МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

SATBAYEV UNIVERSITY

Военная кафедра

Степаненко О.Е., Литвяк Н.П.

ПО ДИСЦИПЛИНЕ «УСТРОЙСТВО ЗЕНИТНЫХ РАКЕТНЫХ КОМПЛЕКСОВ» «СНР С-75»

Учебное пособие



Алматы 2022

УДК 355.69 (075.8)
ББК 68.8я73
С 79

Полковник запаса *Степаненко О.Е.*
Подполковник в отставке *Литвяк Н.П.*

С 79 УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ: «Устройство зенитных ракетных комплексов» разработано циклом ПВО военной кафедры НАО КазНИТУ имени К. И. Сатпаева для специальности «Боевое применение подразделений, частей и соединений противовоздушной обороны, вооруженных зенитными ракетными комплексами средней дальности» под редакцией начальника цикла ПВО военной кафедры полковника запаса Степаненко О.Е. – Алматы: КазНИТУ им. К.И. Сатпаева, 2022.-184 стр.

ISBN 978-601-323-273-7

Пособие предназначено для самостоятельной подготовки студентов обучающихся на военной кафедре НАО КазНИТУ имени К. И. Сатпаева по специальности «Боевое применение подразделений, частей и соединений противовоздушной обороны, вооруженных зенитными ракетными комплексами средней дальности» и инженерно-технического состава зенитных ракетных войск.

В пособии рассматриваются: общая характеристика СНР ЗРК С-75, материальная часть станции наведения ракет СНР-75.

Может быть использовано при изучении дисциплины «Тактико-специальная подготовка», а также специалистами войск ПВО как учебное пособие.

УДК 355.69 (075.8)
ББК 68.8я73

ISBN 978-601-323-273-7

© КазНИТУ им.К.И.Сатпаева
© Степаненко О.Е., Литвяк

Введение

К концу XX века зенитное ракетное оружие стало одним из важнейших средств вооруженной борьбы, в значительной мере определяющим исход боевых действий. Во всяком случае, применение зенитного ракетного оружия в войнах последних десятилетий привело к пересмотру самого понятия «господство в воздухе» Даже при абсолютном превосходстве в численности самолетов, ВВС ряда стран уже не могли безнаказанно действовать по наземным объектам противника. Массовое применение ракетного оружия началось только в последней трети двадцатого века, хотя первые образцы зенитных управляемых ракет (ЗУР) были созданы немцами еще в ходе Второй Мировой войны. После победного окончания войны плоды творческой мысли немецких конструкторов стали доступны для советских специалистов, равно как и для их американских английских и французских коллег.

Зенитный ракетный комплекс С-75М на протяжении многих десятилетий неоднократно модернизировался, широко эксплуатировался в СССР и в десятках зарубежных стран, широко и довольно успешно применялся в локальных конфликтах. Он стал самым массовым из комплексов ПВО страны, а его ракеты, впервые продемонстрированные на Красной площади на ноябрьском параде 1957 г, на долгие годы стали символом современного советского оружия. Даже в настоящее время, спустя почти полвека после начала разработки ЗРК С-75М, его модернизированные варианты состоят на вооружении ряда стран ближнего и дальнего зарубежья.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ И ХАРАКТЕРИСТИКА ЗЕНИТНОГО РАКЕТНОГО КОМПЛЕКСА С-75

Зенитный ракетный комплекс предназначен для уничтожения зенитными управляемыми ракетами самолетов, самолетов-снарядов, автоматических аэростатов и других целей.

Оборудование комплекса позволяет вести огонь по одной одиночной или групповой цели с одновременным наведением на нее одной, двух или трех ракет с временными интервалами между пусками не менее 6 *сек.*

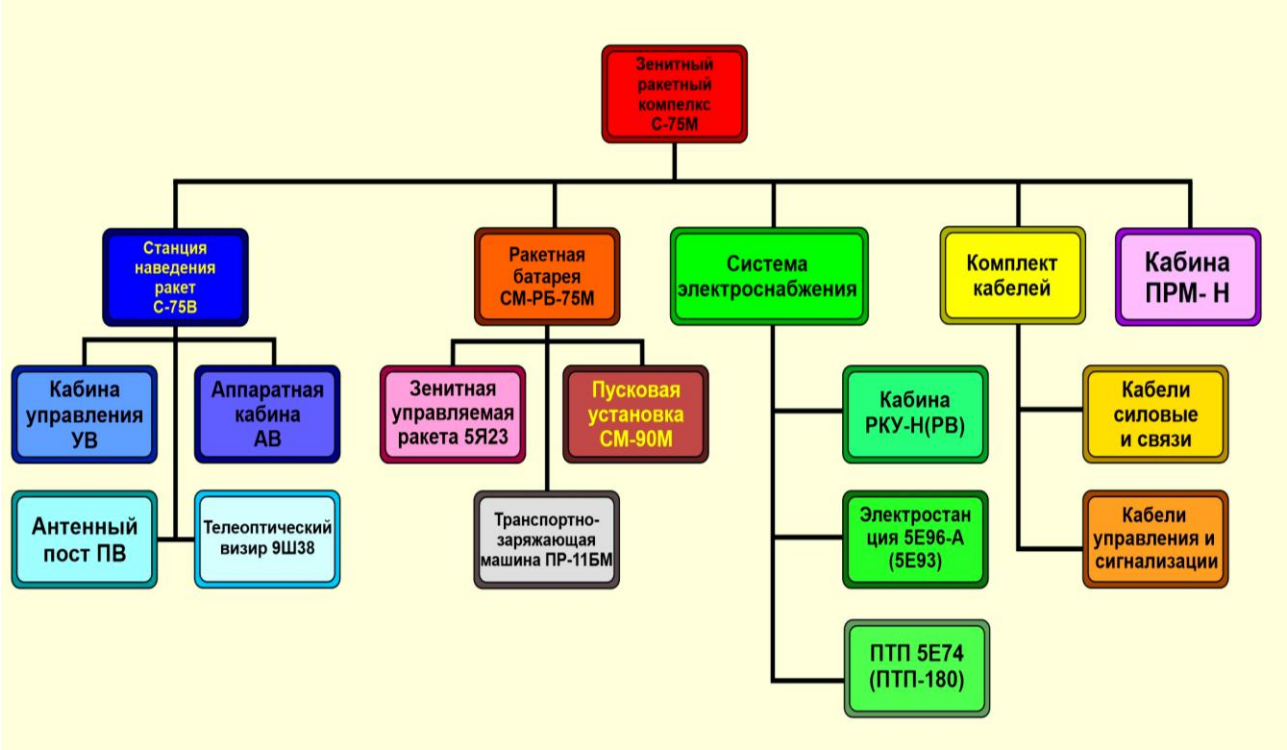
В состав огневого комплекса С-75 входят:

– станция наведения ракет (СНР-75);

– зенитные управляемые ракеты (В-755);

– пусковые установки и другое стартовое оборудование;

– средства энергоснабжения.



Станция наведения ракет производит обнаружение целей, сопровождение выбранной для уничтожения цели и наведение на нее ракет.

Зенитные управляемые ракеты предназначены для поражения цели осколками боевой части.

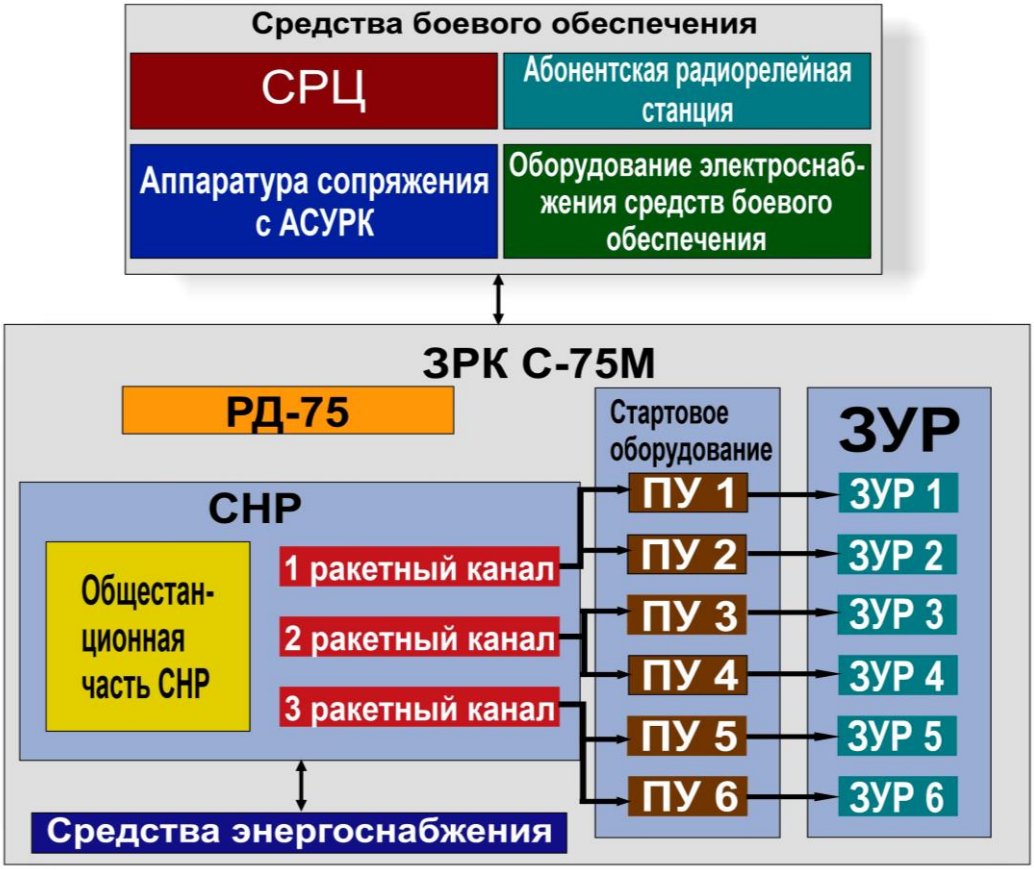
Пусковые установки и другое стартовое оборудование служат для содержания ракет в режимах боевой готовности, для предстартовой проверки, подготовки и наклонного старта ракет. В комплексе имеется шесть пусковых установок, которые располагаются в определенном порядке вокруг СНР.

Средства энергоснабжения, предназначенные для питания электроэнергией аппаратуры и оборудования комплекса, включают три дизельные электростанции (ДЭС) мощностью по 100 *кВт* каждая и

передвижную трансформаторную подстанцию для подключения к внешним электрическим сетям.

Для ведения боя зенитный ракетный комплекс располагается на позиции. Расположение комплекса на позиции представлено на рис. 2.

Зенитный ракетный комплекс позволяет вести успешную борьбу с воздушными, наземными и надводными целями.



Дальность обнаружения воздушной цели типа истребитель на средних и больших высотах – 120 *км.*

Дальность автоматического сопровождения – 70 *км.*

Огневые возможности комплекса обеспечивают поражение воздушных целей, входящих в зону поражения комплекса с любого направления, как на встречных курсах, так и вдогон.

1. При стрельбе на встречных курсах:

– со скоростью до 640 *м/сек* (2300 *км/ч*) на активном участке полета ракеты и до 300 *м/сек* (1080 *км/ч*) при использовании пассивного участка полета ракеты;

– на высотах от 0,3 до 30 *км*;

– на дальностях от 12 до 40 *км* на активном участке полета ракеты и от 40 до 56 *км* при использовании пассивного участка полета ракеты;

– при курсовых углах встречи ракеты с целью от 0° до 70° при наведении ракеты на цель методом половинного спрямления и от 0° до 55° при наведении ракеты на цель методом трех точек;

– при максимальных курсовых параметрах цели до 35 – 36 *км* на активном участке полета ракеты и до 46 *км* при использовании пассивного участка полета ракеты.

2. При стрельбе вдогон:

– со скоростью до 420 *м/сек* (1500 *км/ч*);

– на высотах от 2 до 25 *км*;

– на дальностях от 12 до 40 *км*;

– при курсовых углах до 180°;

– при максимальных курсовых параметрах цели до 36 – 37*км* на активном участке полета ракеты и до 46 *км* при использовании пассивного участка полета ракеты при скоростях цели до 280 *м/сек*.

Зенитный ракетный комплекс может вести стрельбу по радиолокационно-наблюдаемым и ненаблюдаемым наземным и надводным целям на дальностях от 10 до 40 *км* с задачами:

– уничтожения воздушных и морских десантов, скоплений живой силы и техники;

– уничтожения отдельных кораблей;

– разрушения военных и промышленных объектов.

В комплексе С-75М используется командная система телеуправления. Командная система управления обеспечивает высокую точность наведения и позволяет использовать два метода наведения ракеты на цель: метод половинного спрямления и метод трех точек.

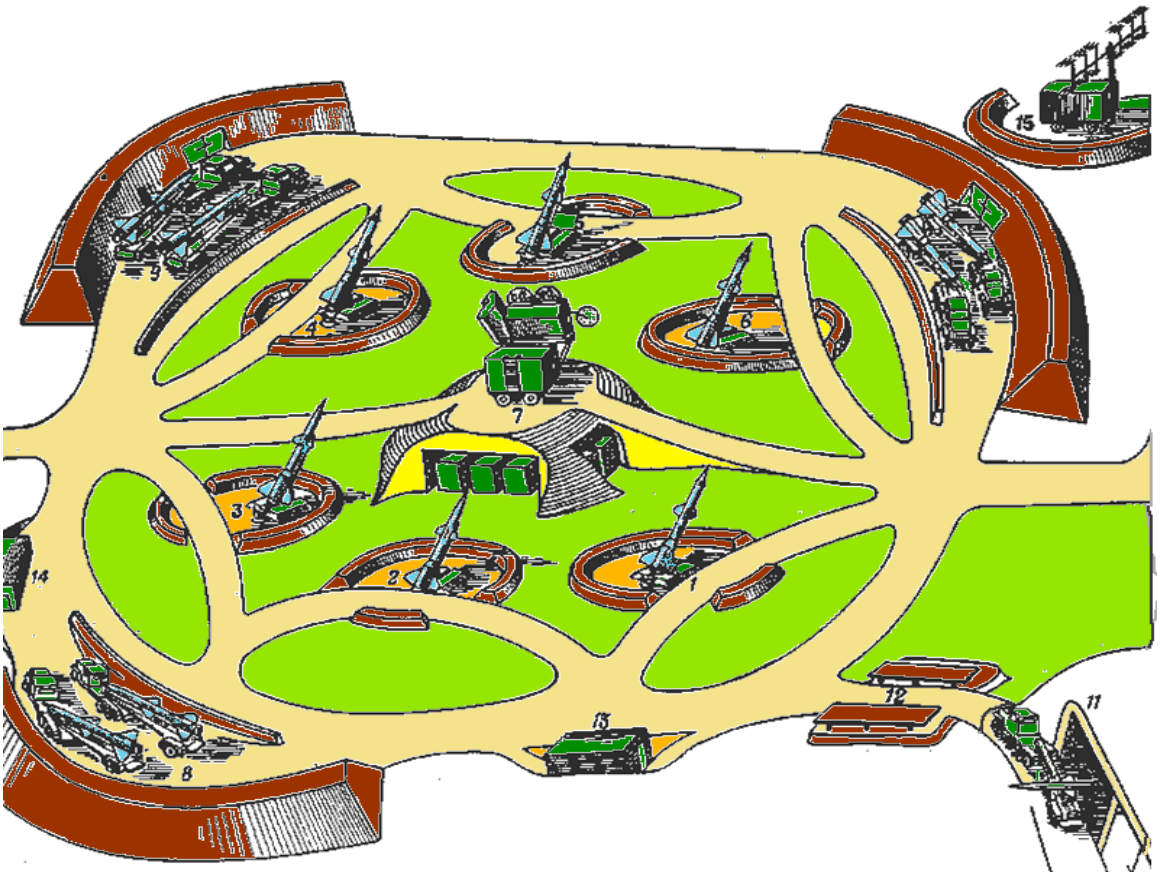


Рис.2. Расположение комплекса С-75 на позиции

Возможность использования различных методов наведения облегчает решение таких вопросов, как стрельба по маневрирующим целям и целям, являющимся постановщиками активных помех.

Принцип работы комплекса, использующего командную систему телеуправления, заключается в следующем. Станция наведения ракет, обнаружив цель в заданном направлении, определяет ее текущие координаты: наклонную дальность, относительные значения азимута и угла места. Используя данные о скорости цели и положении ее в пространстве, счетно-решающее устройство станции определяет границы зоны поражения и момент пуска ракет.

Пуск ракет производится с таким расчетом, чтобы встреча ракеты с целью произошла на дальней границе зоны поражения. После старта ракет станция наведения непрерывно излучает запросные импульсы (рис. 3). Установленные на ракетах ответчики излучают ответные импульсы, позволяющие определить текущие координаты ракет: наклонную дальность, относительные значения азимута и утла места.

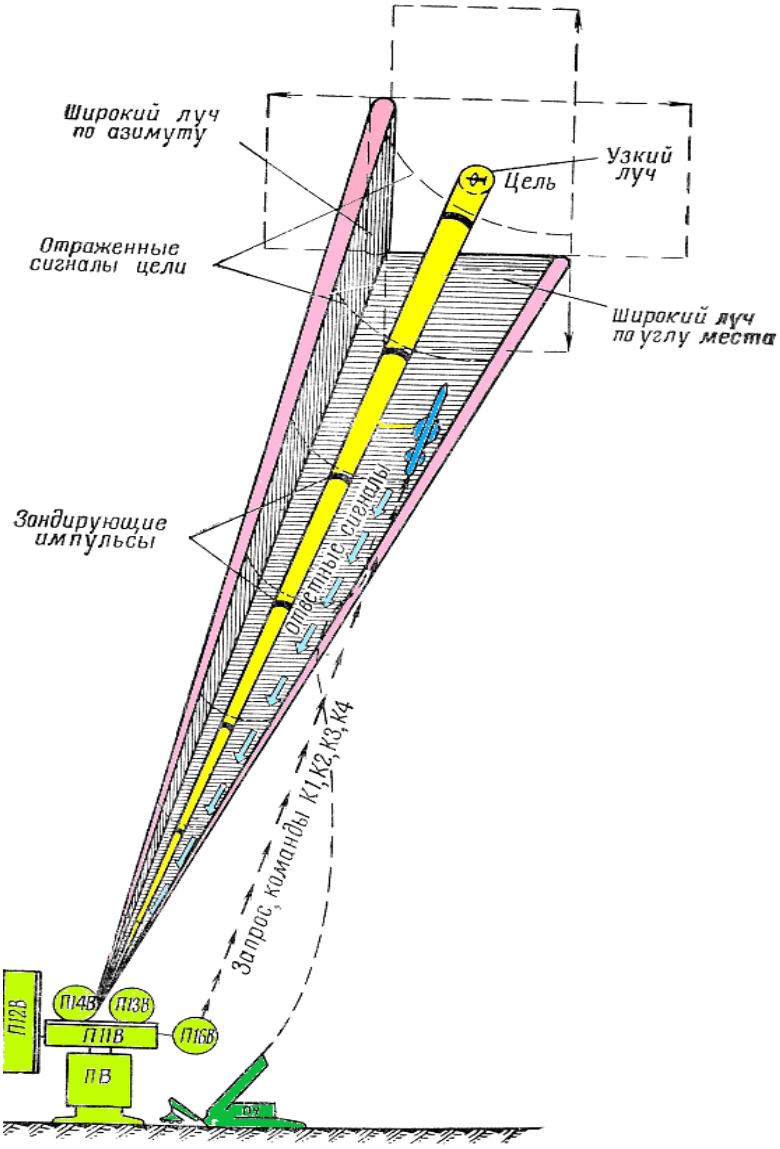


Рис. 3. Принцип работы комплекса

В станции наведения ракет по разности координат цели и ракеты вырабатываются команды управления и разовые команды. Команды управления, пере-даваемые на борт ракеты, обеспечивают ее движение по траектории в соответствии с выбранным методом наведения. Разовые команды подаются для подготовки к работе радио-взрывателя и боевой части, а также для включения радиовзрывателя ракеты. Радиовзрыватель обеспечивает подрыв боевой части ракеты, которая своими осколками поражает цель.

В станции наведения ракет по разности координат цели и ракеты вырабатываются команды управления и разовые команды. Команды управления, переда-ваемые на борт ракеты, обеспечивают ее движение по траектории в соответствии с выбранным методом наведения.

Разовые команды подаются для подготовки к работе радиовзрывателя и боевой части, а также для включения радио-взрывателя ракеты. Радиовзрыватель обеспечивает подрыв боевой части ракеты, которая своими осколками поражает цель.

Основными боевыми свойствами огневого комплекса являются:

– высокая вероятность поражения одной ракетой одиночной цели в границах зоны поражения;

– возможность обстрела цели двумя — тремя ракетами;

– возможность поражения маневрирующих целей;

– возможность поражения постановщиков радиопомех и целей, летящих под прикрытием помех;

– возможность стрельбы по групповой цели;

– способность к ведению огня в любых условиях погоды и в любое время года и суток;

– возможность передвижения комплекса с одной стартовой позиции на другую.

Для совершения марша материальная часть комплекса переводится из боевого положения в походное. Расположение комплекса в походном положении показано на рис. 4.



