

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

Военный факультет

Кафедра радиоэлектронной техники  
ВВС и войск ПВО

## **РАДИОЛОКАЦИОННАЯ СТАНЦИЯ 19Ж6М: ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ, НАЗНАЧЕНИЕ, СОСТАВ, РАЗМЕЩЕНИЕ АППАРАТУРЫ**

*Рекомендовано учебно-методическим объединением по военному образованию  
в качестве пособия для курсантов и студентов,  
обучающихся в интересах радиотехнических войск*

Минск БГУИР 2026

УДК 621.396.967(076)  
ББК 32.95я73  
Р15

**Авторы:**

О. А. Хожевец, Н. Н. Лавринчик, А. Б. Маргель,  
А. А. Дмитренко

**Рецензенты:**

кафедра автоматики, радиолокации и приемо-передающих устройств  
учреждения образования «Военная академия Республики Беларусь»  
(протокол № 2 от 16.09.2024);

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

**Р15**      **Радиолокационная станция 19Ж6М: общие сведения, назначение, состав, размещение аппаратуры : пособие / О. А. Хожевец, Н. Н. Лавринчик, А. Б. Маргель, А. А. Дмитренко. – Минск : БГУИР, 2026. – 118 с. : ил.**  
ISBN 978-985-543-855-8.

Разработано в соответствии с учебной дисциплиной «Устройство и эксплуатация средств радиолокации радиотехнических войск сантиметрового и дециметрового диапазонов» и является специализированным пособием по боевому применению радиолокационной станции 19Ж6М. В пособии изложены особенности боевого применения радиолокационной станции 19Ж6М.

**УДК 621.396.967(076)**  
**ББК 32.95я73**

**ISBN 978-985-543-855-8**

© Хожевец О. А., Лавринчик Н. Н.,  
Маргель А. Б., Дмитренко А. А., 2026  
© УО «Белорусский государственный  
университет информатики  
и радиоэлектроники», 2026

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>СПИСОК ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ</b> .....	6
<b>1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ</b> .....	8
<b>2. НАЗНАЧЕНИЕ</b> .....	10
<b>3. ОСНОВНЫЕ ТАКТИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ</b> .....	11
<b>4. ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ РЛС</b> .....	13
4.1. Состав и краткое описание РЛС.....	13
4.2. Принцип определения координат.....	16
4.3. Метод формирования зондирующих сигналов передатчика.....	20
4.4. Методы подавления организованных активных помех.....	21
4.5. Методы подавления пассивных помех.....	23
4.6. Методы опознавания воздушных объектов.....	27
4.7. Методы контроля параметров РЛС.....	30
4.8. Режимы работы РЛС, виды готовности.....	35
4.8.1. Режимы включения.....	35
4.8.2. Режимы работы РЛС.....	36
4.8.3. Режимы защиты от активных помех.....	36
4.8.4. Режимы защиты от пассивных помех.....	38
4.8.5. Режимы защиты от самонаводящийся снаряд.....	39
4.8.6. Режим пониженной мощности излучения.....	40
4.8.7. Режимы работы запросчика.....	40
<b>5. ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ОПИСАНИЕ РЛС</b> .....	42
5.1. Принцип построения.....	42
5.1.1. Канал обнаружения эхосигналов – основной канал.....	43
5.1.2. Канал защиты от активных помех (канал ДК).....	44
5.1.3. Каналы приема и обработки.....	47
5.1.4. Канал опознавания государственной принадлежности (канал ОП).....	48
5.2. Антенная система.....	52
5.3. Волноводно-коаксиальные тракты.....	54
5.3.1. Тракт канала обнаружения эхосигналов.....	56

5.3.2. Волноводно-коаксиальный тракт канала защиты и канала ОП.....	56
5.4. Устройство формирования сигналов синхронизации .....	57
5.5. Передающая система .....	59
5.5.1. Устройство формирования сигналов гетеродина и зондирующих сигналов .....	60
5.5.2. Выходной усилительный каскад .....	63
5.6. Приемная система .....	63
5.6.1. Подсистема усиления и преобразования сигналов по СВЧ.....	63
5.6.2. Подсистема усиления и преобразования сигналов по ПЧ .....	66
5.7. Система обработки и отображения радиолокационной информации.....	69
5.7.1. Подсистема обработки радиолокационных сигналов.....	70
5.7.2. Четырехканальное устройство формирования сигналов пеленга .....	72
5.7.3. Устройство обработки сигналов опознавания и расчета координат.....	72
5.7.4. Устройство подготовки данных.....	74
5.8. Подсистема обработки данных и отображения .....	75
5.8.1. Радиолокационный процессор данных .....	75
5.8.2. Рабочее место оператора .....	77
5.8.3. Вынесенное рабочее место .....	77
5.8.4. Аппаратура выдачи радиолокационной информации .....	78
5.8.5. Тренировка персонала .....	78
5.8.6. Документирование радиолокационной информации .....	79
5.9. Система охлаждения полуприцепа .....	79
5.9.1. Подсистема жидкостного охлаждения.....	79
5.9.2. Подсистема воздушного охлаждения аппаратного отсека полуприцепа .....	82
5.9.3. Подсистема терморегуляции отсека управления РЛС.....	82
5.10. Система вращения.....	83
5.11. Система горизонтирования .....	83
5.12. Система ориентирования .....	84
5.13. Система подъема антенной системы .....	85
5.14. Система первичных источников питания .....	85

5.15. Система вторичных источников питания .....	86
5.16. Система управления, защиты и контроля .....	88
5.17. Аппаратура связи .....	90
<b>6. КОНСТРУКЦИЯ .....</b>	<b>93</b>
6.1. Полуприцеп .....	93
6.2. Антенно-поворотное устройство .....	96
6.3. Антенная система .....	97
6.4. Волноводно-коаксиальный тракт.....	97
6.4.1. Волноводные устройства.....	98
6.4.2. Коаксиальные устройства .....	99
6.4.3. Воздушно-полосковые устройства с плоскими внутренними проводниками.....	100
6.4.4. Воздушно-полосковые устройства с круглым внутренним проводником.....	100
6.4.5. Микрополосковые устройства.....	101
6.4.6. Триаксиальные устройства .....	102
6.5. Шкафы и блоки .....	104
6.6. Рабочее место оператора.....	104
6.7. Вынесенное рабочее место персонала – шкаф 365PP05МГ2.....	105
6.8. Печатные платы .....	106
<b>7. МАРКИРОВАНИЕ И ПЛОМБИРОВАНИЕ .....</b>	<b>110</b>

## СПИСОК ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

АКП	– автокомпенсатор помех;
АНТ	– антенна;
АО	– автоматическое обнаружение;
АОС	– анализатор ответных сигналов;
АПД	– аппаратура передачи данных;
АПУ	– антенно-поворотное устройство;
АСУ	– автоматизированная система управления;
АЦП	– аналогово-цифровой преобразователь;
БАРУ	– быстродействующая автоматическая регулировка усилений;
БПФ	– быстрое преобразование Фурье;
ВАРУ	– временная автоматическая регулировка усиления;
ВИП	– вторичные источники питания;
ВКТ	– волноводно-коаксиальный тракт;
ВО	– воздушный объект;
ВПХР	– войсковой прибор химической разведки;
ВРМ	– вынесенное рабочее место;
ВЫС	– высокое;
ГО	– гарантированное опознавание;
ДК	– дополнительный канал;
ДНА	– диаграмма направленности антенны;
ДР	– дежурный режим;
ДФФ	– доплеровская фазовая фильтрация;
ЖО	– жидкостное охлаждение;
ЗАО-П	– засекречивающая аппаратура опознавания «Пароль»;
ЗГЛ	– защита главного луча;
ЗИП	– запасное имущество и принадлежности;
ЗРК	– зенитно-ракетный комплекс;
ЗС	– зондирующий сигнал;
ИЗ	– импульс запуска;
ИКД	– импульс конца дистанции;
ИО	– индивидуальное опознавание;
ИЧПИ	– информационная часть полетной информации;
ИЭ	– инструкция по эксплуатации;
КИА	– контрольно-измерительная аппаратура;
КИУ	– клистронный импульсный усилитель;
КСА	– комплекс средств автоматизации;
КФ	– контроль функционирования;
КШ	– коэффициент шума;
ЛБВ	– лампа бегущей волны;
МШУ	– малошумящий усилитель;
НАП	– нестационарная активная помеха;
НП	– несинхронная помеха;

НРЗ	– наземный радиолокационный запросчик;
НЧ	– низкие частоты;
ОВ	– общее включение;
ОК	– основной канал;
ОП	– опознавание;
ОПРК	– обнаружение пакета и расчет координат;
ОПУ	– опорно-поворотное устройство;
ПБЛ	– подавление боковых лепестков;
ПБО	– подавление боковых ответов;
ПВО	– противоздушная оборона;
ПДУ	– пульт дистанционного управления;
ПП	– признак помехи;
ПЧ	– промежуточная частота;
РЛИ	– радиолокационная информация;
РЛС	– радиолокационная станция;
РМО	– рабочее место оператора;
РПД	– радиолокационный процессор данных;
РТВ	– радиотехнические войска;
РЭА	– радиоэлектронная аппаратура;
СВЧ	– сверхвысокая частота;
СНС	– самонаводящийся снаряд;
СО	– сигнал обнаружения;
СУЗиК	– система управления, защиты и контроля;
СУЛТ	– стабилизация уровня ложных тревог;
ТО	– техническое описание;
ТЭЗ	– типовой элемент замены;
УВЧ	– усилитель высокой частоты;
УОСО	– устройство обработки сигналов опознавания;
УПД	– устройство подготовки данных;
УПО	– устройство автоматического обнаружения;
УФСП	– устройство формирования сигналов пеленга;
УФСС	– устройство формирования сигналов синхронизации;
ФК	– формирователь квадратурных составляющих;
ФПЧ	– фильтр промежуточной частоты;
ФР	– форсированный режим;
ШАП	– шумовая активная помеха;
ШДУ	– шифро-дешифрирующее устройство;
ШОУ	– широкая полоса – ограничение – узкая полоса;
ЭРЭ	– электрорадиоэлементы.

## 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

В конце 1940-х – начале 1950-х гг. произошло бурное развитие активной радиолокации как эффективного метода дальнего обнаружения воздушных объектов. Этому предшествовало бурное развитие авиации как средства доставки различных средств поражения, в том числе с ядерной боевой частью.

Развитие авиации привело к совершенствованию методов и приемов ее применения, направленных на повышение эффективности и живучести. Одним из эффективных приемов был подход к обороняемым объектам на малой высоте. Это обуславливали малая потенциальная дальность обнаружения маловысотных объектов и сложность обнаружения отметки от воздушных объектов на фоне интенсивных отражений от местных предметов. Данный тактический прием не потерял своей актуальности и в современных условиях. В результате развития тактики применения авиации появилась необходимость обнаружения маловысотных объектов.

В 1945 г. Ю. Б. Кобзаревым было получено авторское свидетельство на когерентно-импульсный метод борьбы с пассивными помехами. На основе этого метода реализована аппаратура защиты от пассивных помех и местных предметов всех современных РЛС. Появление новой элементной базы приводило лишь к конструктивному изменению исполнения когерентно-импульсной аппаратуры для улучшения ее характеристик.

Разработка когерентно-импульсной аппаратуры позволила развивать отдельное направление радиолокации – маловысотную радиолокацию, особенностью которой являются небольшие (менее 100 км) дальности обнаружения объектов на фоне мощных отражений от подстилающей поверхности. Невысокая потенциальная дальность обнаружения таких станций требовала их массового применения для создания сплошного радиолокационного поля, что и определило их основные тактические характеристики.

В ряду маловысотных РЛС были удачные разработки, технические решения которых позволили им успешно функционировать на протяжении нескольких десятков лет (П-15, 19Ж6, 35Н6) и выдерживать ряд модернизаций без существенного изменения стоимости и технологии производства.

РЛС П-15 сыграла огромную роль в РТВ ПВО, но за десятилетия с момента появления этой станции у войск появились новые, более жесткие требования к обнаружению низколетящих целей, особенно на фоне отражений от местных предметов в условиях применения активных помех. Кроме того, переход к концепции использования трехкоординатных РЛС и отказ от радиовысотомеров потребовал создания новой трехкоординатной

маловысотной РЛС. Для повышения помехоустойчивости маловысотного поля и получения требуемых точностных характеристик было решено использовать 10-сантиметровый диапазон волн. Такой станцией должна была стать РЛС СТ-68.

РЛС СТ-68У, принятая на вооружение под шифром 19Ж6, успешно выпускалась на серийном заводе партиями более 100 штук в год в нескольких частотных литерах. Высокий технический уровень новаторских решений СТ-68У подтвержден выдачей более 50 авторских свидетельств на изобретения. Глубокая модернизация улучшила основные характеристики, и под шифром 35Д6 (РЛС СТ-68УМ) станция выпускалась до начала 1990-х гг. и поступала на вооружения РТВ ПВО СССР также в нескольких частотных литерах.

После распада СССР поставки РЛС 19Ж6 и 35Д6 в Россию и Беларусь были практически прекращены. Однако эти станции и в настоящее время остаются основными маловысотными РЛС боевого режима в системе ПВО Беларуси и стран СНГ, имеют глубокий потенциал для модернизации, направленный на замену элементной базы цифровых систем первичной и вторичной обработки информации, систем отображения информации.

Заложенные в РЛС 19Ж6 и 35Д6 технические решения позволяют реализовать многие элементы станций на современной элементной базе, что снижает потребление энергии и вес, повышает технические и эксплуатационные характеристики станций.

## 2. НАЗНАЧЕНИЕ

Подвижная, трехкоординатная радиолокационная станция сантиметрового диапазона волн – РЛС 19Ж6М предназначена для обнаружения и сопровождения низколетящих воздушных целей, а также целей на средних и больших высотах в активных и пассивных помехах на фоне отражений от земной поверхности и метеообразований.

РЛС предназначена для использования в качестве источника радиолокационной информации для радиотехнических подразделений, оснащенных комплексами средств автоматизации, а также для подразделений зенитных ракетных войск и авиации, оснащенных КСА при децентрализованном способе выдачи радиолокационной информации.

В зависимости от воздушной обстановки и характера использования РЛС обеспечивает:

- определение дальности, азимута, угла места и высоты всех обнаруженных целей;

- определение угловых пеленгов (азимут и угол места) на постановщики активной шумовой помехи;

- опознавание локационных целей, определение идентификационных номеров и барометрической высоты своих воздушных судов;

- траекторную обработку, расчет курса и скорости сопровождаемых целей.

Съем радиолокационной информации осуществляется автоматизированным способом при сопряжении с КСА или ручным способом с индикаторов (в прицепе РЛС и выносного АРМ).

### 3. ОСНОВНЫЕ ТАКТИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

1. Диапазон рабочих частот – 2939–3129 МГц.
2. Тип антенны – несимметрическое параболическое зеркало.
3. Номинальная импульсная мощность на выходе передающей системы – 350–500 кВт.
4. Средняя мощность излучения – 3 кВт.
5. Максимальная потребляемая мощность – не более 60 кВт.
6. Максимальная инструментальная дальность составляет 90 км, 180 км, 360 км в зависимости от режима запуска,
7. Минимальная инструментальная дальность составляет 3,5 км, 7,0 км, 14 км в зависимости от режима запуска.
8. Зона обзора:
  - по азимуту – 360°;
  - по углу места – от  $-20'$  до  $3^\circ$  ( $H_{\max} - 2$  км,  $R_{\text{МВ}} - 20H_{\text{ц}}$ ),  $6^\circ$  ( $H_{\max} - 6$  км,  $R_{\text{МВ}} - 10H_{\text{ц}}$ ),  $30^\circ$  ( $H_{\max} - 20$  км,  $R_{\text{МВ}} - 2H_{\text{ц}}$ ) в зависимости от режима обзора.
9. Скорость вращения антенны – 6 об/мин, 12 об/мин в зависимости от режима работы.
10. Дальность обнаружения низколетящих целей типа МИГ-21 при отсутствии организованных помех составляет:

при высоте полета цели	50 м	– не менее 31 км;
	100 м	– не менее 42 км;
	1000 м	– не менее 115 км.
11. Среднеквадратичные ошибки:
  - по дальности – 350–400 м;
  - по азимуту – 30';
  - по высоте – 600 м.
12. Аппаратура РЛС работает с сохранением параметров:
  - при окружающей температуре от  $-40^\circ\text{C}$  до  $+50^\circ\text{C}$ ;
  - относительной влажности воздуха – до 95–98 % при температуре  $+35^\circ\text{C}$ ;
  - скорости ветра на высоте установки антенны – до 25 м/с без обледенения;
    - обледенении толщиной 8 мм при скорости ветра – до 20 м/с;
    - в нерабочем состоянии РЛС устойчива при ветре до 50 м/с без обледенения со свернутой антенной;
    - на высоте над уровнем моря – до 1000 м.
13. Время свертывания и развертывания РЛС обученным расчетом из 5 человек – не более 30 мин.

#### 14. Время включения РЛС:

- в нормальном режиме включения без контроля функционирования – 3–4 мин;
- в нормальном режиме включения с контролем функционирования – не более 8 мин;
- в форсированном режиме включения с контролем функционирования – не более 7 мин;
- при включении из дежурного режима работы с контролем функционирования – не более 4 мин.

15. Питание РЛС осуществляется от электростанции с возможностью питания от промышленной сети 380 В 50 Гц через преобразователь, расположенный в электростанции.

16. Максимальная скорость движения по дороге с твердым покрытием – до 70 км/ч.

Конструкция РЛС обеспечивает возможность транспортирования его всеми видами транспорта.

При транспортировании по шоссейным дорогам полуприцеп буксируется автомобилем типа КрАЗ-6446.

Транспортирование РЛС железнодорожным и водным видами осуществляется без каких-либо особенностей.

Технические данные полуприцепа транспортирования:

- габаритные размеры полуприцепа, мм:
  - длина – 14 000;
  - ширина – 3320;
  - высота – 2890;
- масса полуприцепа в транспортном положении, кг – 21 970.

## 4. ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ РЛС

### 4.1. Состав и краткое описание РЛС

РЛС состоит из следующих основных систем и устройств:

- антенной системы;
- ВКТ;
- передающей системы;
- приемной системы;
- системы обработки и отображения радиолокационной информации;
- УФСС;
- радиолокационного запросчика;
- системы охлаждения полуприцепа;
- системы вращения;
- системы горизонтирования;
- системы ориентирования;
- системы подъема антенной системы;
- системы первичных источников питания;
- вторичных источников питания;
- системы управления, защиты и контроля;
- аппаратуры связи;
- аппаратуры жизнеобеспечения.

Конструктивно РЛС включает в себя:

- полуприцеп 6УФМ;
- выносное место оператора – комплект 6УФ-08Д1М1;
- электростанцию 99Х6.

Антенная система, часть аппаратуры ВКТ, система вращения и система подъема антенной системы размещены на антенно-поворотном устройстве полуприцепа.

Подсистема воздушного охлаждения аппаратного отсека полуприцепа и система горизонтирования размещены на раме шасси полуприцепа.

Остальная аппаратура размещена в кабине полуприцепа.

Состав, размещение, условные обозначения и наименования основных шкафов, блоков (узлов), входящих в системы и устройства и имеющих самостоятельные функциональные значения.

Упрощенная структурная схема РЛС приведена на рис. 1.

Передачик РЛС выполнен на основе клистронного усилителя, который усиливает импульсы СВЧ, сформированные в формирователе зондирующих импульсов.

Конструкция облучателей антенной системы обеспечивает формирование четырехлучевой диаграммы в угломестной плоскости.

В пространство излучается подряд 4 импульса на разных частотах, при этом каждому лучу соответствует зондирующий импульс соответствующей частоты.

В зависимости от команд управления сигналы передатчика поступают или на облучатель нижней зоны, или на облучатель верхней зоны.

В первом случае формируются 4 луча в диапазоне  $0^{\circ}$ – $6^{\circ}$ , во втором случае формируются 4 луча в диапазоне  $6^{\circ}$ – $30^{\circ}$ .

Отраженные от воздушных объектов и помех эхосигналы принимаются антенной системой и через ферритовый циркулятор, устройство временной регулировки усиления и малошумящий усилитель поступают на блок полосовых фильтров.

В блоке осуществляется фильтрация-разделение эхосигналов по частоте.

После фильтрации дальнейшая обработка осуществляется в четырех каналах приемной системы и системы обработки радиолокационной информации.

Для подавления активных шумовых помех на вход каждого приемника поступают также сигналы, принятые специальными дополнительными антеннами помехозащиты.

Приемники построены по классической супергетеродинной схеме и оканчиваются усилителями промежуточной частоты.

Приемники включают в себя линейные и логарифмические каскады.

В них выполняется защита от активных помех, формирование бланков приема ответных импульсных помех по боковым лепесткам, поддерживается определение пеленгов на постановщики активных шумовых помех.

С выходов приемников эхосигналы на промежуточной частоте поступают на четырехканальную аппаратуру обработки эхосигналов.

В этой аппаратуре обработки для каждого из лучей в отдельности выполняется:

- фазовое детектирование;
- ДФФ методом быстрого преобразования Фурье;
- автоматическое обнаружение воздушных объектов на фоне пассивных помех;
- определение координат азимута и дальности;
- определение пеленгов на постановщики активных помех.

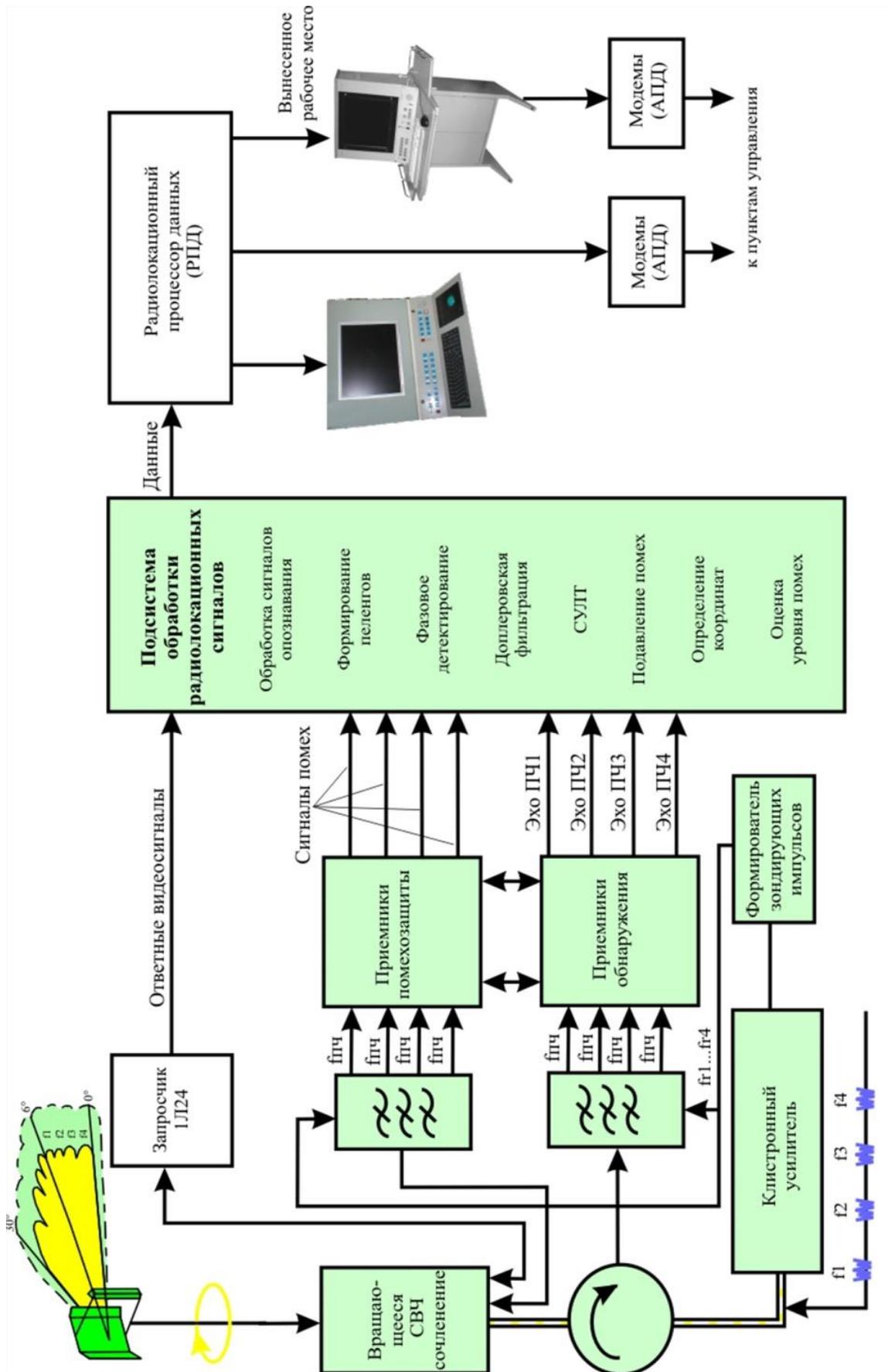


Рис. 1. Упрощенная структурная схема РЛС

Дальше в радиолокационном процессоре данных выполняется расчет координат угла места и высоты.

Базовые аппаратно-программные средства обеспечивают обнаружение и сопровождение до 250 траекторий.

Управление РЛС и оперативная работа расчета осуществляются с рабочего места, которое размещается в отсеке управления полуприцепа РЛС.

Рабочее место включает в себя цветной LCD-монитор, на экране которого отображаются:

- РЛИ;
- результаты диагностики РЛС;
- пользовательские карты (линии государственных границ, коридоры полетов);
- программные инструменты для управления РЛС и боевой работы.

Конструкция РЛС предусматривает возможность подключения к РЛС дополнительно вынесенного рабочего места. К этому рабочему месту по компьютерной сети могут быть подключены дополнительные рабочие места.

С каждого рабочего места расчет может осуществлять сопровождение воздушных объектов, контролировать воздушную и помеховую обстановку.

Управление режимами РЛС по выбору расчета осуществляется с рабочего места, расположенного в РЛС, или с вынесенного рабочего места.

С помощью аппаратуры РПД и устройств отображения осуществляется регистрация выходной РЛИ и выдача информации на АСУ.

Отображение информации на экране рабочего места приведено на рис. 2.

В РЛС предусмотрена встроенная аппаратура автоматического контроля функционирования, защиты, контроля и индикации неисправного узла, а также комплект радиоизмерительных приборов.

## **4.2. Принцип определения координат**

Круговой обзор по азимуту в РЛС осуществляется механическим вращением антенны.

Обзор в вертикальной плоскости осуществляется путем одновременного формирования антенной РЛС четырех разнесенных по углу места (в вертикальной плоскости) парциальных лучей диаграммы направленности.

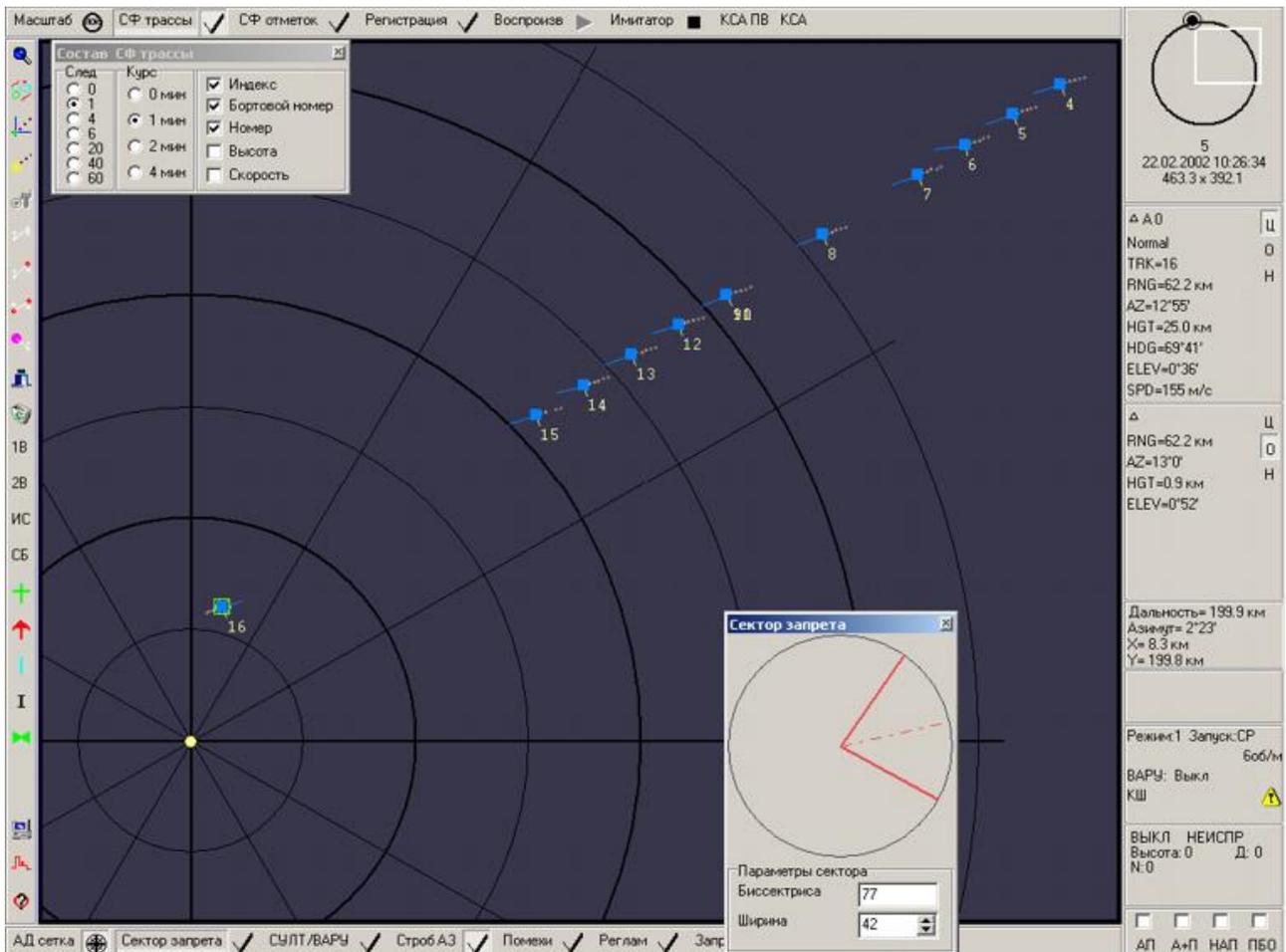


Рис. 2. Отображение РЛИ на мониторе РЛС

Формирование парциальных лучей осуществляется методом частотного сканирования, т. е. положение луча в вертикальной плоскости определяется частотой излучаемых импульсов.

Отраженные от воздушных объектов эхосигналы принимаются и обрабатываются отдельным для каждого парциального луча каналом – угломестным каналом приема и обнаружения.

Если эхосигнал от воздушного объекта обнаружен только в одном канале, то за угол места этого объекта принимается угол места максимума диаграммы направленности соответствующего луча.

Если эхосигнал обнаружен одновременно в двух соседних лучах, то угол места воздушного объекта рассчитывается по следующей формуле:

$$\epsilon_{ц} = \epsilon_{рсн} + \Delta\epsilon, \quad (4.1)$$

где  $\epsilon_{ц}$  – угол места воздушного объекта;

$\epsilon_{рсн}$  – угол места пересечения двух соседних диаграмм в главной вертикальной плоскости, т. е. угол места равносигнального направления;

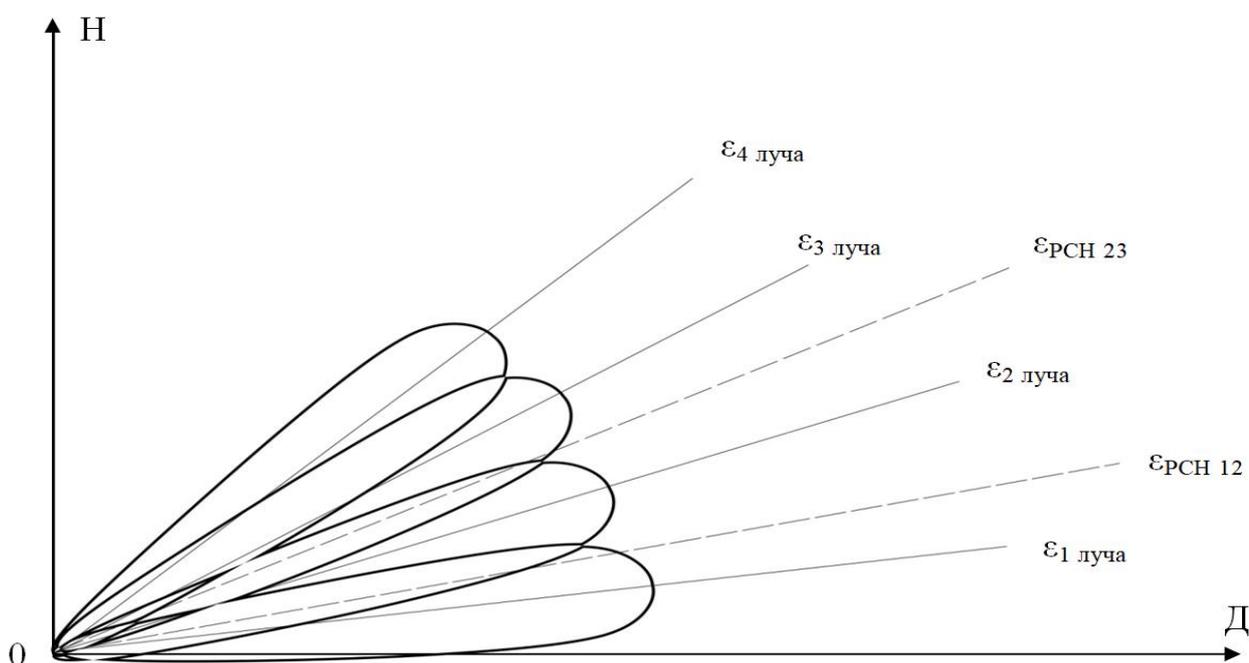
$\Delta\varepsilon$  – угломестная поправка на отклонение от равносигнального направления.

