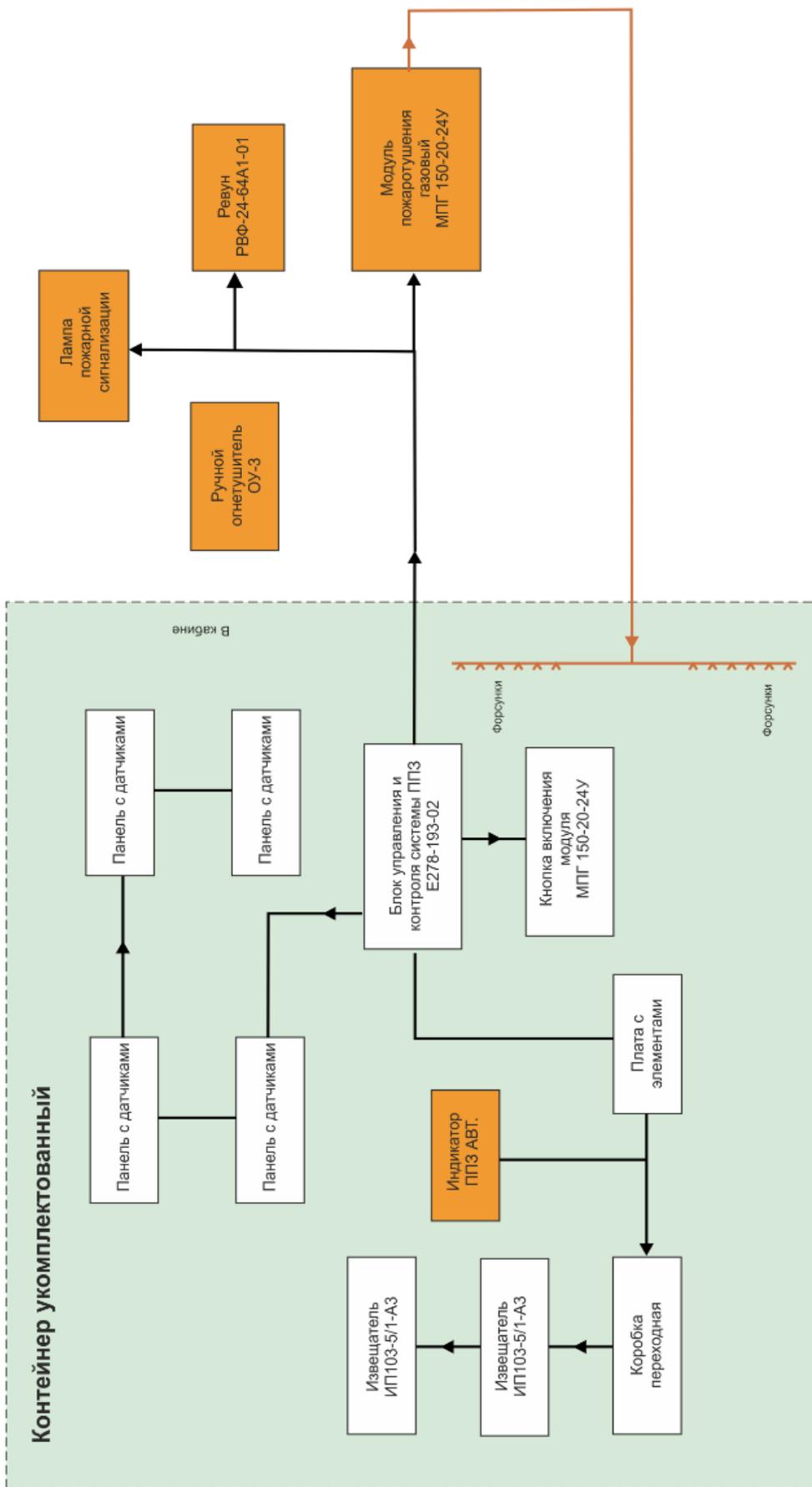


Рис. 3.15. Структурная схема системы ППЗ

После устранения пожарной ситуации или при ложном срабатывании пожарного датчика система ППЗ приводится в исходное состояние нажатием кнопки «СБРОС», расположенной на лицевой панели блока 278-193-02. При нажатии кнопки снимается напряжение + 27 В (+ 24 В) питания датчиков пожара, выдаваемое на контакт ×S1/4.