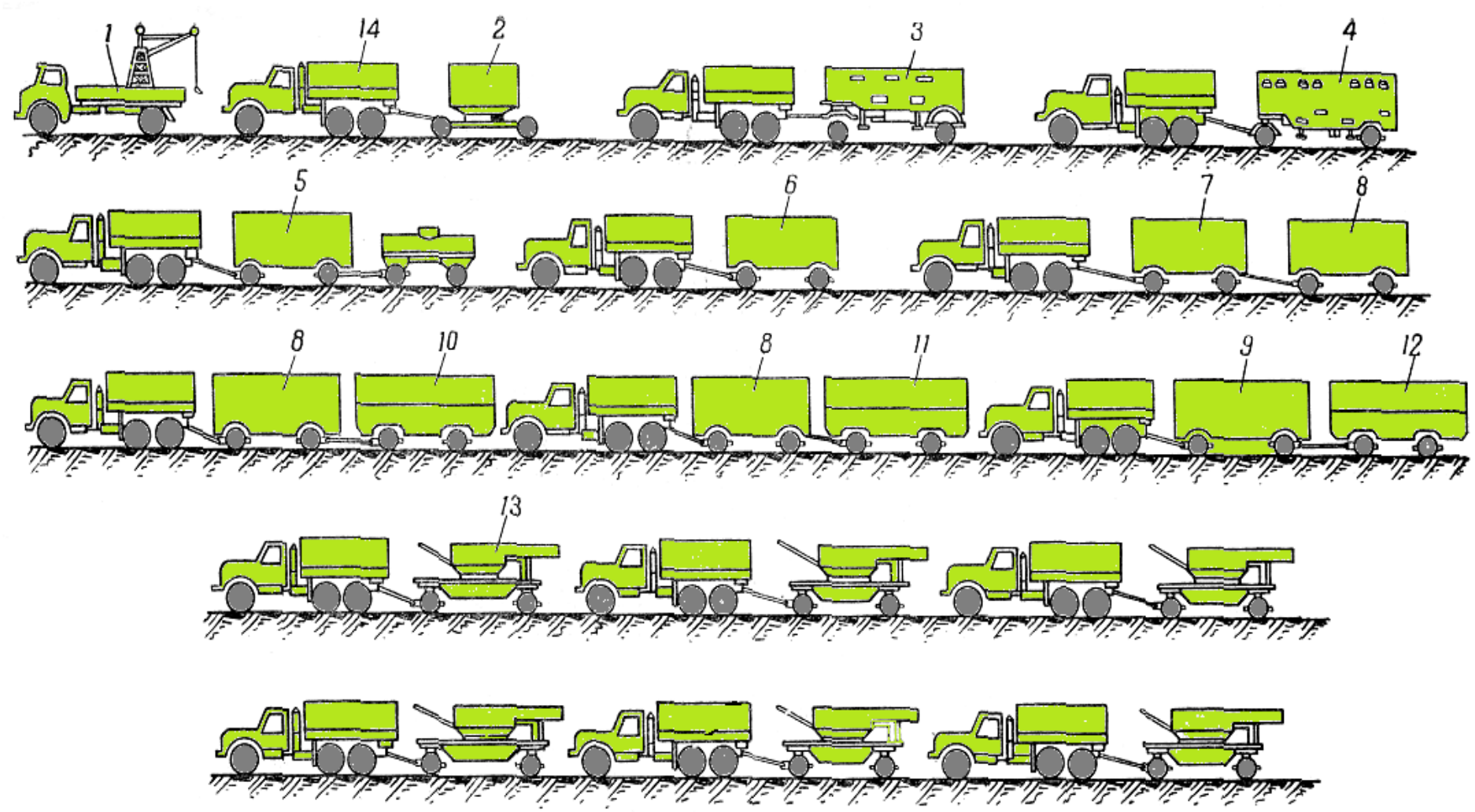


Рис. 4. Походное положение комплекса:
1– кабелеукладчик; 2– кабина ПВ; 3– кабина УВ; 4– кабина АВ; 5– кабина РВ; 6– подстанция подключения; 7– подстанция подключения; 8– электростанция; 9– ПРМ;10– прицеп П1; 11– прицеп П2; 12– прицеп П3; 13– ПУ: 14– тягач.

ГЛАВА 1. СТАНЦИЯ НАВЕДЕНИЯ РАКЕТ

1.1. Назначение, состав и размещение аппаратуры

Станция наведения ракет предназначена для обнаружения целей, сопровождения выбранной для уничтожения цели и наведения на нее зенитных управляемых ракет.

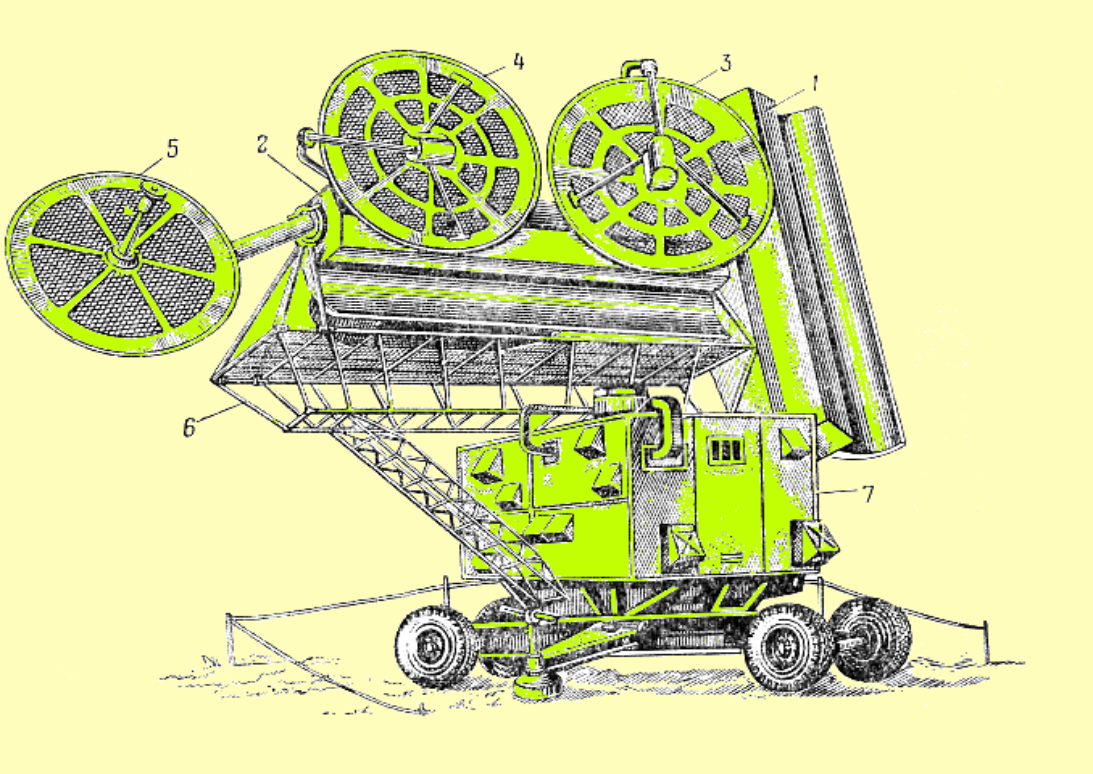


Рис. 5. Внешний вид кабины ПВ:
1– антенна широкого луча по углу места (П12В); 2– антенна широкого луча по азимуту (П11В); 3– антенна узкого луча по углу места (П14В); 4– антенна узкого луча по азимуту (П13В); 5– антенна РПК (П16В); 6 – ферма; 7– прицеп

Станция наведения ракет обеспечивает выполнение следующих основных задач:

– обнаружение целей по данным станции разведки и целеуказания или самостоятельно методом кругового или секторного поиска;

– ручное или автоматическое сопровождение цели, выбранной для уничтожения;

– пуск, «захват» и автоматическое сопровождение ракет;

– непрерывную выработку команд управления полетом ракет, наводимых на цель;

– выработку разовой команды на согласование области срабатывания радиовзрывателя с областью поражения боевой части ракеты;

– выработку разовой команды на дистанционное включение

радиовзрывателя ракеты.

В состав станции наведения ракет входят следующие основные системы:

– антенно-фидерная;

– передающая;

– приемная;

– система синхронизации;

– индикаторная;

– система управления положением антенн, пусковых установок и горизонтальной метки дальности;

– координатная;

– система выработки команд (СВК);

– система селекции движущихся целей (СДЦ);

– радиопередатчик команд (РПК);

– аппаратура эксплуатационного контроля;

– автоматизированный прибор пуска;

– система питания.

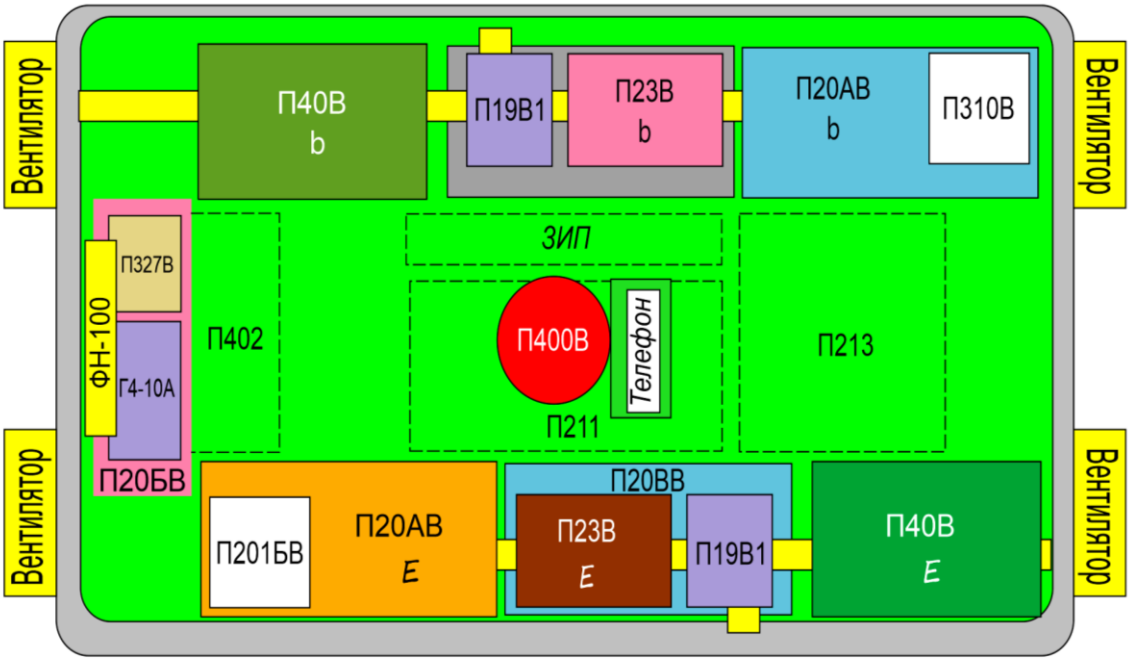
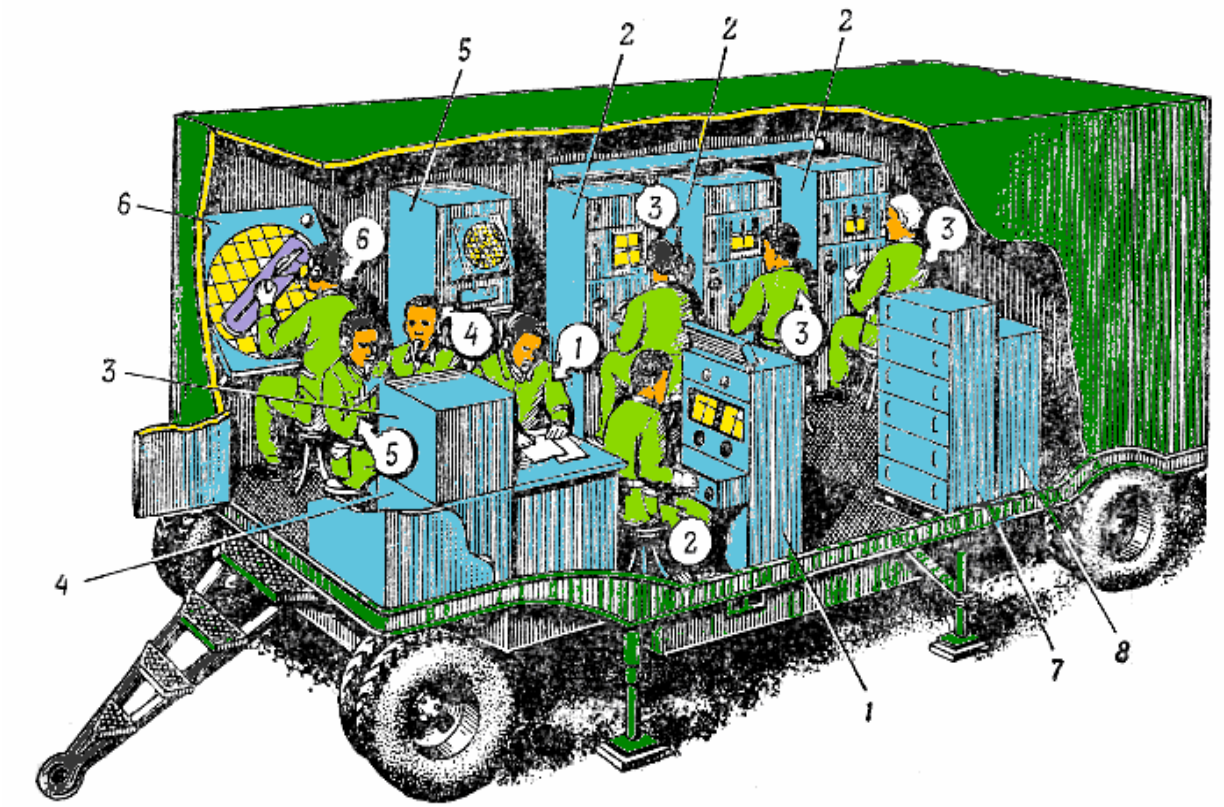


Рис. 6. Расположение аппаратуры в кабине ПВ:
П20АВε(β)– шкаф модулятора-генератора; П20ВВε(β)– шкаф высоковольтного выпрямителя; П20ББ – шкаф управления и контроля; П23Вε(β)– ферритовый переключатель; П40Вε(β)– шкаф высокочастотной части приемной системы; П201ББ– блок переключения режимов; П19В1– переключатель УЗКИЙ–ШИРОКИЙ; П310В– пульт управления приводами; П213– блок электромашинный усилителей; П211– блок силового редуктора привода азимута; П400В– токосъемник; П327В– контрольный осциллограф; Г4-10А (ГСС-28М) – генератор стандартных сигналов; П402– блок питания воздухом; ФН-100– блок питания кабины напряжением 26В

Аппаратура станции размещена в трех кабинах: ПВ, УВ и АВ. Приемно-передающая кабина (ПВ) содержит антенно-фидерную систему, передающую систему, высокочастотную часть приемной системы и электрический силовой привод антенн. Расположение аппаратуры кабины ПВ показано на рис. 5 и 6.

Кабина управления (УВ) предназначена для размещения аппаратуры систем синхронизации, индикации, управления положением антенн, главных усилителей приемной системы цели, автоматизированного прибора пуска, имитационной аппаратуры и системы управления стартом. Кабина УВ является командным пунктом зенитного ракетного дивизиона. Размещение боевого расчета командного пункта дивизиона и расположение аппаратуры в кабине УВ показаны на рис. 7.



Боевой расчет: 1– командир дивизиона;
2– офицер наведения;
3– операторы РС;
4– оператор СУС;
5– командир стартовой батареи;
6– планшетист.

Рис. 7. Расположение боевого расчета и аппаратуры в кабине УВ:
1– шкаф наведения (И60В); 2– шкафы РС (И30АВ, И30БВ, И30ВВ); 3,4–блоки СУС и АПП (шкаф И80В); 5–выносной индикатор кругового обзора (ВИКО); 6– планшетист; 7– шкаф имитатора (И90В); 8–ЦРЩ кабины

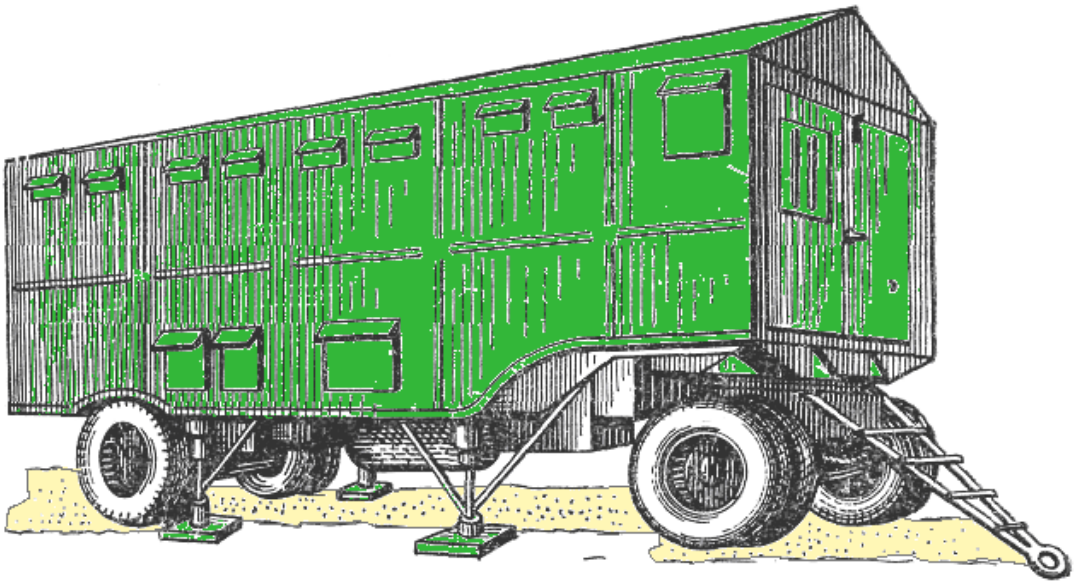


Рис. 8. Внешний вид кабины АВ



Рис. 9. Расположение аппаратуры в кабине АВ:
Ц30АВε(β)– шкаф вычитания; Ц30ББ– шкаф контроля и оконечных видеоусилителей; Ц50ВМ– шкаф фазочувствительного приемного устройства; К70АВ– шкаф определения координат цели; К70БВI, II, III– шкафы определения координат ракеты I, II, III каналов; Л20АВ– шкаф модулятора-генератора; Л20ВВ– шкаф высоковольтного выпрямителя и управления; Л70АВ– шкаф шифратора; Л70БВ– шкаф контроля и питания шифратора; К80В I, II, III– шкафы выработки команд управления I, II, III каналов.

Аппаратная кабина (АВ) предназначена для размещения аппаратуры систем определения координат, выработки команд, селекции движущихся целей и радиопередатчика команд (рис. 8). Внешний вид кабин УВ и АВ одинаков.

1.2. Основные тактико-технические данные станции наведения ракет

Дальности обнаружения и устойчивого сопровождения цели зависят от типа и высоты полета цели, условий и режима работы станции. Максимальные значения дальностей обнаружения и устойчивого сопровождения одиночных целей характеризуются величинами, приведенными в таблице 1.

Таблица 1.

Тип самолета	**Высота цели, км**	**Дальность обнаружения ($Д_{обн}$), км**	**Дальность автоматического сопровождения ($Д_{АС}$), км**
Тяжелый бомбардировщик Средний бомбардировщик Истребитель	10-12 3 (8-12) 3 (8-14)	150/110 130/80 (130/90) 110/70 (120/75)	120/90 70/70 (80/80) 65-55 (70-60)

Примечание. Для режимов “Узкий луч” ($Д_{обн}$) и “Подсвет” ($Д_{АС}$), в скобках для режима “Широкий луч”.

Групповая цель в зависимости от ее типа, состава и высоты полета может быть обнаружена в режиме «Узкий луч» на дальностях до 150 *км* и в режиме «Широкий луч» - до 100-130 *км.*

Сектор сканирования (качания) диаграмм направленности антенн визирования по азимуту и углу места составляет:

– в режиме «Узкий луч» - 7,5°;

– в режиме «Широкий луч» - 20°.

Частота сканирования лучей равна 16 *Гц.* Обзор пространства по азимуту от 0° до 360°, по углу места - от 0° до 80° (без учета сканирования диаграммы направленности).

Импульсная мощность передатчика визирования 1 *МВт.*

Импульсная мощность радиопередатчика команд 60 *кВт.*

Частота повторения импульсов передатчиков:

– в режиме обнаружения (масштаб 150 *км*) - 920 *Гц;*

– в режиме сопровождения (масштаб 75 *км*) - 1840 *Гц.*

Длительность импульсов передатчиков визирования:

– при масштабе 150 *км* - 0,8 *мксек;*

– при масштабе 75 *км* - 0,4 *мксек.*

Разрешающая способность станции по дальности:

– при масштабе 150 *км* - 150 *м*;

– при масштабе 75 *км* - 75 *м.*

Разрешающая способность по угловым координатам 2°.

Для борьбы с радиопомехами станция имеет следующие средства защиты:

– аппаратуру селекции движущихся целей, обеспечивающую защиту от пассивных помех;

– скачкообразную перестройку рабочих частот станции и специальные схемы, обеспечивающие защиту от активных помех.

Габариты и вес кабин станции приведены в таблице 2.

Таблица 2.

Наименование оборудования	Походное положение				Боевое положение			
	вес, кг	высота, мм	ширина, мм	длина, мм	вес, кг	высота, мм	ширина, мм	длина, мм
Кабина ПВ	10860	3 500	2 500	6 700	15300	7 950	10000	7 360
Кабина УВ	13000	3 290	2 500	9 500	13000	3 290	2 500	9 500
Кабина АВ	14000	3 290	2 500	9 500	14000	3 290	2 500	9 500
Прицеп П1В	4 550	3 590	2 360	7 322	-	-	-	-
Прицеп П2В	5 350	3 590	2 360	7 322	-	-	-	-
Прицеп П3В	3 550	3 590	2 360	7 322	-	-	-	-

1.3. Принцип работы станции наведения ракет

Аппаратуру станции наведения ракет можно разделить на две одинаковые самостоятельные части:

- аппаратуру плоскости азимута;
- аппаратуру плоскости угла места.

Аппаратура плоскости азимута служит для определения координаты ***азимута цели ($\beta_ц$) и ракеты ($\beta_р$).***

Аппаратура плоскости угла места служит для определения координаты ***угла места ($\varepsilon_ц$ и $\varepsilon_р$).***

Координата дальности цели ($r_ц$) определяется по сигналам одной из плоскостей. Координата дальности ракеты ($r_ц$) определяется только по сигналам плоскости угла места.

Приемно-передающая аппаратура станции, обеспечивающая получение электрических сигналов, по которым определяются координаты цели и ракеты, составляет аппаратуру радиовизирования.

Аппаратура станции, выполняющая задачу наведения ракеты на цель, относится к аппаратуре радиоуправления.

Упрощенная функциональная схема станции наведения ракет СНР-75В представлена на рис. 10.