Величина угломестной поправки зависит от соотношения уровней сигналов, принятых в обоих лучах, и вычисляется по следующей формуле:

$$\Delta\varepsilon = f\left(\frac{A_i - A_{iM}}{A_i + A_{iM}}\right), \quad (4.2)$$

где  $A_i$  и  $A_{iM}$  – сумма амплитуд (эквивалентная амплитуда) эхосигналов, принятых в соответствующих лучах.

Принципы определения угла места поясняются на примерах, приведенных на рис. 3.



Пример 1  
Сигнал от цели:  
канал 1   
канал 2   
канал 3   
канал 4 

$$\varepsilon_{ц} = \varepsilon_{1 \text{ луча}}$$

Пример 2  
Сигнал от цели:  
канал 1   
канал 2   
канал 3   
канал 4 

$$\varepsilon_{ц} = \varepsilon_{РСН 12} + \Delta\varepsilon$$

Пример 3  
Сигнал от цели:  
канал 1   
канал 2   
канал 3   
канал 4 

$$\varepsilon_{ц} = \varepsilon_{РСН 23} + \Delta\varepsilon$$

Рис. 3. Примеры, поясняющие принцип определения угла места ВО в РЛС

Если эхосигнал обнаружен более чем в двух угломестных каналах, то для расчета угла места выбирается два соседних канала, в которых принят сигнал с максимальным уровнем.

За азимут цели принимается положение середины пачки отраженных от цели эхосигналов, превысивших порог обнаружения.

Середина пачки определяется на основании анализа амплитуд эхосигналов, накопленных в двух соседних азимутальных интервалах.

Дальность до цели определяется временем распространения радиоволн  $t_d$  от РЛС до цели и обратно:

$$D_{ц} = 0,5 \cdot t_d \cdot C, \quad (4.3)$$

где  $D_{ц}$  – дальность до цели;

$C$  – скорость распространения радиоволн, принимаемая равной  $3 \cdot 10^8$  м/с.

Время распространения радиоволн определяется числом масштабных импульсов ( $N_i$ ), заключенных в интервале времени между излучением зондирующего импульса и приемом отраженного, плюс поправка уточнения, вычисленная на основании анализа амплитуд сигналов:

$$t_d = N_i T + \Delta t(A_{i-1}, A_i, A_{i+1}), \quad (4.4)$$

где  $T$  – период следования масштабных импульсов, соответствующих дискрету дальности;

$\Delta t(A_{i-1}, A_i, A_{i+1})$  – поправка уточнения, зависящая от амплитуд в дискрете обнаружения ( $A_i$ ) и в соседних дискретах ( $A_{i-1}, A_{i+1}$ ).

Высота цели ( $H_{ц}$ ) определяется расчетным путем на основании измеренных дальности ( $D_{ц}$ ) и угла места цели ( $\varepsilon_{ц}$ ) по формуле

$$H_{ц} = H' + a \cdot H' \cdot D^2 + h_{РЛС}, \quad (4.5)$$

где  $H' = D \cdot \sin(\varepsilon) + D^2 \cdot b$ ;

$a, b$  – константы для расчета высоты;

$a = 4,0001 \cdot 10^{-7}$  (1/км<sup>2</sup>);

$b = 5,839 \cdot 10^{-5}$  (1/км<sup>2</sup>);

$h_{РЛС}$  – высота стояния локатора.

### 4.3. Метод формирования зондирующих сигналов передатчика

Передатчик РЛС обеспечивает истинную когерентность в работе РЛС.

Схема формирования зондирующих сигналов передатчика приведена на рис. 4.

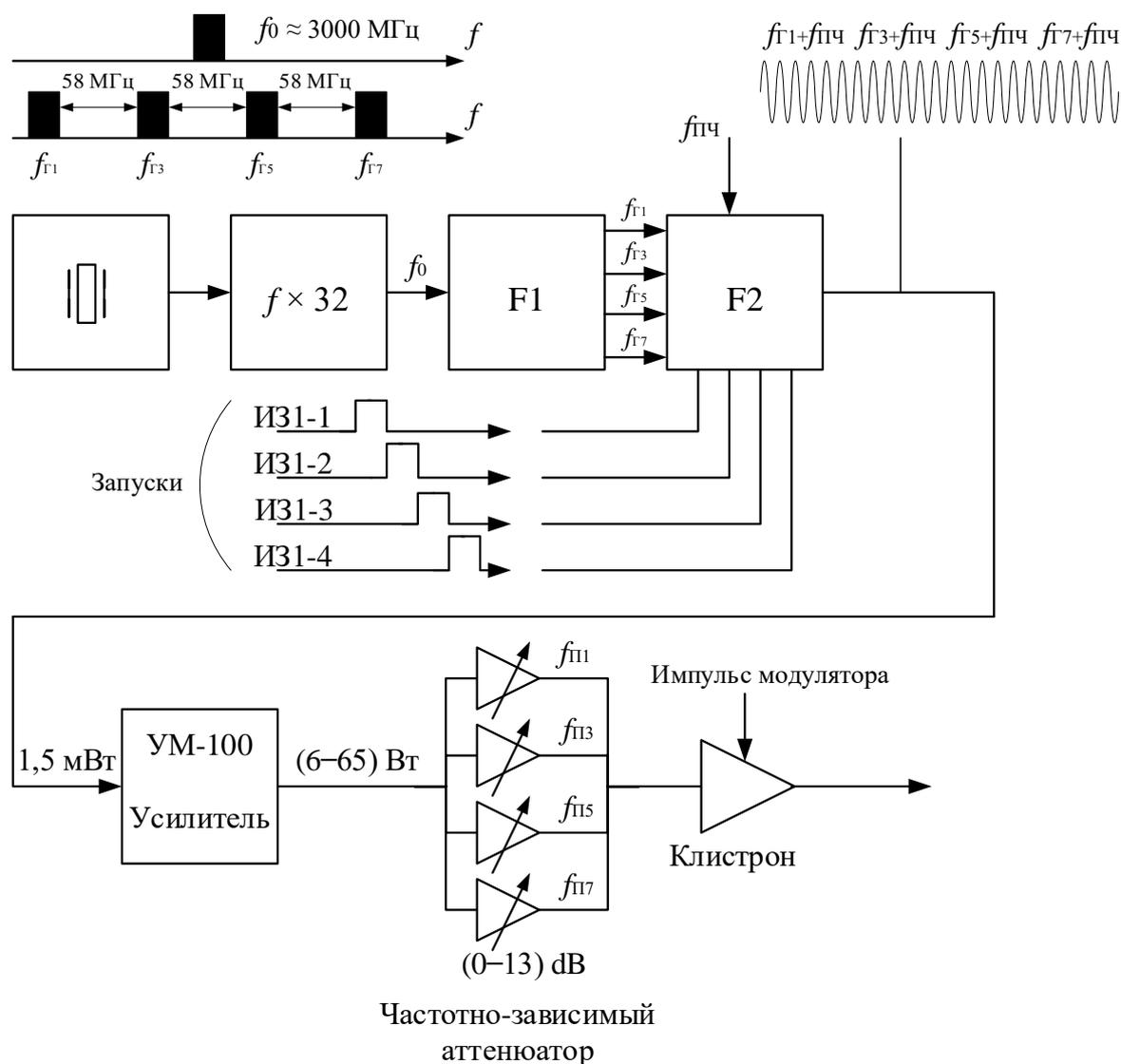


Рис. 4. Схема формирования зондирующих сигналов передатчика РЛС

Из рисунка видно, что частоты гетеродинов  $f_{Г1}, f_{Г3}, f_{Г5}, f_{Г7}$  формируются с помощью высокостабильного кварцевого генератора.

В антенну передаются сигналы с частотами, отличающимися от частот гетеродина на величину промежуточной частоты.

Предварительное усиление зондирующего сигнала осуществляется в усилителе мощности УМ-100.

Согласование уровня входных зондирующих сигналов с частотной характеристикой клистрона производится с помощью частотно-зависимого аттенюатора.

Оконечный усилитель на клистроне обеспечивает излучение в антенну радиочастотных импульсов требуемого уровня мощности и с высокой стабильностью.

#### **4.4. Методы подавления организованных активных помех**

Для подавления активных помех в состав антенной системы РЛС введены дополнительные антенны:

- антенна подавления сигналов, принятых по боковым и задним лепесткам диаграммы направленности главного луча. Эта антенна принимает сигналы с горизонтальной поляризацией и имеет примерно круговую диаграмму направленности;

- антенна защиты главного луча. Эта антенна принимает сигналы с вертикальной поляризацией и имеет узкую диаграмму направленности, подобно главному лучу.

Структурная схема устройств защиты от активных помех для одного угломестного канала РЛС приведена на рис. 5.

Подавление активных шумовых помех осуществляется с помощью корреляционного автокомпенсатора помех по команде оператора на включение соответствующего режима помехозащиты.

При превышении уровня шумов в канале обнаружения эхосигналов – основном канале определенного порога и при наличии признака коррелированности помехи с сигналами антенны ПБО осуществляется автоматическое включение компенсатора и шумовые помехи в основном канале подавляются.

Таким образом, осуществляется подавление шумовых помех, принимаемых боковыми и задними лепестками диаграммы направленности антенны.

Для подавления шумовых помех, принимаемых главным лучом, к компенсатору в качестве дополнительного канала подключаются сигналы от антенны защиты главного луча.

Используя поляризационные и корреляционные свойства помех в автокомпенсаторе, подавляются стационарные шумовые помехи, воздействующие на радиолокатор по главному лепестку диаграммы направленности антенны.



Подключение антенны защиты главного луча к автокомпенсатору осуществляется автоматически при превышении уровня шумов в основном канале над установленным порогом по команде оператора на включение соответствующего режима помехозащиты.

Подавление НАП осуществляется с помощью последовательного выполнения операций:

- широкополосное усиление;
- ограничение;
- узкополосное усиление;
- быстрая автоматическая регулировка усиления.

Эти операции включаются автоматически, если в анализаторе помехи будет установлено, что в течение заданного периода времени несколько раз происходит изменение уровня помех с заданной скоростью.

То есть выполняются условия: уровень помехи больше порога ( $u > n_2$ ), скорость изменения уровня помехи больше порога ( $\frac{\Delta u}{\Delta t} > n_1$ ).

Ответные импульсные помехи, несинхронные импульсные помехи имеют такой же спектр, как и полезные сигналы, и поэтому не могут быть подавлены в приемнике.

С целью ослабления влияния этих помех на процесс обнаружения в РЛС осуществляется бланкирование ответных импульсных помех, принятых боковыми лепестками.

С этой целью сравниваются уровни сигналов на выходах логарифмических усилителей в основном и дополнительном каналах.

Если уровень какого-либо сигнала в дополнительном канале превышает уровень сигнала в главном луче, то такой сигнал бланкируется, т. е. не выдается.

Несинхронные импульсные помехи отличаются от полезных сигналов лишь тем, что поступают не синхронно с зондированием. Эти помехи подавляются бинарным накоплением в устройстве обработки эхосигналов.

#### **4.5. Методы подавления пассивных помех**

Устройство подавления пассивных помех программно реализовано в устройстве обработки эхосигналов и включает в себя программно реализованные устройства: «согласованный фильтр – фазовый детектор», устройство доплеровской фильтрации, устройство автоматического обнаружения.

В устройстве «согласованный фильтр – фазовый детектор» осуществляется согласованная с длительностью зондирующих импульсов фильтрация эхосигналов на промежуточной частоте и фазовое детектирование.

В устройстве фильтрации осуществляется для каждого дискрета дальности когерентное накопление отраженных сигналов в течение 8, 12 или 16 периодов повторения импульсов запуска в зависимости от режимов обзора пространства.

Один раз за 8, 12 или 16 периодов повторения импульсов запуска выходные сигналы всех фильтров передаются на устройство автоматического обнаружения.

Работа программно реализованного устройства автоматического обнаружения поясняется схемой, приведенной на рис. 6.

В устройстве автоматического обнаружения выходные сигналы каждого фильтра проходят через устройство СУЛТ.

На рис. 7 приведена схема, поясняющая работу программно реализованных устройств стабилизации.

Если не включено устройство селекции по скорости, то выходные сигналы всех устройств СУЛТ объединяются и накапливаются в бинарном накопителе.

Накопитель представляет собой устройство, выполняющее следующую логику: сигнал обнаружен, если произошло  $N$  обнаружений в  $M$  временных интервалах ( $N$  из  $M$ ).

При выполнении критерия  $N$  из  $M$  формируется сигнал обнаружения цели.

В РЛС применяется пачечная вобуляция частоты повторения импульсов передатчика.

Вследствие этого сигналы, отраженные от движущихся целей, при разных частотах повторения имеют разный набег фаз и, следовательно, проходят через разные доплеровские фильтры.

В устройстве селекции по скорости вырабатывается сигнал бланкирования тех помех, у которых при вобуляции набег фаз меняется незначительно.

Сигнал бланкирования поступает на схемы «И» и препятствует прохождению на вход схемы объединения сигналов, отраженных от малоподвижных целей.

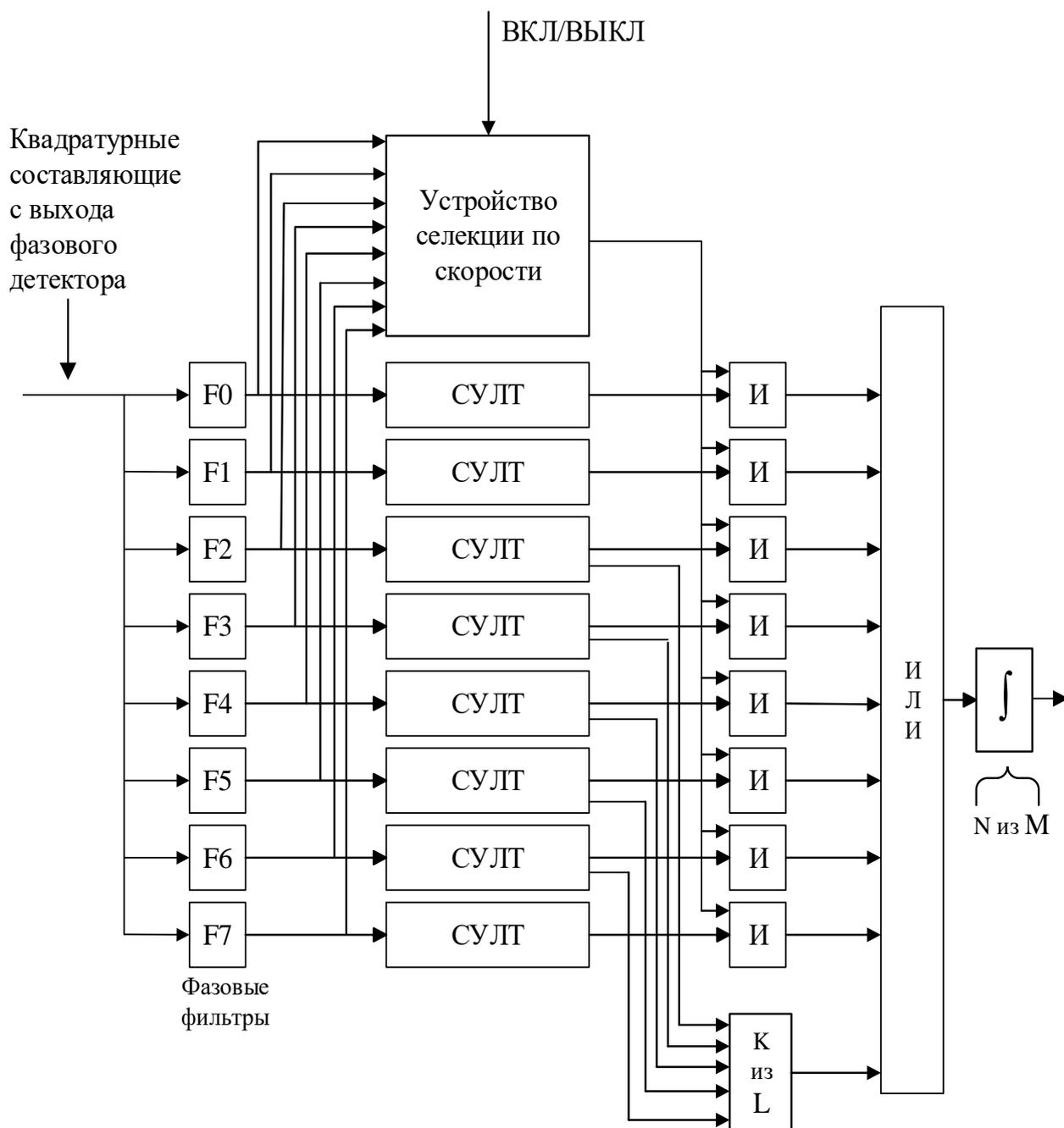


Рис. 6. Структурная схема устройства автоматического обнаружения

Такая структура устройства автоматического обнаружения позволяет осуществлять подавления следующих видов пассивных помех:

- отражения от отдельных зданий, сооружений. Эти отражения имеют нулевую доплеровскую фазу, размещаются вблизи от РЛС и эффективно подавляются с помощью устройства селекции по скорости;

- отражения от непротяженных местных предметов. Эти отражения имеют часто более широкий доплеровский спектр, симметрично расположенный относительно нуля частоты.

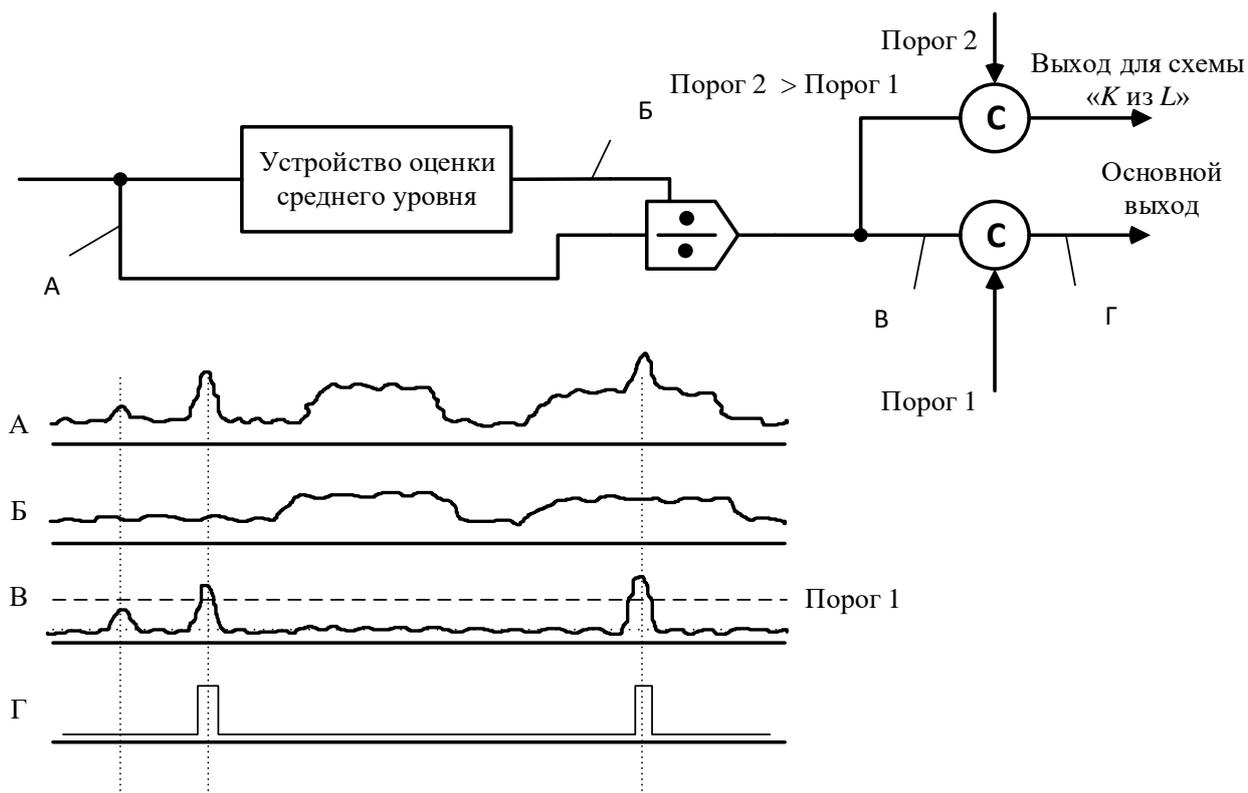


Рис. 7. Схема работы устройств СУЛТ

Такие отражения проходят в основном через фильтры «0», «1» и «7» на небольших удалениях от РЛС. Эффективно подавляются с помощью устройства селекции по скорости отражения от протяженных местных предметов. Эти отражения подобны отражениям от коротких местных предметов, но имеют большую продолжительность.

Отражения от протяженных местных предметов ослабляются в устройствах СУЛТ и затем подавляются устройством селекции по скорости:

- отражения от метеообразований и организованных пассивных помех. Эти отражения имеют неширокий доплеровский спектр, большую длительность и могут проходить любой из доплеровских фильтров. Отражение от таких протяженных помех эффективно ослабляется устройствами СУЛТ;

- отражения от пассивных дискретных помех (ангелов). Дискретные помехи имеют такую же длительность, как и полезные сигналы и доплеровские скорости, сильно отличные от «0».

Подавление таких помех возможно только путем селекции по скорости.

В РЛС предусмотрена оперативная регулировка зоны действия «Устройства селекции по скорости» как по дальности, так и по величине радиальной скорости подавляемых помех – ширине зоны режекции.

Обнаружение отражений от малоразмерных самолетов на фоне организованных пассивных помех и метеообразований достигается за счет того, что:

- такие помехи поражают нулевой и близлежащие к нему фильтры;
- отражения от движущихся самолетов, при разных частотах повторения зондирующих импульсов, проходят через разные фильтры, в том числе и через фильтры, не пораженные помехами, и обнаруживаются в бинарном накопителе.

Для обнаружения отражений от винтомоторных самолетов и вертолетов используется логическое устройство « $K$  из  $L$ ».

Отражения от таких целей имеют широкий доплеровский спектр, т. е. одновременно проходят через несколько – не менее  $K$  из  $L$  анализируемых фильтров.

Логическое устройство « $K$  из  $L$ » обнаруживает цели, имеющие широкий спектр и формирует сигнал обнаружения, поступающий на вход бинарного накопителя.

#### **4.6. Методы опознавания воздушных объектов**

Канал опознавания РЛС предназначен для определения государственной принадлежности и обеспечивает обнаружение воздушных судов, оборудованных ответчиками типа СО69, СО72 или аналогичными.

Работа канала опознавания приведена на рис. 8.

Передачик запросчика под управлением ШДУ или аппаратуры ЗАО-П формируют сигнал запроса в виде последовательности импульсов.

Сигналы запроса излучаются через подканал передачи запросов и приема ответов антенной системы.

Ответчик, установленный на воздушном судне, принимает сигналы запроса, дешифрует их и излучает сигналы ответа в виде последовательности импульсов.

Сигналы ответа излучаются на частоте, отличающейся от частоты сигналов запроса.

Сигналы ответа принимаются запросно-ответным каналом антенны и через приемник запросчика поступают на вход дешифратора ответов (декодер и анализатор ответных сигналов – АОС).

В дешифраторе осуществляется проверка принятых сигналов на соответствие требуемой структуре и накопление ответных сигналов в течение нескольких периодов запроса.

Накопление осуществляется для того, чтобы повысить достоверность обнаружения ответа и подавить несинхронные ответы – ответы воздушных судов на запросы других РЛС.

Для того чтобы избежать нежелательных запросов, излучаемых боковыми лепестками диаграммы направленности запросного канала, передатчик запросчика формирует сигнал подавления в виде импульса  $P_{sls}$  (ПБЛ).

Сигналы подавления излучаются с помощью канала подавления антенной системы РЛС.

Форма диаграмм направленности запросно-ответного подканала и подканала подавления антенны приведена на рис. 8.

Из рис. 8 видно, что в направлении главного луча запросно-ответного подканала на входе ответчика сигнал подавления по амплитуде меньше сигналов запроса.

В других направлениях сигналы подавления на входе ответчика больше по амплитуде сигналов запроса.

Алгоритм работы ответчиков таков, что ответные сигналы формируются ответчиком только в тех случаях, когда  $P_1 > P_{sls}$ .

Таким способом осуществляется подавление запросов по боковым лепесткам – подавление по запросу.

Высокая чувствительность приемника вторичного позволяет принимать боковыми лепестками запросно-ответного канала антенны ответы воздушных судов на запросы других РЛС.

Большое количество таких несинхронных с запросом ответов перегружает АОС.

Для улучшения условий обработки информации в запросчике используется подавление ответных сигналов, принимаемых боковыми лепестками.

Для этого ответные сигналы, принятые запросно-ответным подканалом и подканалом подавления антенной системы, сравниваются на выходе приемников.

На дальнейшую обработку поступают только ответные сигналы, величина которых на выходе приемника запросно-ответного подканала больше, чем величина сигналов на выходе приемника подканала подавления.

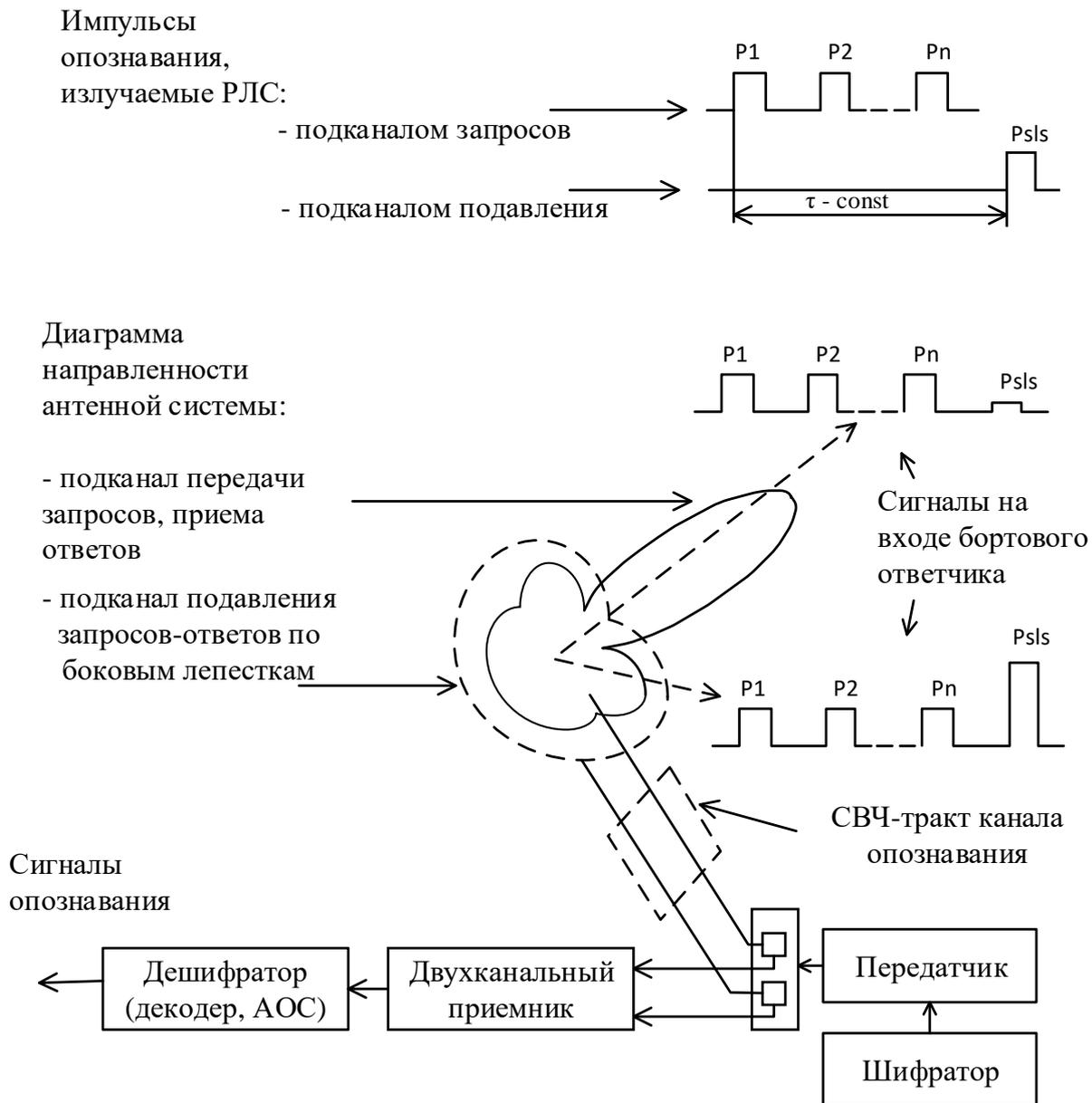


Рис. 8. Работа канала опознавания РЛС

Таким образом, осуществляется подавление ответов, принимаемых боковыми лепестками.

Запросчик РЛС может излучать два вида запросов.

На запросы общего опознавания должны отвечать все воздушные суда, оборудованные соответствующими ответчиками.

На запросы индивидуального или гарантированного опознавания должны отвечать только те ответчики, в которых установлен соответствующий код и аппаратура.

С выхода запросчика бинарные видеосигналы поступают на систему обработки РЛС.

В системе обработки РЛС осуществляется расчет координат (азимута и дальности) ответных сигналов. Далее сообщения о результатах опознавания поступают на радиолокационный процессор данных РЛС, где объединяются с аналогичным сообщением первичного канала – канала обнаружения РЛС.

#### 4.7. Методы контроля параметров РЛС

В РЛС для контроля параметров различных участков радиолокационного тракта используются различные методы.

Основными из них являются:

- измерение коэффициента шума;
- контроль функционирования угломестных каналов приемника и системы обработки;
- контроль выходной мощности передатчика;
- контроль формы зондирующих сигналов;
- контроль стабильности передатчика.

Структурная схема организации контроля параметров РЛС приведена на рис. 9.

Характеристика участка тракта от облучателя антенны до преобразования СВЧ-сигналов в сигналы промежуточной частоты контролируется путем измерения коэффициента шума. Для этого контролируемый участок тракта отключается от антенны и подключается к генератору шумовых сигналов. После преобразователя частоты измеряется уровень шумов.

Измерения, сделанные при включенном генераторе, представляют собой уровень собственных шумов –  $U_{\text{сш}}$ .

Измерения, сделанные при включенном генераторе, представляют собой уровень смеси собственных шумов и шумов генератора –  $U_{\Sigma}$ .

Коэффициент шума –  $K_{\text{ш}}$  рассчитывается по следующей формуле:

$$K_{\text{ш}} = \frac{25}{\left(\left(\frac{U_{\Sigma}}{U_{\text{сш}}}\right)^2 - 1\right)}. \quad (4.6)$$

При нарушениях в работе контролируемого участка тракта увеличивается уровень собственных шумов и, следовательно, увеличивается значение коэффициента шума.