При отсутствии сработавших пожарных датчиков блок 278-193-02 осуществляет непрерывный контроль целостности цепей всех устройств системы ППЗ (панели с датчиками, ревун, лампа пожарной сигнализации, огнетушители, кнопка). При обрыве цепи какого-либо из устройств на лицевой панели блока 278-193-02 начинает мигать светодиод красного цвета «ОБРЫВ ЦЕПИ»: «КНОПКА», «РЕВУН», «ЛАМПА», «ДАТЧИКИ», «ПИРОПАТРОН 1», «ПИРОПАТРОН 2» в зависимости от того, цепь какого устройства оборвана, а также на контакт ХР1/6 выдается сигнал «Неиспр. ППЗ» с уровнем «логическая 1», поступающий в блок 278-131-01 для его дальнейшей передачи на РМО.

Блок 278-193-02 представляет собой нетиповую конструкцию. На лицевой панели установлены кнопка «СБРОС» и элементы индикации. Внутри блока установлена ячейка Б2ХК161.

Через разъем ХР1 блок 278-193-02 соединяется с блоком 278-131-01, через разъем ×S1 – с датчиками пожара, а через разъем ×S2 – с исполнительными устройствами системы ППЗ (ревун, лампа пожарной сигнализации, кнопка, пиропатроны огнетушителей).

Электропневматическая принципиальная схема контейнера с СОТР и ППЗ приведена в альбоме схем на изделие.

Система ППЗ может работать в автоматическом и полуавтоматическом режимах.

Условия работы автоматического режима:

- отключено электропитание кабины КУ;
- отсутствуют люди в кабине КУ;
- закрыта входная дверь.

В этом режиме работы огнетушители ОС-8МФ автоматически вскрываются при срабатывании не менее двух пожарных датчиков.

Условия работы полуавтоматического режима:

- включено электропитание кабины КУ;
- нахождение людей в кабине КУ.

В данном режиме при срабатывании пожарной сигнализации пуск огнетушителей ОС-8МФ возможен только при нажатии кнопки «ВКЛ ОГНЕТ».

Перевод системы ППЗ из полуавтоматического в автоматический режим осуществляется автоматически электронной схемой блока 278-193-02 при ручном отключении всех автоматических выключателей на лицевой панели блока 278-131-01. При этом на блоке 278-193-02 и снаружи КУ около входной двери включаются и мигают светодиоды красного цвета «ППЗ АВТ». При открывании входной двери система ППЗ автоматически переходит в полуавтоматический режим.

Ручной пуск огнетушителей применяется при отсутствии питания системы ППЗ или неисправностях в ее электрической схеме. В этом случае вскрытие модулей производится вручную с помощью пусковых рычагов, расположенных на огнетушителях ОС-8МФ. Шлейф из последовательно соединенных панелей с датчиками подключается к разъему ×S2 блока 278-193-02. При срабатывании одного любого пожарного датчика в шлейфе на контактах 6 и 7 соответствующего разъема появляется постоянное напряжение 4 В, а при срабатывании одновременно двух и более датчиков в шлейфе на контактах 6 и 7 появляется напряжение 6 В.

Система ППЗ работает следующим образом. При срабатывании какого-либо одного датчика пожара включаются ревун Н1 и лампа пожарной сигнализации Н2, на блоке 278-193-02 загорается табло «ПОЖАР». При этом звук ревуна непрерывный, лампа и табло «ПОЖАР» горят ровно. При срабатывании двух и более датчиков световая и звуковая сигнализация включается прерывисто с частотой 1 Гц.

Включение основного огнетушителя Е1 в полуавтоматическом режиме осуществляется при нажатии кнопки «ВКЛ ОГНЕТ». При повторном нажатии кнопки «ВКЛ ОГНЕТ» срабатывает резервный огнетушитель Е2. В автоматическом режиме работы системы ППЗ при срабатывании двух и более датчиков автоматически включаются огнетушители Е1, Е2.

Включение огнетушителей осуществляется подачей напряжения 24 В с блока 278-193-02 в течение 1 с на пиропатроны огнетушителей, при этом огнетушители вскрываются, находящийся в них ГОС выбрасывается по трубопроводам через распылители в отсеки РМО и АП, где создается огнегасительная концентрация. В качестве ГОС используется хладон 114В2, обладающий нейтральной реакцией по отношению к материалам, примененным в РЛС.

В исходное состояние система ППЗ возвращается после проветривания КУ нажатием кнопки «СБРОС», расположенной на блоке 278-193-02.

При обрыве цепи пиропатрона, ревуна, лампы, кнопки включения огнетушителей, панели с пожарными датчиками на лицевой панели блока загорается один из светодиодов красного цвета «ОБРЫВ ЦЕПИ» с названием этого устройства.