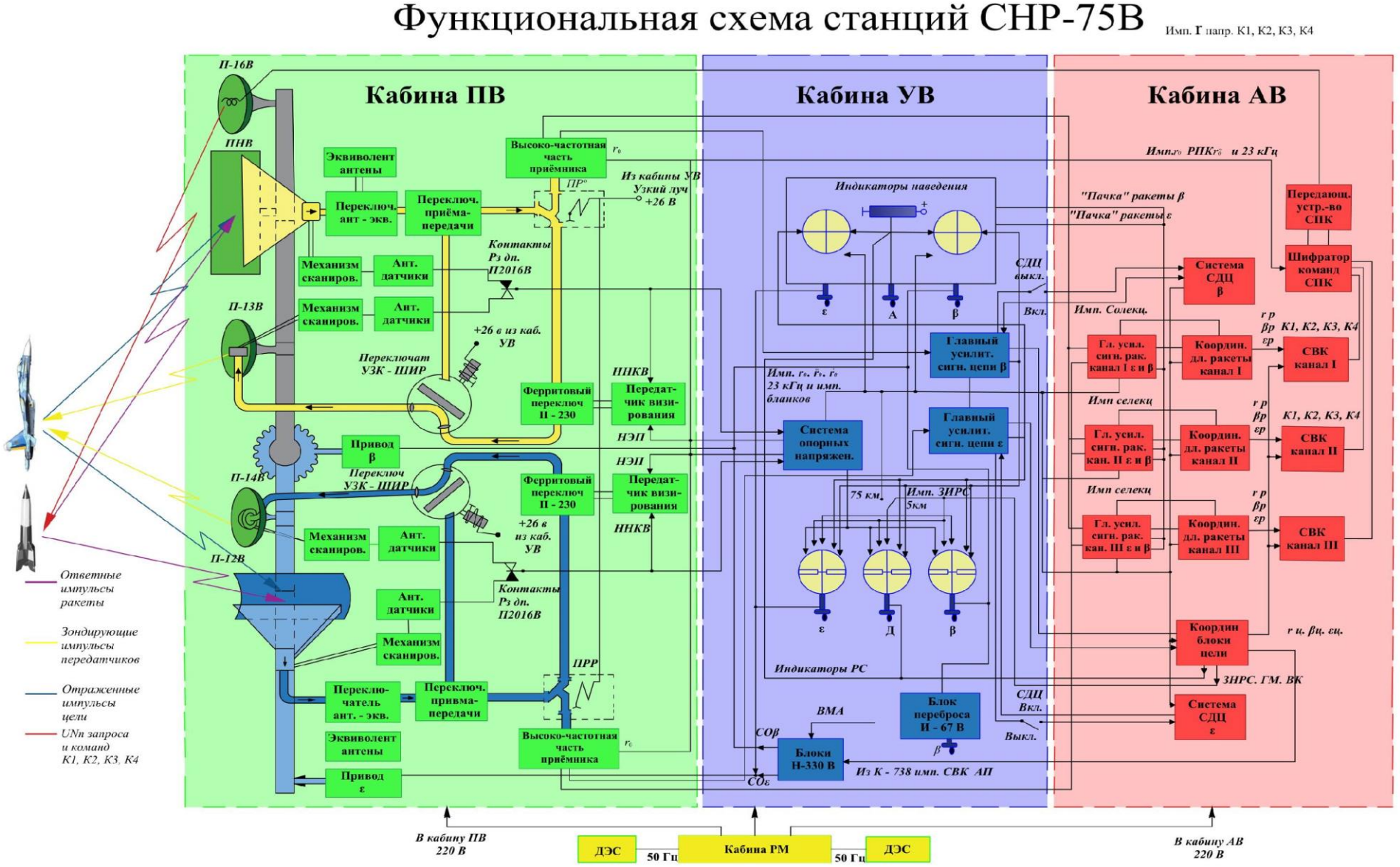


Рис. 10. Упрощенная функциональная схема СНР-75В.

Обнаружение цели производится по данным целеуказания с командного пункта или по данным о воздушной обстановке, отображенной на выносном индикаторе кругового обзора (ВИКО) станции разведки и целеуказания.

Установка антенн и пусковых установок в заданном направлении по азимуту и углу места осуществляется дистанционно с помощью синхронно-следящих приводов. Задающие элементы системы управления (блок наведения и блоки ручного сопровождения) расположены в кабине УВ, а исполнительная часть (электрический силовой привод) – в кабине ПВ и на пусковых установках.

Привод азимута вращает кабину ПВ вместе с антеннами по азимуту, а привод угла места приводит в движение антенны по углу места.

Наведение антенн (сектора обзора) станции в направлении на цель производится либо от штурвала блока переброса И67В, либо от штурвала блока наведения.

При наведении биссектрисы сектора обзора станции по ВИКО вращением штурвала блока переброса механическая риска совмещается с сигналом цели на индикаторе кругового обзора и включается режим «Переброс». Электрический привод азимута отрабатывает заданное рассогласование. Происходит быстрый разворот антенн в направлении на цель.

При наведении биссектрисы сектора обзора на цель с блока наведения оператор, вращая штурвал наведения по азимуту и углу места, совмещает вертикальные метки с сигналом цели на индикаторе наведения. Углы поворота штурвалов отрабатываются следящими приводами антенн.

В зависимости от точности целеуказания может быть включен режим поиска (круговой или секторный) в азимутальной плоскости.

Направление сектора качания может изменяться от 0° до 360° штурвалом наведения по азимуту.

Обзор пространства и обнаружение целей в СНР-75В может осуществляться в двух режимах – «Узкий луч» и «Широкий луч».

В соответствии с этим в станции имеются две пары антенн радиовизирования:

– антенны узкого луча (по азимуту и углу места);

– антенны широкого луча (по азимуту и углу места).

Каждая антенна визирования узкого луча формирует игольчатую диаграмму направленности, ширина которой по половинной мощности равна 1,7°.

Каждая антенна визирования широкого луча формирует диаграмму направленности в форме лепестка. Ширина диаграммы направленности по половинной мощности в плоскости качания луча равна 1° и в плоскости, перпендикулярной направлению движения, 7°.

Обнаружение целей на больших дальностях и целей с малой эффективной отражающей поверхностью производится в режиме «Узкий луч». В этом режиме два узких луча, шириной 1,7° каждый, сканируют (перемещаются) в секторе 7,5° по азимуту и углу места с частотой 16 *Гц* (рис. 11, а).

Луч угломестной антенны перемещается в вертикальной плоскости снизу вверх, луч азимутальной антенны - в горизонтальной плоскости слева направо.

Излучение высокочастотных импульсов передатчиков и прием отраженных сигналов цели осуществляются антеннами узкого луча.

Цели, находящиеся на малых дальностях, можно обнаруживать в режиме «Широкий луч». В этом режиме осуществляется качание широких лучей в секторе 20° по азимуту и углу места (рис. 11, в).

Излучение импульсов высокой частоты и прием отраженных сигналов цели производятся антеннами широкого луча. Импульсы передатчика каждой плоскости поступают в антенну через ферритовый переключатель и переключатель УЗКИЙ - ШИРОКИЙ. Волноводный переключатель УЗКИЙ - ШИРОКИЙ позволяет подключить к передатчику антенну узкого или широкого луча.

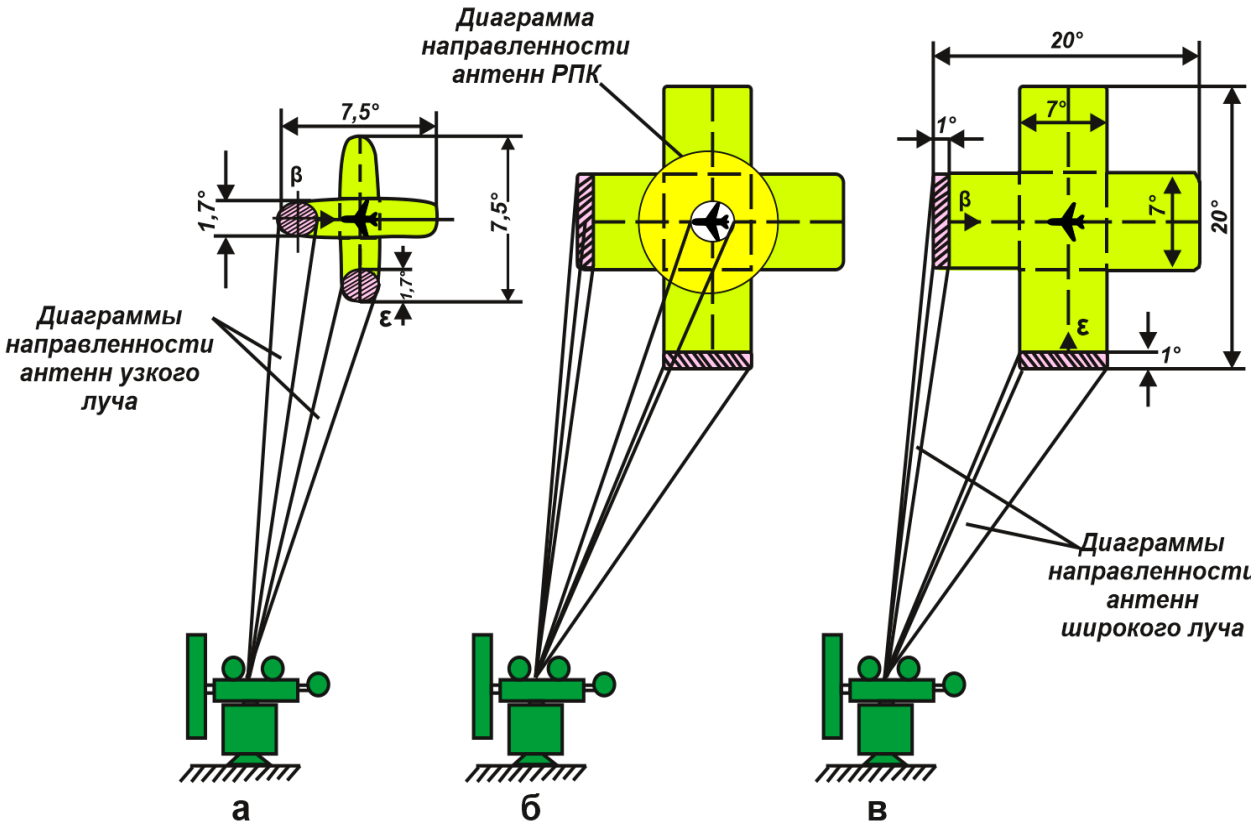


Рис. 11. Обзор пространства станцией в различных режимах:
а – режим «Узкий луч»; б – режим «Подсвет»; в – режим «Широкий луч»

Если цель находится в секторе сканирования, то в момент ее пересечения лучами антенн часть энергии зондирующих импульсов отразится от поверхности цели. Отраженные сигналы принимаются антеннами визирования.

В режиме «Узкий луч» сигналы, принятые антеннами узкого луча, через переключатель УЗКИЙ - ШИРОКИЙ, ферритовый переключатель и переключатель рода работы поступают на вход приемной системы.

В режиме «Широкий луч» принятые сигналы подаются на вход приемной

системы через переключатель приема - передачи и переключатель рода работы.

В приемной системе отраженные импульсы усиливаются по высокой частоте, преобразуются в импульсы промежуточной частоты, усиливаются по промежуточной частоте и детектируются. После детектирования и усиления видеоимпульсы, характеризующие пространственное положение цели, подаются на индикаторы и на вход координатных блоков цели.

Видеоимпульсы цели могут поступать на входы индикаторной и координатной систем или непосредственно с главных усилителей сигналов цели, или с выхода системы селекции движущихся целей при работе станции в режиме СДЦ.

Отраженные от цели сигналы принимаются антеннами визирования в виде пачек импульсов. Пачки следуют с частотой сканирования, а импульсы в пачке - с частотой повторения импульсов передатчиков. Форма пачки импульсов будет воспроизводить форму диаграммы направленности антенны (рис. 12).

Наблюдение воздушной обстановки в секторе обзора станции производится с помощью индикаторов, имеющих растровые развертки. Начало перемещения электронного луча снизу-вверх (развертка дальности) соответствует моменту излучения зондирующего импульса передатчика.

Начало перемещения электронного луча слева направо (угловая развертка) соответствует началу движения луча антенны в секторе сканирования.

Таким образом, сектор обзора на индикаторе равен сектору сканирования антенн в пространстве (7,5° или 20°).

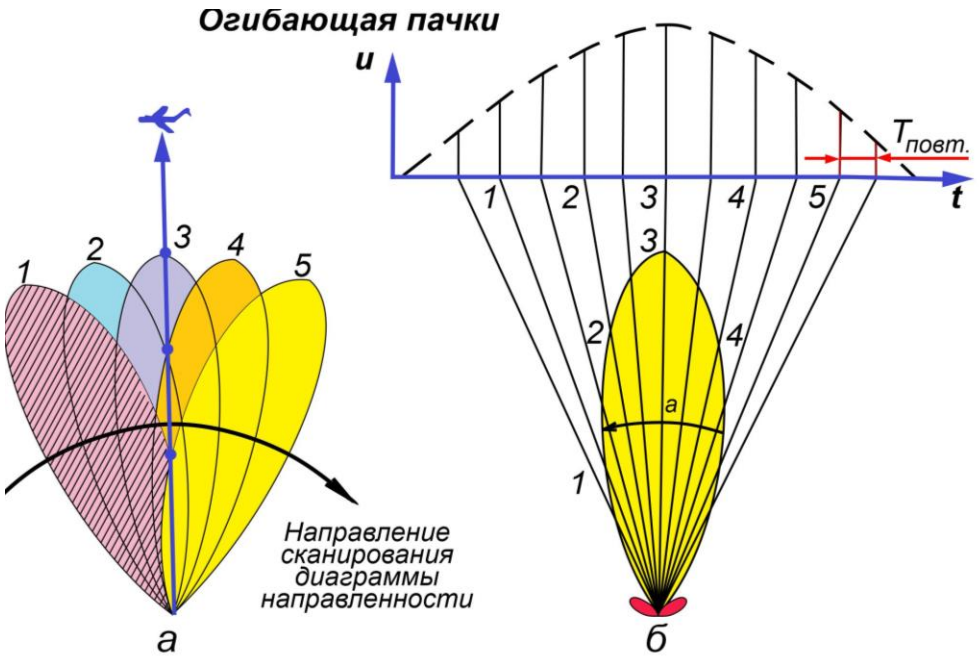


Рис. 12. Диаграмма направленности антенны и форма пачки импульсов:
а - положения диаграммы направленности антенны при сканировании;
б - изменение амплитуды сигнала на выходе приемной системы в зависимости от положения диаграммы направленности

Под действием сигналов цели и ракеты, поступающих на индикаторы с выхода приемной системы, на экранах высвечиваются яркостные метки. Метки целей и ракет будут расположены на том месте экрана, которое соответствует положению цели и ракеты в секторе обзора станции по углам и дальности (рис. 13).

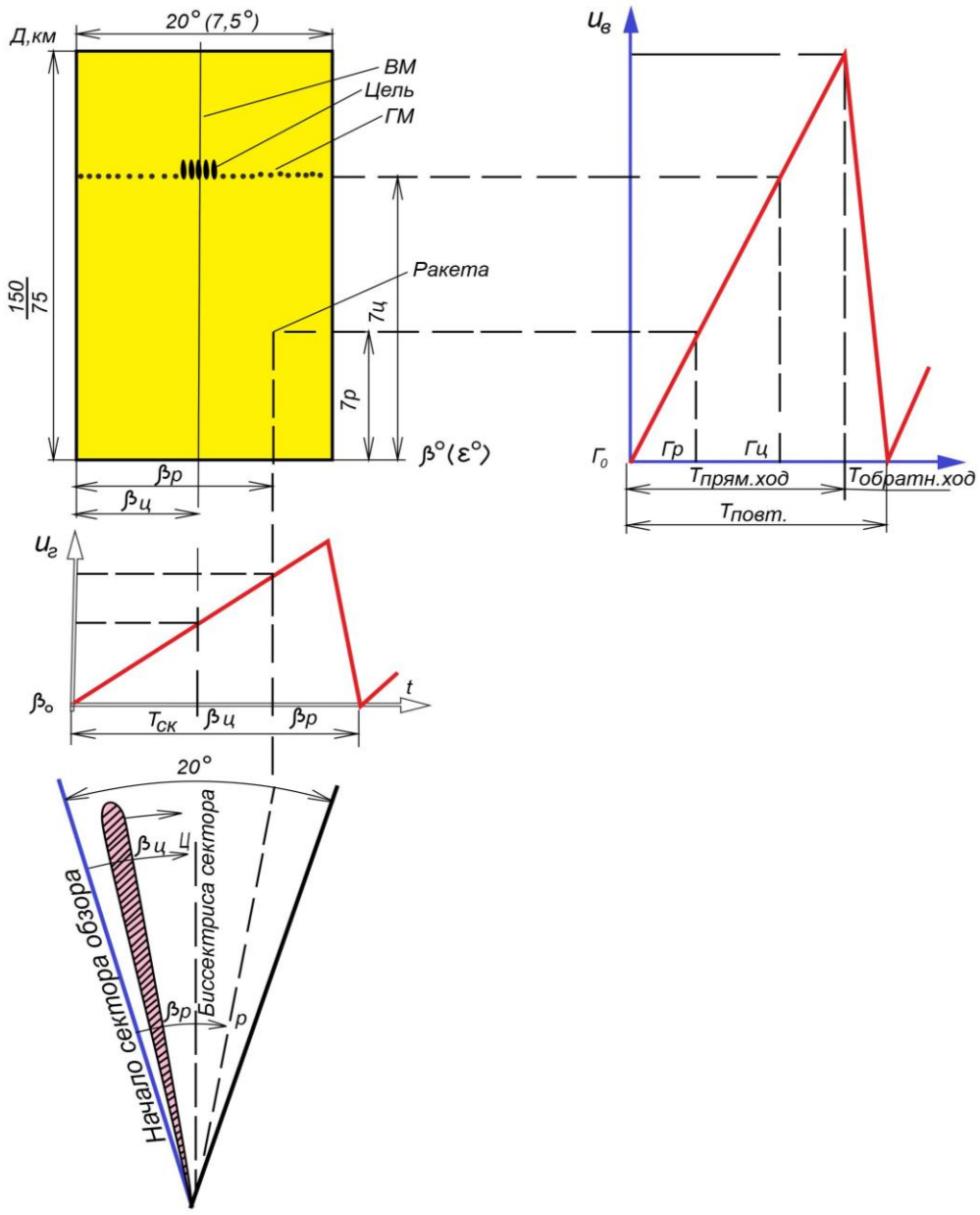


Рис. 13. Отображение цели и ракеты на экране индикатора:
Тповт. - период повторения импульсов передатчика; Тск - период сканирования лучей антенны; Ив - пилообразное напряжение развертки дальности; Иг - пилообразное напряжение угловой развертки

СНР имеет пять индикаторов: два индикатора наведения (па азимуту и углу места) и три индикатора ручного сопровождения (по азимуту, углу места и дальности).

На каждом индикаторе (рис. 14) высвечиваются вертикальная (ВМ) и горизонтальная (ГМ) метки визирования цели. Они предназначены для наведения измерительных импульсов, характеризующих координаты цели, на выбранную цель и контроля сопровождения цели.

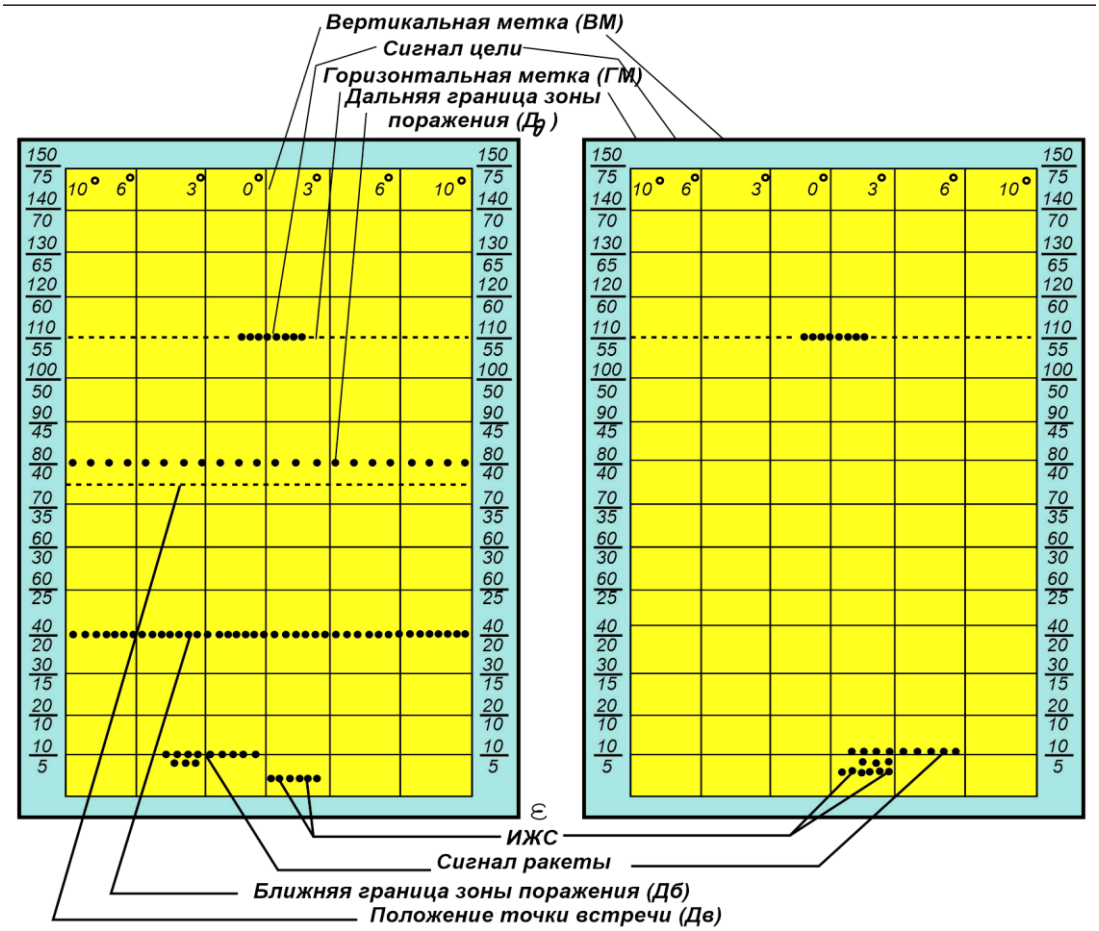


Рис. 14. Вид экранов индикаторов наведения

Оператор наведения, обнаружив на индикаторах наведения цель и управляя с помощью штурвалов наведения приводами антенн и импульсами сопровождения по дальности, наводит вертикальные и горизонтальные метки на отметку цели; при этом вертикальная метка на каждом индикаторе характеризует положение биссектрисы сектора сканирования, а горизонтальная метка - положение импульсов (стробов) сопровождения следящей системы дальности координатных блоков.

Координатная система вырабатывает текущие координаты в виде измерительных импульсов, временное положение которых относительно опорных напряжений определяет положение цели ($r_{ö}$, $\beta_{ö}$, $\varepsilon_{ö}$) и ракеты ($r_{ð}, \beta_{ð}, \varepsilon_{ð}$) в относительной системе координат. Измерительные импульсы называют импульсами СВК, так как они являются входными данными для системы выработки команд.