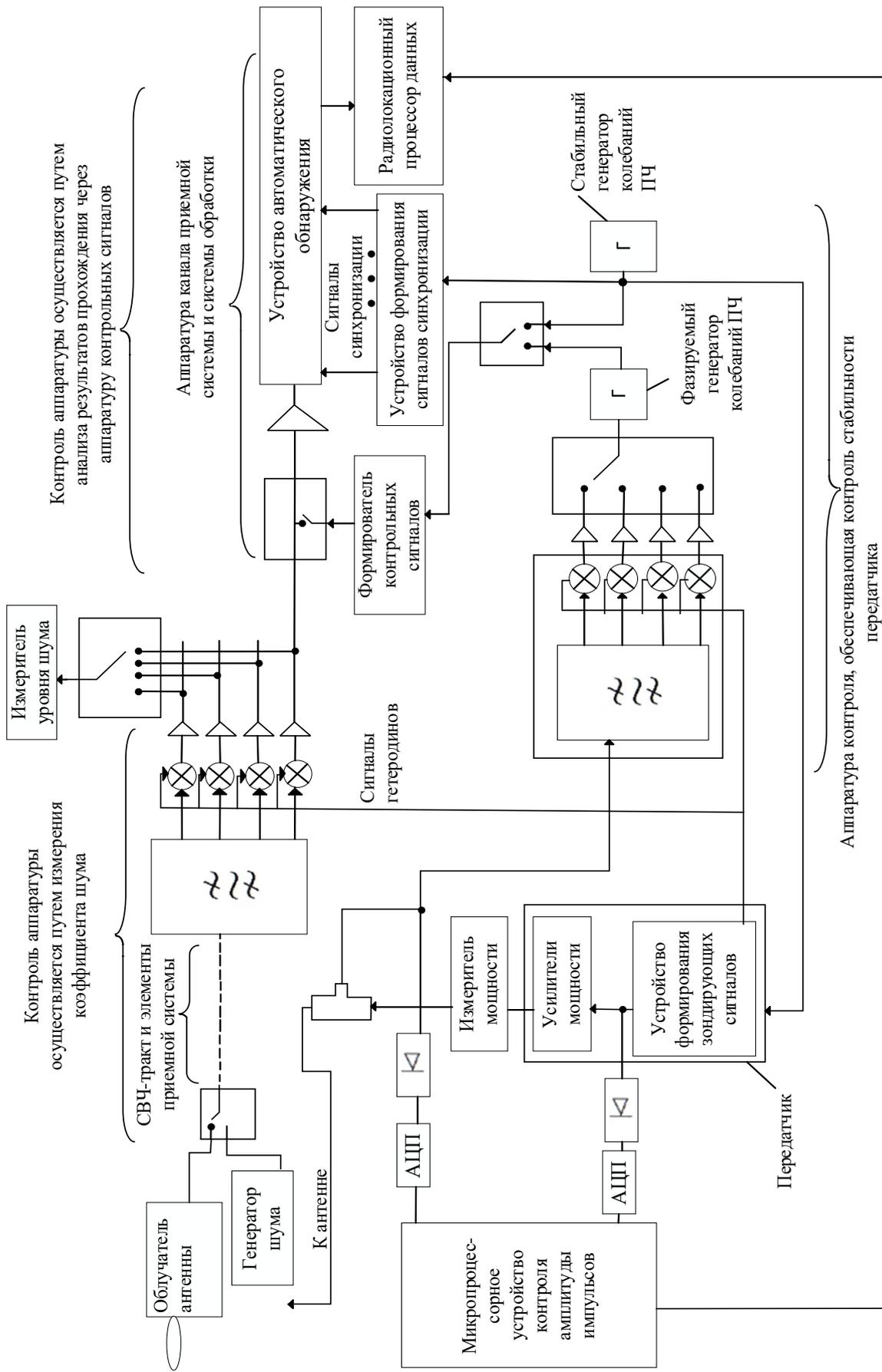


Рис. 9. Структурная схема организации контроля параметров РЛС

Так как измерение уровня шума невозможно проводить во время боевой работы, то определение  $K_{Ш}$  выполняется перед началом боевой работы.

В РЛС  $K_{Ш}$  измеряется для следующих участков:

- от антенны канала обнаружения эхосигналов до входов усилителей промежуточной частоты – коэффициент шума основного канала ( $K_{ШОК}$ );

- от антенны защиты главного луча до входа усилителей промежуточной частоты – коэффициент шума дополнительного канала 1 ( $K_{ШДК1}$ );

- от антенны ПБО до входов усилителей промежуточной частоты – коэффициент шума дополнительного канала 2 ( $K_{ШДК2}$ ).

В связи с разделением принимаемых сигналов на четыре частотных канала и наличием четырех преобразователей частоты уровень шума измеряется отдельно после каждого преобразователя.

Это позволяет полностью контролировать характеристики и частотных фильтров, и всех преобразователей.

Таким образом, при определении коэффициент шума основного канала определяются четыре значения  $K_{Ш}$ :  $K_{Ш1ОК}$ ,  $K_{Ш2ОК}$ ,  $K_{Ш3ОК}$ ,  $K_{Ш4ОК}$ .

Таким же образом при измерениях коэффициента шума в дополнительных каналах определяются:  $K_{Ш1ДК1}$ ,  $K_{Ш2ДК1}$ ,  $K_{Ш3ДК1}$ ,  $K_{Ш4ДК1}$ ,  $K_{Ш1ДК2}$ ,  $K_{Ш2ДК2}$ ,  $K_{Ш3ДК2}$ ,  $K_{Ш4ДК2}$ .

Для контроля участка радиолокационного тракта от входа усилителей промежуточной частоты до устройств отображения используются сигналы контроля функционирования – КФ.

Эти сигналы формируются из колебаний промежуточной частоты в специальном формирователе и подаются на входы усилителя промежуточной частоты.

Структура сигналов КФ приведена на рис. 10.

Целеподобные сигналы формируются на частоте  $f_{пч}$  или на частоте  $f_{пч} + \Delta f$  – в зависимости от азимута РЛС.

Порядок формирования сигналов в зависимости от азимута приведен на рис. 11.

При включении в РЛС селекции по скорости сигналы, сформированные на частоте  $f_{пч}$ , будут подавлены, а сигналы, сформированные на частоте  $f_{пч} + \Delta f$ , будут обнаружены.

Контролируя на экране РЛС бинарные эхосигналы, расчет определяет правильность функционирования аппаратуры.

При включенной селекции по скорости наличие отметок в секторах формирования сигнала на  $f_{пч}$  означает наличие нарушений в подавлении пассивных помех или метеобразований.

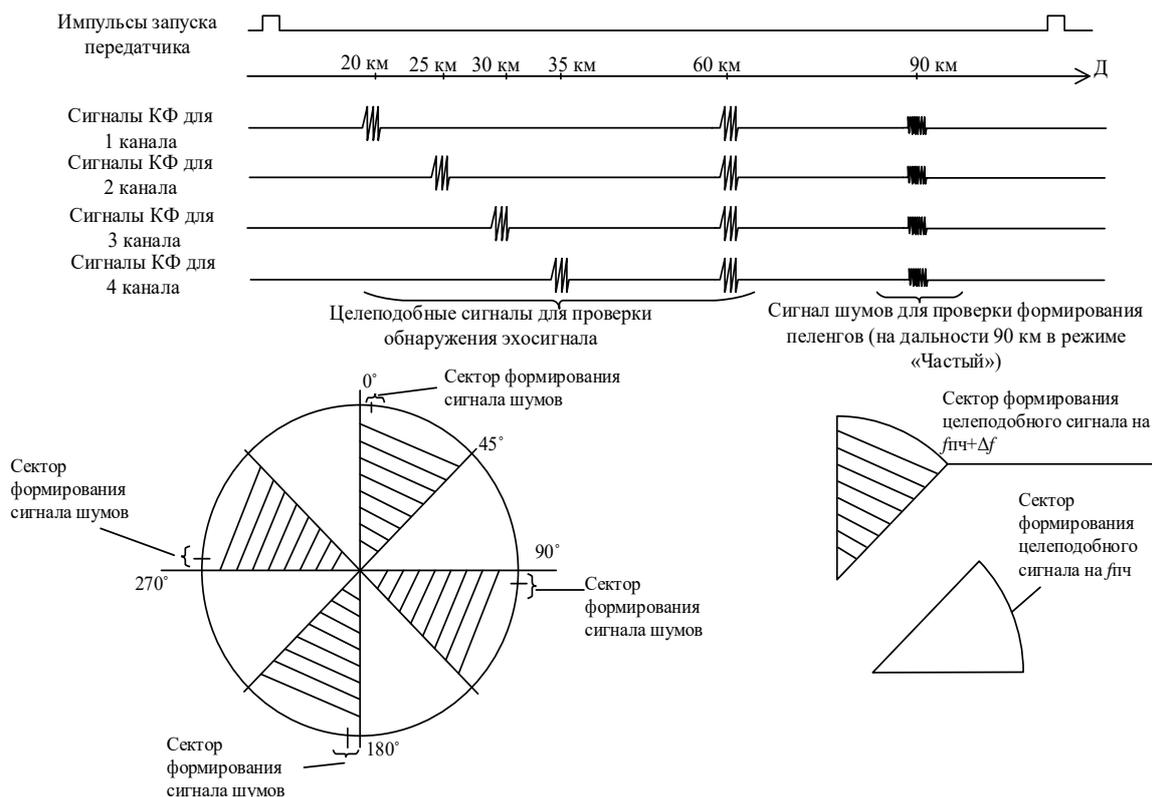


Рис. 10. Структура сигналов контроля функционирования

При выключенной в РЛС селекции по скорости все контрольные сигналы должны быть обнаружены, и на экране видеомонитора должны отображаться эхосигналы в соответствии с рис. 11, а.

При этом сигналы на дальности 20 км характеризуют работу первого канала, сигнал на дальности 25 км – работу второго канала и т. д.

Сигналы на дальности 60 км характеризуют правильность совмещения по дальности сигналов от одной цели, обнаруженных в разных каналах.

Наличие разрывов в сигналах КФ на экране свидетельствует о нарушениях в работе соответствующего канала.

Так, из рис. 11, б можно сделать вывод о неисправностях в третьем канале.

Шумоподобные сигналы используются для контроля формирования сигналов пеленга.

Программные средства радиолокационного процессора данных позволяют автоматически определять правильность функционирования аппаратур при КФ.

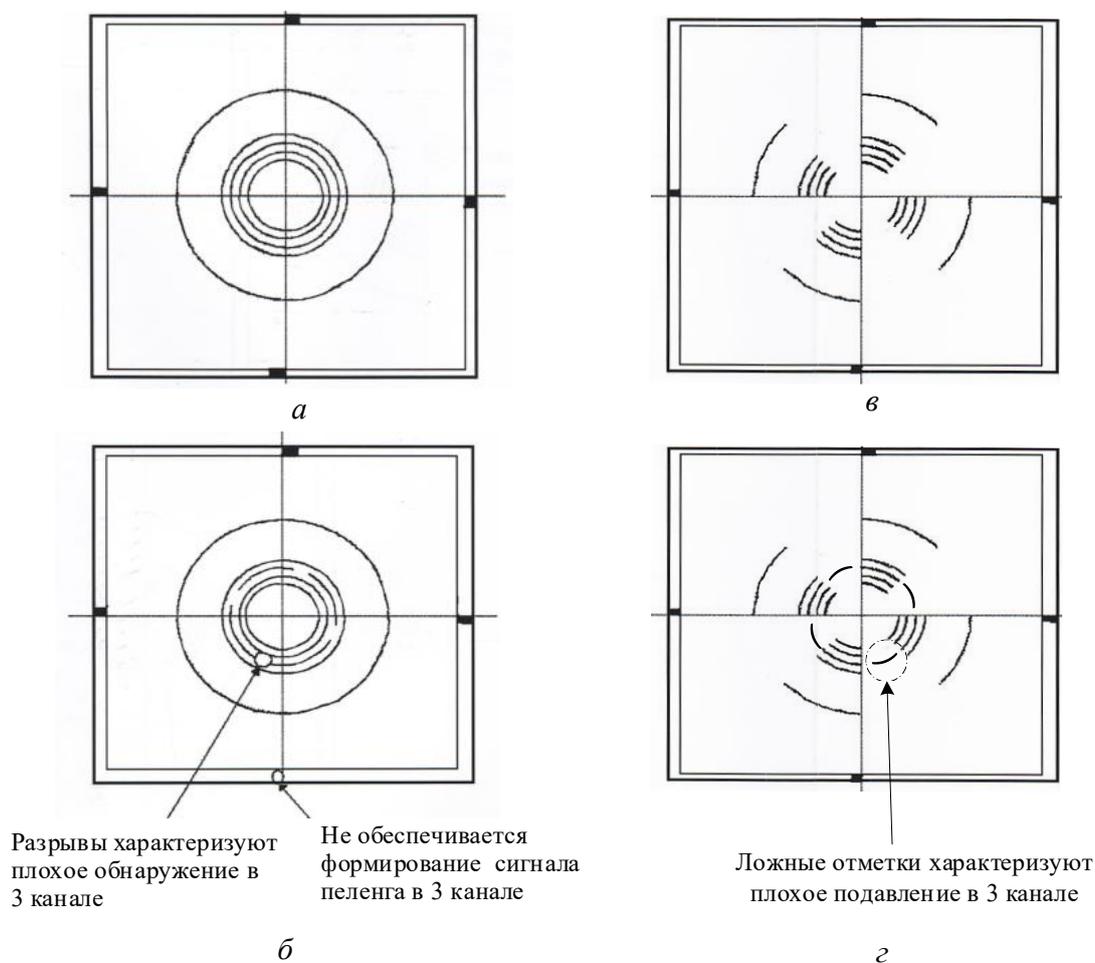


Рис. 11. Отображение результатов обработки сигналов контроля функционирования:

*а* – вид экрана при нормальной работе РЛС; *б* – вид экрана при нарушении в работе РЛС; *в* – вид экрана при нормальной работе РЛС; *г* – вид экрана при нарушении в работе РЛС

Для контроля выходной мощности передатчика в выходной тракт передатчика введен измерительный прибор, который оценивает уровень выходной мощности.

Детекторы, подключенные к выходу устройства формирования зондирующих сигналов и к выходу передатчика, позволяют с помощью микропроцессорного устройства контролировать форму зондирующих импульсов.

Нестабильности в работе передатчика приводят к ухудшению подавления пассивных шумовых помех. Для контроля стабильности работы передатчика выходной сигнал передатчика преобразуется в четыре сигнала на промежуточной частоте. Поочередно один из этих сигналов промежуточной частоты используется для управления фазой (фазирования) генератора

колебаний промежуточной частоты. В результате этого выходные колебания генератора отличаются от колебаний стабильного генератора промежуточной частоты на величину нестабильности в работе передатчика.

При проверке стабильности работы передатчика выходные колебания управляемого генератора – фазированного гетеродина подаются вместо колебаний промежуточной частоты в качестве опорных колебаний на формирователь контрольных сигналов. В результате этого на вход приемных каналов подаются контрольные сигналы, как и при контроле функционирования, но учитывающие нестабильность в работе передатчика. В результате этих действий нестабильность в работе передатчика проявится в виде неудовлетворительного подавления контрольных сигналов при включенной селекции по скорости.

Кроме этих методов в РЛС используются методы тестового контроля системы обработки.

Операции тестирования выполняются:

- при каждом включении РЛС;
- при операциях контроля функционирования (полное тестирование);
- в процессе оперативной работы (тестирование основных функций).

#### **4.8. Режимы работы РЛС, виды готовности**

Наличие нескольких режимов работы и различных режимов помехозащиты позволяет использовать РЛС в условиях естественных и организованных помех и самонаводящихся снарядов.

Решение о применении того или иного режима работы в пространстве и режима помехозащиты расчет принимает на основе анализа радиолокационной обстановки с учетом поставленной задачи.

##### **4.8.1. Режимы включения**

В целях поддержания РЛС в оперативной готовности предусмотрены следующие режимы включения – виды готовности: режим ожидания, дежурный режим, режим нормального включения, режим форсированного включения.

В режиме ожидания аппаратура выключена, прогреты агрегаты питания для приема 100 % нагрузки.

В дежурном режиме включены:

- первичный источник питания и подано напряжение на накал клистрона, шкаф 355ГУ;

- насос системы жидкостного охлаждения и электронагреватель;
- вентиляторы системы воздушного охлаждения, система управления, защиты и контроля.

В режиме нормального включения РЛС включается полностью.

В режиме форсированного включения РЛС включается полностью на 45 с раньше по сравнению с режимом нормального включения.

#### **4.8.2. Режимы работы РЛС**

В РЛС обеспечиваются четыре режима обзора пространства по углу места.

В режиме 1 обеспечивается одновитковый обзор пространства по углу места от 0° до 6°.

В режиме 2 обеспечивается двухвитковый обзор пространства по углу места от 0° до 6° (один оборот от 0° до 3°, второй – от 3° до 6°).

В режиме 3 обеспечивается двухвитковый обзор пространства по углу места от 0° до 30° (один оборот от 0° до 6° – нижняя зона, второй оборот от 6° до 30° – верхняя зона).

В режиме 4 обеспечивается одновитковый обзор пространства по углу места от 0° до 3°.

В режимах 2 и 4 длительность зондирующих импульсов увеличивается вдвое (осуществляется концентрация энергии). Эти режимы предназначены для использования при воздействии организованных помех.

В РЛС обеспечиваются три режима запуска.

В режиме частого (Ч) запуска максимальная дальность обнаружения составляет 90 км.

В режиме редкого (Р) запуска максимальная дальность обнаружения – 180 км.

В режиме сверхредкого (СР) запуска максимальная дальность обнаружения составляет 360 км.

В РЛС обеспечивается скорость вращения 6 об/мин и 12 об/мин.

#### **4.8.3. Режимы защиты от активных помех**

1. Режим подавления активных стационарных помех (режим АП).

В этом режиме по сигналу от анализатора помеховой остановки автоматически включается автокомпенсатор помех.

Автокомпенсатор включается в режим непрерывной адаптации параметров компенсации, за счет чего реализуется высокое качество подавления активных помех.

За счет непрерывной адаптации параметров в этом режиме ухудшается качество подавления сигналов, отраженных от пассивных помех.

2. Режим подавления комбинированных помех – активных стационарных помех и пассивных помех (режим А+П).

Работа РЛС в этом режиме отличается от работы в режиме АП тем, что в режиме А+П адаптация параметров компенсации в автокомпенсаторе помех осуществляется дискретно – один раз при каждой смене частоты повторения импульсов.

Вследствие этого сохраняется способность РЛС обнаруживать цели на фоне пассивных помех, но эффективность подавления активных помех может ухудшаться.

В режимах АП и А+П автоматически определяется направление приема активной шумовой помехи.

Если прием помех происходит по главному лучу диаграммы направленности антенны, то ко входу канала помехозащиты приемной системы подключается облучатель ЗГЛ и схема АКП обеспечивает подавление помех, действующих по главному лучу.

В противном случае ко входу канала помехозащиты подключаются вспомогательные антенны ПБО и компенсируются помехи, поступающие по боковым лепесткам диаграммы направленности.

3. Режим подавления нестационарных активных помех (режим НАП).

В этом режиме в анализаторе помеховой обстановки анализируется изменение уровня помех.

Если в анализаторе будет установлено, что на РЛС воздействуют нестационарные активные помехи, то по сигналу анализатора в тракт обработки сигналов на промежуточной частоте включится аппаратура подавления нестационарных помех – схема ШОУ – БАРУ.

Анализатор НАП поддерживает команду включения схемы ШОУ – БАРУ в течение всего времени воздействия +0,5 с.

4. Режим подавления ответных импульсных помех (ПБО).

В этом режиме ко входам приемной системы в качестве дополнительного канала помехозащиты подключаются антенны подавления сигналов боковых лепестков – антенны ПБО.

При одновременном приеме антенной основного канала и антеннами ПБО ответных импульсных помех в приемной системе вырабатываются бланки.

Бланки вырабатываются отдельно для каждого пораженного угломестного канала. Бланки используются для подавления сигналов на

участках дистанции, пораженных ответными импульсными помехами, принятыми по боковым лепесткам ДНА основной антенны.

Импульсы бланков подаются на устройство фазовой фильтрации, в котором осуществляется бланкирование.

5. Режим подавления помех, создаваемых при работе рядом расположенных РЛС, – режим несинхронных помех (режим НП).

В этом режиме в устройстве обработки эхосигналов осуществляется подавление сигналов большого уровня, которые присутствуют только в одном-двух периодах запуска в течение пачки зондирующих импульсов.

Одновременно в РПД осуществляется обнаружение и подавление отметок, которые образуют на мониторах рабочих мест «спираль», характерную для случаев воздействия на РЛС несинхронных помех.

Присутствие несинхронных помех затрудняет работу оператора и ведет к снижению эффективности обнаружения и сопровождения целей.

Для облегчения условий работы при воздействии несинхронных помех предусмотрен режим подавления таких помех. Для этого необходимо нажать кнопку «НП» на нижней панели инструментов.

В таком режиме подавления помех ухудшается обнаружение винтомоторных целей. Поэтому следует периодически выключать режим подавления несинхронных помех и оценивать целесообразность повторного включения этого режима.

#### **4.8.4. Режимы защиты от пассивных помех**

1. Режим селекции по скорости.

В этом режиме осуществляется подавление (режекция) эхосигналов, отраженных от медленно движущихся относительно РЛС воздушных объектов и помех.

Расчет РЛС в зависимости от помеховой обстановки устанавливает ширину полосы режекции и дальность действия подавления.

Пассивные помехи неравномерно распределяются по углу места. В нижних лучах их больше.

Вследствие этого дальность действия селекции по скорости устанавливается персоналом отдельно для:

- 1-го и 2-го луча нижней зоны;
- 3-го и 4-го луча нижней зоны;
- 1-го и 2-го луча верхней зоны;
- 3-го и 4-го луча верхней зоны.

В режиме селекции по скорости на определенных участках движения цели и при разворотах целей происходят потери обнаружения.

2. Режим подавления дискретных пассивных помех в режиме сверхредкого запуска.

В этом режиме осуществляется подавление дискретных пассивных помех в режиме сверхредкого запуска за счет формирования переменного по дальности порога обнаружения.

Режим действует до дальности 80 км. В этом режиме возможно уменьшение дальности обнаружения маловысотных целей.

#### **4.8.5. Режимы защиты от самонаводящихся снарядов**

Для защиты от самонаводящихся снарядов в РЛС предусмотрены следующие режимы:

- секторного излучения;
- мерцания по излучению.

В режиме секторного излучения происходит выключение излучения СВЧ-энергии в секторе от  $2^\circ$  до  $198^\circ$ .

Ширина сектора может устанавливаться с дискретом  $\approx 5,27'$ .

Биссектриса сектора выключения излучения может быть ориентирована в любом азимутальном направлении.

Включение и выключение режима осуществляется с рабочего места оператора.

Режим мерцания по излучению реализован в режимах обзора пространства 1 и 4.

Время работы изделия на излучение и время молчания равно периоду обзора пространства по азимуту.

Темп мерцания в первом и четвертом режимах обзора пространства:

- при 6 об/мин – 10/10 с;
- при 12 об/мин – 5/5 с.

Кроме этих специальных функций функции защиты от самонаводящихся снарядов реализуются в основных режимах работы путем:

- циклической смены частоты повторения зондирующих импульсов – во всех режимах работы;
- смены несущей частоты при работе РЛС во втором режиме обзора по углу места.

Темп смены частот:

- 10 с при скорости вращения 6 об/мин;
- 5 с при скорости вращения 12 об/мин.

#### **4.8.6. Режим пониженной мощности излучения**

В изделии предусмотрен режим работы при пониженной мощности излучения.

При этом происходит понижение отдаваемой передающей системой мощности до (10 – 50) % от номинального уровня мощности.

Переход с режима номинальной мощности на режим пониженной мощности и наоборот производится при выключенном высоком напряжении.

#### **4.8.7. Режимы работы запросчика**

Запросчик РЛС работает в VII диапазоне частот ( $\approx 1500$  МГц) и обеспечивает опознавание целей в следующих режимах:

- режим 1 – общее неимитостойкое опознавание – «ОО», использующее ограниченное число запросных и ответных кодов, устанавливаемых по расписанию;

- режим 2 – общее имитостойкое (гарантированное) опознавание – «ГО», при котором НРЗ вырабатывает гарантированный сигнал «Свой»;

- режим 3 – индивидуальное опознавание – «ИО» по признаку «Где ты?», при котором выделяется один объект с заранее выбранным номером из совокупности опознаваемых объектов.

Дополнительные режимы:

- режим 4 – индивидуальное опознавание ВО по принципу «Кто ты?». В ответе передается индивидуальный номер ВО;

- режим 6 – обеспечивает получение дополнительной полетной информации: высоты полета Н и запаса горючего ВО;

- комбинированный режим 4/6 – при включении комбинированного режима обеспечивается череспериодное опознавание бортового номера и дополнительной информации с автоматической привязкой информации о высоте и запасе топлива к бортовому номеру;

- прием аварийного сигнала «Тревога» при выключенном запросе, независимо от режима работы НРЗ;

- прием аварийного сигнала «Бедствие» при включенном запросе во всех режимах опознавания, кроме режима 3.

Основным режимом опознавания является режим 2, т. к. он обеспечивает получение информации опознавания существенно более высокого качества по сравнению с другими режимами.

Режим 1 общего (неимитостойкого) опознавания – «ОО» – используется в основном при сопровождении целей, ранее опознанных в режиме 2, а также для первичного опознавания целей в случаях, когда работа НРЗ в режиме 2 невозможна.

Режим индивидуального опознавания (режим 3) предназначен для обнаружения самолета, на ответчике которого установлены определенные индивидуальные коды.

Использование этого режима позволяет выделить определенный объект, т. е. выполнить функцию поиска «Где ты?».

При этом возможна установка одного из шести вариантов запросных кодов и одного из шести вариантов индивидуального ответного кода.

В результате приема и обработки ответных кодов в режиме индивидуального опознавания на экране отображается символ «ИО» в составе формуляра.

Если в бортовой ответчик воздушного объекта введен сигнал бедствия, то в ответ на запросы ответчик излучает определенные сигналы бедствия.

В результате приема и обработки ответных сигналов бедствия на экране отображается символ «Б» в составе формуляра.

## 5. ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ОПИСАНИЕ РЛС

### 5.1. Принцип построения

РЛС является трехкоординатной станцией.

По принципу формирования, приема и обработки радиолокационных сигналов РЛС является многоканальной станцией, включающей в себя:

- канал обнаружения эхосигналов – ОК;
- канал защиты от активных помех – ДК;
- четыре канала приема и обработки, соответствующих четырем угломестным направлениям излучения, приема и обработки сигналов;
- канал ОП.

Обработка информации в каналах приема и обработки производится отдельно с последующим объединением и привязкой сигналов опознавания к основной РЛИ.

По своему функциональному назначению каналы ОК и ОП являются приемо-передающими, обеспечивающими обнаружение, сопровождение и опознавание целей.

Канал ДК является приемным и во взаимодействии с каналом ОК обеспечивает:

- подавление шумовых помех, действующих в направлении главного луча антенны канала ОК и в направлениях его боковых лепестков;
- бланкирование ответных импульсных помех, принимаемых с направлений боковых лепестков;
- пеленгацию постановщиков активных помех.

Схема взаимодействия каналов приведена на рис. 12.

Через РПД на рабочие места операторов подается объединенная видеоинформация в виде нормированных по амплитуде и длительности сигналов и цифровая информация для отображения данных о целях в виде формуляров.

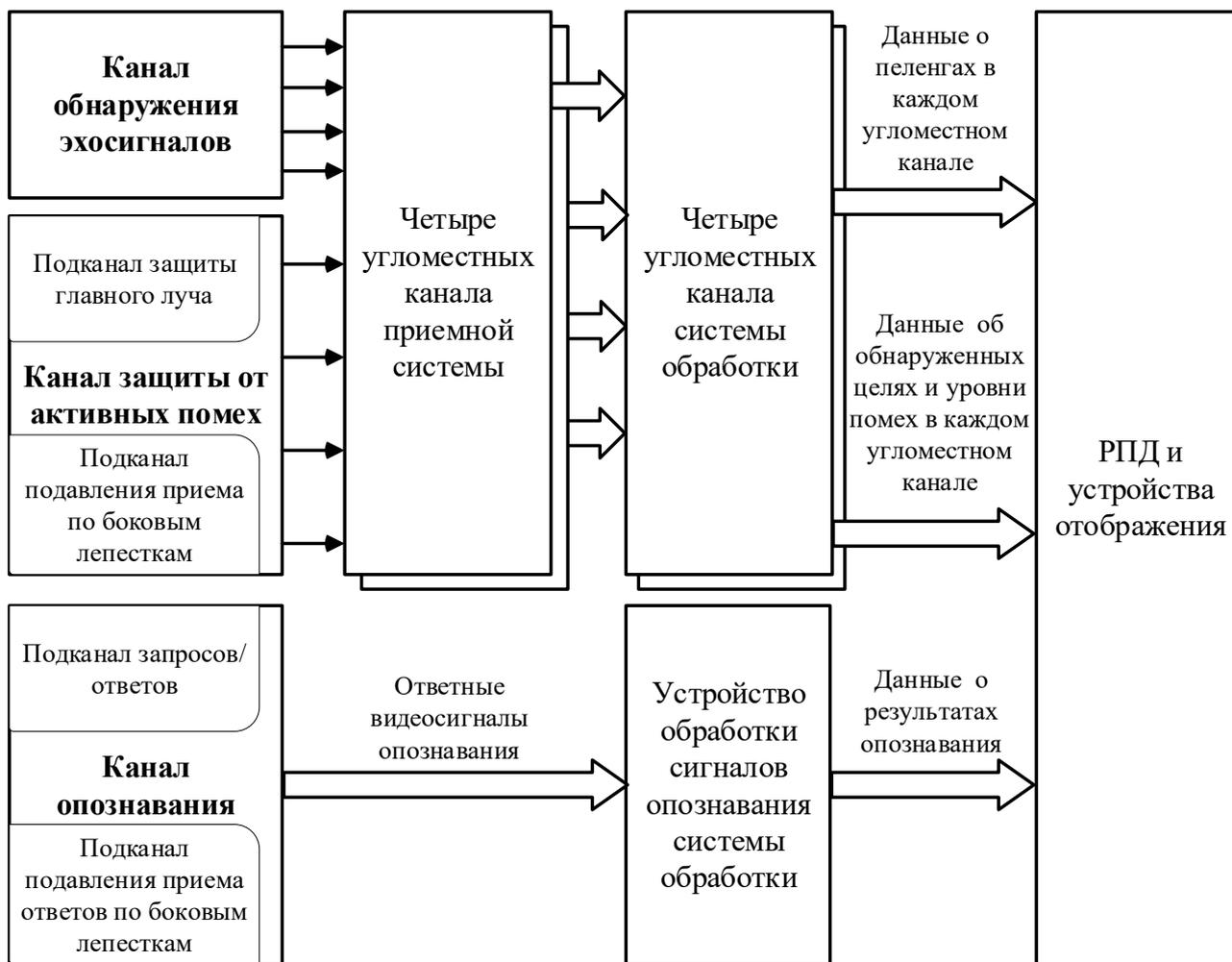


Рис. 12. Схема взаимодействия каналов и подканалов РЛС

### 5.1.1. Канал обнаружения эхосигналов – основной канал

Аппаратура, входящая в канал ОК, обеспечивает излучение зондирующих импульсов в пространство, прием эхосигналов из окружающего пространства и дальнейшую их обработку.

Структурная схема канала приведена на рис. 13.

Сигналы с выхода устройства формирования зондирующих сигналов (шкаф 355ГБ) усиливаются клистронным усилителем мощности (шкаф 195ГГ) и через устройства контроля выхода передатчика, размещенные на входе волноводного тракта, поступают на ферритовый циркулятор.

Далее, в зависимости от команд управления, мощные импульсные сигналы передатчика направляются либо к антенне (блок 354АА01), либо к эквиваленту антенны (блок 204ВВ07М).

В антенне сигналы поступают на облучатели четырехканального облучателя (блок 354АА03): либо на облучатель ОК нижней зоны, либо на облучатель ОК верхней зоны.

Облучатели излучают и принимают сигналы с горизонтальной поляризацией.

Переключение облучателей осуществляется волноводным переключателем (блок 194ВВ79) по командам управления.

Принятые антенной из окружающего пространства эхосигналы проходят в обратном порядке по волноводному тракту до ферритового циркулятора и далее через устройства защиты приемника и электрически управляемый аттенюатор ВАРУ (модуль 354ВВ22) поступают на устройства подсистемы усиления и преобразования СВЧ-сигналов приемной системы.

В подсистеме усиления и преобразования СВЧ-эхосигналы усиливаются усилителем высокой частоты ЭЛУ-3-30 и поступают на частотный разделитель и преобразователь частоты – блок 194ПП09.

В блоке 194ПП09 происходит:

- разделение СВЧ-эхосигналов по частоте на четыре канала;
- преобразование СВЧ-сигналов в сигналы ПЧ и предварительное усиление сигналов ПЧ;

Для преобразования СВЧ-сигналов в сигналы ПЧ на блок 194ПП09 поступают сигналы гетеродинных частот от устройства формирования задающих сигналов – шкафа 355ГБ.

Сигналы подаются через делители сигналов – блоки 194ПП10, 194ПП11, 194ПП12, 194ПП13.

Дальнейшая обработка эхосигналов осуществляется параллельно в четырех угломестных каналах приемной системы и системы обработки.

### **5.1.2. Канал защиты от активных помех**

Канал защиты от активных помех включает в себя два подканала: подканал ЗГЛ и подканал ПБО.