В изделии предусмотрена возможность подключения к внешнему пульту охранно-пожарной сигнализации шлейфа пожарных тепловых извещателей ИП 103-5/1–А3 (В1, В2), расположенных на потолке в отсеке, и устройства контроля входной двери через контакты 1, 2 и контакты 3, 4 переходной коробки ХТ2 соответственно.

3.9. Система обеспечения тепловых режимов

Система обеспечения тепловых режимов КУ предназначена для поддержания нормального температурного режима аппаратуры и комфортных условий на РМО в диапазоне изменения температуры окружающего воздуха от минус 50 до плюс 50 °С, защиты аппаратуры и обслуживающего персонала на рабочих местах в условиях противоатомной защиты, противохимической защиты, противобактериологической защиты.

В состав системы обеспечения тепловых режимов КУ входят системы воздушного и жидкостного охлаждения.

В КУ располагаются следующие составные части системы воздушного охлаждения:

- блок 278-193-01;
- щит питания – 2 шт.;
- электронагреватель 3 кВт – 2 шт.;
- датчик-реле температуры – 4 шт.;
- пульт управления кондиционером КТН-2-02;
- устройство подключения кондиционера;
- термометр сопротивления;
- установка фильтровентиляционная автомобильная агрегатированная ФВУА-100А-24 (ФВУ1);
- клапан подмеса воздуха;

В состав системы жидкостного охлаждения контейнера укомплектованного входит кран двухходовый.

Блок 278-193-01 предназначен для управления работой ППВ и холодильных установок (УХ1 и УХ2) в соответствии с сигналами, поступающими с датчиков СВО.

В состав блока 278-193-01 входят:

- ячейка Б2ХК159;
- ячейка Б2ХК160;
- органы управления (тумблер «ОБОГРЕВ КАБИНЫ», кнопочные переключатели «АВАРИЙНОЕ ОХЛАЖДЕНИЕ», «СБРОС»);
- индикаторы контроля.

Электрическая принципиальная схема блока 278-193-01 приведена в альбоме схем на изделие.

Блок обеспечивает открытие и закрытие ППВ, включение и отключение холодильных установок УХ1 и УХ2, включение электронагревателей ЭН1 и ЭН2 в режимах «Зима» и «Лето».

Фильтровентиляционная установка ФВУА-100А-24 (ФВУ1) предназначена для очистки воздуха от радиоактивной пыли, отравляющих веществ, бактериальных средств и подачи его в герметизированные объекты. Фильтровентиляционная установка ФВУА-100А-24 размещается снаружи кабины и обеспечивает подачу очищенного воздуха в нее.

Щит питания холодильной установки 8УХ предназначен для коммутации и защиты от токов короткого замыкания и перегрузок цепей питания холодильной установки.

В состав щита питания 8УХ входят элементы:

- коммутации (реле, переключатели);
- защиты от токов короткого замыкания и перегрузок (автоматический выключатель, реле электротепловое токовое, предохранитель, плата температурной защиты);
- контроля и сигнализации (индикаторы).

Электронагреватель 3 кВт предназначен для поддержания температуры воздуха внутри кабины в холодное время года не ниже + 18 °С и представляет собой устройство, состоящее из 12 электронагревательных элементов типа ТЭН-32А, мощность каждого из которых 250 Вт, и двух электроventильаторов 1,0ЭВ-1,4-4-3270Т4 с расходом воздуха 140 м³/ч каждый.

Включение электронагревателей осуществляется тумблером «ВКЛ/ВЫКЛ» при наличии питания на входном разъеме электронагревателя. В электронагревателе предусмотрена встроенная самовосстанавливающаяся тепловая защита электронагревателя, отключающая его при температуре воздуха внутри кожуха электронагревателя (80 ± 2,5) °С. Электронагреватель вновь включается в работу при понижении температуры воздуха внутри кожуха электронагревателя до (75 – 65) °С.

Устройство Б5СА1 предназначено для выдачи сигнала «Перегрев компрессора» при перегреве обмоток электродвигателя компрессора ПГС-3,6, применяемого в агрегате компрессорном.

В состав устройства Б5СА1 входят:

- узел А1 – компаратор;
- трансформатор напряжения Т1;
- трансформатор тока Т2;
- реле времени К1;
- резисторы R1, R2, R3;
- входной разъем ×P1;
- выходной разъем ×S1.

Устройство Б5СА1 осуществляет контроль тока в одной из фаз электродвигателя компрессора ПГС-3,6, выдавая на контактах 8 и 10 разъема ×P1 сопротивление 1,3 кОм при наличии тока и сопротивление 1,5 кОм при его отсутствии.