Временное положение импульса $r_ö$ относительно импульса запуска передатчика характеризует координату дальности цели. Импульсы $r_ö$ по времени «привязаны» к горизонтальной метке (рис. 15).

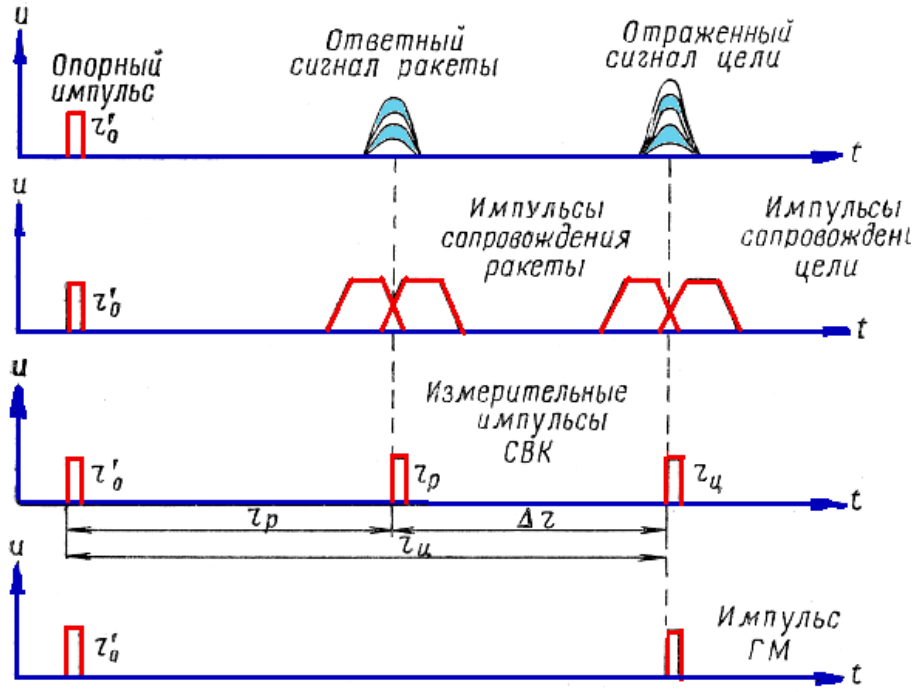


Рис. 15. Принцип определения координат дальности цели и ракеты

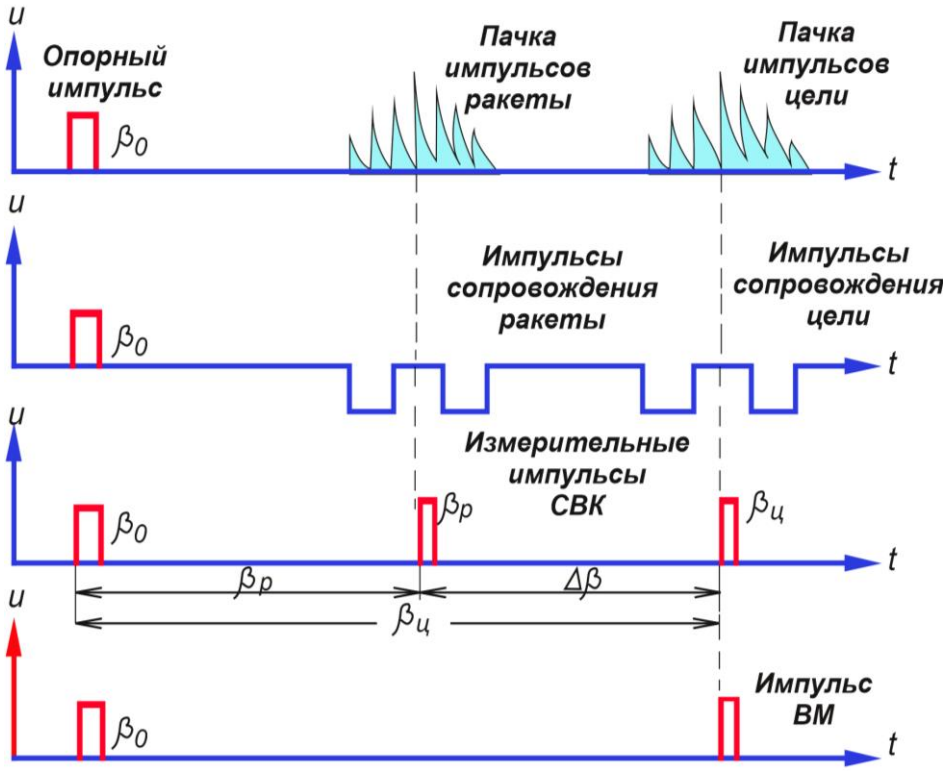


Рис. 16. Принцип определения угловых координат цели и ракеты

Временное положение импульсов $\varepsilon_{ö}$ ($\beta_{ö}$) относительно начала движения луча антенн в секторе сканирования характеризует угловую координату цели (рис. 16). Угловые измерительные импульсы $\varepsilon_{ö}$ ($\beta_{ö}$) «привязаны» к положению вертикальной метки на индикаторах.

Работа в режиме наведения считается законченной, если отметка от цели совмещена с перекрестием вертикальных и горизонтальных меток. Это означает, что импульсы сопровождения цели по дальности совмещены во времени с импульсом, отраженным от цели, импульсы сопровождения цели по угловым координатам совмещены с пачкой видеоимпульсов цели и биссектриса сектора сканирования станции направлена на цель.

По окончании работы в режиме наведения оператор наведения перемещением штурвалов от себя передает управление сектором обзора операторам ручного сопровождения (РС). Затем выдает команду на пусковые установки для их синхронизации с антеннами станции.

Сопровождение цели может осуществляться автоматически или вручную. Режим РС используется при сопровождении групповой цели и при наличии помех. Операция ручного сопровождения сводится к непрерывному совмещению с помощью штурвалов РС центра отметки цели с перекрестием ВМ и ГМ.

В этом режиме на индикаторах РС из всей дальности наблюдается 5*км* участок, на котором находится цель. Более крупный масштаб дальности позволяет точнее выполнить задачу совмещения меток визирования с сигналом цели. Поворотом штурвалов РС задается скорость перемещения антенн по азимуту и углу места, примерно равная угловой скорости движения цели, так, чтобы вертикальные метки совпадали с сигналом цели.

При работе станции в режиме «Узкий луч» может применяться только ручное сопровождение цели. После включения режима РС при приближении цели к станции оператор наведения переводит станцию из режима «Узкий луч» в режим «Подсвет» или «Широкий луч».

Режим «Подсвет» является основным режимом работы станции, так как он обеспечивает максимальное использование зоны поражения комплекса.

Режим «Широкий луч» является вспомогательным режимом работы и применяется в следующих случаях:

- при переносе огня на цель, находящуюся на дальности менее 80 *км*;
- при стрельбе по целям, летящим на высотах менее 5 *км*;
- при неисправности канала «Узкий луч».

При переходе в режим «Подсвет» прекращается сканирование узких лучей. Максимумы диаграмм направленности антенн узкого луча фиксируются в направлении биссектрисы сектора сканирования широких лучей (рис. 11, б). В режиме «Подсвет» излучение высокочастотных импульсов передатчиков осуществляется антеннами узкого луча, а прием отраженных от цели сигналов - антеннами широкого луча, диаграммы направленности которых сканируют в

секторе 20°. «Подсвечивание» цели узким лучом повышает дальность ее устойчивого сопровождения.

При достаточном уровне сигнала и отсутствии помех включается режим АС; при этом горизонтальные и вертикальные метки визирования и связанные с ними измерительные импульсы СВК совмещаются с импульсами цели автоматически по всем координатам.

Для предотвращения потери цели вследствие выхода ее из пределов узкого луча необходимо производить подслеживание по азимуту и углу места, удерживая отметку цели и связанные с ней вертикальные метки в центре экрана, т. е. совмещая биссектрису сектора сканирования с направлением на цель.

В СНР-75 подслеживание осуществляется как вручную операторами РС (РП), так и автоматически (АП). Автоматическое подслеживание применяется при сопровождении одиночных целей на высотах более 5 *км*, а ручное подслеживание — на высотах менее 5 *км*.

Станция имеет в своем составе автоматизированный прибор пуска, который определяет границы зоны поражения, а также упрежденную дальность до точки встречи ракеты с целью. Положение границ зоны поражения и дальность до точки встречи отображаются на экране индикатора наведения светящимися горизонтальными метками. Эти метки дают возможность оператору наведения определить момент пуска ракеты. В момент совпадения на индикаторе наведения горизонтальной метки дальности до точки встречи с горизонтальной меткой дальней границы зоны поражения оператор производит пуск ракеты.

Пусковые установки связаны с антеннами станции синхронно-следящими приводами. Эта связь обеспечивает выстреливание ракеты в сектор сканирования станции.

Импульсами радиопередатчика команд производится запрос установленного на ракете ответчика. Сигналы ответчика ракеты принимаются антеннами визирования широкого луча и поступают на входы приемных устройств. После усиления и преобразования сигналы подаются в кабину АВ на главные усилители сигналов ракет. Видеоимпульсы ракеты с выхода главных усилителей поступают на индикаторы наведения кабины УВ для наблюдения полета ракеты и в координатную систему для выработки координат ракеты.

Задача наведения и автоматического захвата сигналов ракеты следящими системами облегчается тем, что пуск ракеты производится в определенном направлении и место ее старта известно. Это дает возможность определить координаты любой точки траектории полета ракеты, через которую она проходит в определенный момент времени. Соответственно координатам выбранной точки в следящих системах канала ракеты заранее устанавливаются временные задержки импульсов сопровождения ракеты. В этом вполне определенном исходном положении импульсы сопровождения (стробы) как бы ожидают прихода импульсов ответчика ракеты и поэтому называются ждущими стробами. Ждущие стробы изображаются на экранах индикатора наведения в виде горизонтально расположенных светящихся меток (рис. 13).

В станции СНР-75 ждущие стробы устанавливаются на дальности 2100 *м.* Длительность ждущих стробов по дальности соответствует 300 *м,* а по азимуту и углу места они перекрывают весь сектор сканирования широких лучей.

При вхождении сигнала ответчика в ждущие стробы (примерно на шестой секунде полета) происходит захват ракеты следящими системами. Начинается автосопровождение ракеты. Автоматическое сопровождение ракет контролируется с помощью меток индикации ждущих стробов (ИЖС) на экранах индикаторов наведения. Если ракета сопровождается, то метки данного канала управления перемещаются по дальности и углам вместе с сигналом ракеты.

Измерительные импульсы следящих систем ракеты ($r_д$, $\varepsilon_д$, $\beta_д$), так же как и измерительные импульсы следящих систем цели ($r_ц$, $\varepsilon_ц$, $\beta_ц$), поступают на систему выработки команд.

Система выработки команд по разности текущих координат цели и ракеты (Δr, $\Delta\varepsilon$, $\Delta\beta$) вырабатывает команды управления (К1 и К2) полетом ракеты в двух взаимно перпендикулярных плоскостях.

С выхода СВК команды управления в виде медленно меняющихся напряжений поступают в радиопередатчик команд. Радиопередатчик команд обеспечивает преобразование и кодирование команд. С выхода РПК команды в виде импульсов высокой частоты поступают в антенну радиопередатчика команд (кабина ПВ).

Принятые на борт ракеты команды управления усиливаются, дешифрируются и подаются на автопилот для управления полетом. Под воздействием команд ракета наводится на цель.

Ракета снабжена боевым зарядом, подрыв которого производится радиовзрывателем. Для согласования области срабатывания радиовзрывателя с областью поражения боевой части при различных скоростях сближения ракеты с целью подается разовая команда К4.

Для включения радиовзрывателя на определенном расстоянии ракеты от цели подается разовая команда К3.

Разовые команды К3 и К4 вырабатываются СВК, кодируются радиопередатчиком команд и излучаются антенной РПК в направлении полета ракеты. При входе цели в область срабатывания радиовзрывателя происходит подрыв боевой части и цель поражается.

ГЛАВА 2. СИСТЕМА СИНХРОНИЗАЦИИ СНР

2.1. Назначение, состав и размещение

Система синхронизации предназначена для выработки опорных импульсных напряжений, необходимых для синхронизации работы всех основных элементов станции.

Система синхронизации состоит из синхронизатора, вырабатывающего опорные напряжения дальности, и синхронизатора, вырабатывающего угловые опорные напряжения.

Опорные напряжения дальности представляют собой непрерывный ряд импульсов, частота которых определяет частоту повторения импульсов станции.

В станции наведения ракет применяются две частоты повторения импульсов. Частота повторения импульсов 920 *Гц* соответствует масштабу 150 *км,* а частота повторения 1840 *Гц* - масштабу 75 *км.*

Синхронизирующие импульсы дальности могут иметь переменный период повторения T_1 = 522 мксек и T_2 = 566 *мксек* или постоянный период T = 1088 *мксек,* а также переменный период T_3 = 1044 *мксек* и T_4 = 1132 *мксек.*

В зависимости от назначения синхронизирующие импульсы дальности поступают в различные системы и устройства станции наведения ракет.

Схема функциональных связей синхронизатора дальности приведена на рис. 17.

Угловые опорные напряжения представляют собой два ряда импульсов, частота которых равна частоте сканирования лучей антенной системы в плоскостях β и ε, а длительность равна времени обратного хода лучей.

Конструктивно система синхронизации выполнена в виде двух блоков (И91В и И64В), расположенных в шкафу наведения.





Рис. 17. Функциональные связи синхронизатора дальности

2.2. Функциональная схема синхронизатора дальности

Задающим генератором синхронизатора дальности служит генератор 92 *кГц* (рис. 18.а,б), который может работать в режиме «LC» или «Кварц». Синусоидальные колебания частотой 92 *кГц* преобразуются в импульсные напряжения той же частоты.

Напряжением с генератора импульсов 92 *кГц* запускается делитель 1:2, снижающий частоту с 92 *кГц* до 46 *кГц*.

Импульсами, частота которых равна 46 *кГц*, запускаются два делителя: делитель 1:2 и делитель 1:25. Делитель 1:2 обеспечивает формирование импульсного напряжения частотой 23 *кГц*, поступающего в кабину АВ на систему СДЦ и РПК. Делитель 1:25 является основным делителем и формирует импульсы, частота которых равна f_0 = 1840 *Гц*. Напряжением частоты f_0 запускается делитель 1:2, снижающий частоту до $f_0/2 = 920$ *Гц*.

Синхронизатор дальности имеет схему формирования и коммутации переменного периода повторения синхронизирующих импульсов ($T_{перемен}$).

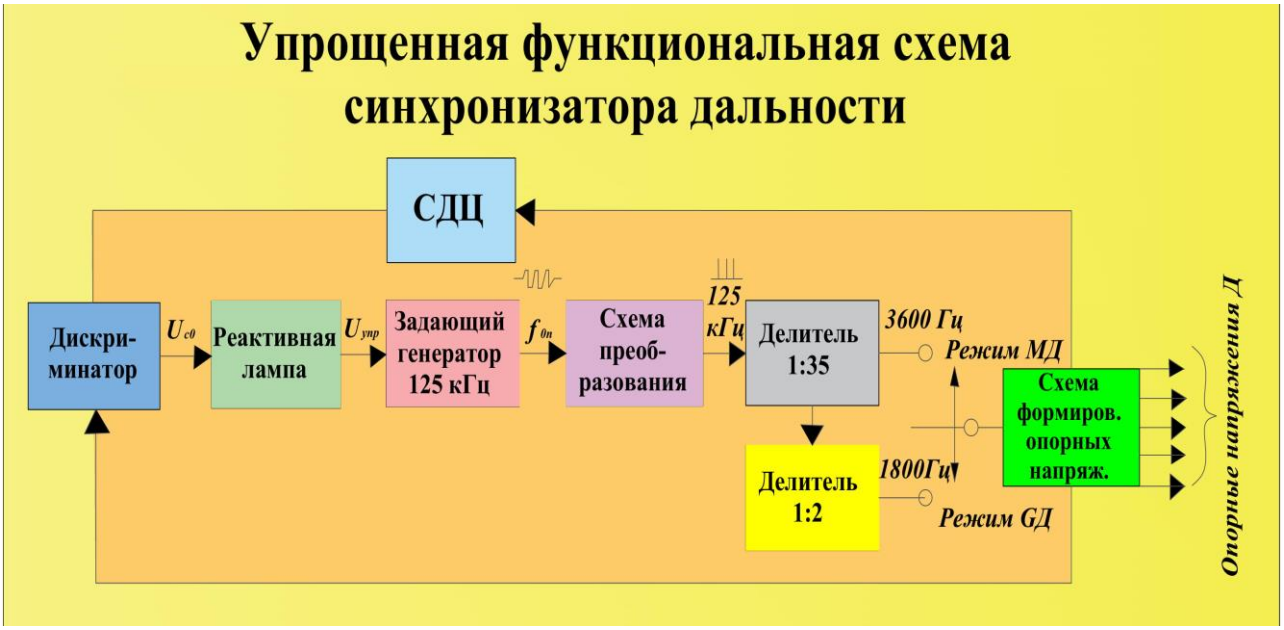


Рис. 18.а. Функциональная схема синхронизатора дальности (упрощенная)

Частота повторения синхронизирующих импульсов определятся выбранным масштабом работы (75 *км* или 150 *км*). При масштабе 75 *км* (частота повторения f_0) период повторения синхронизирующих импульсов равен T_1 и T_2.

Введение переменного периода повторения вызвано необходимостью борьбы с явлением слепой скорости при работе станции в режиме СДЦ. При масштабе 150 *км* (частота повторения $f_0/2$) период повторения импульсов может быть равен T или T_3 и T_4.

С выхода схемы формирования и коммутации $T_{перемен}$ импульсы подаются на схемы формирования импульсов r_0', r_0'', r_0 и импульса запуска передатчиков (ИЗП).

Независимо от масштаба работы синхронизирующие импульсы $r'_{0îòä}$, $r_{0ÐÏÊ}$ и r вырабатываются с периодами T_1 и T_2.

Синхронизирующие импульсы, предназначенные для обеспечения работы автоматизированного прибора пуска ($r'_{0ïð.Ï}$ и $r_{0ïð.Ï}$), вырабатываются с постоянным периодом T.

Формирование калибрационных меток дальности осуществляется путем деления в три раза импульсов, следующих с частотой 92 *кГц*. Калибрационные метки используются в индикаторах наведения.



Рис.18.б. Структурная схема синхронизатора дальности СНР-75

2.3. Функциональная схема углового синхронизатора

Основными элементами углового синхронизатора являются генераторы угломестных и азимутальных бланков. По своей конструкции и принципу работы эти генераторы одинаковы.

В режимах боевой работы (БР) и контроля станции (КС) на запуск генераторов с антенных датчиков (рис. 19) поступают импульсы начала и конца бланков (ИНКБ). Временной интервал между импульсами начала и конца бланков соответствует обратному ходу луча антенны.



Рис. 19. Функциональная схема углового синхронизатора

В режиме регламентного контроля (РК) кабины УВ запуск генераторов бланков осуществляется импульсами, полученными в результате деления импульсов частотой $f_0/4$, поступающих с синхронизатора дальности; при этом необходимо тумблер БЛАНКИ установить в положение ИМИТАТОР и тем самым подать питание на реле Р1. Это дает возможность проводить работы в кабине УВ без участия антенной системы, т. е. при выключенных электродвигателях механизма сканирования.

Генератор бланков формирует импульсы положительной и отрицательной полярностей, поступающие в приемную, индикаторную, координатную системы и систему селекции движущихся целей.

ГЛАВА 3. ПЕРЕДАЮЩАЯ СИСТЕМА СНР

3.1. Назначение и состав

Передающая система предназначена для генерирования мощных высокочастотных импульсов, обеспечивающих работу аппаратуры радиовизирования цели.

Передающая система станции включает передатчик плоскости азимута и передатчик плоскости угла места. Оба передатчика по принципу работы и устройству не имеют принципиальных отличий, за исключением рабочих частот магнетронных генераторов. Разнос частот передатчиков улучшает помехозащищенность станции от активных помех и исключает их взаимное влияние.

Аппаратура передающей системы размещена в отдельных шкафах, установленных в кабине ПВ и имеет в своем составе.

Шкаф модулятора-генератора (П20АВ). В нем расположены:

– подмодулятор (П22В);

– модулятор;

– магнетронный генератор;

– механизм перестройки частоты магнетрона (П29В);

– блок питания (П122В);

– вентиляторы охлаждения магнетрона и модуляторных ламп.

Шкаф высоковольтного выпрямителя (П20ВВ). В нем расположены:

– высоковольтный выпрямитель (П121В);

– регулятор высокого напряжения (П321В);

– блок компенсации бланкирования (П25В).

Блок ферритового переключателя приема – передачи (П23В), установленный на шкафу высоковольтного выпрямителя.

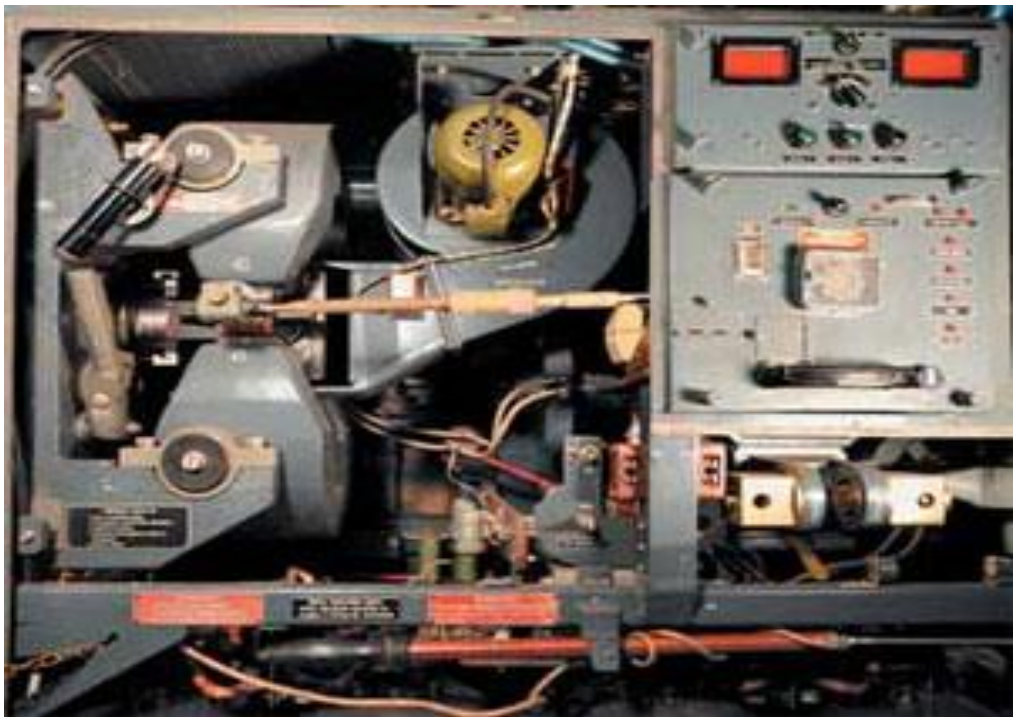
Шкаф управления и контроля (П20БВ) – общий для обоих передатчиков. В нем расположены:

– схема цепей управления, блокировки и сигнализации (УБС);

– блок формирования и имитации импульсов запуска передатчиков (П328В).