Аппаратура, входящая в канал защиты от активных помех, обеспечивает прием и обработку:

- сигналов вертикальной поляризации, принятых антенной подканала ЗГЛ;
- сигналов горизонтальной поляризации, принятых антенной подканала ПБО.

Структурная схема канала ДК приведена на рис. 13.

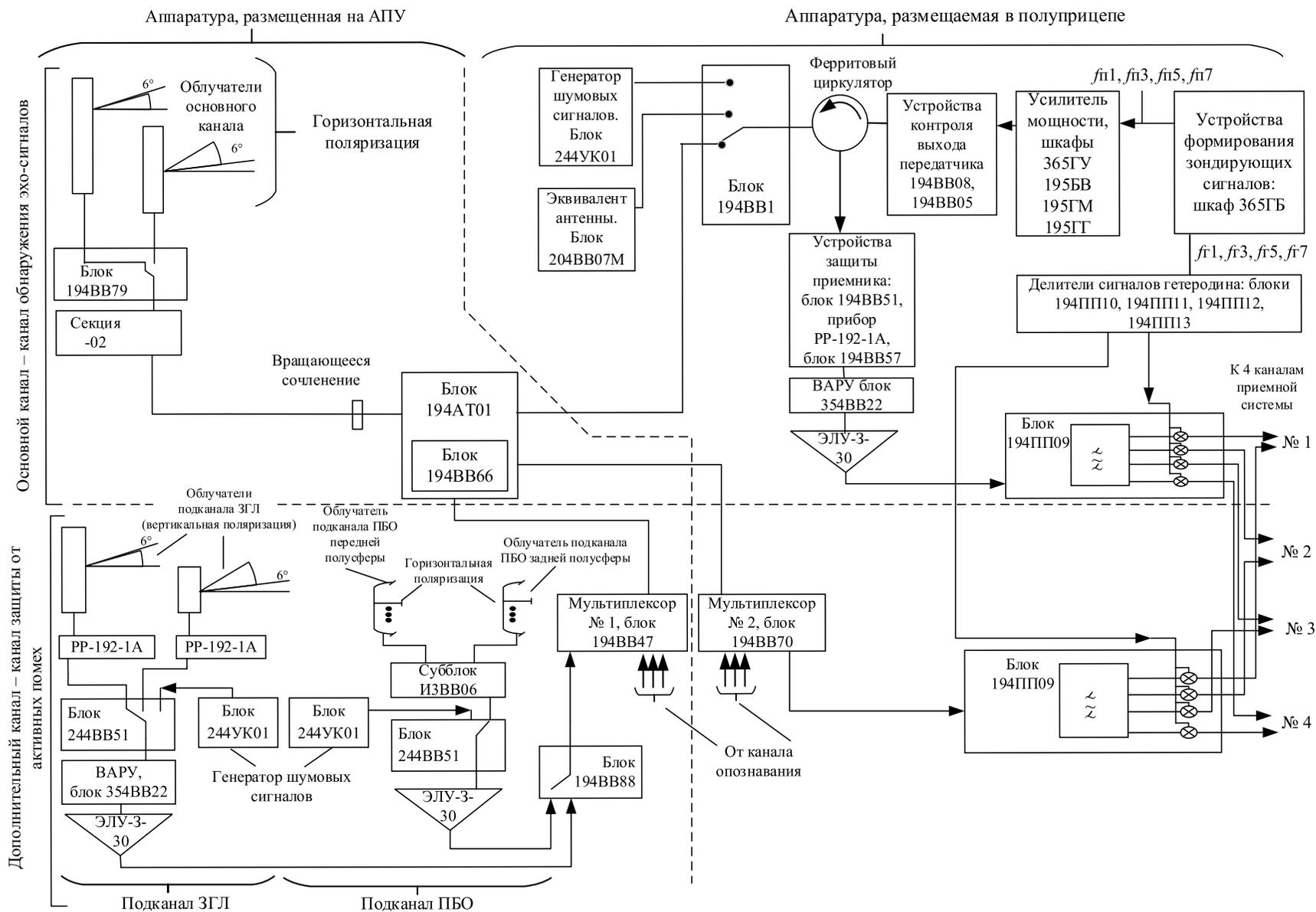


Рис. 13. Структурная схема каналов обнаружения эхосигналов (ОК) и канала защиты от активных помех

В каждый момент на приемные устройства канала ДК поступают сигналы либо от антенны ПБО, либо от антенны ЗГЛ.

Переключение антенн осуществляется с помощью переключателя подканалов – модулем 194ВВ88.

Антенна ЗГЛ и СВЧ-тракт, передающий сигналы от антенны ЗГЛ к переключателю подканалов, представляют собой подканал ЗГЛ – дополнительный канал № 1 (ДК1).

Антенна ПБО и СВЧ-тракт, передающий сигналы от антенны ПБО к переключателю подканалов, представляют собой подканал ПБО – дополнительный канал № 2 (ДК2).

В антенне подканала ЗГЛ используется два облучателя: облучатель подканала ЗГЛ нижней зоны и облучатель подканала ЗГЛ верхней зоны.

Облучатели размещены в четырехканальном облучателе – блоке 354АА03.

С помощью переключателя – модуля 244ВВ51 на обработку подаются сигналы, принятые одним или другим облучателем.

Команды управления на этот переключатель поступают одновременно с командами управления на волноводный переключатель – блок 194ВВ79, выполняющий аналогичную функцию в канале ОК.

Переключатель – модуль 244ВВ51 используется также при контроле коэффициента шума подканала ДК1, для подключения генератора шума – модуля 244УК01.

От переключателя 244ВВ51 принятые сигналы последовательно поступают на следующие устройства:

- управляемый аттенюатор – модуль 354ВВ22, который осуществляет ВАРУ;

- малошумящий усилитель высокой частоты ЭЛУ-3-30 подсистемы усиления и преобразования СВЧ-сигналов, который усиливает сигналы;

- переключатель подканалов – модуль 194ВВ88, который направляет на дальнейшую обработку либо сигналы, принятые антенной ЗГЛ, либо сигналы, принятые антенной ПБО;

- 1-й мультиплексор – блок 194ВВ47, который вводит сигналы канала защиты и сигналы канала опознавания в одну коаксиальную линию;

- коаксиальное вращающееся сочленение – блок 194ВВ66 в составе токосъемника, блока 194АТ01, которое обеспечивает механическую развязку неподвижной и вращающейся частей тракта;

- 2-й мультиплексор – блок 194ВВ70, который разделяет на разные выходы сигналы канала защиты и канала опознавания.

С выхода 2-го мультиплексора сигналы канала защиты поступают на частотный разделитель и преобразователь частоты – блок 194ПП09 подсистемы усиления и преобразования СВЧ-сигналов приемной системы.

В блоке 194ПП09 происходит:

- разделение СВЧ-эхосигналов по частоте на четыре канала;
- преобразование СВЧ-сигналов в сигналы ПЧ и предварительное их усиление.

Для преобразования СВЧ-сигналов в сигналы ПЧ на блок 194ПП09 поступают сигналы гетеродинных частот от устройства формирования зондирующих сигналов – шкафа 355ГБ.

Сигналы поступают на делители сигналов – блоки 194ПП10, 194ПП11, 194ПП12, 194ПП13.

С выходов блока 194ПП09 сигналы поступают на входы четырех угломестных каналов приемной системы.

Антенна подканала ПБО образована двумя антеннами.

Одна антенна, размещенная в блоке 354АА53, ориентирована в переднюю полусферу пространства, другая, размещенная в блоке 354АА54, – в заднюю полусферу.

Сигналы, принятые этими антеннами, суммируются в делителе – субблоке ИЗВВ06 и поступают на вход переключателя подканалов – модуля 194ВВ88, последовательно проходя через:

- двухканальный переключатель – модуль 244ВВ50, который используется при контроле коэффициента шума подканала ДК2 для подключения генератора шума – модуля 244УК01;

- малошумящий усилитель высокой частоты ЭЛУ-3-30 подсистемы усиления и преобразования СВЧ-сигналов.

От переключателя подканалов – модуля 194ВВ88 сигналы, принятые антенной подканала ПБО, поступают на входы четырех угломестных каналов приемной системы тем же путем, которым проходят сигналы подканала ЗГЛ.

### **5.1.3. Каналы приема и обработки**

Во всех каналах приемной системы и системы обработки, которые соответствуют четырем угломестным направлениям, последовательно выполняются:

- автоматическая компенсация активных шумовых помех – в блоке 354ПУ05;

- защита от НАП и усиление эхосигналов на промежуточной частоте: в блоке 354ПУ07М – для канала 1, в блоках 354ПУ06М – для каналов 2, 3 и 4;

- аналого-цифровое преобразование, фазовое детектирование и фазовая доплеровская фильтрация, бланкирование ответных импульсных помех, принимаемых по боковым лепесткам диаграммы направленности антенны, стабилизация уровня ложных тревог для каждого доплеровского фильтра, подавление медленно движущихся целей, автоматическое обнаружение и расчет азимута и дальности всех обнаруженных отметок – в блоке 354ПС01.

Выходная координатная информация каждого канала поступает в РПД, в котором осуществляется расчет угла места и высоты.

Для определения пеленгов на постановщики помех в каждом канале последовательно выполняется:

- определение уровней сигналов, принимаемых антенной основного канала и антенной подканала ПБО на выходе логарифмических усилителей (в блоке 354ПУ04);

- формирование признака ШАП (в блоке 354ПУ04);

- формирование и расчет азимута сигналов пеленга (в шкафу 355УТ);

Выходная пеленгационная информация каждого подканала от шкафа 355УТ поступает в РПД, в котором осуществляется расчет угла места пеленгов. РПД обеспечивает отображение синтезированных сигналов пеленга в специально выделенной зоне на краю экрана.

#### **5.1.4. Канал опознавания государственной принадлежности (канал ОП)**

Аппаратура, входящая в состав канала ОП, обеспечивает передачу запросных и прием ответных сигналов опознавания.

Поляризация излучаемых и принимаемых сигналов вертикальная.

Структурная схема канала ОП приведена на рис. 14.

В устройстве формирования сигналов синхронизации, размещенном в шкафу 355УТ, вырабатываются упрежденные импульсы запуска запросчика ИЗ5 и ИКД.

Импульсы ИЗ5 поступают на шифратор запросчика. Упреждение импульсов запуска ИЗ5 необходимо для компенсации временной задержки, затрачиваемой на формирование и обработку запросных и ответных сигналов из-за сравнительно большой их временной базы.

Шифратор вырабатывает кодированные запросные видеосигналы в зависимости от устанавливаемого расчетом режима и рабочего диапазона опознавания. Запросные видеосигналы с выхода шифратора в 1-м или 3-м режиме поступают на передающие устройства, где вырабатываются высокочастотные запросные сигналы.

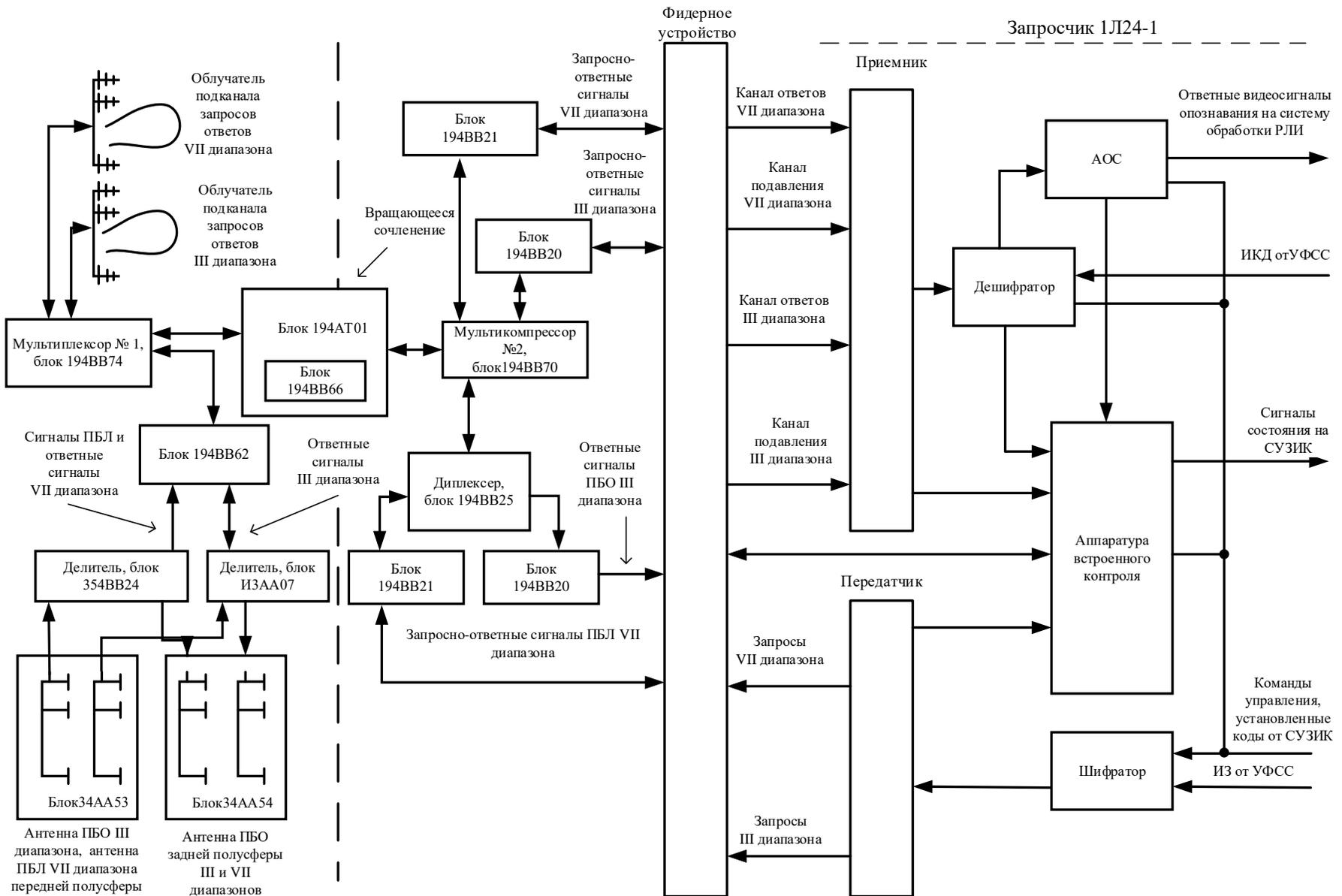


Рис. 14. Структурная схема канала опознавания РЛС

Формируемые в запросчике – шкафу 1Л24-1 сигналы III и VII диапазона через соответствующие фильтры нижних частот – блоки 194ВВ20, 194ВВ21 поступают на второй мультиплексор – блок 194ВВ70. В мультиплексоре осуществляется частотное уплотнение запросных сигналов с сигналами канала защиты.

Затем эти сигналы проходят на вращающееся сочленение – блок 194ВВ66.

После прохождения вращающегося сочленения запросные сигналы выделяются в первом мультиплексоре – блоке 194ВВ47 и подаются на облучатели запросно-ответных каналов III и VII диапазонов. Эти облучатели входят в состав четырехканального облучателя антенны – блока 354АА03.

Ответные сигналы, принимаемые антенной от ответчиков воздушных судов, в обратном порядке проходят от блока 354АА03 на входы запросчика – шкафа 1Л24-1.

Таким образом функционирует подканал запросов-ответов канала ОП.

Сигналы подавления, формируемые в запросчике в VII диапазоне, излучают в пространство антенной подканала подавления запросов-ответов по боковым лепесткам.

Антенна размещена в блоке 354АА53 и ориентирована в переднюю полусферу пространства.

Сигналы ответов VII диапазона принимаются антенной ПБЛ, которая размещена в блоке 354АА54 и ориентирована в заднюю полусферу пространства.

Антенны связаны с СВЧ-трактом через диплексер – блок 354ВВ24, разделяющий сигналы подавления и ответные сигналы.

Прием ответных сигналов III диапазона осуществляется двумя антеннами ПБЛ.

Одна из антенн размещена в блоке 354АА53 и ориентирована в переднюю полусферу пространства, а вторая – в блоке 354АА54, ориентирована в заднюю полусферу.

Антенны соединены двухканальным делителем – субблоком ИЗАА07.

Запросчик – шкаф 1Л24-1 соединен с диплексером 354ВВ24 в подканале ПБЛ VII диапазона и двухканальным делителем ИЗАА07 в подканале ПБЛ III диапазона СВЧ-трактом.

В состав тракта входят следующие основные элементы:

- фильтры нижних частот III и VII диапазонов – блоки 194ВВ20, 194ВВ21;

- диплексеры разделения и суммирования сигналов подканалов ПБЛ III и VII диапазонов – блоки 194ВВ25, 194ВВ62;

- 1-й и 2-й мультиплексоры – блоки 194ВВ47, 194ВВ70, используемые в качестве переходов;

- коаксиальное вращающееся сочленение – блок 194ВВ66 в составе токосъемника 194АТ01.

В запросчике (шкафу 1Л24-1) ответные сигналы III и VII диапазонов, принятые подканалами запросов-ответов и подканалами подавления через фидерное устройство, поступают в приемное устройство запросчика.

С приемного устройства после усиления, детектирования и формирования ответные сигналы поступают в дешифратор для их обработки.

Дешифратор декодирует ответные сигналы во всех режимах и выдает нормализованный по амплитуде и длительности сигнал на устройство АОС.

АОС производит:

- частичное подавление несинхронных помех;
- статистическую обработку пакета сигналов опознавания;
- формирование следующих видеосигналов опознавания:
  - а) сигнал общего опознавания – «ОО»;
  - б) сигнал гарантированного опознавания – «ГО» во 2-м режиме;
  - в) признак сигнала индивидуального опознавания – «ПИО» в 3-м режиме;
  - г) признак сигнала бедствия – «Б»;
  - д) сигнал начала азимутального пакета – «НАП»;
  - е) сигнал конца азимутального пакета – «КАП»;
  - ж) сообщение о принятых от НРЗ кодах – бортовом номере и барометрической высоте – «ИЧПИ».

С выхода АОС видеосигналы опознавания поступают для дальнейшей обработки на устройство обработки сигналов опознавания, расчета координат и пеленгов (УОСО) в шкафу 355УТ.

Аппаратура встроенного контроля запросчика обеспечивает непрерывный функциональный контроль передающего и приемного трактов запросчика.

При обнаружении ухудшения основных параметров (мощность передатчика, чувствительность приемо-дешифрирующего тракта и др.) в запросчике формируется сигнал неисправности.

Этот сигнал через шкаф 365УУ поступает на рабочее место расчета РЛС.

Результаты обработки контрольных сигналов, формируемых в запросчике, выдаются на выходы запросчика в виде видеосигналов ОО, ПИО, Б.

Дальность, на которой формируются контрольные сигналы, задается органами управления запросчика.

При необходимости оператор может выключить формирование контрольных сигналов с помощью программной кнопки «ИМИТ ВЫКЛ» рабочего места оператора.

Для функционального контроля запросчика без излучения сигналов в пространство предусмотрена работа передатчика запросчика на эквивалент.

При работе РЛС в режиме частого запуска (инструментальная дальность – 90 км) для уменьшения дальности действия предусмотрен режим снижения мощности передатчика до 50 %.

## 5.2. Антенная система

В ОК антенная система формирует на прием и передачу четыре луча с горизонтальной поляризацией. Лучи формируются в нижней или верхней зонах углов места (от  $0^\circ$  до  $6^\circ$  и от  $6^\circ$  до  $30^\circ$ ). Положение лучей определяется четырьмя частотами канала ОК.

Лучи остронаправлены в азимутальной плоскости и оптимально перекрывают друг друга в угломестной плоскости. Зоны углов места переключаются по командам управления.

В подканале ЗГЛ канала защиты формируются – только на прием – четыре остронаправленных луча с вертикальной поляризацией. Эти лучи совпадают по положению и основным параметрам ДНА с лучами канала ОК.

Зоны углов места в подканале ЗГЛ переключаются по командам управления синхронно с переключением зон в канале ОК.

В подканале ПБО канала защиты формируются лучи с горизонтальной поляризацией, которые перекрывают боковые лепестки лучей канала ОК в зоне углов места от  $0^\circ$  до  $30^\circ$ .

В подканалах запросов-ответов канала ОП формируются лучи с вертикальной поляризацией. Эти лучи остронаправлены в азимутальной плоскости и оптимально перекрывают углы места от  $0^\circ$  до  $30^\circ$ .

В подканалах ПБЛ канала ОП формируются лучи с горизонтальной поляризацией. Эти лучи перекрывают боковые лепестки лучей подканала запросов-ответов.

Структурная схема антенной системы с элементами волноводного тракта приведена на рис. 15.

Лучи канала ОК, подканала ЗГЛ и подканала запросов-ответов канала ОП формируются основной зеркальной антенной – блоком 354АА01.

Антенна состоит из сплошного зеркала – блок 354АА42 и четырехканального трехдиапазонного линейного облучателя блока 354АА03.

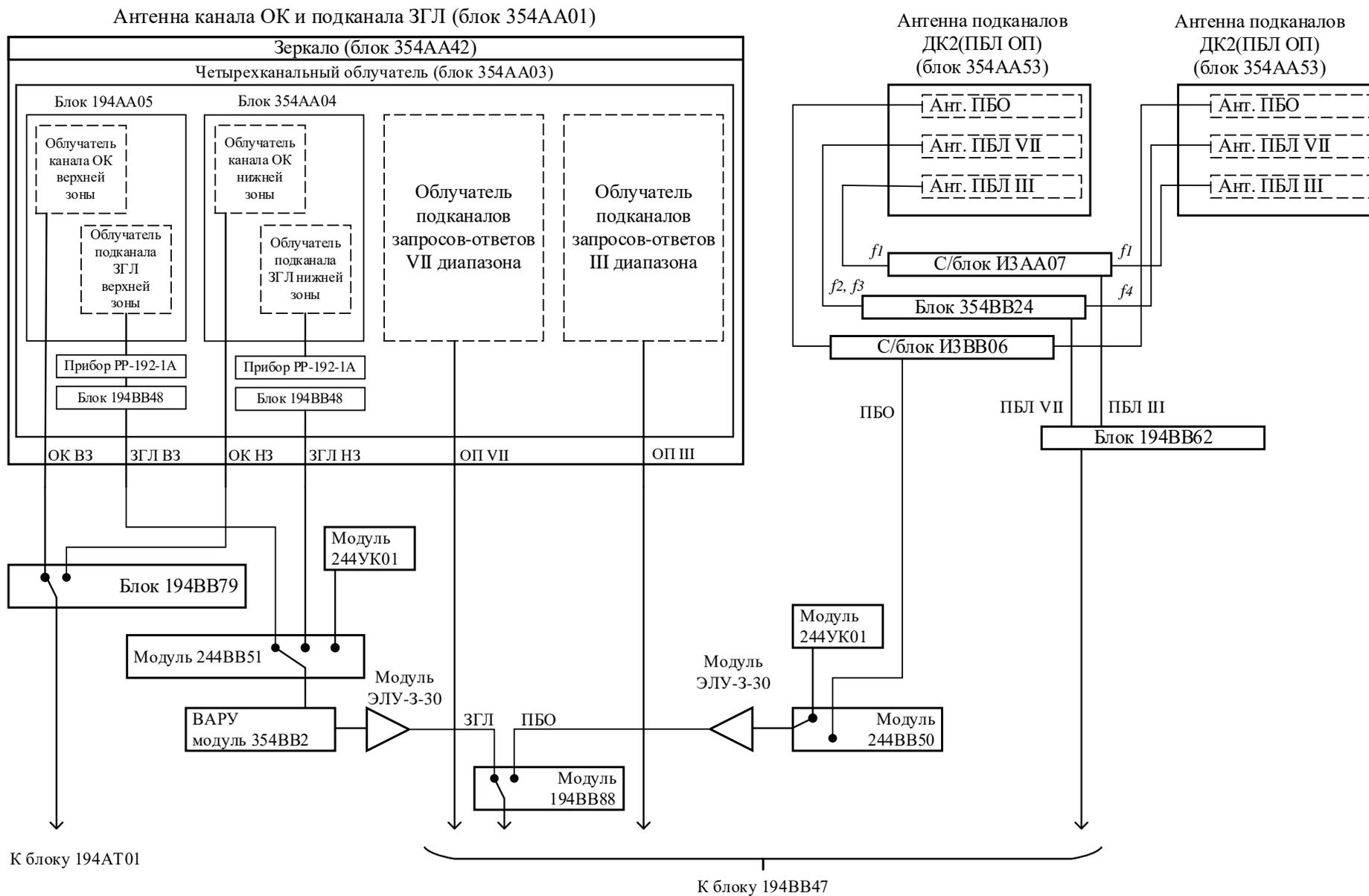


Рис. 15. Структурная схема антенной системы с элементами волноводного тракта

Облучатель состоит:

- из облучателя нижней зоны углов места канала ОК и подканала ЗГЛ – блока 354AA04;

- облучателя верхней зоны углов места канала ОК и подканала ЗГЛ – блока 194AA05;

- облучателя подканала запросов-ответов канала ОП.

Лучи подканала ПБЛ канала ОП и подканала ПБО канала защиты формируются антеннами, размещенными в блоках 354AA53 и 354AA54.

В антенной системе размещены также устройства, обеспечивающие следующие функции:

- переключение зон углов места в канале ОК (с помощью волноводного переключателя – блока 194BB79);

- переключение зон углов места в подканале ЗГЛ (с помощью трехканального переключателя – модуля 244BB51);

- защиту УВЧ приемной системы в подканале ЗГЛ от мощных сигналов, принимаемых антеннами ЗГЛ (с помощью разрядника – прибора РР-192-1А);

- усиление сигналов, принимаемых антеннами подканалов ЗГЛ и ПБО (с помощью УВЧ – ЭЛУ-3-30);

- временную регулировку чувствительности приемного тракта в подканале ЗГЛ (с помощью аттенюатора ВАРУ – блока 354BB22);

- частотное уплотнение подканалов ПБЛ канала ОП с помощью мультиплексора – блока 194BB47;

- временную коммутацию сигналов, принимаемых антеннами ЗГЛ и антеннами ПБО с помощью двухканального переключателя – блока 194BB88;

- формирование калиброванных шумовых сигналов для проверки чувствительности приемных подканалов ЗГЛ и ПБО с помощью генератора калиброванных шумовых сигналов – модуля 244УК01;

- ввод по командам управления калиброванных шумовых сигналов в приемные тракты подканалов ЗГЛ и ПБО с помощью двух- и трехканального переключателей – модулей 244BB50, 244BB51.

### **5.3. Волноводно-коаксиальные тракты**

Волноводно-коаксиальные тракты РЛС включают в себя:

- тракт канала обнаружения эхосигналов (тракт канала ОК);

- тракт подканалов ЗГЛ и ПБО канала защиты, подканала запросов-ответов и подканала ПБЛ канала опознавания (тракт канала защиты и канала ОП).

Структурная схема волноводно-коаксиальных трактов приведена на рис. 16.



### 5.3.1. Тракт канала обнаружения эхосигналов

В тракте канала ОК обеспечивается:

- передача зондирующих сигналов от передающей системы к антенной системе, передача принятых антенной системой сигналов к приемной системе;
- переключение по командам управления сигналов передатчика на эквивалент антенны – блок 204ВВ07М с помощью волноводного переключателя – блока 194ВВ01;
- передача сигналов между неподвижными частями тракта и его подвижными частями с помощью вращающихся сочленений – секции -02, блока 194АТ01;
- защита передающей системы от мощных сигналов, отраженных от неоднородностей волноводного тракта с помощью ферритового циркулятора;
- формирование калиброванных шумовых сигналов для проверки чувствительности приемного канала ОК с помощью генератора калиброванных шумовых сигналов – модуля 244УК01;
- ввод по командам управления калиброванных шумовых сигналов в приемный тракт канала ОК с помощью волноводного переключателя – блока 194ВВ01;
- отбор части зондирующего сигнала для формирования фазирующих импульсов и контроля формы зондирующих сигналов с помощью волноводного направленного ответвителя – блока 194ВВ08;
- контроль величины средней проходящей мощности с помощью датчика измерителя проходящей мощности – блока 194ВВ05;
- защита УВЧ приемной системы от мощных зондирующих сигналов передающей системы и от мощных сигналов, принятых антенной системой с помощью устройств защиты – блока 194ВВ51 и прибора РР-192-1А.

### 5.3.2. Волноводно-коаксиальный тракт канала защиты и канала ОП

Волноводно-коаксиальный тракт канала защиты и канала ОП представляет собой комплексный СВЧ-тракт.

В этом тракте через двухканальное коаксиальное вращающееся сочленение блока 194АТ01 с блоком 194ВВ66 передаются сигналы пяти независимых каналов: канала защиты и четырех подканалов канала ОП.

Передача сигналов пяти независимых каналов через двухканальное сочленение осуществляется с помощью устройств уплотнения частотных каналов: дуплексеров – блоков 194ВВ25, 194ВВ62 и мультиплексоров – блоков 194ВВ47, 194ВВ70.

В канале защиты в подканалах ЗГЛ и ПБО тракт обеспечивает:

- передачу к подсистеме усиления и преобразования сигналов по СВЧ приемной системы сигналов от антенны или от генератора калиброванных шумовых сигналов – модуля 244УК01;

- передачу сигналов между неподвижной частью тракта и его вращающейся частью с помощью вращающегося сочленения – блока 194ВВ66, входящего в состав блока 194АТ01.

В подканалах запросов-ответов и ПБЛ канала ОП тракт обеспечивает:

- передачу от запросчика к антенной системе запросных сигналов и сигналов подавления;

- передачу ответных сигналов от антенной системы к запросчику;

- защиту приемной части запросчика от мощных зондирующих сигналов канала ОК и от других внеполосных сигналов с помощью фильтров – блоков 194ВВ21 и 194ВВ20;

- согласование волноводных сопротивлений выходов запросчика с волновым сопротивлением тракта с помощью коаксиальных переходов – блоков 194ВВ36 и 194ВВ64;

- передачу сигналов между неподвижной частью тракта и его вращающейся частью с помощью вращающегося соединения – блока 194ВВ66.

#### **5.4. Устройство формирования сигналов синхронизации**

УФСС расположено в шкафу 355УТ и предназначено для обеспечения синхронной работы систем РЛС путем подачи импульсов запуска, тактовых импульсов и признаков текущей частоты повторения.

В качестве опорного сигнала для формирования импульсов запуска используется напряжение ПЧ, поступающее со шкафа 355ПУ02М2 (блок 354ПУ01М) приемной системы.

Средняя частота повторения зондирующих импульсов составляет:

- в режиме «Частый» – 1516 Гц;

- в режиме «Редкий» – 758 Гц;

- в режиме «Сверхредкий» – 360 Гц.

Импульсы запуска формируются с вобуляцией частоты повторения.

Вобуляция имеет вид четырех серий импульсов, следующих непрерывно друг за другом.

Длительность зондирующих импульсов зависит от режима обзора пространства и определяется длительностью импульсов запуска И31-1 – И31-4.

Эти импульсы поступают по четырем каналам на устройство формирования сигналов передатчика – шкаф 355ГБ.

Для обеспечения синхронной работы аппаратуры РЛС от УФСС поступают следующие сигналы:

- на модулятор (шкаф 195ГМ) – импульсы запуска ИЗЗ, опережающие начало зондирующих импульсов на  $(2,5 \pm 2,5)$  мкс, и импульсы запуска ИЗ4, предназначенные для запуска параллельного стабилизатора напряжения 354ГМ02Д;

- на аппаратуру приемной системы – импульсы запуска 1.ИЗ6, соответствующие нулевой дистанции и предназначенные для синхронизации анализатора нестационарной помехи и для обеспечения управления устройствами ВАРУ;

- импульсы запуска ИЗ10, предназначенные для управления переключением каналов ЗГЛ и ПБО и включения режекторных фильтров в ОК и ДК;

- импульсы запуска ИЗ11(13)-1...ИЗ11(13)-4, обеспечивающие формирование контрольных импульсов на ПЧ для проведения функционального контроля. Временное положение импульсов соответствует 20, 25, 30, 35, 60 км дистанции;

- импульсы запуска ИЗ16, предназначенные для включения режима подстройки автокомпенсатора;

- импульсы запуска 2.ИЗ18, ИЗ19 и тактовые импульсы 1.ТИЗ75, обеспечивающие прием и выдачу кодограмм ячейкой управления аттенуатором ВАРУ;

- на запросчик опознавания – импульсы запуска 1.ИЗ5, предназначенные для синхронизации излучения запросных сигналов запросчиком;

- на устройство, размещенное на антенне (блок 194БВ14М), – импульсы запуска ИЗ6 и тактовые импульсы ТИЗ75, обеспечивающие работу устройств.