При этом питание устройства осуществляется от щита 8УХ, также через цепи устройства осуществляется питание компрессора. Сигналы на контактах 1, 3, 5, 6, 7, 4, 9, 10 проходят транзитом для сохранения цепей управления и питания 220 В 50 Гц.

К контактам 8 (авар t) и 10 (-27 В) подключены резисторы R2 (С2-33Н-1,0 – 200 Ом ± 5 % -А-Д-В) и R3 (С2-33Н-1,0 – 1,3 кОм ± 5 % -А-Д-В). Резистор R2 шунтируется контактом 1 – 2 реле К1.

В цепь контакта 12 разъема ХР1 включен трансформатор тока Т2, который контролирует наличие тока в цепи питания компрессора, к контактам 2, 11 ХР1 подключен трансформатор Т1 для питания микросхем в узле Б1СА16.

Функцию контроля тока осуществляет компаратор А1 (узел Б1СА16), отслеживая величину напряжения на нагрузочном резисторе R1 трансформатора тока Т2 и выдавая сигнал включения на реле времени К1 при пропадании тока в цепи. Реле времени К1 размыкает контакты 1 – 2 через 10 с после срабатывания компаратора А1, увеличивая тем самым сопротивление на контактах ×P1/8, 10 с 1,3 до 1,5 кОм. Изменение сопротивления приводит к срабатыванию узла контроля А1 в щите 8УХ, который отключает контактор К15.1 в щите 8УХ, что приводит к отключению компрессора и устройства Б5СА1 от сети 380 В 50 Гц.

При включении компрессора со щита питания 8УХ, а также при повторном включении (при нажатии кнопки «СБРОС» на щите 8УХ) устройство Б5СА1 включается одновременно с двигателем компрессора.

Устройство имеет нетиповую конструкцию (354×132×88 мм) и брызгозащищенное исполнение.

Таким образом, контейнер укомплектованный представляет собой специальный контейнер с размещенной в нем аппаратурой и располагается, как и АК, на том же полуприцепе ЧМЗАП-93867.

В КУ располагаются:

- передающее устройство, оконечный каскад которого выполнен на клистроне типа КИУ-207М с резервированием. Здесь же находится часть антенно-фидерного тракта, включая ферритовое развязывающее устройство;
- два РМО, выполненные на базе СЦВМ МПС-12 и МПС-20;
- аппаратура включения и управления режимами «РЛС», «НРЗ», «АСУ»;
- аппаратура уплотнения и передачи информации на АСУ, ИП и ВРМО;
- аппаратура контроля и синхронизации;
- аппаратура связи;
- НРЗ 77Е6-1;
- аппаратура системы обеспечения тепловых режимов;
- аппаратура электропитания;
- запасные инструменты и принадлежности.

Радиолокационная станция 59Н6М является сложным в техническом отношении устройством, требующем его детального изучения. Технологическое размещение систем и устройств в контейнере укомплектованном и антенном комплексе достаточно специфично и имеет существенные отличия от классических радиолокационных станций старого парка.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. 59Н6М. Руководство по эксплуатации. Часть 1. Описание и работа изделия. СГКА.461314.017 РЭ. – 54 л.
2. 59Н6М. Руководство по эксплуатации. Часть 2. Описание и работа составных частей. СГКА.461314.017 РЭ1. – 192 л.
3. Радиоэлектронные системы: основы построения и теория: справочник. Изд. 2-е, перераб. и доп./ Я. Д. Ширман [и др.]; под ред. Я. Д. Ширмана. – М. : Радиотехника, 2007. – 512 с.
4. Гейстер, С. Р. Системное проектирование и расчет радиолокаторов противовоздушной обороны / С. Р. Гейстер. – М. : ВА РБ, 1998. – 223 с.
5. Гомозов, В. И. Теория и техника формирования сложных СВЧ сигналов с высокой скоростью угловой модуляции для радиотехнических систем / В. И. Гомозов, А. И. Шуст. – Харьков, 2002. – 398 с.
6. Охрименко, А. Е. Основы радиолокации и радиолокационная борьба / А. Е. Охрименко. – М. : «Военное издательство МО», 1983. – 285 с.
7. Основы радиолокации: конспект лекций / С. А. Горшков [и др.]. – Ч. 2. – Минск : ВА РБ, 2004. – 176 с.
8. Ширман, Я. Д. Теория и техника обработки радиолокационной информации на фоне помех / Я. Д. Ширман, В. Н. Манжос. – М. : Радио и связь, 1981. – 416 с.