Модуляторные лампы ГМИ-2Б



Магнетрон МИ-147

3.2. Принцип работы и функциональная схема передатчика

В режиме боевой работы импульсы запуска передатчика из кабины УВ через нормально замкнутые контакты реле Р1 (рис. 20) и линию задержки блока П328В подаются на вход разделительного блокинг-генератора. При регламентных работах используются импульсы запуска, формируемые в

имитаторе. Блокинг-генератор служит для формирования импульсов с крутым передним фронтом.

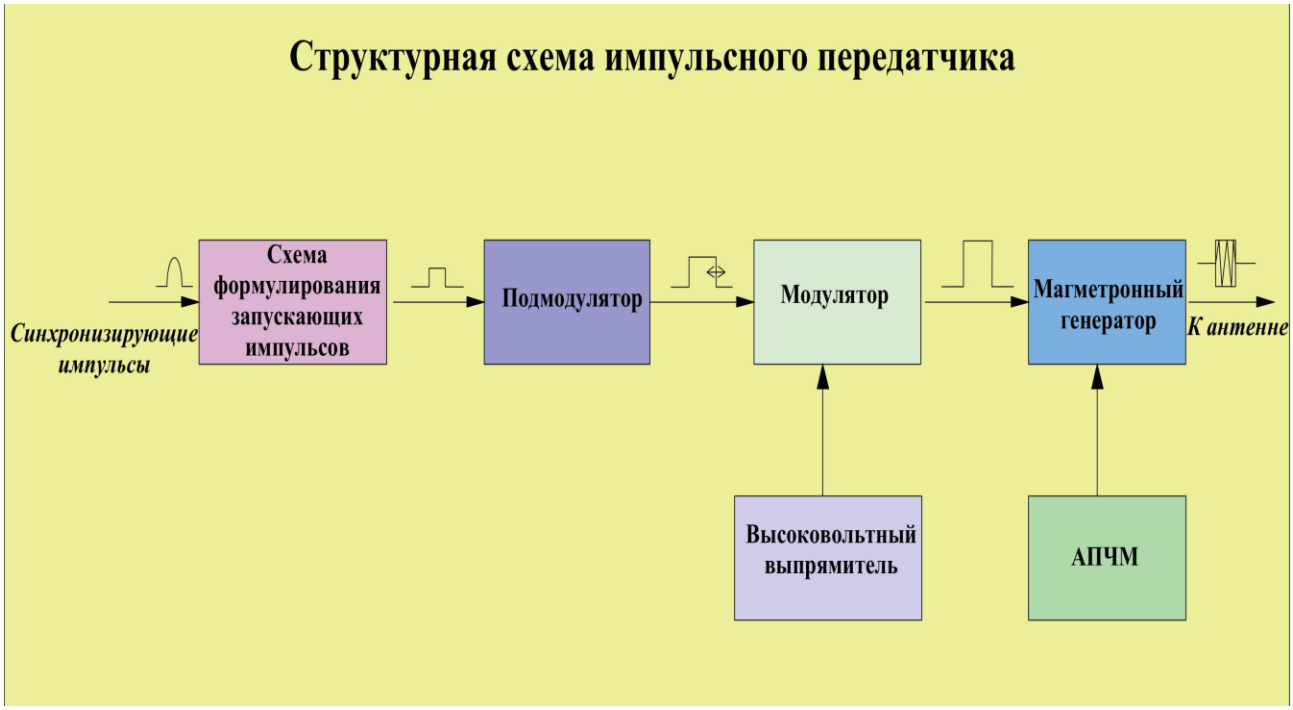


Рис. 20. Структурная схема передатчика

Импульсы блокинг-генератора поступают на входной каскад подмодулятора, усиливаются и передаются на формирующий каскад. Кроме того, на входной каскад приходят отрицательные бланкирующие импульсы с блока компенсации бланкирования (П25В). При поступлении фланкирующих импульсов входной каскад запирается и не пропускает импульс запуска. Следовательно, во время бланкирования передатчик не работает.

В формирующем каскаде происходит формирование импульсов по длительности 0,8 или 0,4 *мксек* в зависимости от масштаба дальности.

Усилитель мощности подмодулятора усиливает импульс до 1 *кВ* и подает его на модулятор.

Модулятор, собранный по схеме импульсного удвоения напряжения, формирует мощные отрицательные импульсы, поступающие на катод магнетрона. Магнетрон вырабатывает мощный высокочастотный импульс, поступающий в волноводный тракт через ферритовый переключатель.

Ферритовый переключатель (П23В) предназначен для устранения влияния отраженной от неоднородностей волноводного тракта энергии (волны) на работу магнетрона и переключения приемно-передающей аппаратуры из режима передачи в режим приема.

В передатчиках используются перестраиваемые магнетроны МИ-147

(по азимуту) и МИ-148 (по углу места). Частота магнетрона может изменяться с помощью механизма перестройки частоты, который обеспечивает:

– скачкообразную перестройку с одной фиксированной частоты на другую;

– непрерывную подстройку частоты магнетрона под частоту гетеродина цели как исполнительный элемент системы автоматической подстройки частоты магнетрона;

– ручную перестройку частоты магнетрона.

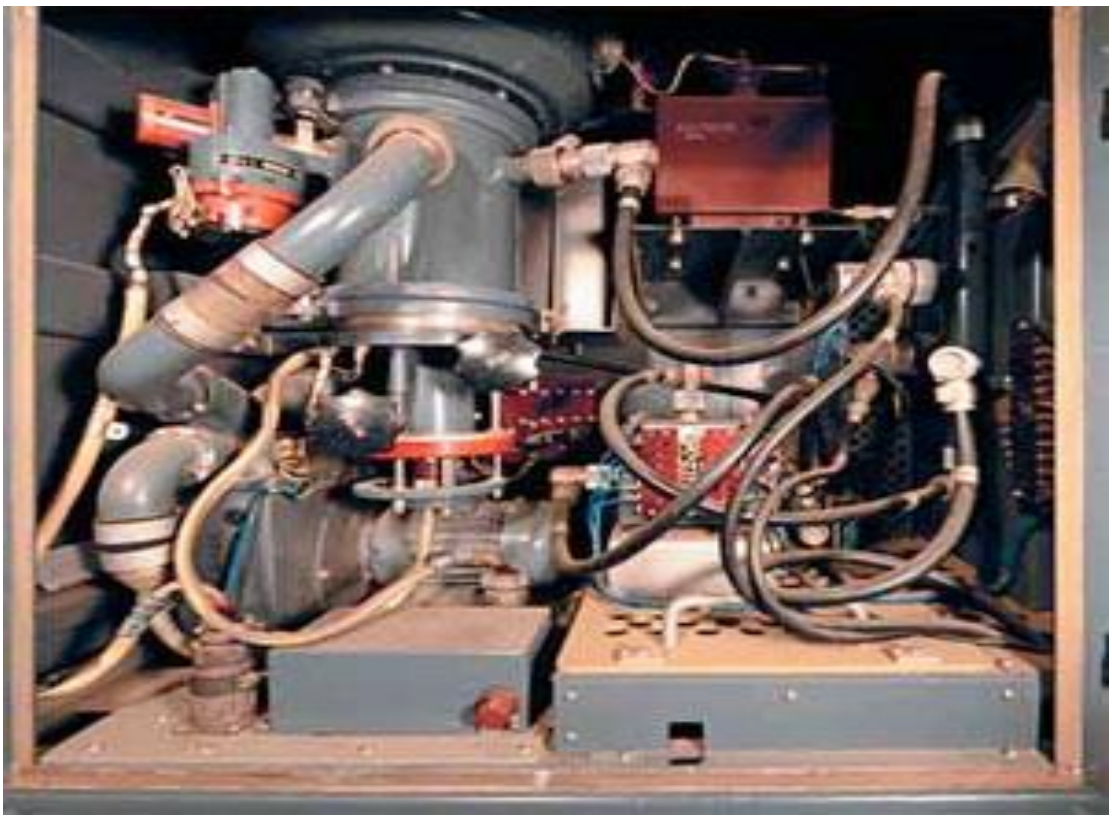
Передатчик бланкируется на время обратного хода луча антенны, на время переключения с антенны на эквивалент, на время переключения режима «Узкий – Широкий» и на время скачкообразной перестройки частоты магнетрона.

Исходным сигналом для формирования бланка сканирования (на время обратного хода) служат импульсы начала и конца бланка (ИНКБ), поступающие от антенных датчиков в блок П328В на запуск блокинг-генератора через нормально замкнутые контакты реле Р2.

При регламентных работах может использоваться имитатор ИНКБ. Импульсы блокинг-генератора переводят триггер из одного состояния в другое. На выходе триггера выделяются прямоугольные положительные импульсы, длительность которых равна длительности обратного хода луча антенны. Прямоугольные импульсы триггера через сумматор блока П25В подаются на входы инверторов. Инвертор служит для изменения полярности импульсов. Отрицательные импульсы с выхода инвертора I поступают на входной каскад подмодулятора, запирая его на время бланкирования.

Формирование бланков переключения режимов и «скачка» частоты осуществляется с помощью реле отключения магнетрона Р5 (РОМ). На время переключения питание с обмотки реле Р5 снимается, его нормально замкнутыми контактами замыкается цепь подачи напряжения + 65 *В*, за счет которого формируется бланк в схеме сумматора.

Бланкирование передатчика вызывает прекращение потребления тока от высоковольтного выпрямителя на время бланкирования. Прекращение потребления тока вызывает разгрузку выпрямителя и, как следствие, появление в схемах выпрямителя и модулятора нежелательных перенапряжений, могущих вызвать пробой ламп модулятора и магнетрона. Поэтому в передатчик введена схема компенсации бланкирования, которая на время бланка подключает к выпрямителю нагрузку, эквивалентную модулятору по потреблению тока. Нагрузка (последовательно соединенные сопротивления) подключается с помощью ламп ГМИ-90, которые отпираются положительным импульсом бланка.



Высокочастотная часть радиопередатчика

Включение передатчиков может быть дистанционное из кабины УВ и местное. Для обеспечения заданного порядка включения, определяемого особенностями модуляторных ламп и магнетрона, а также для защиты передатчиков от перегрузок и обслуживающего персонала от поражения током высокого напряжения имеются цепи управления, блокировки и сигнализации.

ГЛАВА 4. АНТЕННО-ФИДЕРНАЯ СИСТЕМА СНР

4.1. Назначение и состав

Антенно-фидерная система предназначена для направленного излучения высокочастотной электромагнитной энергии и приема отраженных от целей сигналов и сигналов ответчиков ракет.

В состав антенно-фидерной системы станции входят:

– антенно-волноводная система узкого луча;

– антенно-волноводная система широкого луча;

– антенно-фидерная система РПК.

Антенно-волноводная система узкого луча включает антенну визирования узкого луча по азимуту (П13В), антенну визирования узкого луча по углу места (П14В) и волноводный тракт.

Общий вид кабины ПВ с антенной системой показан на рис 21а.

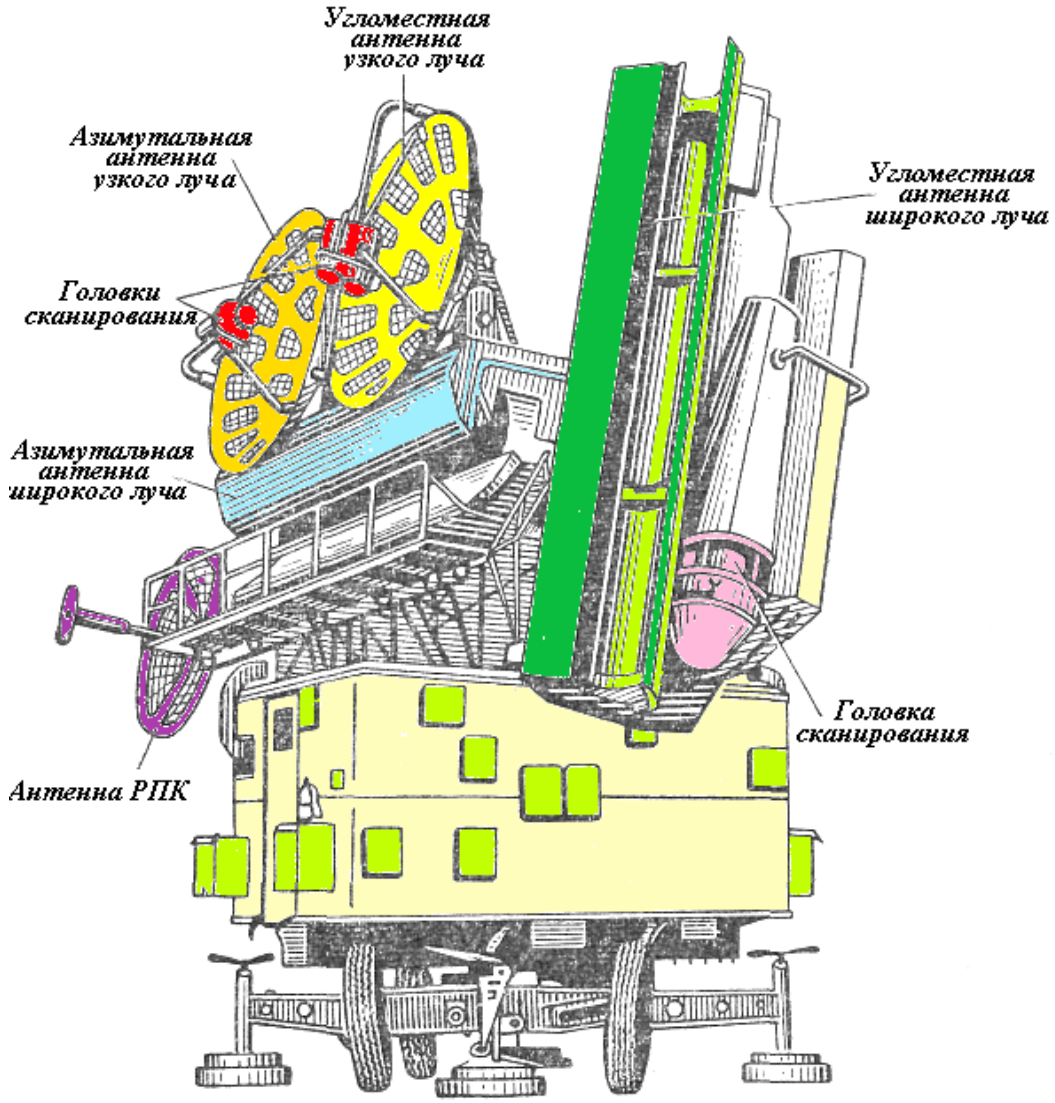


Рис. 21а. Общий вид кабины ПВ с антенной системой

Антенны узкого луча формируют диаграммы направленности игольчатого типа шириной по уровню половинной мощности, равной 1,7°.

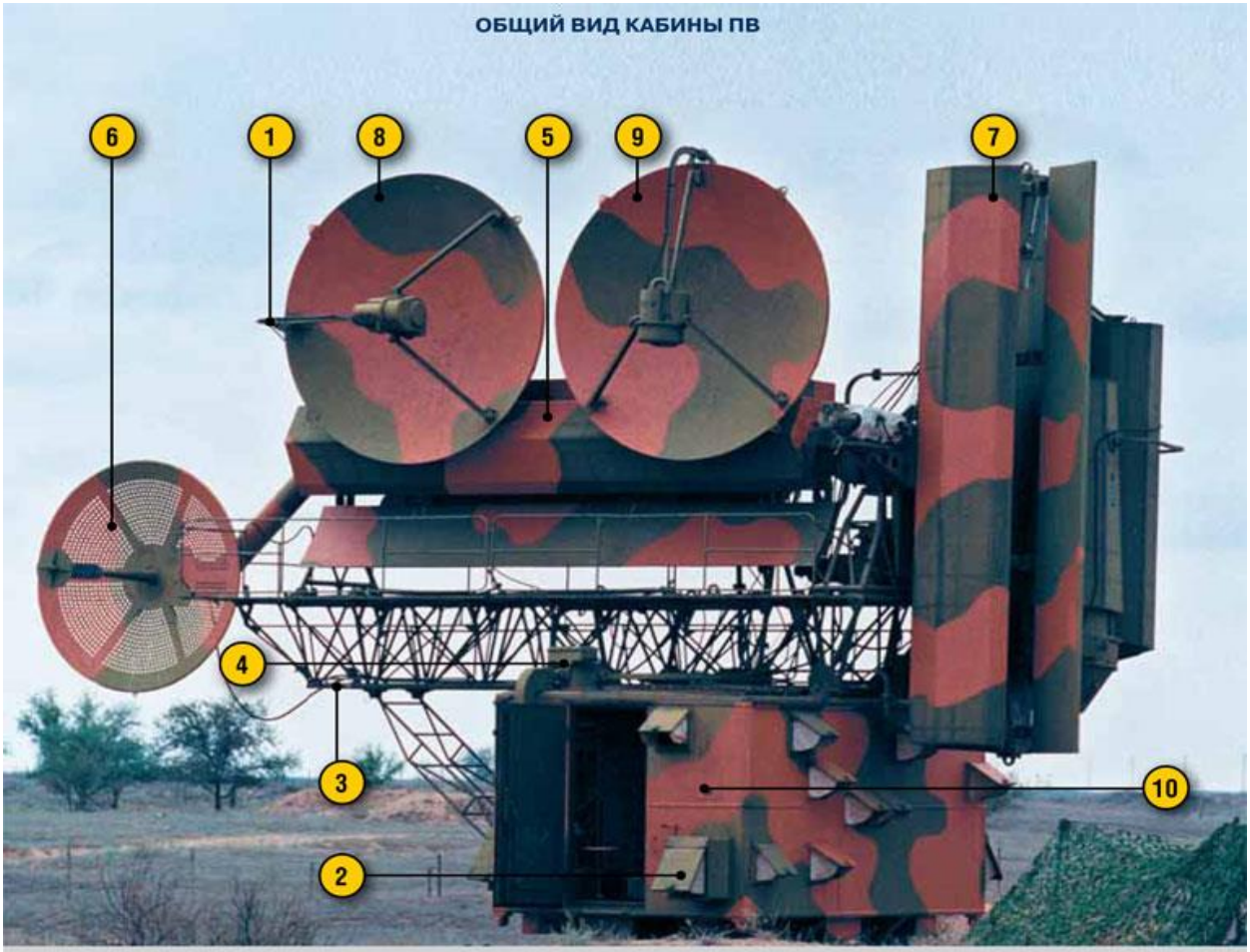
Антенно-волноводная система широкого луча включает антенну визирования широкого луча по азимуту (П11В), антенну визирования широкого луча по углу места (П12В) и волноводный тракт.

Антенны широкого луча формируют диаграммы направленности в форме лепестка. Ширина диаграммы направленности в плоскости сканирования 1° и в плоскости, перпендикулярной плоскости сканирования, 7°.

Антенна радиопередатчика команд (П16В) формирует диаграмму направленности игольчатой формы с круговой поляризацией. Ширина диаграммы направленности 10 – 14,5°. Высокочастотная энергия от передатчика команд, расположенного в кабине АВ, поступает в антенну по коаксиальному кабелю.

4.2. Принцип работы и устройство антенны визирования узкого луча

Антенна визирования узкого луча представляет собой круглый параболический рефлектор, в фокусе которого расположено сканирующее устройство.



Сканирующее устройство является облучателем рефлектора и предназначено для осуществления электрического качания луча.

Принцип формирования игольчатых диаграмм направленности такими антеннами основан на фокусирующих свойствах параболоида и хорошо известен из оптики. Качание луча в пространстве осуществляется электрическим способом, т. е. при неподвижных антеннах. С помощью сканирующего устройства смещается точка облучения рефлектора. В результате изменения положения точки облучения рефлектора, луч антенны будет перемещаться в пространстве.

На рис. 22 показан ход лучей, отраженных от параболоида, для различных положений точки облучения

Сканирующее устройство состоит из сканирующей головки, запитывающего волновода, электродвигателя с редуктором и механизмом остановки (рис. 23).



Рис. 21,б. Функциональные связи антенно-фидерного устройства с системами СНР

Сканирующая головка образована из 75 рупорных облучателей. Рупорные волноводы расположены радиально, при этом их выходные концы образуют

винтовую линию. Электромагнитная энергия поступает в рупоры головки через запитывающий волновод. Сканирующая головка вращается электродвигателем через редуктор со скоростью 900 *об/мин* (16 *Гц*). При вращении головки электромагнитная энергия из запитывающего волновода будет поступать только в тот рупор, который в данный момент находится у неподвижного запитывающего волновода.

Так как положение рупорных облучателей по отношению к фокальной оси при вращении меняется, облучение рефлектора происходит из различных точек. Вследствие этого формируемый рефлектором луч перемещается в пространстве.

Для получения электрических импульсов, соответствующих по времени положению луча в начале, на биссектрисе и в конце сектора сканирования, в сканирующем устройстве установлены три индукционных датчика (три катушки и магнит).