На аппаратуру системы обработки РЛИ (блок 354ПС01, шкаф 355УТ):

- импульсы запуска ИЗ7-1, ИЗ7-1,3, ИЗ7-2,4, ИЗ7 ОП, ИЗ7К, определяющие начало дистанции и совпадающие с зондирующими импульсами;

- импульсы ИЗП, определяющие начало пакета импульсов из четырех частотных пачек;

- импульсы запуска 2.ИЗ10 разрешают формирование пеленгов по информации ОК и ДК;

- импульсы запуска ИЗОП, соответствующие импульсу запуска запросчика ИЗ5 по частоте повторения;

- импульсы запуска ИЗ15 и тактовые импульсы ТИЗ75, обеспечивающие передачу информации об азимуте;

- импульсы запуска ИЗФ, соответствующие началу каждой частотной пачки;

- кодограммы управления КУ1,3, КУ2,4, КПП, содержащие информацию о коде азимута, о режимах работы РЛС.

### 5.5. Передающая система

Передающая система предназначена для формирования и усиления импульсного зондирующего сигнала СВЧ.

Передающая система построена по принципу усилительной цепочки – формирование высокостабильного по частоте маломощного сигнала и его последующее усиление до мощности не менее 350 кВт.

В состав передающей системы входят три устройства:

- устройство формирования сигналов гетеродинов и зондирующего сигнала передатчика – шкаф 335ГБ;
- предварительный усилитель – шкаф 365ГУ;
- выходной усилительный каскад – шкафы 195ГГ, 195ГМ, 195БВ.

Структурная схема передающей системы приведена на рис. 17.

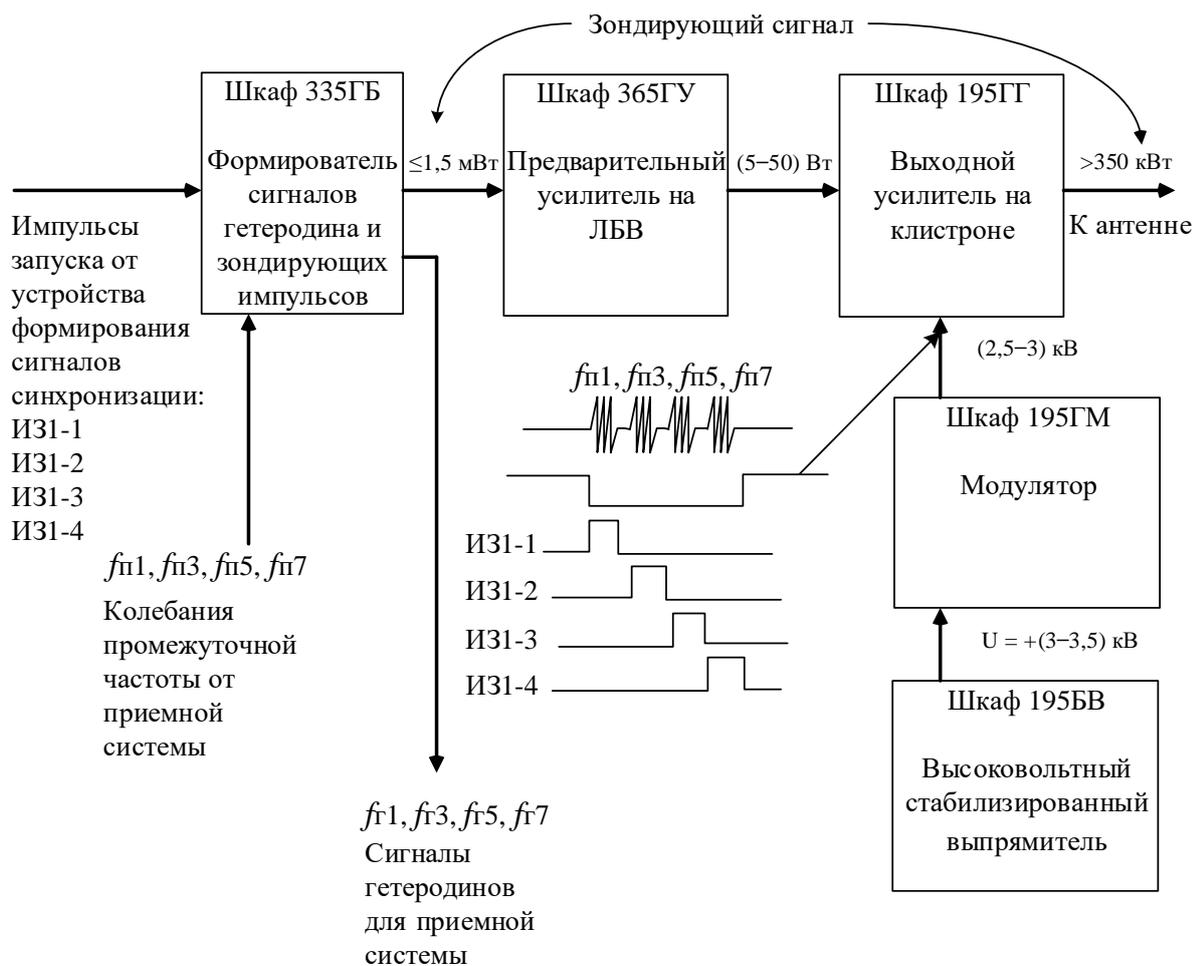


Рис. 17. Структурная схема передающей системы

### 5.5.1. Устройство формирования сигналов гетеродина и зондирующих сигналов

Устройство формирования сигналов гетеродина и зондирующих сигналов – шкаф 355ГБ обеспечивает формирование СВЧ импульсных сигналов низкого уровня с различным частотным заполнением.

Структурная схема формирования сигналов гетеродинов и зондирующих сигналов приведена на рис. 18.

В шкафу 355ГБ устройством, обеспечивающим высокую стабильность выходных сигналов системы, является опорный кварцевый генератор – субблок ИЗГВ28. Частота сигнала этого генератора умножается в 32 раза субблоком ИЗГБ01. В результате этого формируется опорный СВЧ-сигнал.

Далее опорный СВЧ-сигнал фильтруется полосно-пропускающим фильтром блока 354ВВ17М, усиливается субблоком ИЗГУ01 и поступает на блок преобразователя (блок 354ГБ01).

В преобразователе опорный сигнал смешивается с гармониками сигнала кварцевого генератора «смещения». Этот кварцевый генератор расположен в этом же блоке 354ГБ01.

В результате смешивания образуются четыре комбинационные составляющие, которые представляют собой сигналы гетеродинов  $f_{Г1}, f_{Г3}, f_{Г5}, f_{Г7}$ . Сигналы гетеродинов разделяются по частоте в блоке 354ГБ01 на четыре выхода. Далее четыре сигнала гетеродинов обрабатываются в четырех соответствующих частотных подканалах шкафа 355ГБ.

В каждом подканале сигнал гетеродина фильтруется в полосно-пропускающем фильтре, усиливается в субблоке ИЗГУ01 и поступает на делитель мощности – субблок ИЗВВ08.

В субблоке ИЗВВ08 одна десятая часть мощности сигнала гетеродина ответвляется и через аттенюаторы 194ВВ13М, расположенные в шкафу, поступает к делителям сигналов гетеродина приемной системы.

Основная часть сигнала гетеродина поступает на смеситель зондирующего импульса – блок 194ГВ01.

Во всех подканалах шкафа в блоках 194ГВ01 гетеродинные сигналы смешиваются с радиоимпульсными сигналами ПЧ.

Радиоимпульсные сигналы ПЧ формируются субблоками ИЗПУ03-1, расположенными в шкафу 355ГБ.

После смесителей сигналы поступают на полосно-пропускающие фильтры. На них происходит выделение радиоимпульсных сигналов с частотой  $f_{Г} + f_{ПЧ}$ , соответствующей каждому из четырех частотных подканалов.

Сформированные радиоимпульсные сигналы всех подканалов объединяются на один выход сумматором – субблоком ИЗВВ07. Сигнал на

выходе сумматора представляет собой зондирующий сигнал РЛС, который через переменный аттенюатор – блок 194ВВ13М поступает на выход шкафа и далее – на предварительный усилитель – шкаф 365ГУ. В этом шкафу после предварительного усиления осуществляется частотно-зависимое ослабление зондирующего сигнала.

Эта операция выполняется, чтобы скомпенсировать разное, в зависимости от частоты, усиление клистрона.

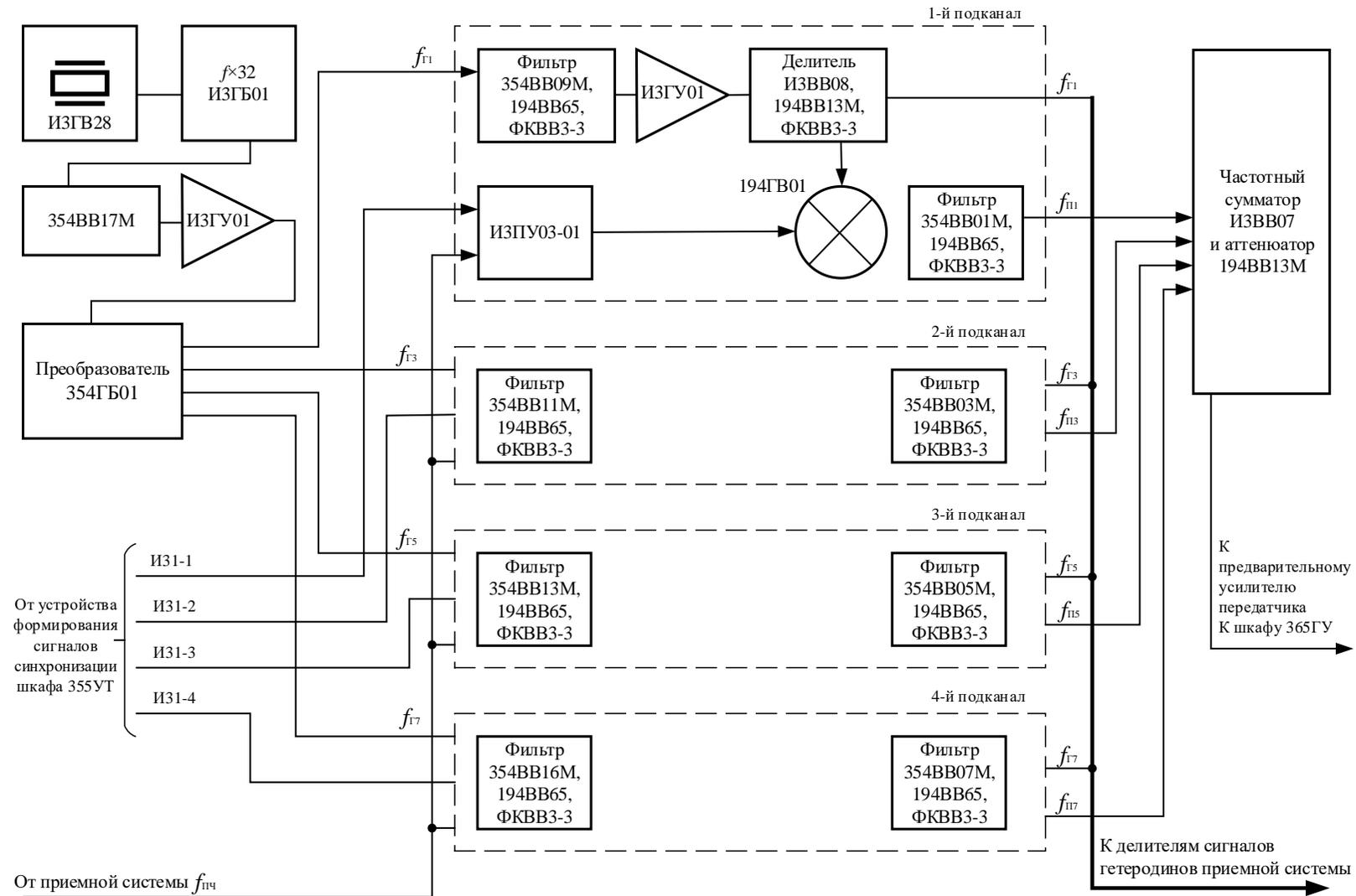


Рис. 18. Структурная схема формирования сигналов гетеродинов и зондирующих сигналов

### **5.5.2. Выходной усилительный каскад**

Выходной усилительный каскад состоит из усилителя – шкафа 195ГГ, модулятора – шкафа 195ГМ и высоковольтного стабилизированного выпрямителя – шкафа 195БВ.

С выхода предварительного усилителя высокочастотные импульсы мощностью (5–50) Вт поступают на шкаф 195ГГ, в котором усиливаются с помощью клистронного усилителя.

Клистронный усилитель собран на приборе КИУ.

Импульсный режим работы клистрона обеспечивается подачей от модулятора (шкафа 195ГМ) модулирующих импульсов отрицательной полярности. Импульсные СВЧ-сигналы усиливаются шкафом 195ГГ до мощности не менее 350 кВт. Частота повторения и длительность модулирующих импульсов определяются режимом запуска РЛС.

Для этого на шкаф 195ГМ подаются импульсы запуска и признаки запуска от системы синхронизации и СУЗиК соответственно. Усиленный выходным каскадом СВЧ-сигнал через элементы тракта поступает на антенну либо на эквивалент антенны.

## **5.6. Приемная система**

Приемная система изделия состоит из двух подсистем:

- подсистемы усиления и преобразования сигналов по СВЧ;
- подсистемы усиления и преобразования сигналов по ПЧ.

### **5.6.1. Подсистема усиления и преобразования сигналов по СВЧ**

Подсистема усиления и преобразования сигналов в СВЧ предназначена:

- для усиления СВЧ-сигналов, поступающих от модуля ЭЛУ-3-30;
- преобразования СВЧ-сигналов в сигналы ПЧ и предварительного их усиления блоком 194ПП09;
- установки требуемого уровня собственных шумов на входах подсистемы усиления и преобразования сигналов ПЧ.

Структурная схема подсистемы усиления и преобразования сигналов по СВЧ приведена на рис. 19.

В состав подсистемы усиления и преобразования сигналов по СВЧ входят:

- два управляемых аттенюатора для ВАРУ – блоки 354ВВ22;
- три усилителя высокой частоты – модули интегральные СВЧ ЭЛУ-3-30;

- три частотных разделителя и преобразователя – блоки 194ПП09;
- делители сигналов гетеродина – блоки 194ПП10, 194ПП11, 194ПП12, 194ПП13.

В блоках 194ПП09 осуществляется частотное разделение СВЧ-сигналов, преобразование их в сигналы ПЧ и предварительное усиление сигналов ПЧ.

Усиленные сигналы ПЧ с выходов всех блоков 194ПП09 поступают на подсистему усиления и преобразования сигналов по ПЧ – шкафы 355ПУ01М1, 355ПУ02М2. На гетеродинные входы этих же блоков от устройства формирования сигналов передатчика – со шкафа 355ГБ – через делители – блоки 194ПП10, 194ПП11, 194ПП12, 194ПП13, поступают непрерывные сигналы частот гетеродина.

В двух блоках 194ПП09 осуществляется обработка сигналов основного и дополнительного каналов, а в третьем – формирование фазирующих импульсов для контроля стабильности передатчиков. На вход блока через направленный ответвитель – модуль 194ВВ43 с блока 194ВВ08 передающей системы поступают зондирующие импульсы. На гетеродинные входы блока 194ПП09 поступают непрерывные сигналы частоты гетеродина.

В блоке 194ПП09 осуществляется частотное разделение зондирующего сигнала и преобразование его в радиоимпульсы ПЧ.

Часть мощности, ответвляемая в модуль 194ВВ43, подается на детекторную головку-модуль 194ГВ02. Это обеспечивает возможность наблюдения огибающей зондирующего сигнала с помощью осциллографа.

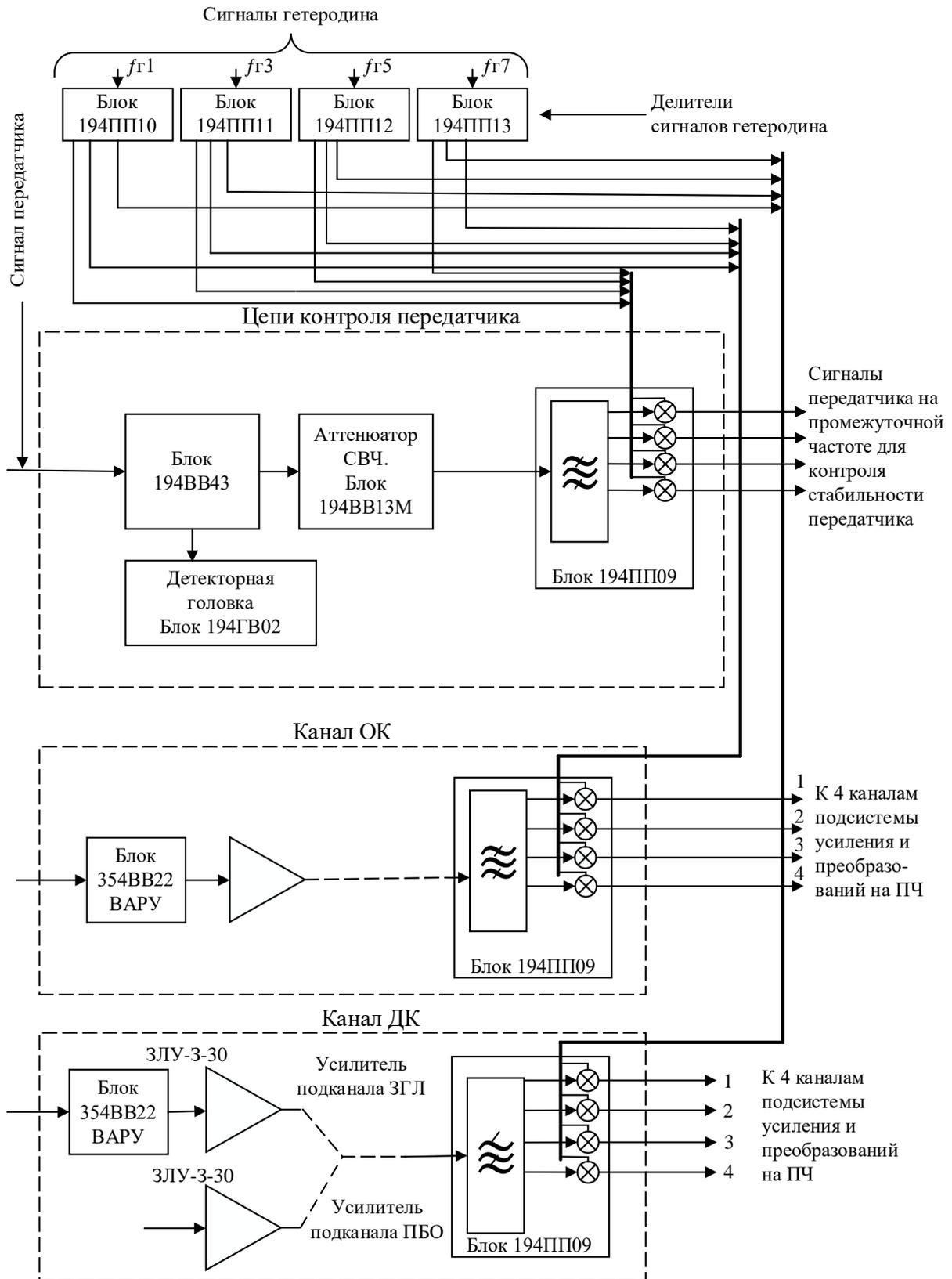


Рис. 19. Структурная схема подсистемы усиления и преобразования сигналов СВЧ приемной системы РЛС

## 5.6.2. Подсистема усиления и преобразования сигналов по ПЧ

Подсистема усиления и преобразования сигналов по ПЧ предназначена:

- для линейной обработки сигналов на ПЧ и выдачи сигналов на ПЧ на устройство обработки эхосигналов системы обработки;
- формирования непрерывного сигнала ПЧ и выдачи его на устройство формирования сигналов передатчика;
- логарифмической обработки сигналов на ПЧ и выдачи сигналов активных шумовых помех на устройство формирования сигналов пеленга системы обработки;
- обработки сигналов помех и выдачи бланкирующих сигналов (ББ01, ..., ББ04) на устройство обработки эхосигналов системы обработки при приеме боковыми лепестками антенны ОК ответных импульсных помех;
- непрерывного анализа наличия ШАП, НАП и автоматического включения схем защиты (ЗГЛ или ШОУ с БАРУ).

Структурная схема подсистемы усиления и преобразования сигналов ПЧ приведена на рис. 20.

В состав подсистемы усиления и преобразования сигналов по ПЧ входят:

- блоки АКП и логарифмических усилителей – блок 354ПУ05;
- блоки защит от НАП – блоки 354ПУ06М, 354ПУ07М;
- формирователь колебаний ПЧ и фазирующих импульсов – блок 354ПУ01М;
- блок контроля – блок 194ПУ15М;
- анализатор сигналов помех – блок 354ПУ04.

Вся вышеперечисленная аппаратура размещена в двух типовых стойках – шкафах 355ПУ01М1 и 355ПУ02М2.

После частотного разделения в блоках 194ПП09 дальнейшая обработка сигналов ОК и ДК осуществляется параллельно в четырех каналах.

Первый канал подсистемы включает в себя блоки 354ПУ05 и 354ПУ07М, а 2-й, 3-й и 4-й каналы – блоки 354ПУ05 и 354ПУ06М. Этим каналам соответствуют также четыре канала анализа помех в блоке 354ПУ04.

Сигналы каналов ОК и ДК в блоках 354ПУ05 усиливаются и проходят обработку в АКП.

АКП включается автоматически при наличии шумовой активной помехи по командам от анализатора ШАП, расположенного в блоке 354ПУ05.

При отсутствии помехи сигналы канала ОК в блоке 354ПУ05 линейно усиливаются и поступают на блок 354ПУ07М или на блок 354ПУ06М для дальнейшего усиления.

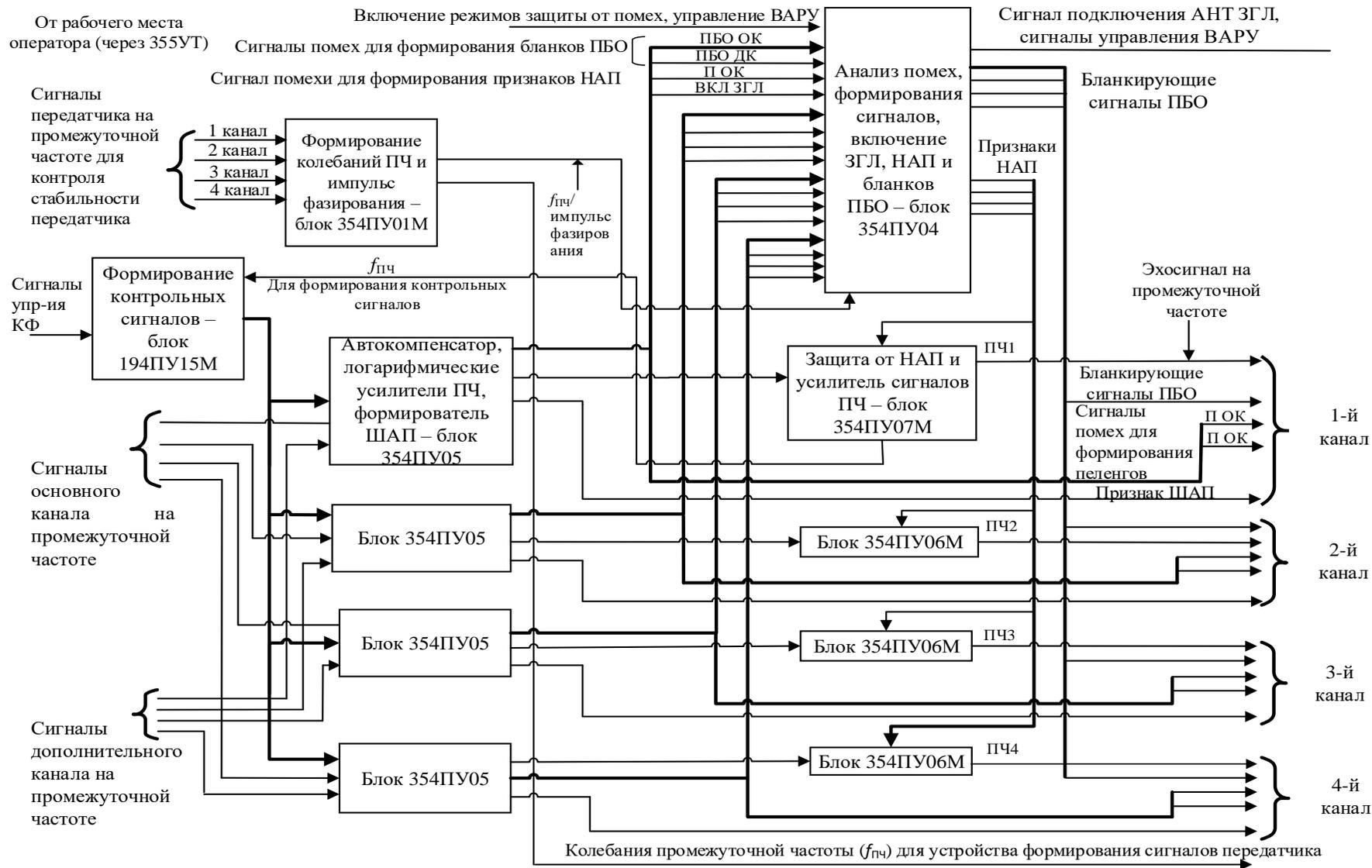


Рис. 20. Структурная схема подсистемы усиления и преобразования сигналов промежуточной частоты РЛС

В этих блоках установлены полосовые фильтры. Полоса пропускания этих фильтров согласована с длительностью самых коротких зондирующих импульсов.

С выходов блоков 354ПУ07М, 354ПУ06М эхосигналы на промежуточной частоте ПЧ1, ПЧ2, ПЧ3, ПЧ4 поступают на входы устройств обработки эхосигналов – блок 354ПС01.

При операциях контроля стабильности передатчика от блока 354ПУ01М1 на блок 354ПУ07М вместо колебаний ФПЧ поступают импульсы передатчика на промежуточной частоте в качестве импульсов фазирования.

Фазируемый гетеродин блока 354ПУ07М фазируется этими импульсами.

Выходные колебания этого гетеродина при операциях контроля стабильности передатчика подаются на вход формирователя контрольных сигналов – блок 194ПУ15М – в качестве опорных.

В блоках 354ПУ05 сигналы каналов ОК и ДК усиливаются также в логарифмических усилителях и обрабатываются затем в амплитудных детекторах.

Логарифмические усилители необходимы для обработки сигналов активных помех, уровни которых значительно превышают динамический диапазон линейных усилителей промежуточной частоты.

Перед логарифмическими усилителями в блоках 354ПУ05 установлены фильтры с переключаемой полосой. Порядок переключения полос фильтров приведен на рис. 5.

В течение времени, соответствующему концу обрабатываемой дистанции, выходные сигналы логарифмических усилителей используются для формирования пеленгов на постановщики активных шумовых помех.

Чтобы предотвратить формирование ложных пеленгов на грозовые облака, в конце дистанции в фильтрах формируется полоса подавления сигналов с частотой  $f_{пч}$ .

В остальные моменты времени выходные сигналы логарифмических усилителей используются для формирования признаков включения защиты от НАП и бланков ПБО.

После детектирования сигналы подаются на блок анализа помех 354ПУ04 и на систему обработки радиолокационной информации – блок 354ПС01 для выработки сигнала пеленга.

В результате анализа активных помех, принимаемых по ОК и ДК, в блоках 354ПУ05 формируются управляющие сигналы на подключение к дополнительному каналу антенны ЗГЛ. Эти сигналы со всех блоков 354ПУ05 обрабатываются на блоке 354ПУ04.

Объединенный сигнал поступает через аппаратуру автоматики на управление коммутатором подканалов дополнительного канала.

При воздействии НАП или их комбинации с пассивными помехами в блоке 354ПУ04 в анализаторе НАП автоматически вырабатывается команда на перевод блоков 354ПУ07М и 354ПУ06М в режим обработки ШОУ – БАРУ.

Команда вырабатывается независимо для каждого блока.

Ответные импульсные помехи имеют такую же структуру, как и эхосигналы.

Поэтому для формирования сигналов, бланкирующих прием ответных импульсных помех боковыми лепестками антенны ОК, выходные сигналы логарифмических каналов поступают на устройство формирования бланков (в блоке 354ПУ04) через дополнительные фильтры. Полосы этих фильтров согласованы с длительностью зондирующих импульсов.

При одновременном приеме ответных помех по боковым лепесткам антенной основного канала и антенной ПБО в блоке 354ПУ04 вырабатываются бланкирующие импульсные сигналы.

Бланкирующие сигналы подаются на систему обработки радиолокационной информации – блок 354ПС01, где происходит бланкирование участков дистанции, пораженных ответными импульсными помехами.

Непрерывные колебания ПЧ, вырабатываемые кварцевым генератором в блоке 354ПУ01М1, выдаются на устройство формирования сигналов – передатчик (шкаф 355ГБ) и на устройство формирования синхронизации шкафа 355УТ.

Блок контроля 194ПУ15М предназначен:

- для измерения коэффициента шума приемной системы РЛС;
- формирования сигналов, используемых при проведении контроля функционирования РЛС;
- формирования контрольных сигналов, используемых при проверке параметров приемной системы при проведении технического обслуживания.

## **5.7. Система обработки и отображения радиолокационной информации**

Система обработки и отображения радиолокационной информации состоит из двух подсистем:

- подсистема обработки радиолокационных сигналов;
- подсистема обработки радиолокационных данных и отображения.

### 5.7.1. Подсистема обработки радиолокационных сигналов

Подсистема обработки радиолокационных сигналов состоит:

- из устройства обработки эхосигналов – блок 354ПС;
- УФСП;
- УОСО, расчета координат и пеленгов;
- УПД.

Устройства УФСП, УОСО, УПД размещаются в шкафу 355УТ.

Согласование работы устройств подсистемы с работой других устройств РЛС производится импульсными сигналами и командами управления, поступающими с устройства синхронизации – шкаф 355УТ.

Устройство обработки эхосигналов предназначено:

- для автоматического обнаружения движущихся ВО на фоне пассивных помех и метеообразований в четырех угломестных каналах;
- расчета азимута и дальности всех обнаруженных ВО;
- оценки уровня пассивных помех и метеообразований в четырех угломестных каналах.

С выхода блоков 354ПУ06М, 354ПУ07М приемной системы сигналы основных каналов на промежуточной частоте (ПЧ1...ПЧ4) поступают на вход аналого-цифровых преобразователей блока 354ПС01.

В аналого-цифровых преобразователях каждого канала сигналы преобразовываются в дискретную цифровую форму.

Дальнейшая обработка производится в многопроцессорных системах на базе сигнальных процессоров, в которых для каждого канала реализованы программные модули:

- формирователь квадратурных составляющих (ФК);
- доплеровской фазовой фильтрации (ДФФ);
- автоматического обнаружения (АО);
- обнаружение пакета и расчет координат (ОПРК).

В программном модуле ФК производится дискретизация по дискретам дальности входной информации с формированием квадратурных составляющих для каждого дискрета дальности.

В программном модуле ДФФ производится когерентное накопление сигналов для каждого дискрета дальности (фильтрация по фазе на восемь, двенадцать или шестнадцать фильтров в зависимости от режима работы изделия по алгоритму быстрого преобразования Фурье (БПФ)).

В программном модуле АО производится:

- формирование зоны режекции пассивных помех и медленно движущихся целей скоростной характеристики в диапазоне от 0 до (50...60) м/с;

- обнаружение сигналов, отраженных от целей с учетом энергетических и скоростных характеристик;

- оценка уровня пассивных помех и метеообразований для отображения на мониторе рабочего места – реализуется функция метеоканала.

В программном модуле ОПРК производится:

- обнаружение пакета и расчет плоскостных координат (азимута и дальности) эхосигналов;

- подготовка данных для вычисления радиальной скорости цели ( $V_r$ ), угла места цели ( $\epsilon$ ), высоты цели ( $H$ );

- обмен данными с РПД.

Бланкирование ответных импульсных помех, принимаемых боковыми лепестками диаграммы направленности антенны, производится в результате обработки бланкирующих сигналов (ББО1...ББО4), поступающих от приемной системы. Данные сигналы поступают на вход программных модулей ФК, где для каждого из четырех каналов осуществляется дискретизация сигналов ББО1...ББО4 по дискретам дальности.

Полученные данные учитываются при формировании признаков превышения в программном модуле АО (в дискретах дальности, где присутствует сигнал бланка – признак превышения не формируется) при получении команды расчету РЛС на включение ПБО.

Метеоканал в РЛС реализован следующим образом:

- в программном модуле АО производится оценка уровня пассивных помех и метеообразований для отображения на мониторе рабочего места;

- признаки помех формируются в каждом дискрете дальности, если сигнал в каком-либо фильтре данного дискрета превысит заданный порог обнаружения помехи;

- порог обнаружения помехи задается расчетом с рабочего места оператора РЛС;

- изменяя порог обнаружения помехи и наблюдая сигналы помех на экранах рабочих мест, расчет определяет интенсивность помех и метеообразований.

Вся информация, полученная в процессе обработки, с выхода блока 354ПС01 передается на РПД по каналу RS-422 (цепи TD 1, 3, TD 2, 4) через устройство обмена с РПД.

Управление работой программных модулей блока 354ПС01 (передача команд расчета) производится с РПД по каналу RS-422 (цепи RD 1, 3, RD 2, 4).

### **5.7.2. Четырехканальное устройство формирования сигналов пеленга**

Шумовые активные помехи, принятые основной антенной и антеннами ПБО, с выходов четырех каналов приемной системы поступают вместе с признаками ШАП на входы четырехканального устройства формирования сигналов пеленга.

В этом устройстве для каждого угломестного канала производится в цифровой форме вычитание сигналов помех, принятых антенной ПБО, из сигналов помех, принятых антенной ОК. Результаты вычитания накапливаются с учетом знака в течение действия импульса запуска ИЗ10 (нерабочий участок дистанции).

Результаты накопления передаются на устройство расчета пеленгов при каждой смене частоты повторения, и одновременно с передачей в устройстве формирования сигналов пеленга осуществляется стирание результатов накопления.

При отсутствии на входе устройства признака ШАП сигналы помех, принятые антенной ОК, не обрабатываются.

Положительный знак результата накопления означает, что в течение пачки импульсов на РЛС по главному лучу воздействовала ШАП. Этот знак обозначается как признак «П».

### **5.7.3 Устройство обработки сигналов опознавания и расчета координат**

Устройство обработки сигналов опознавания и расчета координат и пеленгов предназначено:

- для обработки выходных сигналов запросчика опознавания;
- приема информации от устройства формирования сигналов пеленгов, расчета азимутальных пеленгов для каждого угломестного канала отдельно и выдачи пеленгов на РПД.

Данные об азимутальном положении антенны поступают на УОСО вместе с сигналами синхронизации от УФСС.

От НРЗ на входы ячейки УОСО поступают следующие сигналы:

- сигнал общего опознавания – «ОО»;
- сигнал гарантированного опознавания – «ГО»;
- признак сигнала индивидуального опознавания – «ПИО»;
- признак сигнала бедствия – «Б»;
- сигнал начала азимутального пакета – «НАП»;
- сигнал конца азимутального пакета – «КАП»;

- сообщение о принятых от НРЗ кодах – бортовом номере и барометрической высоте – «ИЧПИ».

В ячейке УОСО по сигналам «НАП» и «КАП» рассчитываются координаты ответных сигналов опознавания ВО. При этом дальность сигналов опознавания ВО определяется по задержке поступления сигналов «НАН» и «КАП» относительно импульса запуска «ИЗ0».

Информация об определенных таким образом координатах азимута и дальности ответных сигналов опознавания ВО поступает от ячейки УОСО на РПД в виде последовательных сообщений «Отметка опознавания».

Если в момент поступления сигнала «НАП» от НРЗ поступают сигналы «ГО», «ПИО» или «Б», то соответствующие признаки будут переданы в составе сообщения на РПД.

При поступлении от НРЗ сообщений информационной части полетной информации (ИЧПИ) в ячейке УОСО осуществляется выделение из этих сообщений кодов полетной информации ВО:

- бортового номера;
- барометрической высоты;
- остатка топлива.

При этом дальность воздушного объекта, от которого поступила полетная информация, определяется по задержке поступления сообщения «ИЧПИ» относительно импульса запуска «ИЗ0».

После этого выделенные коды полетной информации ВО отождествляются с координатами ответных сигналов по значениям кодов дальности.

В результате отождествления в составе сообщений «Отметка опознавания», передаваемых на РПД вместе с рассчитанными координатами ответных сигналов опознавания, передаются выделенные коды полетной информации.

В УОСО для каждого угломестного канала осуществляется следующая обработка выходных сигналов УОСП.

Постоянно анализируется методом скользящего окна поступление признака «П». При выполнении критерия обнаружения помехового пакета (критерий «К из Р») фиксируется текущий азимут антенны и таким образом формируется азимут начала помехи. Критерий обнаружения помехового пакета зависит от режима работы РЛС. Так, в режиме частый – 6-й помеховый пакет считается обнаруженным при поступлении трех признаков «П» в течение шести пачек подряд.

При непоступлении признака «П» и невыполнении критерия обнаружения помехового пакета фиксируется текущий азимут антенны и таким образом формируется азимут конца помехи. Пеленги на каждый постановщик

помех определяются как среднее значение между кодами азимута начала и конца помехи.

Интенсивность помехи определяется как ширина помехового пакета, т. е. как разность между кодами азимута начала и конца помехи.

Значения интенсивности помехи используются в РПД для расчета угла места пеленгов на постановщики помех.

#### **5.7.4. Устройство подготовки данных**

Устройство подготовки данных предназначено:

- для передачи на устройства РЛС кода азимута антенны с учетом ориентирования РЛС и поправки на смещение азимута в верхней зоне;
- формирования сообщений «Азимутальная метка» с целью передачи на порт СОМ1 РПД;
- приема сигналов точного времени от приемника GPS и определения времени формирования сообщений «Азимутальная метка»;
- приема от приемника GPS данных о точке стояния РЛС и формирования сообщений «Точка стояния» для передачи на порт СОМ1 РПД;
- приема от датчика информации о поправке к углу наклона антенны РЛС (\*Егориз) и передаче этой информации в РПД в составе сообщений «Азимутальная метка»;
- формирования азимутального сектора запрета излучения по командам расчета, поступающим с порта СОМ1 РПД;
- передачи на приемную систему команд управления помехозащитой и ВАРУ;
- формирования команд на включение запросчика в секторах, заданных расчетом.

На вход устройства подготовки данных поступает код азимута антенны от датчика азимута угла, а от РПД поступают поправка на ориентирование по данным гирокомпаса и поправка на смещение азимута в верхней зоне, заданные расчетом. В устройстве подготовки данных значения этих поправок суммируются с кодом азимута антенны от датчика азимута, и полученный текущий код азимута передается на устройства РЛС.

При каждом изменении текущего кода азимута на  $11^{\circ}15'$  в устройстве подготовки данных формируется сообщение «Азимутальная метка».

От РПД на устройство подготовки данных поступают заданные расчетом параметры азимутального сектора запрета излучения.

В устройстве подготовки данных значения этих параметров сравниваются с текущим значением азимута, а если текущее значение азимута антенны

находится в пределах заданного сектора, то в устройстве подготовки данных формируется сигнал запрета излучения, который поступает на шкаф 365УУ.

## **5.8. Подсистема обработки данных и отображения**

Подсистема обработки данных и отображения включает в себя:

- РПД – модули ECS-5600В;
- рабочее место оператора;
- вынесенное рабочее место оператора – шкаф 365PP05МГ2.

Подсистема обработки данных и отображения предназначена:

- для приема от устройства автоматического обнаружения данных об обнаруженных отметках и расчета угла места и высоты обнаруженных отметок;
- приема от УОСО информации о воздушных объектах, ответивших на запросы;
- объединения информации от запросчика с координатами обнаруженных отметок;
- траекторной обработки;
- выдачи РЛИ через модемы АПД на АСУ;
- управления РЛС и запросчиком;
- отображения РЛИ.

### **5.8.1. Радиолокационный процессор данных**

РПД представляет собой компьютер с большим количеством каналов обмена на основе процессорного модуля ECS-5600В.

Работа модуля ECS-5600В обеспечивается памятью программ в виде флеш-диска.

Через последовательный порт СОМ1 модуля ECS-5600В осуществляется обмен с устройством подготовки данных шкафа 355УТ. От этого устройства в РПД поступают:

- сообщения «Азимутальная метка» о пересечении азимутом антенны границ азимутальных секторов (величиной  $11^{\circ} 15'$ );
- сообщения о географических координатах точки стояния РЛС, полученных от датчика GPS;
- контрольные сообщения.

Сообщения «Азимутальная метка» содержат в своем составе время пересечения азимутальных секторов и текущие значения поправки « $\Delta \varepsilon$  гор» на наклон антенны под воздействием ветра.

Контрольные сообщения содержат в своем составе также и результаты диагностики.

В свою очередь РПД передает на устройство подготовки данных:

- сообщение о положении и величине сектора запрета излучения;
- сообщения о включенных режимах работ ВАРУ и режимах защиты от активных помех (для передачи их на приемные устройства РЛС);
- контрольные сообщения.

Через последовательный порт COM3 модуля ECS-5600В осуществляется взаимодействие с УОСО.

Через преобразователь интерфейсов – модуль USB-COM422-PLUS2, который подключен к порту USB6 модуля ECS-5600В, осуществляется взаимодействие с аппаратурой системы обработки – блоком 354ПС01.

При этом на блок 354ПС01 поступают сообщения, устанавливающие параметры помехозащиты, а от блока поступает информация о результатах обнаружения и о результатах контроля функционирования РЛС (КФ).

Через последовательный порт COM4 модуля ECS-5600В осуществляется взаимодействие со шкафом автоматики 365УУ.

На шкаф 365УУ поступают команды управления, сформированные с помощью программных инструментов, размещенных на экране монитора.

Это команды по управлению:

- режимом запуска;
- режимом обзора по углу места;
- диагностическими операциями (измерение коэффициента шума, контроль функционирования);
- режимами РЛС (мерцание, 50 % мощности излучения).

В свою очередь от шкафа автоматики на РПД поступают квитанции состояния и результаты диагностики.

Через преобразователь интерфейсов – модуль USB-COM232-PLUS4, который подключен к порту USB5 модуля ECS-5600В, осуществляется выдача данных на модуль АСП (асинхронно-синхронное преобразование). К модулю АСП подключены модемы (аппаратура передачи данных) типа «ТАИНЕТ» или 2С07.

Через эти модемы РЛИ передается на КСА.

Через порт LAN3 модуля ECS-5600В с помощью VDSL-модема осуществляется взаимодействие с вынесенным рабочим местом – шкафом 365РР05МГ2. Обмен между РПД и ВРМ осуществляется по двухпроводной линии связи модулированными сигналами.

### 5.8.2. Рабочее место оператора

К модулю ECS-5600В РПД подключены следующие устройства, входящие в состав рабочего места:

- монитор;
- клавиатура;
- манипулятор.

Рабочее место содержит также пульт управления – субблок ИЗЮП01. Этот пульт включает в себя такие функциональные части, как устройство управления РЛС и устройство аудиосвязи.

Устройство управления содержит органы включения РЛС (ОВ, ДР, ФР) и органы управления АНТ, ВЫС, «12 об».

Информация о состоянии этих органов управления передается в виде сообщений на шкаф автоматики 365УУ по мультиплексному каналу управления с интерфейсом RS485. По этому же каналу на устройство управления передаются квитанции о выполнении команд.

Органы устройства аудиосвязи обеспечивают аудиосвязь с расчетом ВРМ.

Кроме этого, с устройства аудиосвязи осуществляется связь с внешним абонентом.

Для удобства ведения переговоров к устройству аудиосвязи может подключаться и микрофонная гарнитура УА01.

### 5.8.3. Вынесенное рабочее место

ВРМ – шкаф 365РР05МГ2 имеет построение, аналогичное построению РПД основного рабочего места. Процессор ВРМ включает в себя устройства:

- процессорный модуль ECS-5600В;
- VDSL-модем;
- модуль АСП.

Так же как и в основном рабочем месте, в ВРМ к модулю ECS-5600В подключены:

- монитор;
- клавиатура;
- манипулятор «мышь»;
- устройство памяти (флеш-диск – CFast).

Через порт COM3 модуль ECS-5600В взаимодействует с преобразователем (асинхронных в синхронные) интерфейса – модулем АСП, к

которому могут быть подключены модемы (аппаратура передачи данных) типа «ТАИНЕТ» или 2С07. Через эти модемы РЛИ передается на КСА.

Через порт LAN3 с помощью VDSL-модема осуществляется обмен информацией между РПД и ВРМ.

Аналогично конструкции рабочего места, в состав ВРМ входит пульт управления – субблок ИЗЮП01. Устройство управления пульта подключено по мультиплексному каналу управления с интерфейсом RS485 к шкафу автоматики 365УУ.

Устройство аудиосвязи ВРМ подключено к линии внутреннего аудиообмена РЛС. Кроме того, к этому устройству может быть подключен внешний абонент и микротелефонная гарнитура УА01.

Рабочее место и ВРМ имеют одинаковое построение и похожий состав аппаратуры. Отображение РЛИ и результатов диагностики осуществляется на обоих рабочих местах одинаково.

Возможно одновременно и независимо выполнять операции по управлению сопровождением ВО и по взаимодействию с КСА. Однако управление РЛС можно осуществлять только с одного из рабочих мест. Конструкция РЛС позволяет оперативно выбирать (устанавливать), с какого из рабочих мест осуществляется управление РЛС. То рабочее место, с которого в данный момент осуществляется управление РЛС, называется основным рабочим местом.

#### **5.8.4. Аппаратура выдачи радиолокационной информации**

Аппаратура выдачи РЛИ включает в себя модемы (АПД) для выдачи РЛИ на КСА.

Через модемы (АПД) осуществляется выдача на КСА команд общего сообщения ВО, а также следующей РЛИ:

- параметров траекторий сопровождаемых ВО;
- полетной информации, полученной от ВО.

Кроме этого, на КСА выдается служебная информация:

- запрос синхронизации;
- о текущем времени и готовности;
- квитанции.

#### **5.8.5. Тренировка персонала**

Для тренировки персонала используется программно реализованный в РПД имитатор воздушной обстановки. Программные инструменты,

расположенные на экране монитора, позволяют персоналу создавать разные сценарии имитации воздушной обстановки.

### **5.8.6. Документирование радиолокационной информации**

Документирование РЛИ осуществляется в РПД.

Управление процессом документирования происходит с помощью программных инструментов, размещенных на мониторе рабочего места.

В РЛС осуществляется регистрация:

- координат всех обнаруженных отметок;
- координат всех сопроводительных траекторий;
- результатов диагностики технического состояния РЛС;

Расчету представляется возможность управления объемом регистрации.

Управление документированием возможно осуществлять с любого рабочего места.

Образованные в процессе документирования файлы регистрации данных хранятся в программной памяти РПД.

Программные инструменты основного рабочего места позволяют воспроизвести файлы регистрации в реальном масштабе времени на мониторе рабочего места

Физический перенос файлов осуществляется с помощью съемного устройства флеш-памяти, которое хранится в составе ЗИП-О, в соответствии с инструкцией по эксплуатации РЛС.

## **5.9. Система охлаждения полуприцепа**

Система охлаждения полуприцепа состоит из трех подсистем:

- подсистемы жидкостного охлаждения;
- подсистемы воздушного охлаждения аппаратного отсека полуприцепа;
- подсистемы терморегуляции отсека управления РЛС полуприцепа.

### **5.9.1. Подсистема жидкостного охлаждения**

Подсистема ЖО предназначена для охлаждения:

- клистрона – прибора КИУ;
- фокусирующей системы клистрона – соленоида – блока 64ГК01;
- ферритового циркулятора;
- эквивалента антенны – блока 204ВВ07М.

Структурная схема подсистемы ЖО приведена на рис. 22.

Охлаждение осуществляется путем передачи тепла от этой аппаратуры к циркулирующей через нее жидкости и от жидкости к воздуху, который выбрасывается в окружающую атмосферу.

Циркуляция жидкости в подсистеме ЖО осуществляется по параллельным каналам охлаждения:

- канал клистрона – прибора КИУ;
- канал соленоида – блока 64ГК01;
- канал охлаждения ферритового циркулятора и блока 204ВВ07М.

Основные функциональные элементы подсистемы ЖО расположены в блоке 194ЖЖ.

Блок 194ЖЖ включает в себя:

- бак с насосом;
- нагреватель мощностью 45 кВт, состоящий из трех секций;
- два воздухо-жидкостных теплообменника;
- четыре осевых вентилятора;
- три сигнализатора расхода;
- сигнализатор температуры +85 °С;
- сигнализатор температуры +60 °С;
- сигнализатор температуры +20 °С;
- приборы визуального контроля температуры и давления жидкости.

Сигнализатор температуры настройки +60 °С – сигнализатор сигнала на включение вентилятора подсистемы ЖО.

Сигнализатор температуры +20 °С предназначен для включения/отключения нагревателя мощностью 45 кВт при включении изделия и для поддержания температуры жидкости +20 °С в дежурном режиме работы РЛС.

Поддержание температуры осуществляется периодическим включением одной секции нагревателя мощностью 15 кВт.

При помощи регулятора температуры РТП-32-2М-60 жидкость направляется мимо воздухо-жидкостных теплообменников непосредственно в бак к всасывающему патрубку насоса, если температура охлаждающей жидкости ниже +60 °С. Если температура охлаждающей жидкости выше +60 °С, то она пропускается через теплообменники.

Осевые вентиляторы блока одновременно выполняют функцию вытяжных вентиляторов приточно-вытяжного воздушного охлаждения аппаратуры полуприцепа.

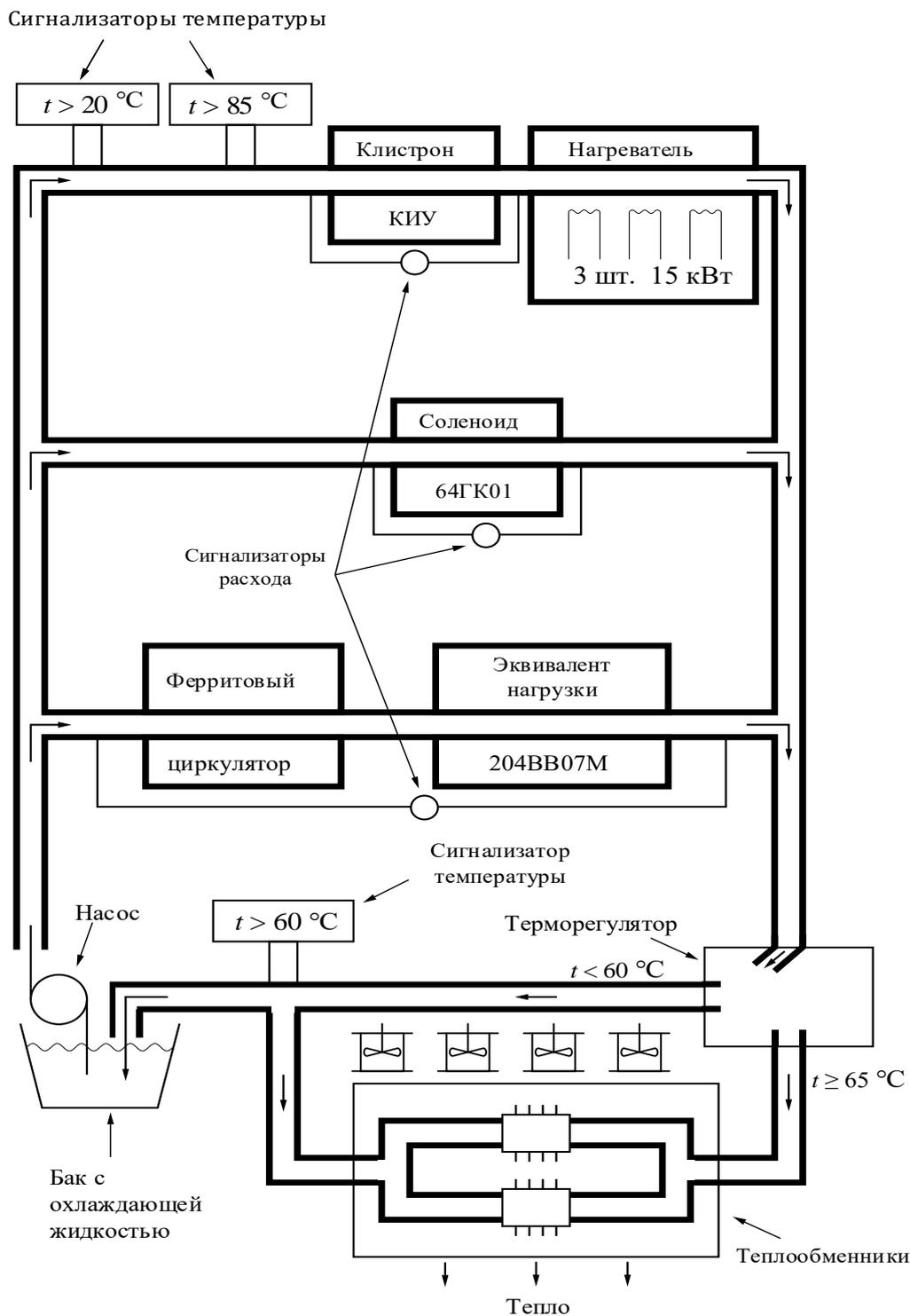


Рис. 22. Структурная схема подсистемы жидкостного охлаждения

Сигнализаторы расхода предназначены для контроля расхода жидкости по трем направлениям.

Сигнализатор температуры +85 °С предназначен для аварийного выключения РЛС при температуре жидкости +85 °С.

### **5.9.2. Подсистема воздушного охлаждения аппаратного отсека полуприцепа**

Подсистема воздушного охлаждения аппаратного отсека полуприцепа предназначена для охлаждения воздухом аппаратуры РЛС.

Подсистема воздушного охлаждения состоит:

- из четырех вентиляторов типа 250ВО-18-2Ц;
- двух кожухов с масляными сетчатыми фильтрами;
- воздуховода – подставки под шкафы.

Подсистема воздушного охлаждения оборудована двумя воздухозаборными люками с крышками, двумя люками выброса горячего воздуха и люком рециркуляции воздуха.

Один из люков выброса совмещен с люком выброса горячего воздуха от радиаторов подсистемы ЖО.

Конструкция подсистемы воздушного охлаждения предусматривает возможность работы ее в трех режимах:

- разомкнутом – при положительных температурах;
- частично разомкнутом – при отрицательных температурах;
- замкнутом – при низких температурах.

В разомкнутом режиме аппаратура РЛС охлаждается воздухом, забираемым вентиляторами из окружающего пространства.

В частично разомкнутом режиме аппаратура РЛС охлаждается воздухом, забираемым вентиляторами через люк рециркуляции из кабины и из окружающего кузов-фургон пространства.

В замкнутом режиме аппаратура РЛС охлаждается воздухом, забираемым вентиляторами из кабины.

Для предотвращения перегрева аппаратуры в замкнутом режиме на потолке внутри кабины возле шкафа 195БП установлен сигнализатор температуры, который соединен с автоматикой.

В подсистеме воздушного охлаждения осуществляется автоматическое ступенчатое регулирование воздушного потока.

В случае если температура воздуха в аппаратном отсеке не превышает +30 °С, при включении РЛС включаются два из четырех вентиляторов.

### **5.9.3. Подсистема терморегуляции отсека управления РЛС**

Подсистема терморегуляции отсека управления РЛС предназначена для обеспечения в отсеке температуры воздуха в диапазоне температур от +17 °С до +27 °С при работе РЛС в диапазоне температур от минус 40 °С до +50 °С.

Кроме того, подсистема терморегуляции отсека обеспечивает возможность работы РЛС или ее транспортирование в условиях зараженной местности.

Подсистема терморегуляции отсека состоит из кондиционера, электронагревателя, отопителя AIR TOP, работающего на дизельном топливе, и фильтрующей установки типа ФВУА-100А-24.

Кондиционер обеспечивает охлаждение воздуха в отсеке. Электронагреватель осуществляет подогрев воздуха и поддержание комфортной температуры в отсеке при низкой температуре окружающего воздуха.

Кондиционер и электронагреватель работают только при наличии на борту полуприцепа напряжения от первичных источников питания.

Для подогрева воздуха в отсеке при отсутствии первичного питания и ускоренного подогрева (при необходимости) в условиях очень низких температур используется подогреватель AIR TOP.

Фильтровентиляционная установка обеспечивает подачу очищенного воздуха в отсек и поддержание в нем избыточного давления не менее 245 Па (25 мм вод. ст.).

Фильтровентиляционная установка может работать от бортовых аккумуляторов изделия, в том числе и на ходу (при транспортировании).

### **5.10. Система вращения**

Система вращения предназначена для вращения антенны (блока 354АА01) по азимуту и непрерывной выдачи в систему обработки РЛИ текущего значения азимута фокальной плоскости антенны.

Вращение антенны со скоростью 6 или 12 об/мин обеспечивается электромеханическим приводом с двухскоростным асинхронным трехфазным электродвигателем. Переключение скорости вращения двигателя производится с рабочего места оператора РЛС.

Информация о текущем значении азимута фокальной плоскости антенны формируется датчиком азимута угла и выдается на систему обработки РЛИ в виде двенадцатирядного двоичного кода.

### **5.11. Система горизонтирования**

Система горизонтирования предназначена для установки оси вращения антенны (блока 354АА01) в вертикальное положение.

Для этого в системе горизонтирования имеются механизмы продольного и поперечного горизонтирования с приводами.

Около приводов установлены пульта управления горизонтированием (ИЗУД02, ИЗУД02-01) со стрелочными нуль-индикаторами.

На пульта поступают электрические сигналы от датчика горизонта ИЗУД01, характеризующие отклонение от горизонта.

Датчик горизонта выполнен на жидкостных маятниковых датчиках и размещен на раме вблизи опорно-поворотного устройства.

При работе изделия в случаях его разгоризонтирования на угол более  $\pm 6'$  с датчика горизонта ИЗУД01 выдается также сигнал на шкаф 365УУ.

Для компенсации отклонения антенны под действием ветровых нагрузок в устройство расчета угла места системы обработки РЛИ вводится угломестная поправка.

Непрерывную выдачу угломестной поправки обеспечивают:

- датчик деформации ИЗУД05, размещенный на тяге, крепящей антенну;
- устройство АЦП, размещенное в блоке 194БВ14М.

Устройство АЦП преобразует аналоговый сигнал датчика в двоичный код.

## 5.12. Система ориентирования

Система ориентирования предназначена для определения истинного азимута фокальной плоскости антенны – блока 354АА01.

Принцип построения системы ориентирования основан на определении азимутальной поправки гирокомпасом и введении ее в систему обработки и отображения РЛИ, где поправка суммируется с текущим значением кода азимута, поступающим от датчика азимута угла.

Принцип действия гирокомпаса 1Г25-1 основан на свойстве гироскопического чувствительного элемента прецессировать относительно географического меридиана под действием суточного вращения Земли.

Азимутальная поправка, определяемая гирокомпасом, представляет собой истинный азимут (географический, а не магнитный) базового направления.

При совпадении направления фокальной плоскости антенны с базовым направлением текущее значение кода азимута на выходе датчика «Угол-код» равно нулю.

Введением азимутальной поправки производится совмещение начала отсчета азимута антенны в системе обработки РЛИ с направлением на север.

Вычисление азимутальной поправки гирокомпасом осуществляется по двум каналам:

- электрическому – с индикацией результата на световом табло;
- визуально – по экрану лимба.

При включении гирокомпаса для предварительной установки его следящего корпуса используется магнитный компас типа АК.

Считанное по цифровому табло гирокомпаса значение азимутальной поправки вводится в память РПД и отражается на мониторе рабочего места оператора в окне «ТОЧКА СТОЯНИЯ РЛС».

### **5.13. Система подъема антенной системы**

Система подъема предназначена:

- для подъема антенны (блока 354АА01) при переводе РЛС из транспортного в рабочее положение;
- опускания антенны при переводе РЛС из рабочего положения в транспортное.

Система подъема состоит:

- из лебедки – блока 194АН01;
- полиспастного устройства с тягой;
- устройства управления, встроенного в блок 194БВ14М.

Исполнительным органом лебедки служит трехфазный асинхронный электродвигатель мощностью 3 кВт, вращение которого через редуктор передается на барабан. Барабан связан канатом с полиспастным устройством и тягой. Через тягу осуществляется перемещение антенны.

Включение электродвигателя для подъема и опускания антенны осуществляется вручную с помощью кнопок «ПОДЪЕМ» и «ОПУСК». Кнопки размещены на пульте управления, который установлен на основании антенны.

Отключение электродвигателя осуществляется автоматически при помощи концевых выключателей. Выключатели срабатывают при подходе блока 354АА01 к крайним верхнему либо нижнему положениям.

Окончательная установка блока 354АА01 в верхнее или нижнее положение осуществляется ручным приводом блока 194АН01.

Электрические блокировки исключают возможность включения электродвигателя блока 194АН01 и электродвигателя системы вращения при пользовании ручным приводом системы подъема.

### **5.14. Система первичных источников питания**

Система предназначена для питания РЛС переменным трехфазным током напряжением 220 В 400 Гц.

В состав системы входят:

- электростанция;
- распределительный шкаф 195БП;
- блок конденсаторов ЛТ-13.

При наличии промышленной сети 380 В 50 Гц питание РЛС может осуществляться от электропреобразовательного агрегата электростанции.

Система позволяет производить дистанционное включение, останов и управление дизель-электрическими и преобразовательными агрегатами электростанции.

Дистанционное управление дизель-электрическими и преобразовательными агрегатами осуществляется с пульта ПДУ на расстоянии до 150 м.

Контроль напряжения, частоты тока и сопротивления изоляции сети производится по приборам, расположенным как в электростанции, так и на шкафу 195БП.

Блок ЛТ-13 используется для компенсации реактивной мощности нагрузки.

### 5.15. Система вторичных источников питания

Вторичные источники питания предназначены для преобразования переменного напряжения 220 В 400 Гц первичного электропитания в постоянное стабилизированное и нестабилизированное напряжение и токи, необходимые для питания аппаратуры изделия.

Состав вторичных источников питания, а также их места установки в изделии приведены в табл. 1.

Табл. 1. Вторичные источники питания

Субблоки, блоки, шкафы	Место установки в изделии
Субблок ИЗБВ01	Шкаф 355ГБ Блоки: 194БВ07, 194БВ09, 194БВ14
Субблок ИЗБВ02	Блок 194БВ09
Субблок ИЗБВ03	Шкафы: 365УУ, 355ГБ, 355УТ Блоки: 194БВ02, 194БВ14М
Субблок ИЗБВ04	Шкаф 355ГБ, блок 194БВ05
Субблок ИЗБВ05	Блок 194БВ07
Субблок ИЗБВ06	Блок 194БВ07
Субблок ИЗБВ02	Шкаф 355УТ
Субблок ИЗБВ03	Шкаф 365ГУ

Субблоки, блоки, шкафы	Место установки в изделии
Субблок ИЗББ03	Шкаф 365ГУ
Субблок ИЗБВ07	Блоки: 194БВ09, 194БВ14М
Субблок ИЗБВ13	Шкаф 355УТ
Модуль питания МП-48V	Шкаф 365ГУ
Субблок Л-014	На шкафу 195БВ
Блок 794БН08	Шкаф 355УТ
Блок 194БВ02	Шкаф 355БВ
Блок 194БВ03	Шкаф 195ГГ
Блок 194БВ04	Шкаф 195ГГ
Блок 194БВ05	Шкаф 355БВ
Блок 194БВ07	Шкаф 355БВ
Блок 194БВ09	Шкаф 355БВ
Блок 194БВ12	Возле шкафа 195БВ
Блок 194БВ14М	На АПУ
Блок Л-10	Шкаф 195БВ
Блок Л-20	Шкаф 195ГГ
Щит Л-24	В аппаратном отсеке полуприцепа
Блок БМГ-03М	Шкаф 195БВ
Блок БПИИ 27V25A	Шкаф 365ГУ
Шкаф 195БВ01Д	В аппаратном отсеке полуприцепа
Шкаф 355БВ01	В аппаратном отсеке полуприцепа

Для защиты радиолокационного процессора данных и рабочих мест оператора от кратковременной потери питающих напряжений используются аккумуляторы. Напряжение аккумулятора, размещенного в полуприцепа с помощью цепочки диодов, объединяется с выходным напряжением (27 В) вторичного источника питания 794БН08, размещенного в шкафу 355УТ. Этим напряжением осуществляется питание РПД и преобразователя.

Преобразователь осуществляет преобразование постоянного напряжения 24–27 В в постоянное напряжение 250 В. Этим напряжением осуществляется питание монитора и модема «ТАИНЕТ».

Аналогичным образом в шкафу 365РР05М осуществляется объединение выходного напряжения источника напряжения 24 В с напряжением аккумулятора, входящего в состав ВРМ.

Этим напряжением осуществляется питание процессора ВРМ и через преобразователь монитора и модема «ТАИНЕТ».

## 5.16. Система управления, защиты и контроля

СУЗиК предназначена:

- для обеспечения включения систем РЛС в определенной последовательности;
- управления РЛС;
- автоматического отключения элементов или исполнительных органов некоторых систем при появлении неисправностей и аварийных режимов работы;
- передачи на рабочие места расчета сигналов сигнализации при неисправностях и авариях в аппаратуре.

В состав СУЗиК входят:

- шкаф автоматики 365УУ;
- блок управления 194БВ14М;
- формирователь аварийных сигналов при электрическом пробое в ВЧ-тракте – блок 354УУ01;
- отдельные элементы, входящие в другие системы.