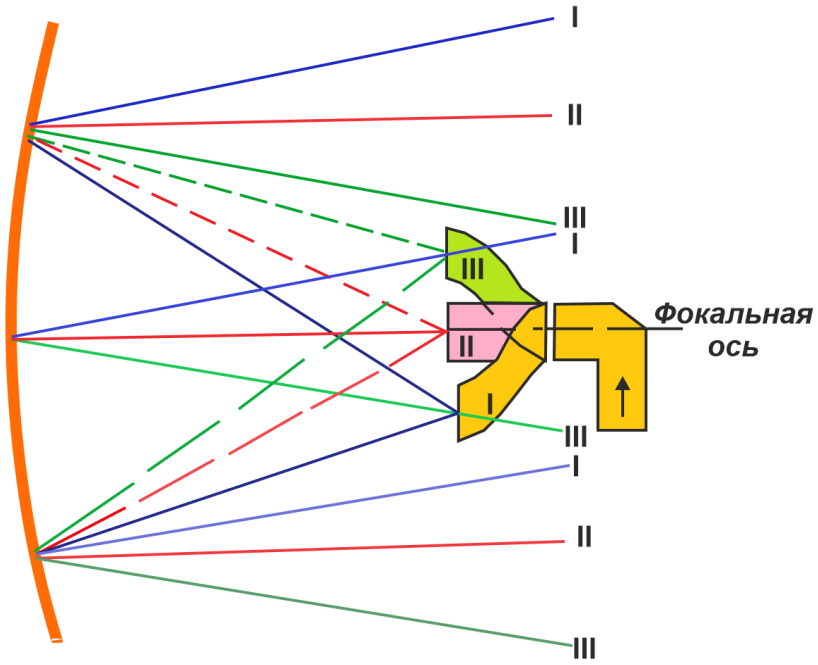


Рис. 22. Принцип качания узкого луча

Катушки установлены на неподвижной части, а магнит — на вращающейся. При прохождении магнита мимо катушки в ней возникает электрический импульс. Импульсы начала и конца бланка (рис. 21,б.) используются для бланкирования (выключения) передатчика на время обратного хода, для запуска и срыва угловых разверток индикаторов. Импульс, соответствующий биссектрисе сектора сканирования, используется для получения вертикальных меток (ВМА) на экранах индикаторов.

В режиме «Подсвет» электродвигатель сканирующего устройства выключается. Механизм остановки останавливает сканирующую головку в таком положении, при котором луч антенны направлен по биссектрисе сектора обзора.

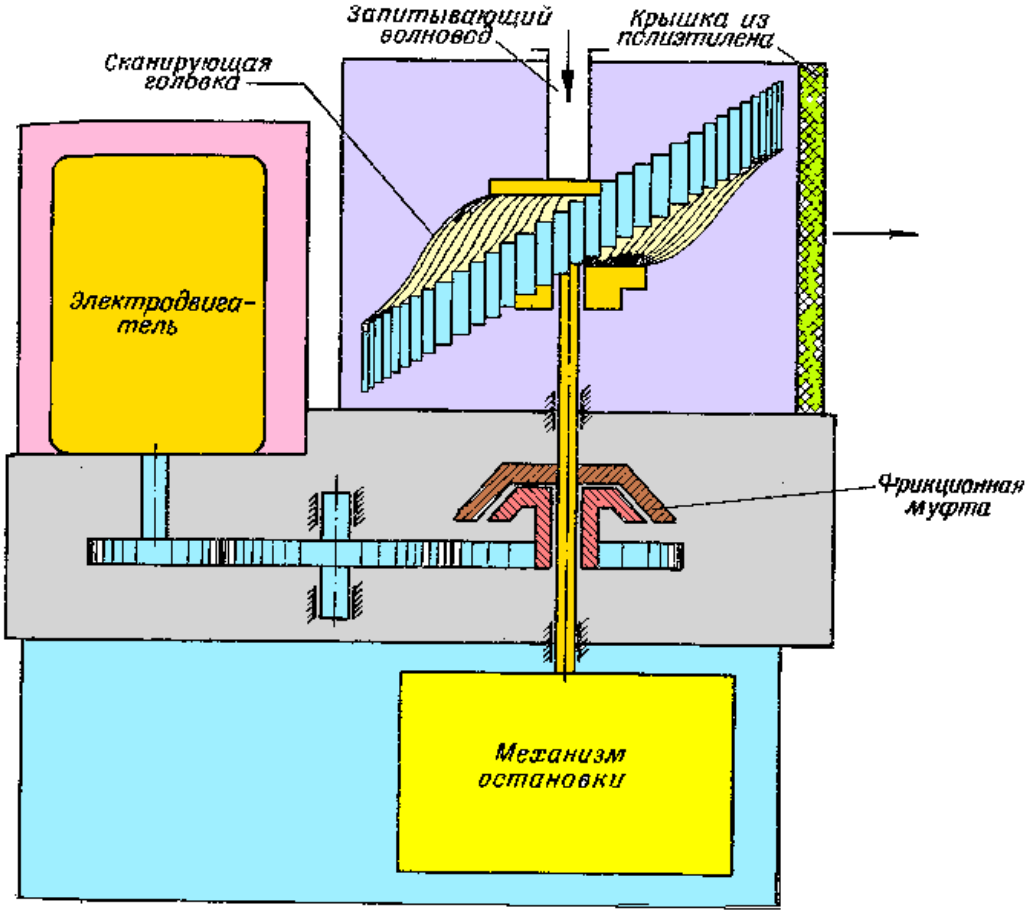


Рис. 23. Сканирующее устройство антенны визирования узкого луча

Для повышения пробивной прочности и уменьшения влияния внешних климатических условий внутренняя полость сканирующего устройства и волноводный тракт узкого луча наполняются воздухом с избыточным давлением 1,4 *атм*.

4.3. Принцип работы и устройство антенны визирования широкого луча

Антенна визирования широкого луча состоит из следующих основных частей (рис. 21,а и 24):

– металловоздушной линзы, создающей плоский фронт волны в раскрыве антенны и формирующей диаграмму направленности в плоскости вектора *H*;

– выходного рупора, являющегося облучателем рефлектора;

– рефлектора, формирующего диаграмму направленности в плоскости вектора *E*;

– улитки с первичным облучателем, предназначенным для электрического качания луча.

Для получения узкой диаграммы направленности необходимо создать

широкий плоский синфазный фронт волны в плоскости раскрыва антенны. Это достигается применением металловоздушной линзы, что и определило название антенны – металловоздушная линзовая антенна с качанием луча.

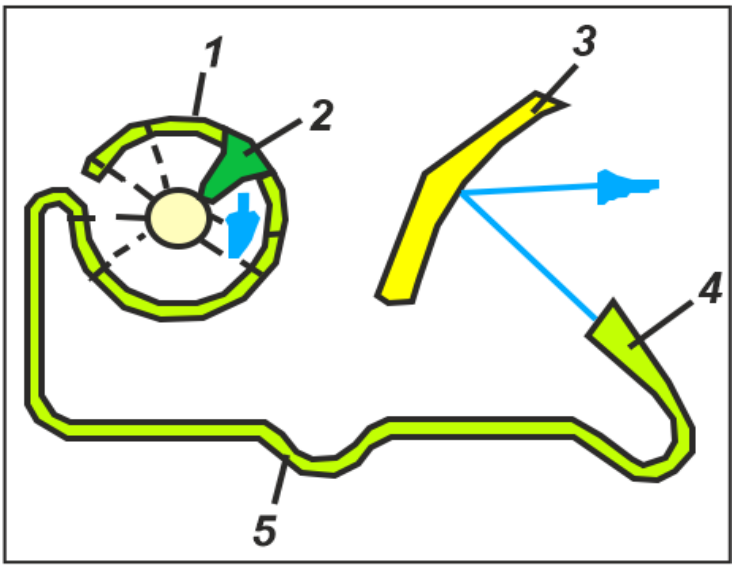


Рис. 24. Элементы антенны визирования широкого луча:
1-улитка; 2- облучатель; 3- реф-лектор; 4- выходной рупор; 5- линза

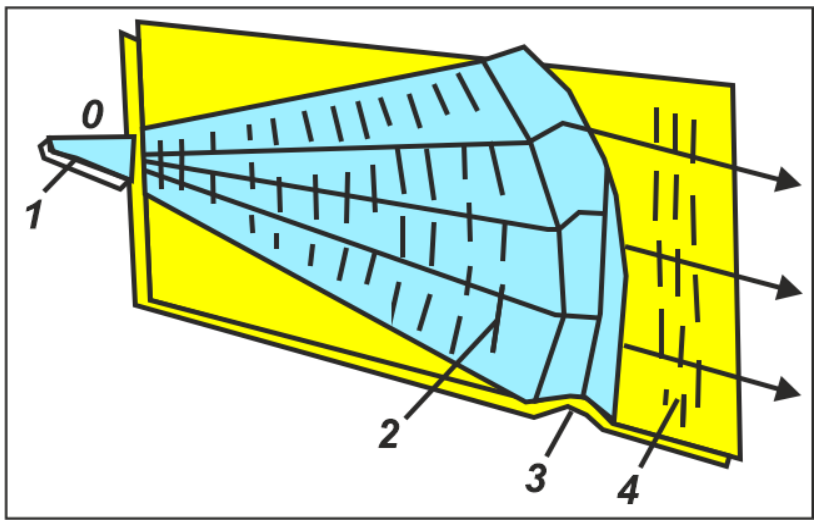


Рис. 25. Форма складки линзы:
1- облучатель; 2- цилиндрическая волна; 3- складка; 4- плоская волна

Металловоздушная линза представляет собой две параллельные изогнутые металлические поверхности, между которыми распространяется электромагнитная энергия. Использование изогнутых металлических поверхностей для фокусирования электромагнитной энергии основано на том, что распространение электромагнитной энергии между ними подчиняется законам, аналогичным законам оптики.

Форма складки линзы (рис. 25) выбрана такой, что пути всех лучей,

исходящих из точки *О*, до раскрыва рупора будут одинаковыми. Поэтому в плоскости раскрыва получается плоский синфазный фронт волны. Линейный размер выходного рупора, равный ширине линзы (*Д*), обеспечивает получение диаграммы направленности шириной 1° в плоскости качания луча. Диаграмма направленности в перпендикулярной плоскости формируется с помощью выходного рупора и рефлектора. Выходной рупор является облучателем рефлектора. Размеры раскрыва рефлектора обеспечивают формирование диаграммы направленности шириной 7°.

Для обеспечения сканирования, т. е. качания луча в пространстве в пределах 20°, необходимо первичный облучатель перемещать по дуге окружности *MON* (рис. 21,а). При смещении облучателя из фокуса линзы меняется направление распространения лучей, поступающих на вход линзы. Это приводит к изменению положения фронта волны на выходе линзы, а соответственно и максимума диаграммы направленности антенны.

Чтобы заменить поступательно-возвратное движение облучателя более удобным вращательным движением, под углом 51° к оси линзы установлено плоское зеркало. Зеркало представляет собой металлическую стенку, поставленную между поверхностями, которая отражает падающую на него энергию. Движение облучателя по дуге $M_1O_1N_1$ при наличии зеркала равноценно перемещению по дуге *MON* при отсутствии зеркала.

При переходе облучателя из положения III в положение I (обратный ход) передатчик выключается (бланкируется) и излучения энергии не происходит.

Передача высокочастотной энергии из неподвижных частей волноводного тракта в облучатель осуществляется через вращающееся сочленение.

Облучатель, вращающееся сочленение и электродвигатель составляют блок сканирования. При вращении ротора блока сканирования в индукционных датчиках возникают электрические импульсы, соответствующие положениям луча антенны в начале, на биссектрисе и в конце сектора сканирования.

Передача энергии от передающей системы в антенну и принятых сигналов в приемную систему производится по волноводному тракту. Для уменьшения влияния внешних климатических условий на внутреннюю поверхность волноводов производятся герметизация волноводного тракта и наполнение его воздухом с избыточным давлением 1,4±0,2 *атм* и 0,5±0,2 *атм* на отдельных участках. Блок питания воздухом (П402) включает два баллона (рабочий и резервный) сжатого воздуха давлением 150 *атм*.

4.4. Принцип работы и устройство антенны радиопередатчика команд

Антенна РПК (рис. 21,а. и 26) состоит из спирального облучателя, рефлектора и конусного перехода. Спиральный облучатель представляет собой цилиндрическую спираль, помещенную в фокусе параболического зеркала. Спираль наматывается на пенополистироловый стакан, укрепленный на

внешнем проводнике жесткого коаксиала. Она возбуждается с конца, прикрепленного к центральной жиле коаксиала, и излучает радиоволны в направлении на рефлектор. Спираль можно рассматривать как ряд излучателей, каждый из которых равноценен одному витку. Так как электрическое поле, перпендикулярное оси спирали, вращается во времени, то электромагнитная энергия, излучаемая антенной, принимает круговую поляризацию.

Для устранения излучения назад за спиралью помещается контррефлектор, имеющий форму диска.

Конусный переход служит для согласования гибкого кабеля с жестким коаксиалом, возбуждающим спираль.

Параболический рефлектор формирует диаграмму направленности требуемой формы.

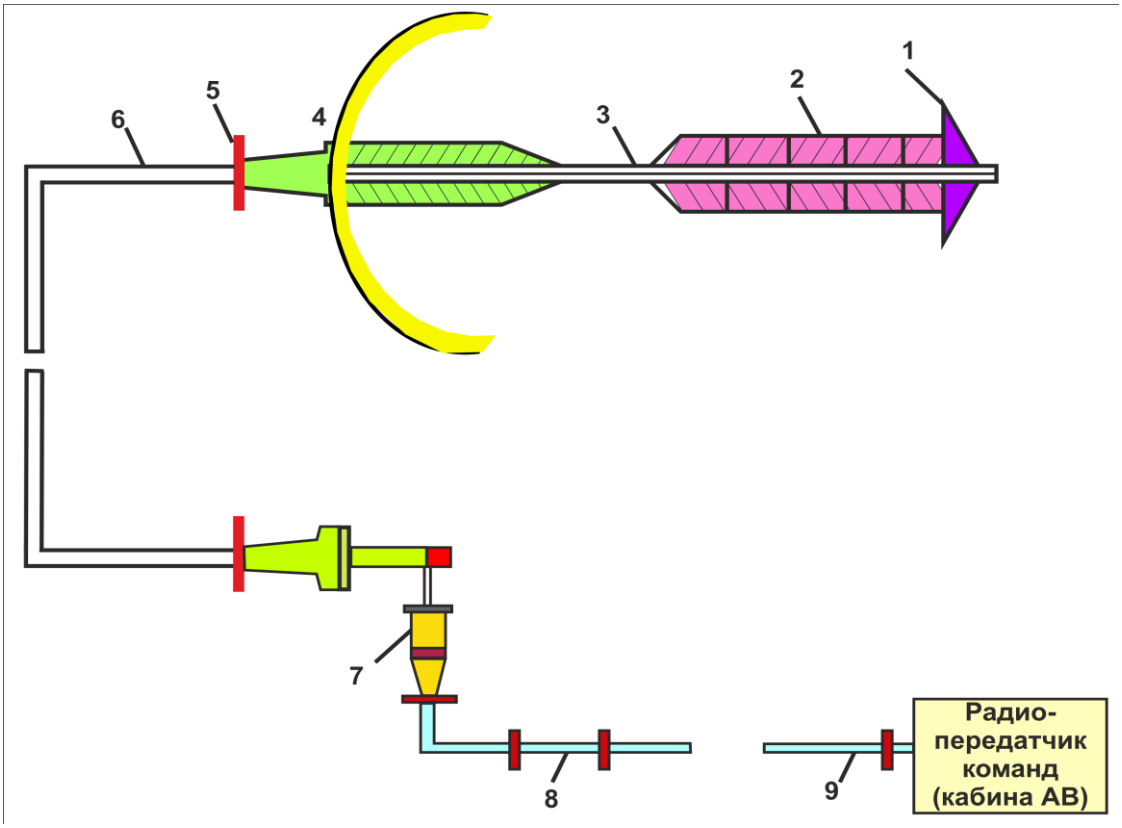


Рис. 26. Антенно-фидерная система РПК:
1- контррефлектор; 2- спираль; 3- жесткий коаксиал; 4- рефлектор; 5- переходный конус; 6- коаксиальный кабель; 7- вращающееся сочленение; 8- кабель токосъемника; 9- межкабинный кабель

ГЛАВА 5. ПРИЕМНАЯ СИСТЕМА СНР

5.1. Назначение и состав

Приемная система предназначена для преобразования и усиления принятых сигналов цели и ракеты до уровня, обеспечивающего работу координатной и индикаторной систем.

Приемная система плоскости азимута и приемная система плоскости угла места по устройству и принципу работы одинаковы.

Отличаются системы тем, что высокочастотные части приемных систем плоскостей азимута и угла места работают на разных частотах сигналов цели. В дальнейшем рассматривается работа приемной системы одной плоскости.

В состав приемной системы каждой плоскости входит следующая аппаратура.

Шкаф высокочастотной части приемной системы **(П40В),** расположенный в кабине ПВ и включающий следующие блоки:

– переключатель приема - передачи (П42В);

– усилитель высокой частоты (П43);

– входное устройство (П41В);

– гетеродин с волноводной частью системы быстрой автоматической подстройки частоты клистрона - БАПК (П47В);

– электронный блок БАПК (П46В);

– генератор опорного напряжения для системы БАПК (П94);

– гетеродин с волноводной частью системы стабилизации частоты клистрона - СЧК (П45);

– электронный блок СЧК (П44М);

– электронный блок системы автоматической подстройки частоты магнетрона - АПЧМ (П48В);

– усилитель фазирующих импульсов (П58В);

– предварительные усилители промежуточной частоты сигналов цели и ракеты (П51 и П52);

– волноводный блок аппаратуры контроля радиотракта (П342);

– блок бланкирования (П341В);

– блок управления и контроля (П340В);

– блоки питания (П140А, П140Б, П143).

Главный усилитель сигналов цели (блок И55В), расположенный в кабине УВ.

Модуляторные лампы ГМИ-2Б



Главные усилители сигналов ракеты (три блока К56М) и блок имитации сигналов промежуточной частоты и распределения видеосигналов ракеты (К370БД), расположенные в кабине АВ (рис. 27).

5.2. Принцип работы и функциональная схема высокочастотной части приемной системы

Высокочастотная часть приемной системы служит для усиления принятых антенной визирования сигналов цели и ракеты по высокой частоте, для частотной селекции сигналов и преобразования их в сигналы промежуточной частоты.

Сигналы цели при работе станции в режиме «Узкий луч» принимаются антенной узкого луча, проходят ферритовый переключатель и через переключатель рода работы поступают на усилитель высокой частоты приемной системы (рис. 27).

При работе в режимах «Подсвет» и «Широкий луч» принятые антенной широкого луча сигналы цели и ракеты через переключатель приема - передачи (разрядник защиты приемника) и переключатель рода работы проходят также в усилитель высокой частоты.

Усилитель высокой частоты собран на лампе бегущей волны. Сигналы цели и ракеты, усиленные усилителем высокой частоты, поступают во входное устройство, предназначенное для разделения (селекции) сигналов по частотам. Во входном устройстве селекция сигналов осуществляется с помощью объемных резонаторов (преселекторов), настроенных на соответствующие частоты. При помощи механизма перестройки преселектор сигналов цели автоматически перестраивается при скачкообразной перестройке с одной фиксированной частоты на другую.

После входного устройства отселектированные сигналы цели и ракеты по автономным трактам поступают на кристаллические смесители. В результате взаимодействия напряжений, частоты сигнала и частоты высокочастотных колебаний гетеродина на смесителях выделяются сигналы промежуточной частоты.

Сигналы промежуточной частоты от смесителей поступают на предварительные усилители промежуточной частоты (ПУПЧ) соответствующих каналов (блоки П51 и П52).

С выхода блока П51 сигналы цели через согласующий каскад (П53) поступают в кабину УВ на главный усилитель сигналов цели (блок И55В), а с выхода блока П52 сигналы ракеты через согласующий каскад (П54) поступают в кабину АВ на главные усилители сигналов ракет (блоки К56М).

На ПУПЧ с блока бланкирования подаются бланкирующие импульсы (узкие бланки дальности), запирающие приемный тракт цели и ракеты на время прохождения импульсов передатчика. Это исключает перегрузку УПЧ просочившимися зондирующими импульсами.

Предварительный усилитель промежуточной частоты канала ракеты, кроме того, бланкируется на время обратного хода луча антенны (узкий угловой бланк) для исключения возможности захвата в это время координатными блоками сигналов ракеты.

При стрельбе по низколетящим и наземным (надводным) целям ПУПЧ цели и ракеты плоскости угла места бланкируются широкими угловыми бланкирующими импульсами для исключения влияния сигналов, отраженных от земли, на работу координатной системы; при этом бланки, поступающие на блок П52, имеют вид гребенки импульсов, обеспечивающей бланкирование приемного тракта ракеты по углу и дальности. Этим исключается возможность захвата сигналов ракеты, отраженных от земли, в секторе сканирования от нуля до 3 - 4° и по дальности до 5 *км*.

Широкий угловой бланк, поступающий на блок П51 в режиме «Í ⟨1» или «Земля», исключает начальный участок сектора сканирования по углу места примерно до 6°.

Для обеспечения требуемой стабильности частот гетеродинов и магнетрона высокочастотная часть имеет специальные схемы стабилизации.

Система быстрой автоматической подстройки частоты клистрона (БАПК) предназначена для стабилизации частоты гетеродина канала цели с точностью, необходимой при работе станции в режиме СДЦ.

Качество работы системы СДЦ характеризуется степенью компенсации (подавления) сигналов, отраженных от неподвижных объектов. Степень компенсации во многом зависит от стабильности работы элементов станции и главным образом от стабильности частоты гетеродина за период повторения импульсов.

Нестабильность частоты гетеродина вызывается изменением температуры, влажности и напряжений питания. Источником высокочастотных колебаний гетеродина является клистронный генератор (клистрон типа К-50).

Работа системы БАПК основана на принципе сравнения частоты клистрона с частотой эталонного резонатора. В процессе подстройки напряжение на отражателе клистрона изменяется так, чтобы частота клистрона соответствовала установленной частоте эталонного резонатора.

Высокочастотные колебания клистрона через аттенюаторы подаются на смеситель и на двойной волноводный тройник. Плечи тройника нагружены на кристаллические детекторы (Д1, Д2) и эталонный резонатор (Рв1 или Рв2). Двойной тройник совместно с указанными элементами называется высокочастотным дискриминатором. Это измерительный элемент системы БАПК. Он обеспечивает выработку напряжения сигнала ошибки, амплитуда и фаза которого зависят от расстройки частоты клистрона относительно номинального значения.

На кристаллический детектор Д1, кроме высокочастотных колебаний клистрона, подаются колебания низкой вспомогательной частоты Ω от генератора опорного напряжения. В результате взаимодействия частоты гетеродина ω и со вспомогательной частотой Ω на кристаллическом детекторе Д1 выделяются боковые частоты $\omega \pm \Omega$. Колебания боковых частот поступают на детектор Д2.

Высокочастотные колебания клистрона, поступающие на эталонный резонатор, будут отражаться от него; при этом амплитуда и фаза отраженного сигнала зависят от расстройки частоты клистрона относительно частоты эталонного резонатора.

Отраженные от резонатора колебания с частотой ω поступают на детектор Д2, где, взаимодействуя с колебаниями боковых частот $\omega \pm \Omega$, образуют результирующие колебания (биения) с разностной частотой Ω. Эти колебания, выделенные детектором Д2, являются напряжением сигнала ошибки. Амплитуда и фаза сигнала ошибки на выходе дискриминатора зависят от величины и знака ухода частоты клистрона относительно частоты эталонного резонатора.