Шкаф автоматики 365УУ принимает в виде последовательных сообщений команды от пульта управления (субблок ИЗЮП01), входящего в состав рабочего места и от РПД. В РПД команды управления формируются с помощью программных инструментов, отображаемых на мониторе рабочего места.

В шкафу автоматики в соответствии с этими командами формируются команды управления, которые поступают на входы других устройств РЛС.

На входы шкафа автоматики поступают от устройств РЛС квитанции состояния. В шкафу обеспечивается передача информации о состоянии устройств РЛС на РПД и пульт управления в виде последовательных сообщений.

Последовательность включения аппаратуры РЛС задается с помощью программных реле времени, реализованных в шкафу 365УУ.

Программные реле устанавливают необходимые временные интервалы между моментами включения-выключения систем и подсистем.

В РЛС используются три режима включения: общее (нормальный режим включения), форсированный режим включения и включение в дежурном режиме работы.

При нормальном режиме включения с момента нажатия кнопки ОВ через:

- 60 с – становится под контроль расход охлаждающей жидкости;
- 120 с – включается предупредительная сигнализация включения вращения, отключается форсированное питание прибора КИУ, отключается форсированное питание накала тиратронов блока 244ГМ05;

- 130 с – выключается предупредительная сигнализация и включается вращение;

- 155 с – включаются вторичные источники питания (ВИП) и вентиляторы ВО;

- 165 с – включается высокое напряжение.

При форсированном включении с момента нажатия кнопки ФР через:

- 60 с – становится под контроль расход охлаждающей жидкости;

- 60 с – снимается форсированное питание накала тиратронов блока 244ГМ05;

- 80 с – включается предупредительная сигнализация;

- 90 с – выключается предупредительная сигнализация и включается вращение;

- 110 с – включаются ВИП и вентиляторы;

- 120 с – отключается форсированное питание прибора КИУ и включается высокое напряжение изделия.

При включении дежурного режима включаются:

- два вентилятора ВО;

- насос жидкостного охлаждения;

- накал задающей и передающей систем.

Через 120 с выключается форсированный накал прибора КИУ и форсированное питание накала тиратронов блоков 244ГМ05.

При включении РЛС из дежурного режима выключаются вентиляторы и включается предупредительная сигнализация.

Через 10 с выключается предупредительная сигнализация и включается вращение, через 35 с включаются ВИП и воздушное охлаждение, через 45 с включается высокое напряжение РЛС.

При возникновении неисправностей в какой-либо системе срабатывает соответствующая защита.

На мониторе рабочего места отображается сигнал неисправности, и оператор с помощью программных инструментов рабочего места локализует причину и место неисправности. При возникновении аварийного состояния на мониторе отображается сигнал «Авария».

Для оценки огибающей формируемых в передатчике зондирующих сигналов на устройство автоматики поступают от устройств передатчика РЛС импульсные сигналы «ВХОД 1», «ВХОД 2», представляющие собой видеосигналы, и сигнал синхронизации «СИНХР» от устройства синхронизации.

Управление РЛС осуществляется с пульта только одного рабочего места (рабочего места оператора РЛС в полуприцепе или вынесенного рабочего места РЛС), выбранного расчетом как основное. Включение РЛС возможно с любого из этих рабочих мест.

Блок 354УУ01 предназначен для выдачи сигнала снятия запуска со шкафа 355ГБ01 при однократном электрическом пробое в ВЧ-тракте и сигнала аварии для снятия высокого напряжения передатчика при возникновении повторяющегося электрического пробоя в ВЧ-тракте. Выходные сигналы блока поступают на устройства ввода устройства автоматики.

Блок 194БВ14М размещается на антенне и предназначен:

- для управления работой блоков и модулей ВЧ-тракта (194ВВ88, 194ВВ79, 244ВВ50, 244ВВ51), которые размещаются на антенне;
- управления механизмом подъема-опускания антенной системы;
- формирования двоичного кода угломестной поправки и передачи сигналов управления устройствами ВАРУ дополнительных каналов, которые размещаются на антенне;
- питания модулей 244УК01, 244ВВ50, 244ВВ51 стабилизированными напряжениями.

Контроль скорости ветра осуществляется с помощью анемометра сигнального М-95М-Ц.

Этот анемометр предназначен для автоматического определения опасных по совместному воздействию скорости ветра и продолжительности порывов ветра.

При этом система защиты при критических значениях скорости ветра отключает вращения антенны.

Порог срабатывания по скорости ( $V \geq 25 \pm 0,5$  м/с) и времени (5 с) устанавливается на заводе-изготовителе.

Анемометр состоит:

- из датчика скорости ветра, устанавливаемого на трубе, закрепленной на задней стенке полуприцепа;
- пульта измерительного, устанавливаемого в отсеке управления РЛС.

Если скорость ветра по величине и длительности превышает порог срабатывания, через 5 с включается световой индикатор «ОПАСНО» и сигнализатор  $V > 25$  в формуляре на мониторе рабочего места.

А через  $60 \pm 6$  с срабатывает аварийная защита и происходит выключение вращения антенны.

### **5.17. Аппаратура связи**

Аппаратура связи предназначена для обеспечения телефонной (аудио) связи с расчетом РЛС и для обеспечения телефонной связи РЛС с расчетом АСУ и другими внешними абонентами.

В РЛС используется следующая аппаратура связи:

- устройство аудиосвязи субблока ИЗЮП01 из состава рабочего места оператора;
- устройство аудиосвязи субблока ИЗЮП01 из состава вынесенного рабочего места оператора;
- универсальный телефонный аппарат, устанавливаемый на рабочем месте оператора;
- универсальный телефонный аппарат, устанавливаемый на ВРМ оператора;
- телефонный аппарат ТА-57, размещенный в комплекте ЗИП-О.

Схема организации связи в РЛС приведена на рис. 23.

Устройства аудиосвязи субблоков ИЗЮП01 работают по принципу «местная батарея» (МБ) и имеют каждый по два выхода «линия 1» и «линия 2».

Выходы «линия 2» всех устройств соединены вместе и образуют внутреннюю линию аудиосвязи.

Выходы «линия 1» всех устройств предназначены для подключения к каналам типа МБ телефонной станции АСУ.

Устройства аудиосвязи субблоков ИЗЮП01 обеспечивают громкоговорящую связь. При необходимости к этим устройствам подключается микрофонная гарнитура – УА01.

Универсальные телефонные аппараты, устанавливаемые потребителем самостоятельно на рабочих местах, подключают к каналам типа «АУТ» телефонной станции АСУ.

Телефонный аппарат ТА-57 используется как резервное средство связи при отсутствии питающих напряжений.

Устройства аудиосвязи субблока ИЗЮП01, входящего в рабочее место оператора, связаны с модулем ввода-вывода аудиоданных РПД. Через этот модуль осуществляется ввод и вывод телефонных разговоров в РПД при выполнении операций регистрации и воспроизведения телефонных переговоров.

Устройства аудиосвязи субблока ИЗЮП01 позволяют расчету вести переговоры: с абонентом на линии 1 (внешнее питание) или с абонентом на линии 2 (расчет РЛС) или одновременно с абонентами на обеих линиях.

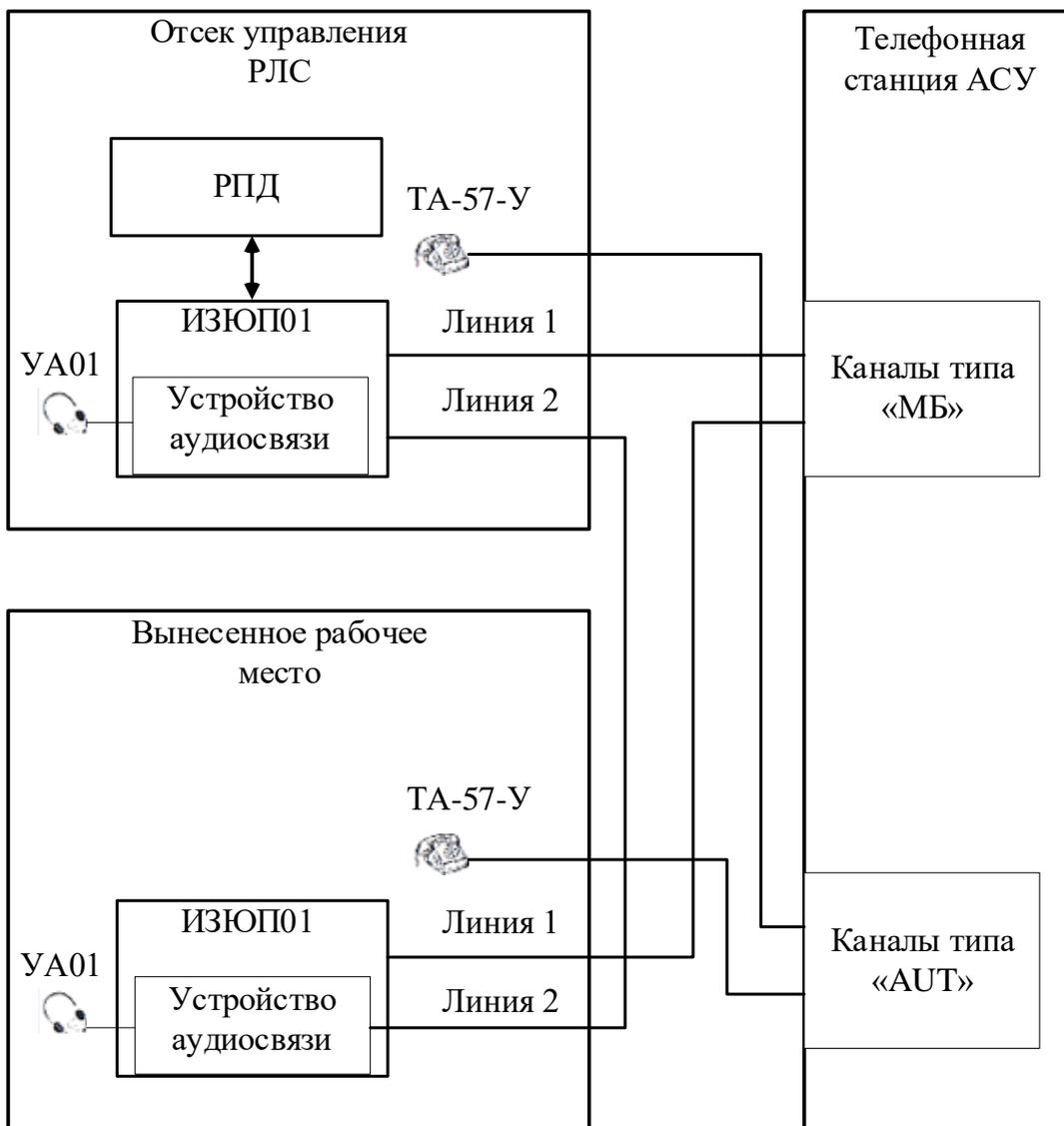


Рис. 23. Схема организации телефонной связи

## 6. КОНСТРУКЦИЯ

Конструктивно аппаратура РЛС размещена в полуприцепе, в электростанции и в комплекте БУФ-08Д1М.

### 6.1. Полуприцеп

Полуприцеп предназначен для размещения, транспортирования и эксплуатации в нем всей аппаратуры РЛС, кроме первичных источников питания.

Общий вид полуприцепа в рабочем положении приведен на рис. 24.



Рис. 24. Полуприцеп в рабочем положении

Схема размещения аппаратуры полуприцепа приведена на рис. 25.

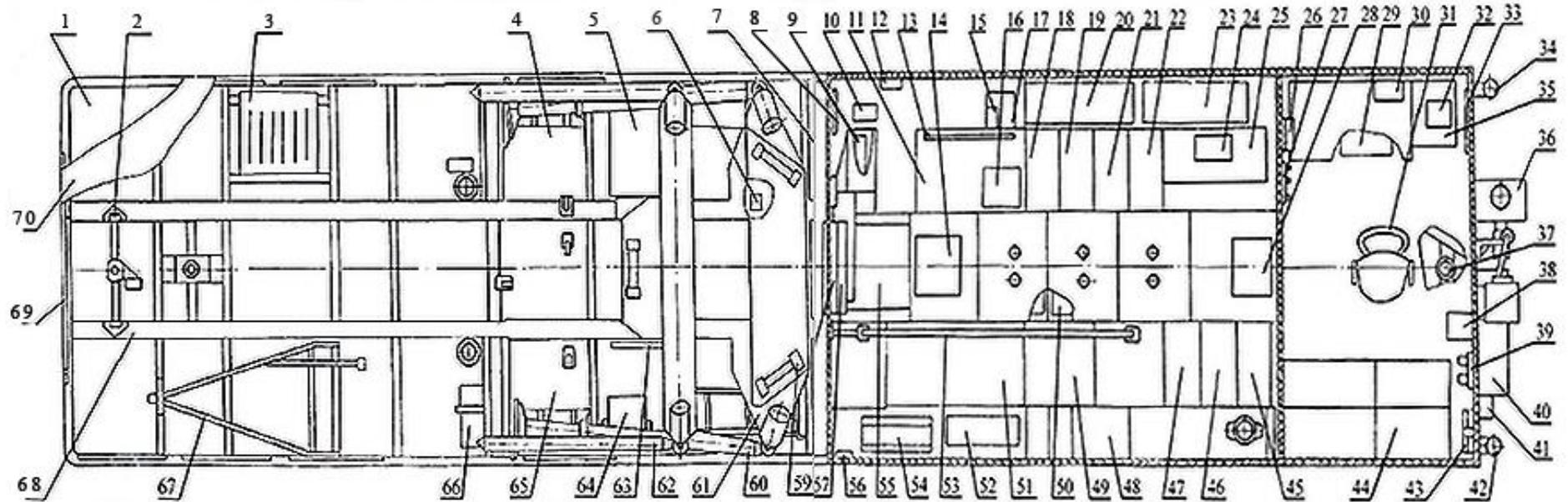


Рис. 26. Схема размещения аппаратуры полуприцепа БУФ6-1:

1 – АПУ; 2 – опора для походного положения; 3 – аккумуляторы; 4 – контейнер с подставками под опоры; 5 – контейнер с ГСМ; 6 – звуковой сигнал; 7 – устройство вентиляционное; 8 – коробка соединительная КС; 9 – блок ЛТ-13; 10 – укладка ЗИП; 11 – шкаф 195БВ; 12 – коробка кабельная; 13 – ручной заземленный разрядник; 14 – осциллограф С1-99; 15 – контактор; 16 – субблок Л-014; 17 – щит Л-24; 18 – шкаф 355ПУ02М2; 19 – шкаф 355ПУ01М1; 20 – укладка ЗИП; 21 – шкаф 355БВ; 22 – шкаф 355УТ; 23 – укладка ЗИП; 24 – блок 354ПС01; 25 – шкаф ПС; 26 – аптечка; 27 – вешалка; 28 – ящик с пылесосом; 29 – гироскоп П25-1; 30 – милливольтметр ВЗ-48А; 31 – стул; 32 – ящик с модемами; 33 – шанцевый инструмент; 34 – огнетушитель; 35 – ящик с видеомонитором; 36 – ФВУА-100А-24; 37 – механизм продольного горизонтирования; 38 – блок управления электростанцией; 39 – подставка для оружия; 40 – кондиционер; 41 – отопитель AIR TOP; 42 – огнетушитель; 43 – стулья складные; 44 – рабочее место оператора; 45 – шкаф 365УУ; 46 – шкаф 355ГБ01; 47 – шкаф 365ГУ01А; 48 – блок 194ЖЖ; 49 – шкаф 195ГГ; 50 – укладка ЗИП; 51 – шкаф 195ГМ; 52 – укладка ЗИП; 53 – устройство высокочастотное; 54 – комплект ИДК-1; 55 – ковры диэлектрические; 56 – насос ручной; 57 – шкаф 195БП; 58 – люк выброса воздуха; 59 – подшипник для крепления АПУ; 60 – лестницы; 61 – рама; 62 – механизм поперечного горизонтирования; 63 – кожух с фильтром; 64 – катушка с кабелями; 65 – контейнер с подставками под опоры; 66 – канистра; 67 – опора для походного положения антенны; 68 – кузов-фургон СПП; 69 – кол заземления; 70 – чехол

Полуприцеп выполнен на базе специального кузова-фургона СПП-15 на шасси полуприцепа МАЗ-938Б, имеющего кабину и свободную часть шасси. Кабина имеет аппаратный отсек и отсек управления РЛС, разделенные перегородкой с центральной дверью.

В отсеке управления РЛС размещены: рабочее место оператора с аппаратурой отображения, управления и связи, шкаф с эксплуатационной документацией, гироскоп, ЗИП гироскопа и милливольтметр ВЗ-48А.

В аппаратном отсеке размещены: шкафы с РЭА, волноводно-коаксиальные тракты, подсистема жидкостного охлаждения. Шкафы размещены вдоль боковых стенок аппаратного отсека и закреплены на силовом основании полуприцепа. Основание служит одновременно для распределения нагрузки от шкафов с РЭА на пол кабины и является воздухопроводом для воздушного охлаждения шкафов.

Между собой шкафы с РЭА скрепляются рамами.

В средней части основания по проходу имеются отсеки, в которых размещены ящики с ЗИП. Закрываются отсеки крышками с замками. Крышки являются одновременно фальшполом.

Кабина освещается расположенными на потолке плафонами. Необходимая яркость освещения рабочего места оператора регулируется оператором. В отсеке управления РЛС имеются: общее, дежурное, светомаскировочное, дополнительное (светильник на столе оператора) освещение.

Свободная часть шасси МАЗ-938Б предназначена для установки антенной системы с опорно-поворотным устройством, а также для укладки антенны в транспортное состояние. Кроме этого, здесь размещен механизм поперечного горизонтирования, контейнеры с аппаратурой и ЗИП. В транспортном положении механизм поперечного горизонтирования укладывается вдоль рамы полуприцепа.

Защита от оружия массового поражения (химического, бактериологического) реализована следующим образом:

- кабина с РЭА имеет наружную металлическую герметичную обшивку;
- герметична перегородка, поэтому герметичен отсек управления РЛС с рабочим местом оператора;
- входная дверь и дверь в перегородке оборудованы быстрозапирающимися замками;
- кабина оборудована фильтровентиляционной установкой;
- температура воздуха в отсеке управления РЛС  $+17\text{ }^{\circ}\text{C} \dots +27\text{ }^{\circ}\text{C}$  при работе РЛС в диапазоне температур от минус  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$  поддерживается с помощью кондиционера, электронагревателя и отопителя AIR TOP;

- РЛС укомплектована дегазационным комплектом ИДК-1 и канистрой для спецраствора, а в стойке с блоком ЛТ-13 предусмотрены два места для размещения прибора радиационной разведки ДП-3 или ДП-5 и прибора химической разведки ВПХР.

В отсеке управления РЛС предусмотрено место для размещения индивидуальных средств защиты расчета, имеется аптечка с медицинскими средствами первой необходимости, размещены средства пожаротушения – два огнетушителя.

Фильтровентиляционная установка обеспечивает подачу в кабину свежего обеззараженного воздуха до 100 м<sup>3</sup>/ч и подпор внутри кабины не менее 25 мм вод. ст. (245 Па). Этого достаточно для нахождения там персонала РЛС (при норме 6,5 м<sup>3</sup>/ч на одного человека).

## **6.2. Антенно-поворотное устройство**

АПУ предназначено для вращения антенной системы.

АПУ имеет следующие технические данные:

- масса, кг – 5053;

- габаритные размеры:

в транспортном положении, мм – 7430 × 2819 × 1792;

в рабочем положении, мм – R 3750 × 8208.

АПУ состоит из следующих основных частей:

- антенной системы и основания;

- блока управления и питания 194БВ14М;

- пульта управления лебедкой системы подъема;

- токосъемника – блока 194АТ01;

- опорно-поворотного устройства ОПУ 000;

- редуктора вращения – блока 194АВ01;

- датчика азимута угла ВЮ3.036.329;

- части волноводно-коаксиальных трактов;

- рамы.

Общий вид АПУ в рабочем положении приведен на рис. 24.

Основной силовой частью АПУ является рама с установленными на ней ОПУ и основанием.

Рама представляет собой сварную металлоконструкцию.

На раме имеются три цапфы, посредством которых АПУ крепится в разъемных подшипниках (замках) полуприцепа.

ОПУ к раме крепится высокопрочными болтами, приводится во вращение блоком 194АВ01.

На измерительную ось ОПУ устанавливается датчик азимута угла.

На поворотный фланец ОПУ крепится основание с площадками.

В центре, между поворотной и неподвижной частями ОПУ, устанавливается токосъемник – блок 194АТ01.

Блок управления и питания 194БВ14М установлен в нише основания между стойками.

Пульт управления системой подъема расположен в верхней части основания.

Антенная система с элементами волноводно-коаксиального тракта крепится к основанию шарнирно в трех точках.

На основании установлены концевые выключатели, обеспечивающие безаварийную работу системы подъема.

АПУ с внешними электрическими цепями соединяются разъемами, а волноводный тракт – разъемными волноводными секциями.

Часть разъемов установлена на кронштейне возле датчика азимута угла.

Разъемы питания электродвигателя блока 194АВ01 и цепи блокировки вращения установлены на блоке 194АВ01 над электродвигателем.

Датчик азимута угла с внешними системами соединяется разъемами, установленными на его корпусе.

На ОПУ с левой стороны установлен указатель транспортного положения поворотной части.

### **6.3. Антенная система**

Отражатель антенны – блока 354АА01 выполнен из четырех клепаных легких алюминиевых панелей. Форма и размеры панелей обеспечивают необходимую кривизну и жесткость отражателя.

Шарнирно-рычажная навеска удерживает облучатель в рабочем и транспортном положениях.

Перевод панелей отражателя и навески с облучателя из рабочего положения в транспортное осуществляется одновременно одним механическим ручным приводом. Навеска снабжена специальными дистанционно открываемыми самозапирающимися замками.

### **6.4. Волноводно-коаксиальный тракт**

По конструктивным признакам элементы волноводно-коаксиального тракта разделяются на следующие типы устройств:

- волноводные;

- коаксиальные;
- воздушно-полосковые с плоскими внутренними проводниками;
- воздушно-полосковые с круглым внутренним проводником;
- микрополосковые;
- триаксиальные.

#### 6.4.1. Волноводные устройства

К этому типу устройств относятся следующие блоки РЛС: 194ВВ05, 194ВВ06, 194ВВ08, 194ВВ79, 194ВВ48, 194ВВ52, 194ВВ57, 204ВВ07М, 194ВВ01.

Конструктивно волноводные устройства выполнены на основе отрезка алюминиевой трубы прямоугольного сечения размером  $72 \times 34$  мм с толщиной стенки 2,5 мм.

Для установки устройства в тракт труба снабжена стандартными фланцами.

Примером волноводного устройства является блок 194ВВ05 (рис. 26).

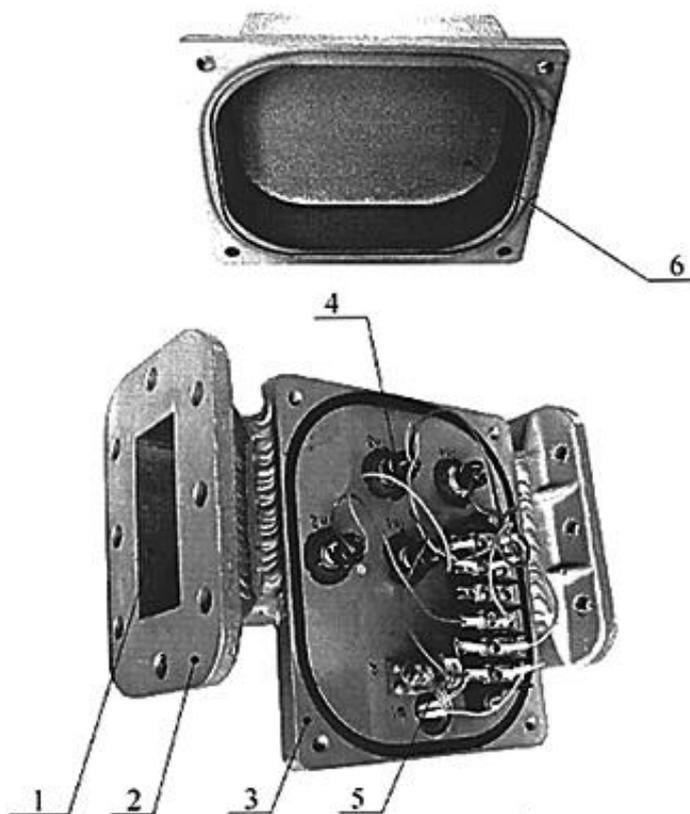


Рис. 26. Блок 194ВВ05:

- 1 – волновод; 2 – фланец; 3 – плата; 4 – датчик термопарный;  
5 – резистор; 6 – крышка

### 6.4.2. Коаксиальные устройства

К этому типу устройств относятся следующие блоки РЛС: 194ВВ20, 194ВВ21, 194ВВ44, 194ВВ49, 194ВВ50, 194ВВ63, 194ВВ65.

Конструктивно коаксиальные устройства выполнены на основе отрезка латунной трубы.

Для подсоединения коаксиального устройства к коаксиальной линии используются разъемы.

Детали коаксиальных устройств покрыты серебром.

Примером коаксиального устройства является блок 194ВВ21 (рис. 27).

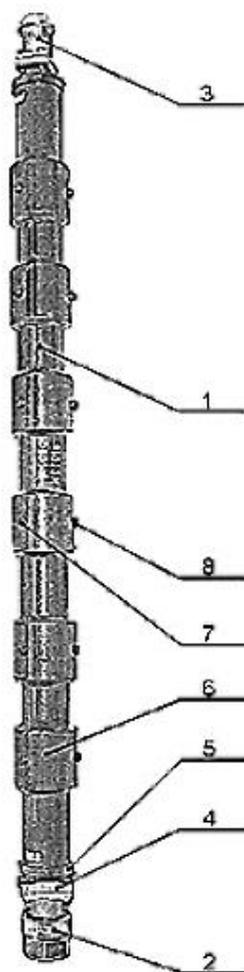


Рис. 27. Общий вид блоков 194ВВ20, 194ВВ21:

1 – труба; 2 – вилка; 3 – розетка; 4 – втулка; 5 – контактная гайка;  
6 – кольцо; 7 – штифт; 8 – винт стопорный

### **6.4.3. Воздушно-полосковые устройства с плоскими внутренними проводниками**

К этой разновидности относятся следующие блоки РЛС: 194ВВ12, 194ВВ17, 194ВВ30, 194ВВ58.

Конструктивно воздушно-полосковые устройства представляют собой сборный коробчатый корпус, состоящий из четырех стенок и двух пластинчатых крышек.

Внутри корпуса помещен плоский внутренний проводник.

На входе и выходе блоков установлены коаксиально-полосковые переходы.

Латунные детали блока покрыты серебром, алюминиевые – сплавом олово-висмут.

### **6.4.4. Воздушно-полосковые устройства с круглым внутренним проводником**

К этой разновидности относятся следующие блоки РЛС: 194ВВ25, 194ВВ47, 194ВВ62, 194ВВ70.

Конструктивно указанные блоки выполнены в литом латунном корпусе, служащим одновременно наружным проводником.

Внутренними проводниками служат латунные стержни круглого сечения, закрепленные в отверстиях на боковых стенках корпуса.

Корпус закрыт латунной крышкой.

Стык корпуса с крышкой уплотнен резиновой прокладкой.

На входах и выходах блоков установлены коаксиально-полосковые переходы.

Детали блоков покрыты серебром.

Наружные поверхности блоков имеют лакокрасочное покрытие.

Примером воздушно-полосковых устройств с круглым внутренним проводником является блок 194ВВ25 (рис. 28).

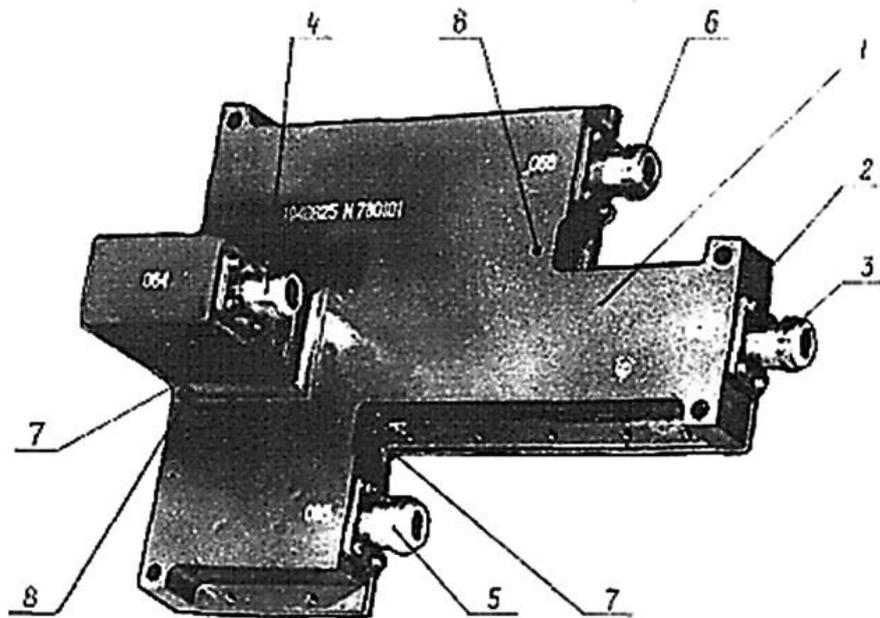


Рис. 28. Общий вид блока 194BB25:  
 1 – корпус; 2 – крышка; 3 – разъем Ш1;  
 4 – разъем Ш2; 5 – разъем Ш3; 6 – разъем Ш4;  
 7 – винт настроечный; 8 – винт стопорный

#### 6.4.5. Микрополосковые устройства

К этому типу устройств относятся следующие модули РЛС: 194BB13М, 194BB24М, 194BB43, 194BB88, 244УК01, 194ГВ02М.

Конструктивно микрополосковые устройства представляют собой плату, выполненную из материала «поликор» и помещенную в паяный латунный корпус рамочного типа.

Модули 194BB88, 354BB22 и 244УК01 представляют собой несколько микрополосковых и печатных плат в едином алюминиевом корпусе. Корпус закрывается крышками и опаявается.

На входах и выходах блоков установлены коаксиально-полосковые переходы.

Детали блоков покрыты серебром или сплавом олово-висмут.

Примером микрополоскового устройства является модуль 194BB88 (рис. 29).

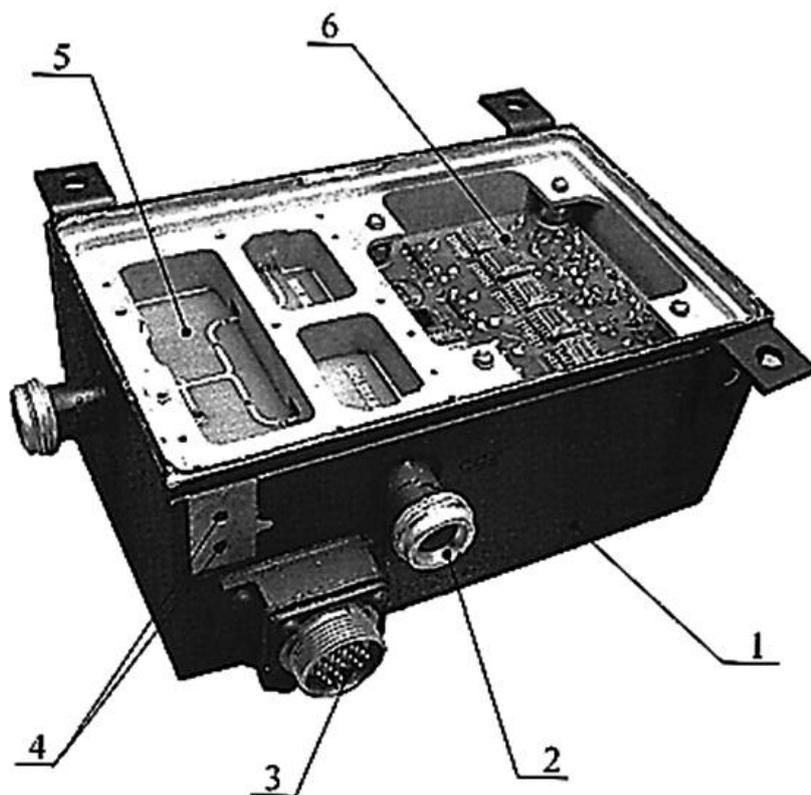


Рис. 29. Общий вид блока 194BB88:  
 1 – корпус; 2 – розетка; 3 – низкочастотный разъем;  
 4 – отверстия для угольников; 5 – плата переключателя;  
 6 – узел И2КН14

#### 6.4.6. Триаксиальные устройства

В РЛС применяются следующие триаксиальные устройства:

- полужесткие триаксиальные кабели, представляющие собой отрезок кабеля РК-50-17-51С. Кабель заканчивается двумя триаксиальными разъемами;

- жесткие триаксиальные линии передачи (блок 194АТ01), конструктивно выполненные в виде двух жестких коаксиальных линий, помещенных одна в другую. При этом внутренний проводник наружной коаксиальной линии служит наружным проводником внутренней коаксиальной линии. Фиксация положения элементов коаксиальных линий осуществляется фторопластовыми опорными шайбами. Материал элементов коаксиальных линий – латунь и бронза. Покрытие проводящих поверхностей – серебро;

- триаксиальные вращающиеся соединения. К ним относится блок 194ВВ66, входящий конструктивно в блок 194АТ01.