После усиления в блоке П46В сигнал ошибки в виде переменного напряжения частоты Ω поступает на фазовый детектор. На фазовый детектор, кроме того, подается опорное напряжение той же частоты для сравнения фаз поступающих напряжений. Фазовый детектор преобразует переменное напряжение сигнала ошибки в постоянное отрицательное управляющее напряжение, подаваемое на отражатель клистрона. Управляющее напряжение стремится возвратить частоту клистрона к номинальному значению.



Рис. 27. Функциональная схема приемной системы

При значительной расстройке частоты клистрона относительно частоты резонатора процесс регулирования прекращается, так как не будет сигнала ошибки. В этом случае автоматически включается специальная схема поиска, которая изменяет частоту клистрона в определенных пределах до тех пор, пока система не перейдет в режим слежения.

Для обеспечения скачкообразной перестройки с одной фиксированной частоты на другую блок П47В имеет два клистронных гетеродина, два эталонных резонатора и механизмы перестройки.

Аттенюаторы (Ат1-Ат6) являются развязывающими элементами в высокочастотных цепях блока П47В. Они позволяют регулировать уровень мощности поступающих высокочастотных колебаний.

Фазовращатели (Фв1, Фв2) используются при настройке системы БАПК.

Система автоматической подстройки частоты магнетрона (АПЧМ) предназначена для поддержания постоянства промежуточной частоты канала цели. Частота магнетрона подстраивается системой под стабилизированную частоту клистронного гетеродина.

Принцип работы системы АПЧМ заключается в следующем. На кристаллический смеситель АПЧМ через волноводный узел блока П47В подаются колебания гетеродина и часть энергии импульса магнетрона. Импульсы промежуточной частоты с выхода смесителя поступают на электронную часть системы (блок П48В), где усиливаются и преобразуются в постоянное напряжение, пропорциональное величине ухода промежуточной частоты от номинального значения. Это постоянное напряжение управляет режимом работы магнитного усилителя.

Магнитный усилитель вырабатывает переменное управляющее напряжение частоты 400 *Гц,* меняющее фазу на 180° в зависимости от полярности сигнала ошибки. Изменение фазы управляющего напряжения приводит к изменению направления вращения электродвигателя автоподстройки блока П29В. Электродвигатель при вращении через карданный валик подстраивает магнетрон на заданную частоту, при которой промежуточная частота равна номинальной.

Усилитель фазирующего импульса (блок П58В) предназначен для выработки и усиления импульсов промежуточной частоты, необходимых для фазирования когерентного гетеродина системы СДЦ.

Фазирующий импульс формируется так. Часть энергии импульса магнетрона через волноводный узел блока П47В подается на смеситель усилителя фазирующего импульса (УФИ). Одновременно на смеситель УФИ подаются колебания гетеродина канала цели. На выходе смесителя образуется импульс промежуточной частоты, фаза которого связана с фазой радиоимпульса магнетрона. Полученный импульс усиливается и подается в систему СДЦ.

Система стабилизации частоты клистрона (СЧК) служит для стабилизации частоты гетеродина канала ракеты, чем обеспечивается работа этого канала в полосе пропускания частот ответчика ракеты.

Работа системы СЧК основана на принципе подстройки частоты клистронного гетеродина (клистрон типа К-50) под частоту эталонного резонатора. Подстройка частоты осуществляется, как и в системе БАПК, изменением напряжения на отражателе клистрона. В отличие от БАПК для выработки напряжения сигнала ошибки в СЧК используется метод «качания» частоты клистрона.

Принцип действия системы СЧК состоит в следующем. На катод клистрона от генератора опорного напряжения блока П44М подается синусоидальное напряжение частотой 10 *кГц*. Это напряжение вызывает качание частоты клистрона в небольших пределах (частотную модуляцию). Высокочастотные колебания клистрона, промодулированные по частоте, поступают на смеситель сигналов ракеты и эталонный резонатор (РВ1). Незначительное изменение частоты гетеродина вследствие качания не влияет на работу смесителя. Эталонный резонатор, заранее настроенный на номинальную частоту, и кристаллический детектор Д1 являются измерительной частью системы СЧК. За счет качания частоты и формы резонансной кривой эталонного резонатора колебания клистрона на выходе резонатора оказываются промодулированными по амплитуде с частотой 10 *кГц*. Чем больше расстройка клистрона, тем больше изменяется сигнал по амплитуде. Это изменение амплитуды высокочастотных колебаний, выделенное детектором Д1, и является напряжением сигнала, ошибки. Фаза сигнала ошибки изменяется на 180° в зависимости от расстройки частоты клистрона относительно частоты эталонного резонатора.

Напряжение сигнала ошибки после усиления поступает на фазовый детектор. Так как на детектор подается опорное напряжение частоты 10 *кГц*, то он реагирует на изменение фазы напряжения сигнала ошибки. Полученное в результате детектирования напряжение постоянного тока управляет работой фантастрона.

Фантастрон вырабатывает отрицательное управляющее напряжение, подаваемое на отражатель клистрона. Это напряжение стремится возвратить частоту клистрона к номинальному значению. При значительных отклонениях частоты клистрона от частоты резонатора фантастрон работает как генератор пилообразного напряжения (режим поиска) до тех пор, пока система не перейдет в режим слежения.

5.3. Главный усилитель сигналов цели

Главный усилитель сигналов цели блок И55В) предназначен для выполнения следующих функций:

– усиления сигналов цели промежуточной частоты;

– преобразования сигналов промежуточной частоты в видеоимпульсы и их усиления;

– обеспечения работы станции в условиях применения радиопомех.

Функциональная схема главного усилителя сигналов цели приведена на рис. 25. На вход блока поступают сигналы промежуточной частоты из кабины

ПВ. В режиме контроля используются сигналы имитатора.

Усилитель промежуточной частоты (УПЧ) собран на шести каскадах резонансных усилителей. На первые три каскада УПЧ подается напряжение схемы АРУ, под действием которого изменяется коэффициент усиления, так, чтобы сигналы на выходе блока имели постоянную амплитуду независимо от амплитуды сигнала на входе. На вход пятого и шестого каскадов УПЧ, кроме сигнала, подается напряжение со схемы мгновенной автоматической регулировки усиления (МАРУ).

С шестого каскада УПЧ усиленный сигнал поступает на детектор дальности, на селектор ПЧ угла и на выходной каскад УПЧ, с которого сигналы промежуточной частоты поступают в систему СДЦ.

В схему формирования сигнала дальности входят детектор, видеоусилитель и катодный повторитель. Положительные видеоимпульсы с выхода схемы дальности через блок коммутации (И330 ВМ) поступают на индикаторы наведения, индикаторы РС, в кабину ПВ и в кабину АВ на координатный блок дальности (К71В).

МАРУ предназначена для борьбы с активными и пассивными помехами. При наличии помехи большой длительности происходит перегрузка каскадов УПЧ и ограничение полезного сигнала (рис. 28). Схема МАРУ вырабатывает отрицательное напряжение, пропорциональное амплитуде сигнала помехи. Это отрицательное напряжение, поступая на вход пятого и шестого каскадов УПЧ, сдвигает рабочие точки на характеристиках ламп влево; при этом коэффициент усиления каскадов снижается и ограничения полезного сигнала не происходит. Время действия отрицательного напряжения на каскаде УПЧ равно времени действия помехи. Схема МАРУ включается тумблерами МАРУ, расположенными на блоках И55В и И62В.

При включении МАРУ одновременно включается схема малой постоянной времени (МПВ). Схема МПВ служит для борьбы с импульсными помехами большой длительности.

Основным элементом схемы МПВ является короткозамкнутая линия задержки, обеспечивающая задержку сигнала на 2 *мксек*.

Задержанный в линии сигнал возвращается ко входу видеоусилителя в противофазе, запирая его. Таким образом, в результате действия схемы МПВ на вход видеоусилителя дальности поступает импульс помехи, длительностью 2 *мксек.* Схема МПВ на сигналы малой длительности (до 2 *мксек*) не реагирует, и сигнал, отраженный от цели, беспрепятственно проходит на вход видеоусилителя.

Об эффективности схем МАРУ и МПВ оператор судит по характеру изображения на экране индикатора.

Схема формирования угловой пачки состоит из селектора ПЧ, детектора и видеоусилителя. На селектор ПЧ поступают все принятые сигналы, а проходят через него сигналы той цели, которая сопровождается по угловой координате и дальности.

На вход селектора, кроме сигналов, поступают селектирующие импульсы с координатного блока дальности (К71В), обеспечивающие селекцию

(выделение) сигналов ПЧ по дальности и углу. Селектирующие импульсы представляют собой «гребенку» импульсов, следующую с частотой сканирования луча антенны. Частота повторения импульсов в «гребенке» определяется частотой повторения импульсов передатчика. Селекция необходима для того, чтобы угловые координаты вырабатывались только по цели, сопровождаемой по азимуту (углу места) и дальности.

С выхода селектора сигналы ПЧ, отселектированные по дальности и углу, поступают на детектор угла. Пачка видеоимпульсов с детектора подается через видеоусилитель на схему расширения импульсов, с выхода которой поступает на угловой координатный блок К73В и на схему АРУ. Расширение импульсов пачки по длительности дает возможность получить в координатной системе огибающую пачки и тем самым обеспечить нормальную работу угловой следящей системы.



Схема автоматической регулировки (АРУ) обеспечивает постоянный уровень сигналов цели на выходе приемника. Схема АРУ необходима потому, что принимаемые сигналы изменяются по амплитуде в зависимости от расстояния до цели, ее размеров и положения относительно станции. Схема АРУ состоит из синхронного детектора, электронного реле и интегратора.

Синхронный детектор преобразует пачку расширенных видеоимпульсов в напряжение, величина которого пропорциональна амплитуде входного сигнала (рис. 27). Поступающие на синхронный детектор бланки приводят схему в исходное состояние (нулевой уровень) перед приходом каждой пачки.

Часть импульсного напряжения синхронного детектора совпадающая по времени с бланком, через электронное реле воздействует на интегратор схемы АРУ.

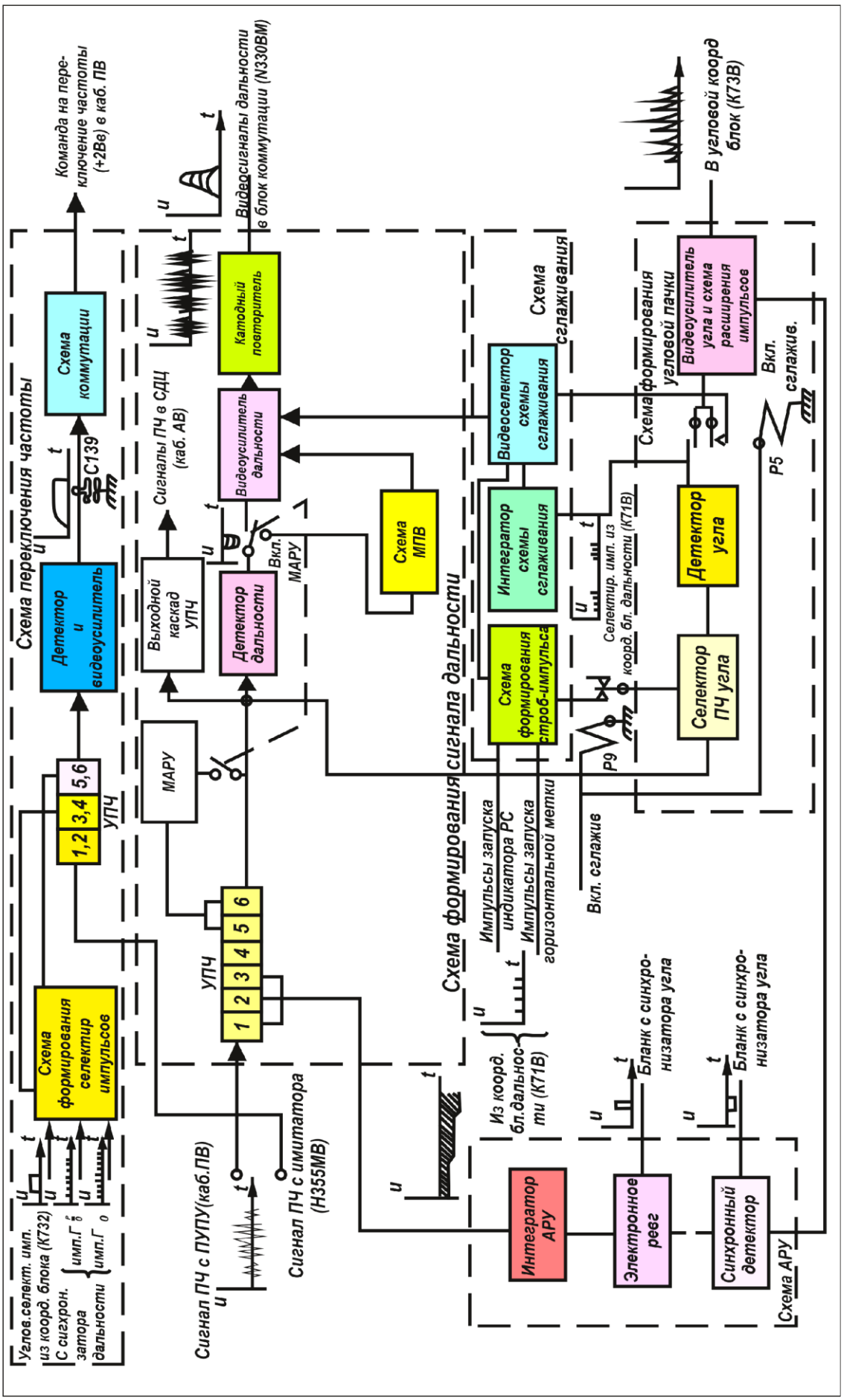


Рис. 28. Функциональная схема высокочастотной части приемной системы

Интегратор представляет собой схему, скорость изменения напряжения на выходе которой зависит от уровня входного напряжения Отрицательное напряжение интегратора подается на входы первых трех каскадов УПЧ как напряжение смещения. Чем больше амплитуда сигнала на входе приемника, тем большее по величине отрицательное напряжение вырабатывает схема АРУ и следовательно, тем меньше коэффициент усиления УПЧ Коэффициент усиления регулируемых каскадов УПЧ не должен изменяться в момент прохождения импульсов иначе произойдет искажение пачки, форма которой существенно влияет на работу угловой следящей системы. Поэтому напряжение на выходе интегратора изменяется только во время обратного хода луча антенны (во время бланка), когда нет приема сигналов.

Схема сглаживания обеспечивает формирование искусственной пачки видеоимпульсов из шумовой активной помехи. Сформированная пачка позволяет осуществить автоматическое сопровождение цели-постановщика помех по угловым координатам. Положение пачки в секторе обзора станции позволяет определить угловые координаты цели, а положение импульсов пачки по дальности определяется положением горизонтальной метки на индикаторах.

Схема сглаживания состоит из схемы формирования строб-импульсов, интегратора и видеоселектора. Схема включается тумблером СГЛАЖИВАНИЕ ВКЛ.-ВЫКЛ., расположенным на передней панели блока; при этом срабатывают реле Р5 и Р9. Через контакты реле Р9 на селектор ПЧ вместо селектирующих импульсов подаются строб-импульсы длительностью 18 *мксек*.

Эти строб-импульсы позволяют вырезать из шумовой помехи участок, равный по дальности 2,5 *км*. Конец этого участка совпадает с горизонтальной меткой на индикаторах (рис. 29)

Отселектированные сигналы помехи после детектирования подаются на интегратор, обеспечивающий сглаживание (усреднение) амплитуды хаотичных выбросов шумов.

Сглаженные видеоимпульсы помехи поступают на видеоселектор, на который подаются селектирующие импульсы, по времени совпадающие с импульсами запуска горизонтальной метки. В момент совпадения селектирующих импульсов длительностью 0,5 – 0,9 *мксек* и видеоимпульсов помехи видеоселектор отпирается и пропускает сигнал помехи на видеоусилители дальности и угла. Сформированная пачка видеосигналов позволяет осуществить автосопровождение цели по угловым координатам, не имея истинной дальности до цели.

Схема переключения рабочей частоты станции предназначена для выработки команды на перестройку рабочей частоты в случае применения противником активных помех. Она состоит из шести каскадов УПЧ, схемы формирования селектирующих импульсов, детектора, видеоусилителя и схемы коммутации.

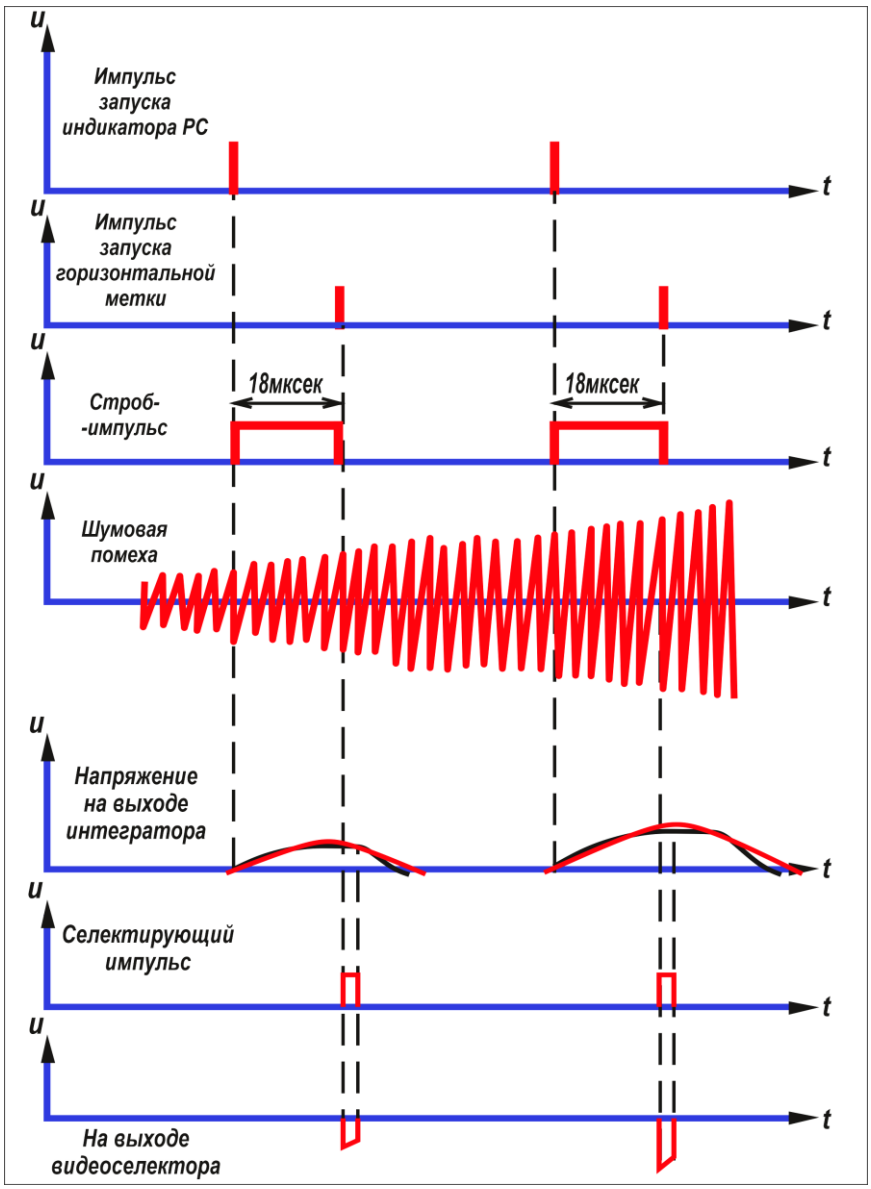


Рис. 29. Напряжение схемы сглаживания

На вход схемы переключения частоты поступают принятые сигналы активной шумовой помехи. В каскадах УПЧ происходят усиление и селекция сигналов помехи. Селекция по углу обеспечивает прохождение сигналов помехи с рабочего направления станции, а селекция по дальности обеспечивает прохождение сигналов помехи с участка дальности, на котором отсутствуют сигналы, отраженные от местных предметов.

Отселектированный сигнал детектируется и после усиления поступает на накопительный конденсатор. Накопленный сигнал вызывает срабатывание схемы коммутации, которая выдает команду (+ 26 *В*) в кабину ПВ для перехода на другую фиксированную частоту.

5.4. Главные усилители сигналов ракет

Главные усилители сигналов ракет (блоки К56М) предназначены для усиления, преобразования и селекции сигналов ракет.

Каждый блок К56М состоит из двух одинаковых частей: главного усилителя сигналов плоскости азимута и главного усилителя сигналов плоскости угла места.

Распределение сигналов промежуточной частоты ракет, поступающих из кабины ПВ, осуществляется в блоке К370БД (распределитель и имитатор сигналов ракет).

На функциональной схеме (рис. 30) показан главный усилитель сигналов ракеты одной плоскости.

На вход блока К56М поступают сигналы ракет из кабины ПВ через распределитель сигналов ПЧ блока К370БД. В режиме контроля используются сигналы генератора промежуточной частоты.

Поступающие сигналы ракеты усиливаются шестью каскадами УПЧ. На первые три каскада УПЧ воздействует напряжение АРУ.

Четвертый и пятый каскады УПЧ нормально заперты и отпираются только при поступлении строб-импульсов, совпадающих по времени с положением стробов сопровождения следящей системы дальности ракеты. Стробирование четвертого и пятого каскадов УПЧ осуществляется только по дальности. В этой схеме нет необходимости стробирования по углу, так как не может быть случая, когда две ракеты окажутся одновременно на одной дальности. Таким образом, на выходе блока К56М будут сигналы лишь той ракеты, которая сопровождается данным каналом.

В режиме контроля схема стробирования может быть отключена, а приемники отперты при подаче команды «Приемник открыт - закрыт» (+ 26 *В*) на реле Р2. После детектирования и усиления видеосигналы ракеты через катодные повторители подаются в координатный блок дальности ракеты (К72В) и на распределитель видеосигналов ракет (К370БД). С распределителя видеосигналы ракеты поступают на индикаторы наведения и на контрольный осциллограф кабины ПВ. Видеосигналы ракеты также поступают на схему растяжки и усиления, где формируется угловая пачка.

Угловая пачка поступает на угловой координатный блок ракеты (К74В) и на схему АРУ. Состав и принцип работы схемы АРУ аналогичны составу и принципу работы схемы АРУ блока И55В. Отличие заключается в том, что схема АРУ блока К56М имеет дополнительные режимы работы («АРУ I», «Память»), исключающие возможность захвата следящей системой дальности сигналов, отраженных от местных предметов.