Конструктивно триаксиальное вращающееся сочленение выполнено в виде двух жестких триаксиальных линий, соосно соединенных между собой с

помощью подшипниковых узлов, позволяющих осуществлять независимое вращательное движение по одной линии относительно другой.

Подвижный электрический контакт обеспечивается по торцам проводников триаксиальных линий.

Свободные концы триаксиальных линий снабжены триаксиальными разъемами.

Примером триаксиального устройства является блок 194ВВ66 (рис. 30).

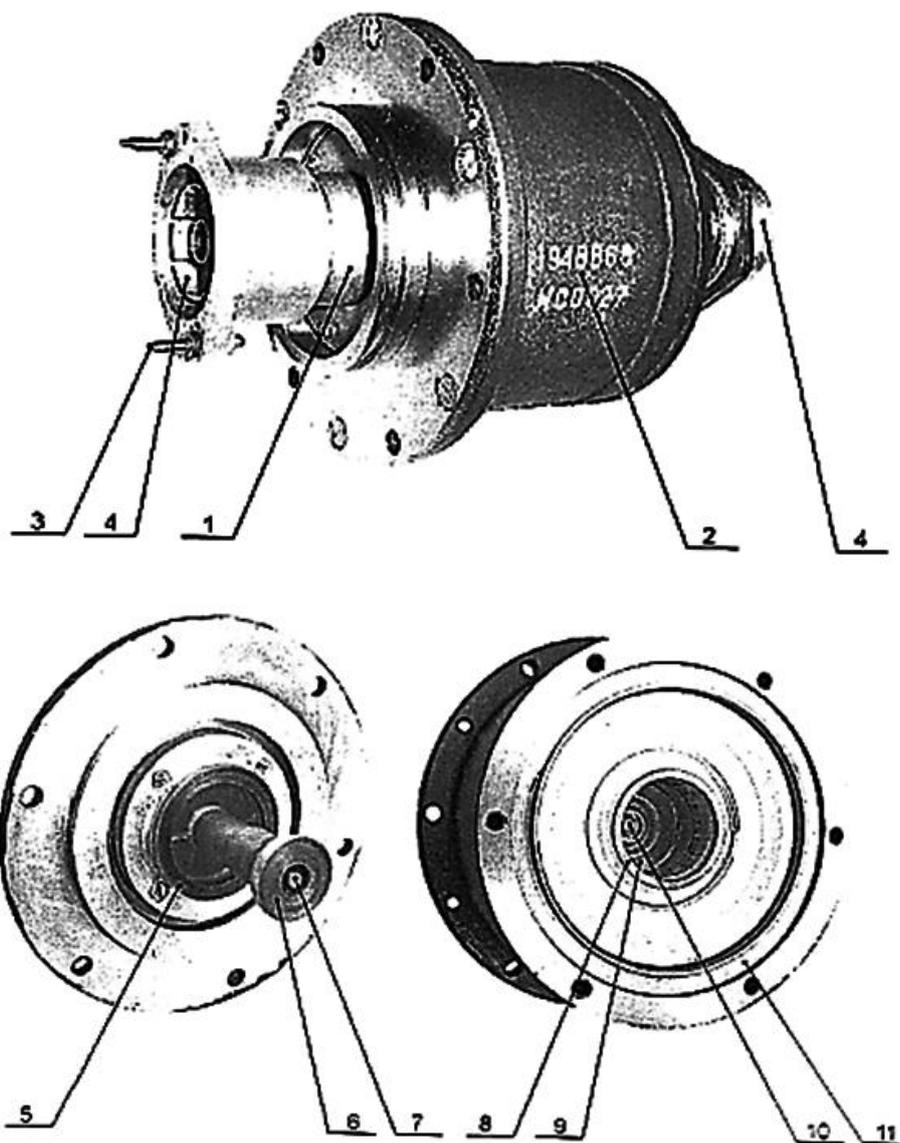


Рис. 30. Блок 194ВВ66:

- 1 – внутренний корпус; 2 – внешний корпус; 3 – штырь; 4 – разъем;  
5 – проводник наружный; 6 – проводник средний; 7 – проводник центральный;  
8 – контакт серебряно-графитовый наружный; 9 – контакт серебряно-графитовый средний; 10 – контакт серебряно-графитовый центральный;  
11 – кольцо уплотнительное

## 6.5. Шкафы и блоки

Конструкция и размеры типовых корпусов шкафов, шасси блоков и секций обеспечивают возможность установки ячеек на печатных платах, субблоков питания. В шасси кроме ячеек размещаются и другие электрорадиоэлементы.

Корпуса шкафов имеют бескаркасную конструкцию. Несущими элементами корпусов шкафов являются боковые обшивки и рамы. Основные детали корпусов шкафов выполнены из алюминиевых сплавов. Основными элементами шасси блоков являются лицевая панель и рама.

Ограничители обеспечивают фиксацию блока в шкафу при его выдвижении и поворот его на  $8-10^\circ$  в обе стороны.

В корпусах шкафов 355ГБ, 365ГУ, 355УТ, 365УУ установлен механизм выдвижения шасси. Механизм предназначен для выдвижении шасси из корпуса и разворота его в левую сторону на  $90^\circ$ .

Электрический монтаж шкафов выводится на внешние разъемы. Внешние разъемы установлены на кабельных коробках. Панель кабельной коробки закреплена на петлях.

Конструкция оригинальных шкафов 195БВ, 195БП, 195ГГ и 195ГМ обеспечивает возможность установки в них крупногабаритных ЭРЭ (трансформаторов, дросселей, конденсаторов и др.) и нетиповых крупногабаритных узлов и блоков (выпрямителей, импульсных трансформаторов, плат формирования и др.).

Конструктивно корпуса шкафов выполнены в виде сварных каркасов с боковыми обшивками и передними открывающимися дверцами. Корпуса шкафов разделены на отсеки.

Высоковольтные и низковольтные отсеки имеют отдельные дверцы и разделены между собой глухими перегородками. Высоковольтные отсеки снабжены электрической блокировкой и механическими разрядными устройствами.

## 6.6. Рабочее место оператора

Конструктивно РМО представляет собой каркасную конструкцию, разделенную столешницей на нижнюю и верхнюю части и закрепленную слева к полу, справа – к перегородке полуприцепа.

В нижней части РМО под каркасом закреплен нагреватель, в левом отсеке каркаса, закрываемом дверцей, установлены модули ECS, в правом –

выдвигаемый ящик, в котором транспортируется мышь и устройство акустическое УА01.

Верхняя часть РМО состоит из корпуса и правой стенки, соединенных между собой задней обшивкой и в верхней части – каркасом с тремя отсеками.

На передней стенке корпуса закреплен видеомонитор и под ним субблок ИЗЮП01.

Справа сбоку установлен разъем для подключения мыши и разъем USB.

В отсеках каркаса установлены субблоки ИЗФЦ01, ИЗЖВ01 и ИЗЖВ02.

Над субблоком ИЗЖВ02 справа закреплен светильник.

На задней обшивке внизу размещены розетки «220V 50Hz», «220V 400Hz», «24V» и «ТЛФ».

На задней стенке в нише для установки модемов расположены два разъема: «Питание модемов» и «250V»

Клавиатура закреплена на столешнице.

Спереди под столешницей установлен разъем для подключения устройства акустического УА01.

## **6.7. Вынесенное рабочее место персонала – шкаф 365PP05MG2**

Конструктивно шкаф 365PP05MG2 состоит из корпуса-тумбы со столешницей и установленного на ней верхнего корпуса, предназначенного для размещения органов управления и средств отображения информации.

В корпусе-тумбе за открывающимися вбок дверцами установлена панель с устройствами электропитания шкафа и модулей ECS.

В средней части позади корпуса на обшивке установлена панель с разъемами внешней коммутации.

Клавиатура закреплена на столешнице. Спереди под столешницей установлен разъем для подключения устройства акустического УА01. По бокам столешницы закреплены две дополнительные съемные полки.

На правой дверце с внутренней стороны закреплен карман для размещения устройства акустического УА01 и мыши при транспортировании шкафа.

На передней стенке верхнего корпуса установлен видеомонитор и под ним субблок ИЗЮП01.

В углублениях левой стенки корпуса установлена розетка «220V», правой – розетки для подключения телефона, разъем для подключения мыши и разъем USB.

В верхней части корпуса на задней обшивке установлены разъемы для подключения двух модемов.

Габаритные размеры шкафа 1138 × 1276 × 845 мм. Масса – 102 кг.

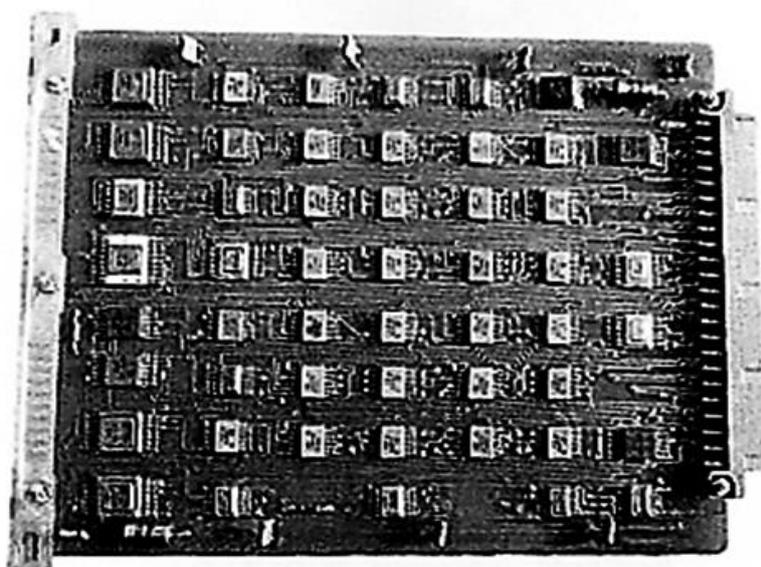
## 6.8. Печатные платы

В РЛС применены следующие типы ТЭЗов на печатных платах:

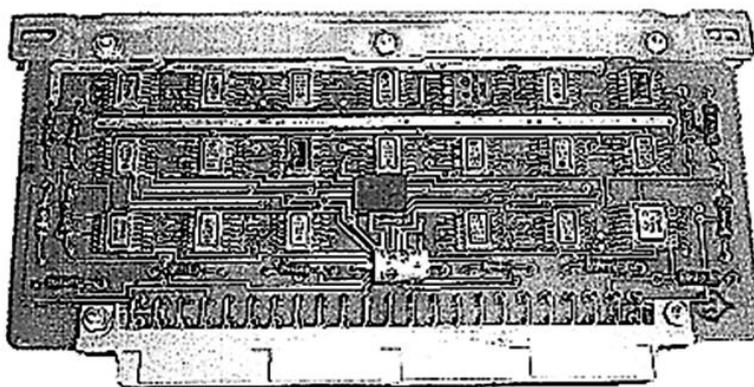
- типы «Ячейка»;
- экранированные ячейки.

ТЭЗы типа «Ячейка» для аппаратуры на микросхемах состоят из трех соединяемых частей: электроразъема, печатной платы, контрольной панели.

Общие виды перечисленных печатных плат приведены на рис. 31–34.



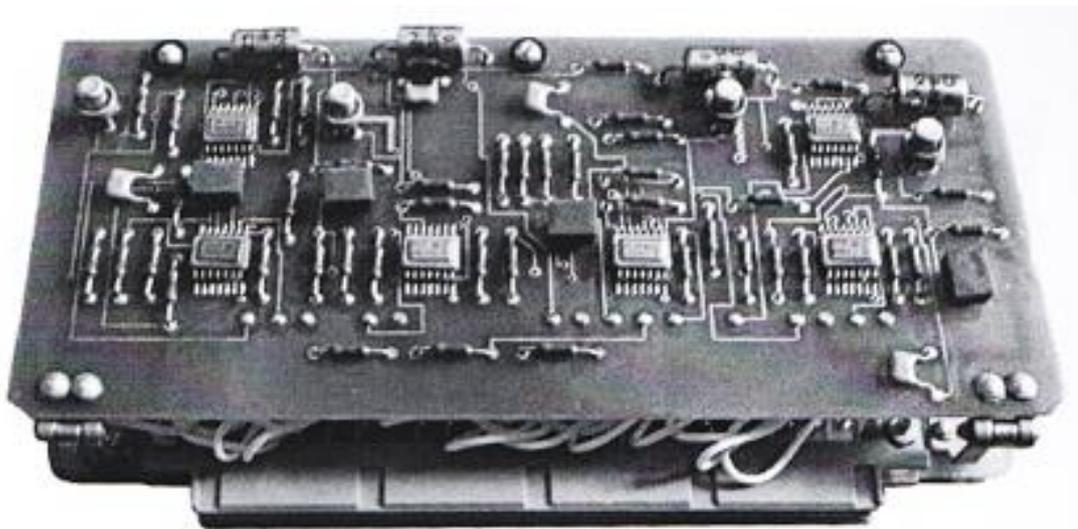
*а*



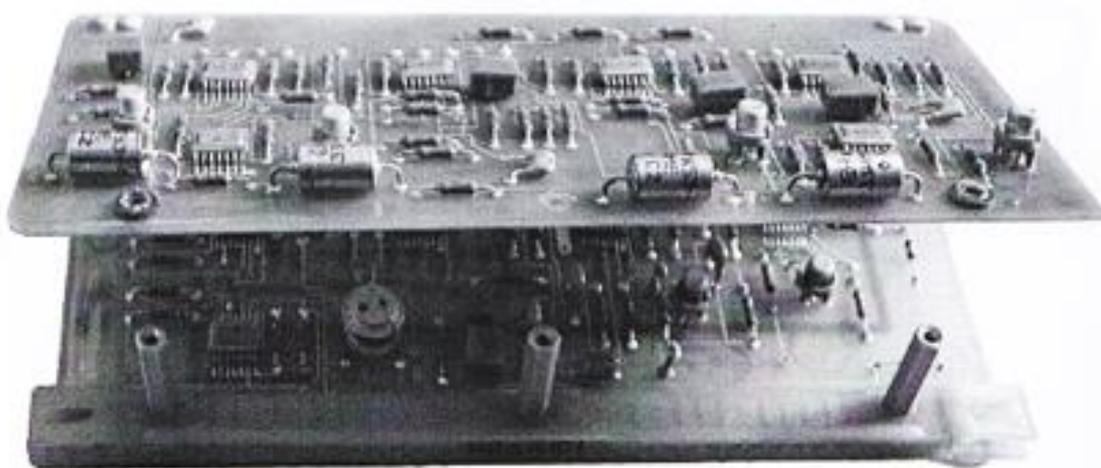
*б*

Рис. 31. Печатная плата типа «Ячейка»:

*а* – печатная плата 170 × 200 мм; *б* – печатная плата 75 × 170 мм



*a*

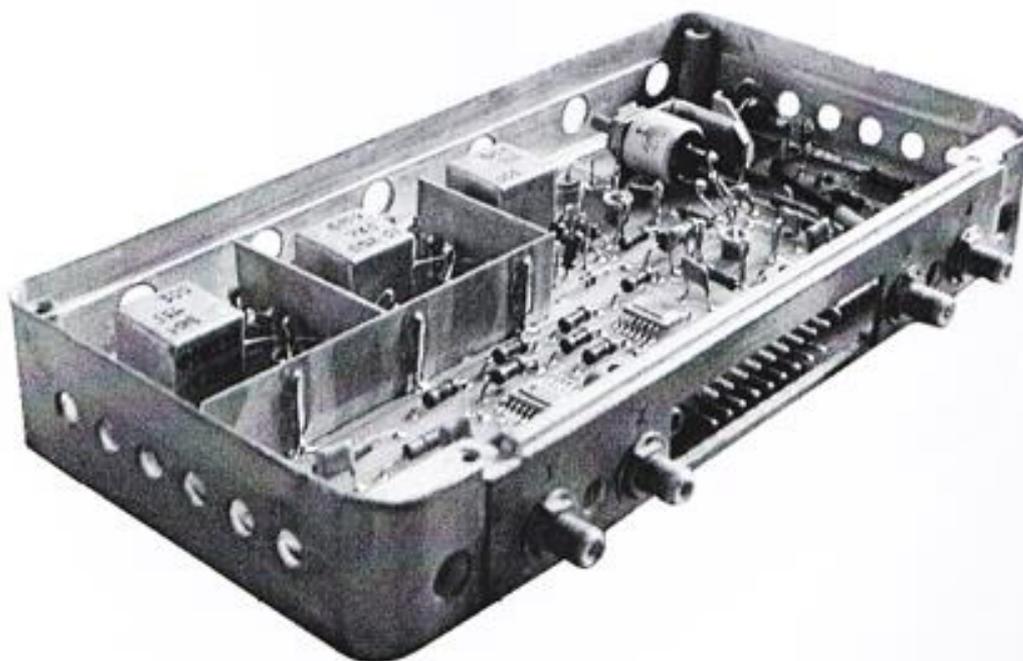


*б*

Рис. 32. Сдвоенная печатная плата  $75 \times 170$  мм типа «Ячейка»:  
*a* – собранный вид; *б* – разобранный для ремонта



*а*



*б*

Рис. 33. Экранированная ячейка с крышкой:  
*а* – с установленной крышкой; *б* – со снятой крышкой

Печатные платы размерами  $75 \times 170$  мм и  $170 \times 200$  мм изготовлены из стеклотекстолита толщиной 1,5 мм.

Унифицированный электроразъем типа СНП34С предназначен для электрической коммутации ячейки путем включения вилки разъема в ответную розетку, расположенную в блоке или шкафу.

Для контроля сигналов в контрольных точках ячейки на плате установлена контрольная панель. Контрольная панель выполняет одновременно функцию фиксации ячейки при установке в блок.

Ячейка устанавливается в блок (шкаф) скольжением по направляющим.

Для повышения электроизоляционных свойств ячейки покрыты лаком.

Извлечение ячеек из блоков (шкафов) производится с помощью специального съемника.

ТЭЗы типа «Ячейка» на основе сдвоенных печатных плат  $75 \times 170$  мм представляют собой законченную конструкцию узла. Узел состоит из двух, параллельно расположенных друг над другом печатных плат (основной и дополнительной). На основной плате расположен электроразъем, ЭРЭ и контрольная панель на дополнительной плате ЭРЭ. Электрическое соединение плат осуществляется с помощью объемных перемычек. Механическое соединение осуществляется с помощью шарнира и втулок. Шарнир позволяет осуществлять взаимное раскрытие плат на угол  $120^\circ$ .

Экранированные ячейки одинарные выполнены на платах с габаритами  $75 \times 170$  мм. На них установлены и опаяны экраны, закрытые с двух сторон крышками. Для улучшения экранировки к крышкам припаиваются пружины, контактирующие с общим экраном. Помимо функции экранировки, общий экран делает жесткой конфигурацию платы. В экране выполнены отверстия для регулировочных элементов, а также для рассеивания тепла, выделяемого ЭРЭ.

Электрическая коммутация низкочастотных цепей схемы ячейки осуществляется при помощи электроразъема типа ГРПМ9, устанавливаемого на плату. Электрическая коммутация ВЧ-цепей осуществляется при помощи ВЧ-разъемов СР-50-267-Ф.

Экранированные сдвоенные ячейки отличаются от одинарных тем, что в экран помещена не одна, а две платы. Электрическое соединение плат между собой осуществляется с помощью объемных перемычек через отверстия, выполненные в экране.

## 7. МАРКИРОВАНИЕ И ПЛОМБИРОВАНИЕ

На заводе-изготовителе каждому изделию присваивается порядковый заводской номер.

На входной двери каждой транспортной единицы изделия белой краской маркирован индекс транспортной единицы и заводской номер изделия.

На внутренней стороне двери полуприцепа на специальном металлическом шильдике гравированием нанесены индекс изделия, индекс транспортной единицы и заводской номер изделия.

На каждом блоке, субблоке, ячейке, а также на каждом шкафу маркированы их индексы, а на блоках, субблоках и шкафах, кроме того, их заводские номера.

С целью обеспечения контроля сохранности имущества изделия при хранении или транспортировании, а также с целью контроля правильности и надежности механического закрепления узлов изделия по-походному предусмотрено пломбирование изделия.

Конструкцией изделия предусмотрено быстрое и надежное крепление его узлов при укладке по-походному с помощью штатных устройств, обеспечивающих определенное их положение и последующее пломбирование, позволяющее контролировать правильность укладки.

Правильность пломбирования изделия и контроль за его сохранностью в пути следования являются одним из основных факторов, обеспечивающих исключение дорожно-транспортных происшествий с изделием по причине нарушения крепления узлов изделия по-походному. Размещение блоков РЛС приведено в табл. 2.

Таблица 2. Расположение блоков РЛС

Наименование системы, блока, узла	Шифр	Место размещения
Антенно-поворотное устройство		Рама шасси
Антенная система		
Антенна каналов РЛИ, ЗГЛ, НРЗ	354АА01 (354АА36)	АПУ
Зеркало антенны	354АА42	АПУ
Четырехканальный облучатель	354АА03 (354АА37)	354АА01 (354АА36)
Облучатель канала РЛИ и ЗГЛ нижней зоны	354АА04	354АА03 (354АА37)

Наименование системы, блока, узла	Шифр	Место размещения
Облучатель канала РЛИ и ЗГЛ верхней зоны	194AA05 (194AA34)	354AA03 (354AA37)
Делитель на 6 каналов НРЗ III диапазона, 2 шт.	194AA31M	354AA03 (354AA37)
Делитель на 13 каналов НРЗ VII диапазона, 3 шт.	194AA32M	354AA03 (354AA37)
Волноводный переключатель	194BB79	354AA03 (354AA37)
Согласованная нагрузка высокого уровня мощности, 4 шт.	194BB28	354AA03 (354AA37)
	194BB74	354AA03 (354AA37)
Двухканальный переключатель	194BB88	354AA03 (354AA37)
	244BB50	354AA03 (354AA37)
Трехканальный переключатель	244BB51	354AA03 (354AA37)
Аттенюатор ВАРУ, 2 шт.	354BB22	354AA03 (354AA37)
Совмещенные антенны ПБЛ и ПБО передней полусферы	354AA53	354AA03 (354AA37)
	354AA54	354AA42
Частотный разделитель (диплексер)	354BB24	354AA42
Наименование системы, блока, узла	Шифр	Место размещения
Делитель на 13 каналов ПБО	194AA55	354AA53, 354AA54
Устройство свертывания блока 354AA01 (354AA36), в состав которого входят:	редуктор	354AA42
	редуктор	354AA42
	редуктор	354AA42

Наименование системы, блока, узла	Шифр	Место размещения
Делитель на 2 канала ПБО	ИЗВВ06	354АА01 (354АА36)
Волноводно-коаксиальные тракты		
Прибор (ферритовый циркулятор)	ФЦВВ2-15А	Кабина
Балластная нагрузка	194ВВ06	Кабина
Волноводный переключатель	194ВВ01	Кабина
Токоъемник	194АТ01	АПУ
Коаксиальное вращающееся сочленение	194ВВ66	194АТ01
Эквивалентные антенны	204ВВ07М	Кабина
Устройство защиты приемника	194ВВ51	Кабина
Устройство защиты приемника, 3 шт.	РР-192-1А	354АА03 (354АА37)
Датчик защиты от СВЧ-пробоев	ИЗВВ11	Кабина
Коаксиально-волновой переход, 2 шт.	194ВВ48	
Коаксиально-волновой переход	194ВВ57	
Фильтр НЧ, 2 шт.	194ВВ20	
	194ВВ21	
Селектор частотных каналов	194ВВ47	АПУ
Селектор частотных каналов	194ВВ70	Кабина
Направленный ответвитель микрополосковый	194ВВ43	
Селектор частотных каналов	194ВВ25	
	194ВВ62	
Передающая система		
Устройство формирования сигналов гетеродинов и передатчика	355ГБ01 (355ГБ02)	
Задающий кварцевый генератор опорного сигнала	ИЗГВ28 (ИЗГВ29)	355ГБ
Умножитель частоты	ИЗГБ01	355ГБ

Наименование системы, блока, узла	Шифр	Место размещения
Преобразователь	354ГБ01	355ГБ
Делитель мощности сигнала гетеродина с детекторной секцией, 4 шт.	ИЗВВ08	355ГБ
Полосно-пропускающие фильтры СВЧ, 13 шт.	354ВВ01М- 354ВВ17М	355ГБ
Усилитель СВЧ-сигналов, 5 шт.	ИЗГУ01	355ГБ
Усилитель-клапан сигнала ПЧ, 4 шт.	ИЗПУ01-1	355ГБ
Смеситель передатчика, 4 шт.	194ГВ01	355ГБ
Сумматор СВЧ-сигналов с детекторной секцией	ИЗВВ07	355ГБ
Детекторная секция	194ГВ02М	365ГУ
Аттенюатор СВЧ, 7 шт.	194ВВ13М	355ГБ
Выходной усилитель	195ГГ01Д (195ГГ02Д)	
Соленоид	64ГК01	195ГГ
Амплитудный ограничитель	В-30	
Импульсный трансформатор	194ГГ01Д	
Прибор	КИУ-5А (КИУ-5В)	
Переход	194ВВ50	
Сильфон	194ВВ52М	
Коаксиальная нагрузка	194ВВ72	
Направленный ответвитель	194ВВ08	
Модулятор	195ГМ03М	
Коммутатор, 4 шт.	244ГМ05	
Блок запуска и защиты	194ГМ01Д	
Блок стабилизации	354ГМ02Д	
Предварительный усилитель	365ГУ01А (365ГУ02А)	
Аттенюатор	244ВВ18	365ГУ
Направленный ответвитель	194ВВ24М	
Усилитель мощности	УМ-100	

Наименование системы, блока, узла	Шифр	Место размещения
Приемная система		
Усилитель высокой частоты, 3шт.	ЭЛУ-3-30	354АА03 (354АА37)
Частотный разделитель, 3шт.	194ПП09 (194ПП18)	Кабина
Смеситель с ПУПЧ, 12 шт.	194ПП08	194ПП09 (194ПП18)
Частотный разделитель, 3шт.	194ВВ12 (194ВВ82)	194ПП09 (194ПП18)
Делитель сигналов гетеродина	194ПП10 (194ПП14)	
	194ПП11 (194ПП15)	
	194ПП12 (194ПП16)	
	194ПП13 (194ПП17)	
Блок формирования опорных напряжений	354ПУ01М	355ПУ02М2
Блок защиты от НАП и усилителя сигналов ПЧ, 3шт.	354ПУ06М	355ПУ01М1 355ПУ02М2
Блок защиты от НАП и усилителя сигналов	354ПУ07М	355ПУ01М1
Анализатор НАП и ответных помех	354ПУ04	355ПУ01М1
Блок АКП и пеленга, 4 шт.	354ПУ05	355ПУ01М1 355ПУ02М2
Блок контроля	194ПУ15М	355ПУ01М1
Система обработки и отображения радиолокационной информации		
Устройство обработки эхосигналов	354ПС01	Кабина
Устройство подготовки данных	355УТ02	Кабина
Датчик угла азимута	АVM58-N	АПУ

Наименование системы, блока, узла	Шифр	Место размещения
Подсистема обработки данных и отображения		
Радиолокационный процессор данных	вЮ2.953.085	Кабина
Рабочее место оператора		Кабина
Вынесенное рабочее место оператора	365PP05MG2	
Система управления, защиты и контроля		
Шкаф автоматики	365УУ01	Кабина
Формирователь бинарных сигналов управления	355УТ02	Кабина
Блок управления и питания	194БВ14М	АПУ
Формирователь аварийных сигналов при пробое в ВЧ-тракте	354УУ01	Кабина
Система горизонтирования		
Датчик горизонта	ИЗУД01	Рама шасси
Пульт поперечного горизонтирования	ИЗУД02	Рама шасси
Пульт продольного горизонтирования	ИЗУД02-1	Рама шасси
Датчик угломестных поправок	ИЗУД05	АПУ
Система ориентирования		
Гирокомпас	1Г25-1	Кабина
Наземный радиолокационный запросчик		
НРЗ	1Л24-1	Кабина
Система охлаждения прицепа, подсистема ЖО		
Блок жидкостного охлаждения	194ЖЖ	Кабина
Насос системы ЖО	Н-09	194ЖЖ
Вентилятор, 4 шт.	140ВО-9-2А	Кабина
Система охлаждения прицепа, подсистема ВО		
Вентилятор, 4 шт.	250ВО-18-2Ц	Рама шасси
Вентилятор усилителя мощности УМ-100	4184NX	365ГУ
Вентилятор разрядника	22ВЦ-34-2А	
Вентилятор для ГМИ-46Б	25ВО-5-2	354ГМ02Д

Наименование системы, блока, узла	Шифр	Место размещения
Система вращения		
Редуктор вращения	194AB01	АПУ
Электродвигатель асинхронный	ДРЧ132S-16/801	194AB01
Опорно-поворотное устройство	ОПУ.000	АПУ
Система подъема антенной системы		
Лебедка системы подъема	194AH01	АПУ
Система первичных источников питания		
Распределительный шкаф	195БП01М	Кабина
Блок конденсаторов	ЛТ-13	Кабина
Электростанция	99Х6	
Вторичные источники питания		
Высоковольтный источник питания модулятора	195БВ01Д	
Блок магнитных регуляторов, 3шт.	БМГ-03М	195БВ01Д
Блок усиления	Л-10	
Шкаф питания	355БВ01М	
Блок питания, 5 шт.	194БВ02М4	355БВ01М
Блок питания	194БВ03	195ГГ
	194БВ04	195ГГ
	194БВ05	355БВ01М
	194БВ05М1	355БВ01М
	194БВ07М	355БВ01М
	194БВ09	355БВ01М
	194БВ12	
	Л-20	195ГГ
Зарядное устройство	Л-24	Кабина
Блок управления и питания	194БВ14М	АПУ
Блок питания	794БН08	355УТ2
Аппаратура связи		
Телефонный аппарат	ТА-57	Кабина
Устройство аудиосвязи	ИЗЮП01	Кабина
Система жизнеобеспечения		
Фильтровентиляционная установка	ФВУА-100А-24	

Наименование системы, блока, узла	Шифр	Место размещения
Кондиционер	Konvekta	
Нагреватель	вЮ2.983.017	
Воздушный отопитель	Air Top 5000D	
Контрольно-измерительная аппаратура		
Блок калибровочных шумовых сигналов, 3 шт.	244УК01	354АА03 (354АА37)
Датчик ИПМ, 2 шт.	194ВВ05	195ГГ
Осциллограф	С1-99	ЗИП
Прибор электроизмерительный	Ц4352М1	
Милливольтметр	В3-48А	
Квадрант	КО-60	
Секундомер	СОСпр-26-2-00	
Трубка холодной пристрелки	ТХП Ф-1.7 м	
	ТХПФ-∞	
Компас магнитный	АК	
Устройства формирования сигналов и подготовки данных		
Шкаф	355УТ02	
Вспомогательное оборудование		
Датчик	GPS	
Комплект вынесенного рабочего места оператора	6УФ-08Д1М	

*Примечание.* Взятые в скобки шифры аппаратуры изделия свидетельствуют о принадлежности к изделию 19Ж6М-1.

*Учебное издание*

**Хожевец** Олег Александрович  
**Лавринчик** Николай Николаевич  
**Маргель** Андрей Брониславович  
**Дмитренко** Алесь Александрович

**РАДИОЛОКАЦИОННАЯ СТАНЦИЯ 19Ж6М: ОБЩИЕ  
СВЕДЕНИЯ, НАЗНАЧЕНИЕ, СОСТАВ, РАЗМЕЩЕНИЕ  
АППАРАТУРЫ**

ПОСОБИЕ

Редактор *Ю. В. Граховская*  
Корректор *Е. Н. Батурчик*  
Компьютерная правка, оригинал-макет *А. А. Лущикова*

Подписано в печать 30.01.2026. Формат 60×84 1/16. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».  
Отпечатано на ризографе. Усл. печ. л. 7,09. Уч.-изд. л. 7,3. Тираж 30 экз. Заказ 61.

Издатель и полиграфическое исполнение: учреждение образования  
«Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий №1/238 от 24.03.2014,  
№2/113 от 07.04.2014, №3/615 от 07.04.2014.  
Ул. П. Бровки, 6, 220013, г. Минск