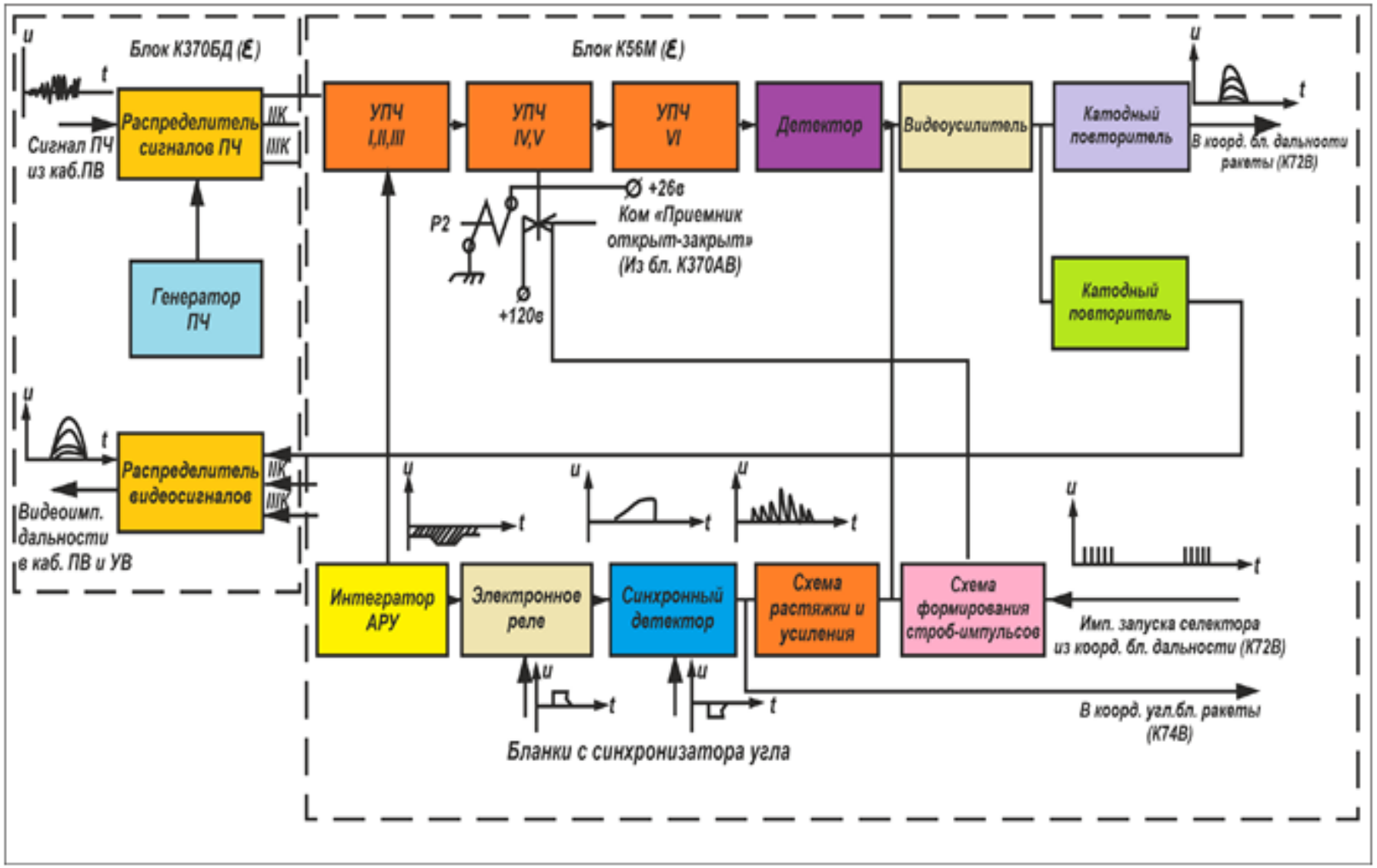


Рис. 30. Функциональная схема главного усилителя сигналов ракеты.

ГЛАВА 6. СИСТЕМА СЕЛЕКЦИИ ДВИЖУЩИХСЯ ЦЕЛЕЙ СНР

6.1. Назначение, состав и размещение

Система селекции движущихся целей (СДЦ) предназначена для защиты станции наведения ракет от воздействия сигналов пассивных помех.

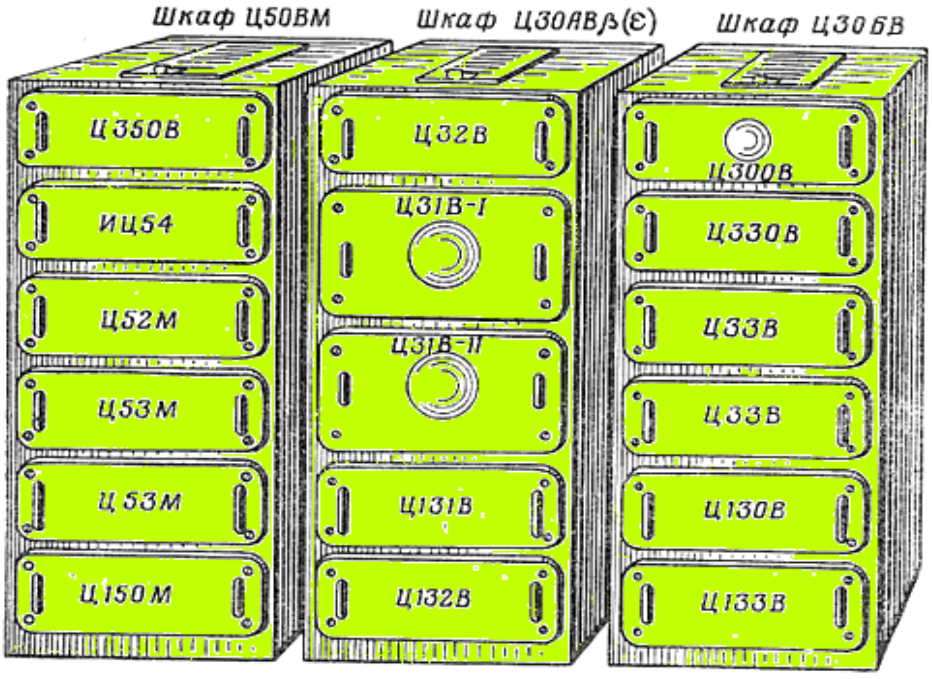


Рис. 31. Расположение блоков в шкафах системы СДЦ:
Ц350В- блок функциональной проверки системы СДЦ; ИЦ54- блок когерентности станции; Ц52М- блок когерентных гетеродинов; Ц53М- блоки фазовых детекторов и схемы компенсации скорости ветра; Ц150М- блок питания; Ц32В- блок разверток; Ц31В- блоки вычитания; Ц131В, Ц132В-блоки питания; Ц300В- блок контрольного осциллографа; Ц330В- блок контрольных импульсов; Ц33В- блоки оконечных видеоусилителей и схемы АРУ; Ц130В, Ц133В- блоки питания

Пассивные помехи могут быть естественными (облака, горы, строения и др.) и искусственными (фольга, стекловолокно, уголковые отражатели и др.). Аппаратура системы СДЦ расположена в кабине АВ и выполнена в виде отдельных блоков, установленных в четырех шкафах:

- фазочувствительное приемное устройство (шкаф Ц50ВМ);
- вычитающее устройство (шкаф Ц30АВ β);
- вычитающее устройство (шкаф Ц30АВ ε);
- оконечные видеоусилители и аппаратура контроля (шкаф Ц30БВ).

Вся аппаратура системы СДЦ состоит из блоков, содержащих необходимые элементы для боевой работы, и контрольных блоков. Расположение блоков показано на рис. 31.

6.2. Основные принципы работы и построения системы селекции движущихся целей

Выделение (селекция) полезных сигналов цели основано на различии в характере сигналов цели и помехи.

В настоящее время наибольшее распространение получил метод, основанный на различии частот сигналов, отраженных от цели, и сигналов, отраженных от помехи. Сущность этого различия состоит в следующем. Предположим, что станция излучает непрерывный сигнал начальной фазой сигнала, равной нулю.

Если отражающий объект движется со скоростью, то фаза отраженного сигнала будет непрерывно изменяться.

Если считать, что цель - подвижный объект, а диполи помехи - неподвижны, то для выделения цели следует выделить сигналы, содержащие частоту Допплера.

В СДЦ используется когерентно-импульсный метод селекции, при котором сравнивается фаза отраженного радиоимпульса с фазой напряжения, генерируемого специальным генератором (когерентным гетеродином) в течение периода T повторения импульсов передатчика. Фаза напряжения когерентного гетеродина связана с фазой излучаемого радиоимпульса с помощью так называемого фазирующего импульса, представляющего собой часть напряжения высокочастотного импульса передатчика.

Рассмотрение принципа работы и построения системы СДЦ будет проводиться по функциональной схеме, приведенной на рис. 32.



Фазочувствительное приемное устройство (шкаф Ц50ВМ)



Оконечные видеоусилители и аппаратура контроля СДЦ (шкаф Ц30БВ).

Вычитающее устройство (шкаф Ц30АВ β)



Вычитающее устройство (шкаф Ц30АВ ε)



Отраженные от цели и помехи высокочастотные импульсы перед поступлением в систему СДЦ преобразуются в импульсы промежуточной частоты элементами высокочастотной части приемной системы, расположенной в кабине ПВ, и усиливаются в усилителе промежуточной частоты, расположенном в кабине УВ (блок И55В).

Сравнение фаз высокочастотных импульсов цели и помехи с фазой напряжения когерентного гетеродина необходимо производить на промежуточной частоте. С этой целью высокочастотный фазирующий импульс преобразуется в импульс промежуточной частоты с помощью смесителя фазирующего импульса.

Для того чтобы сохранить фазовые соотношения между сигналами цели (помехи) и фазирующим импульсом такими же, какими они были до преобразования, используется одно и то же напряжение гетеродина цели. Получаемые при этом дополнительные сдвиги фаз одинаковы для перечисленных импульсов и поэтому они не влияют на работу системы СДЦ.

Перед приходом очередного фазирующего импульса происходит срыв работы когерентного гетеродина специальными импульсами бланка, начало которых совпадает с импульсом r_0' а конец - с импульсом r_0. По окончании действия бланка когерентный гетеродин вновь начинает работать, фаза его колебаний привязывается к фазе вновь поступившего фазирующего импульса.

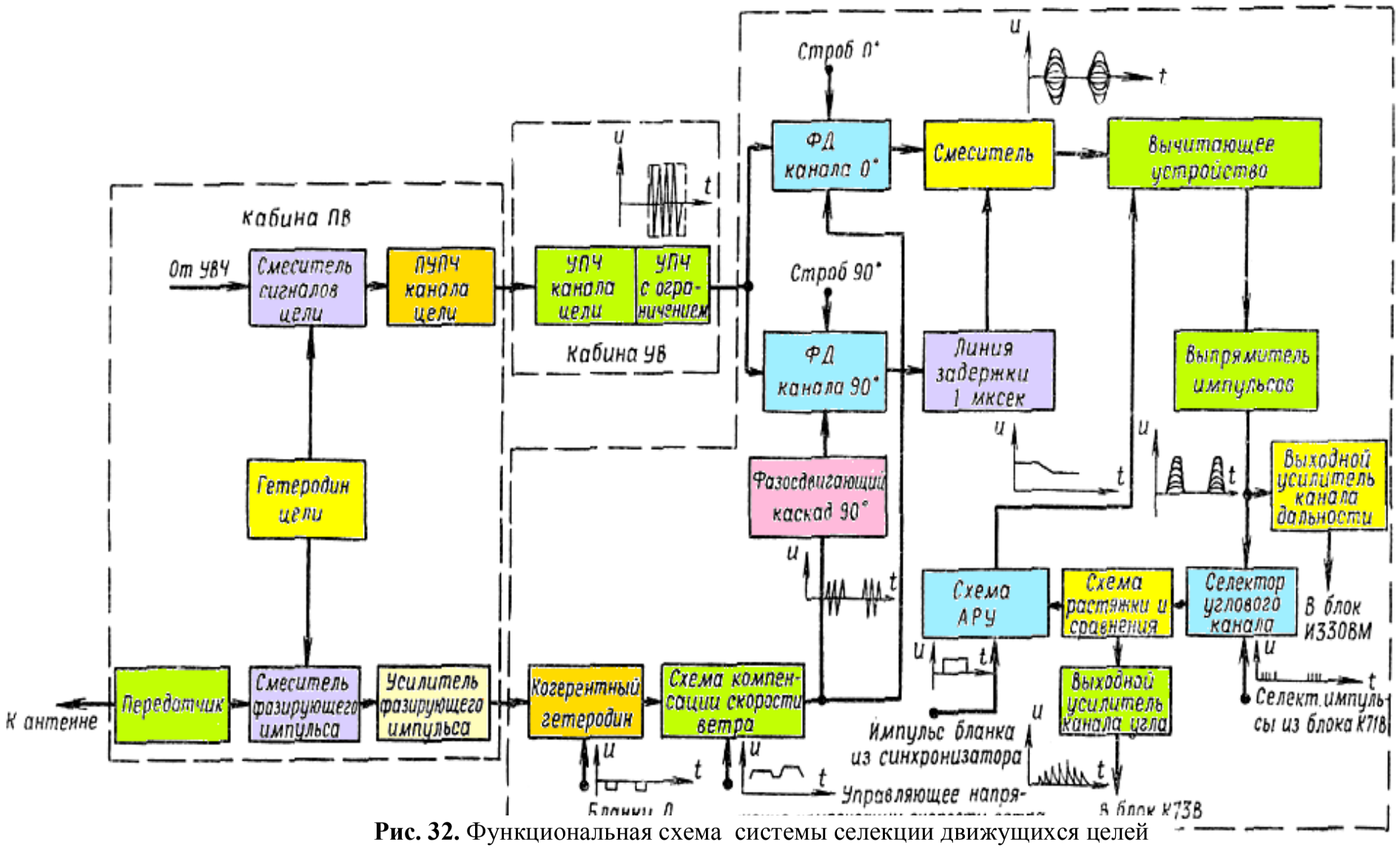


Рис. 32. Функциональная схема системы селекции движущихся целей

Сравнение фаз отраженных импульсов с фазой напряжения когерентного гетеродина осуществляется в фазовом детекторе (ФД). На вход ФД поступают отраженные от объекта (цель, помеха) сигналы и напряжение когерентного гетеродина. На выходе детектора выделяется видеоимпульс, амплитуда которого зависит не только от мощности принятого сигнала, но также и от фазового соотношения между напряжением несущей частоты радиоимпульса и когерентным напряжением.

Сигналы, поступающие на ФД, ограничиваются по амплитуде в блоке И55В. Уровень ограничения выбран таким, чтобы ограничивать по амплитуде мощные сигналы, отраженные от местных предметов, облаков и помех большой плотности. Сигналы от движущейся цели не ограничиваются.

Когда отражающий объект неподвижен, то расстояние между ним и станцией постоянно и, следовательно, задержка в приеме отраженного сигнала после каждого излучения также постоянна.

Напряжение несущей частоты принятого сигнала в этом случае находится в постоянном фазовом соотношении с когерентным напряжением, и видеоимпульсы на выходе ФД имеют постоянную амплитуду (рис. 33).

В результате непрерывного изменения фазы от импульса к импульсу амплитуда видеоимпульсов на выходе ФД также непрерывно изменяется.

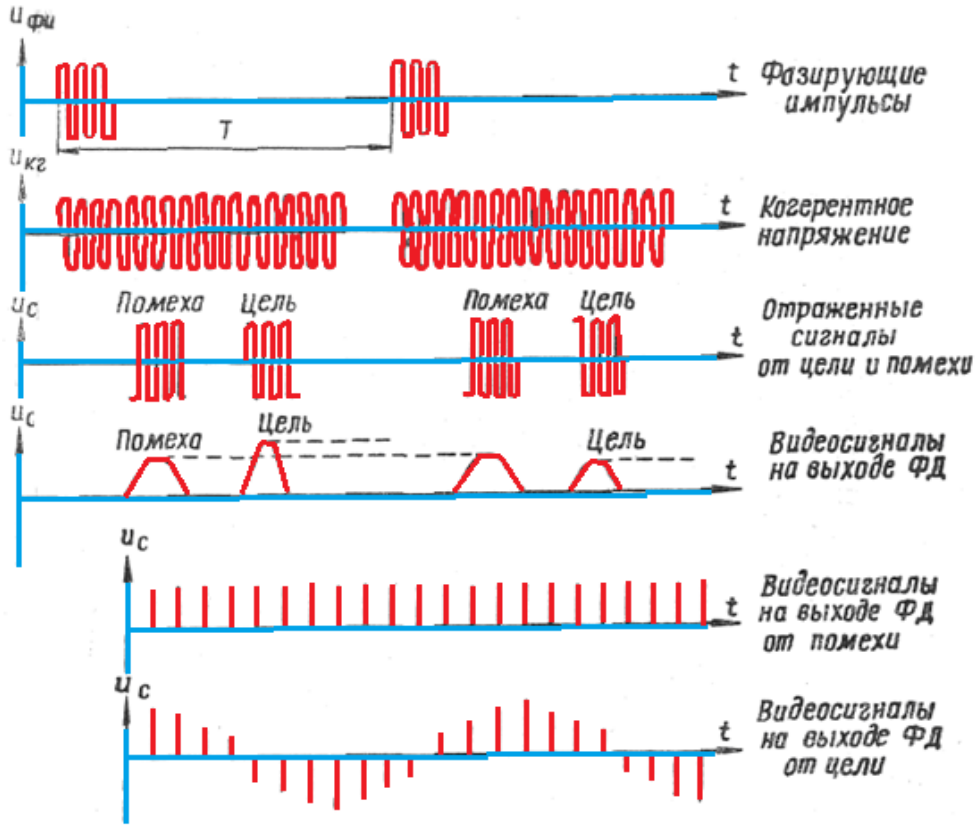


Рис. 33. Преобразование сигналов, отраженных от цели (помехи)

Фазовый детектор выполнен по балансной схеме. Когерентное напряжение подается в оба плеча схемы в фазе, а напряжение сигнала цели (помехи) - со сдвигом на 180°. После сравнения фазы когерентного напряжения с фазой

напряжения сигнала и детектирования в каждом из плеч схемы выделяется результирующее напряжение, а на общей нагрузке ФД - разность двух результирующих напряжений ($è_{ðåçóëüò} = è_{1ðåçóëüò} - è_{2ðåçóëüò}$).

С выхода ФД импульсы цели и помехи подаются на вычитающее устройство, которое выполнено на потенциалоскопах. На вычитающих потенциалоскопах каждый импульс задерживается на период повторения *T*, а затем вычитается из импульса, пришедшего в следующий период, т. е. осуществляется чересперио́дное вычитание. В результате такого вычитания на выходе устройства импульсы помехи будут отсутствовать, поскольку их амплитуда неизменна от периода к периоду и они взаимно компенсируются. Импульсы цели не компенсируются, так как их амплитуда изменяется от периода к периоду, и на выходе вычитающего устройства будут действовать разностные двуполярные импульсы.

Если на вход ФД поступят сигналы помехи, перемещающиеся под действием ветра, то очевидно, что на выходе ФД будут действовать импульсы помехи не с постоянной амплитудой, а модулированные частотой $\Omega_{Äï}$. В этом случае разделение сигналов цели и сигналов помехи с помощью одного только вычитающего устройства невозможно. Необходимо ввести устройство, с помощью которого можно было бы уравнять частоту когерентного гетеродина с частотой сигнала помехи, поступающего на ФД. Таким устройством является схема компенсации скорости ветра, с помощью которой осуществляется сдвиг частоты когерентного гетеродина на величину $\Omega_{Äï}$, т. е. изменяется φ_0 так, чтобы $è_{ðåçóëüò.}$ оставалось постоянным при изменении $\varphi_{ñ}$.

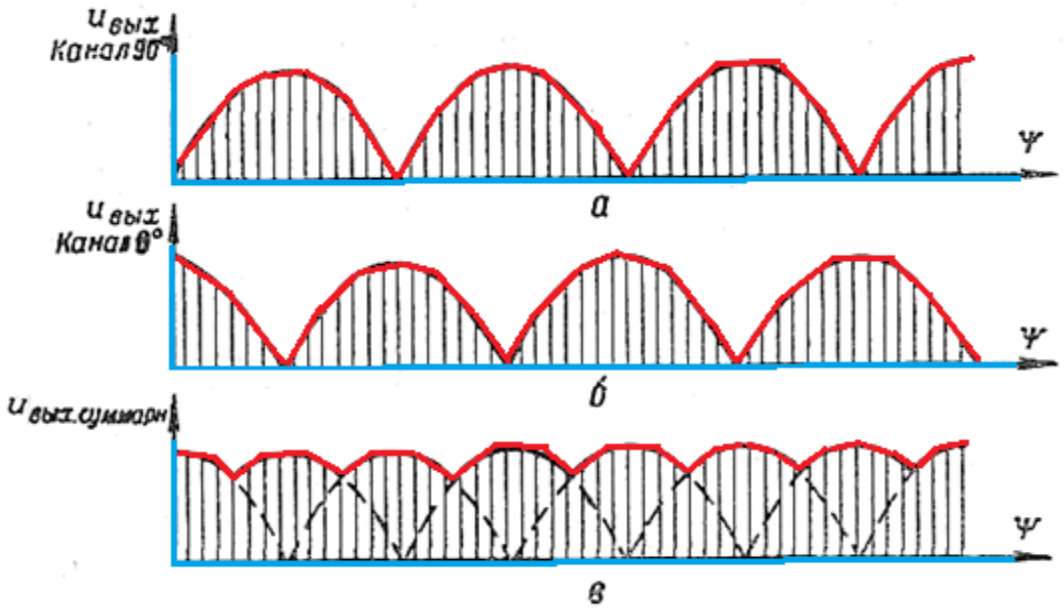


Рис. 34. Амплитудно-фазовые характеристики
ФД квадратных каналов:
а- модуляция сигналов после вычитания и выпрямления в канале 90°;
б- модуляция сигналов после вычитания и выпрямления в канале 0°;
в- остаточная модуляция сигналов после сравнения в каналах 0° и 90°.

Схема компенсации скорости ветра управляется оператором наведения, который осуществляет указанный сдвиг частоты когерентного напряжения гетеродина, а точность уравнивания частот оценивается по качеству компенсации сигналов помехи на индикаторах.

Чересперiодное вычитание импульсов каналов 0° и 90° осуществляется раздельно. Для того чтобы при вычитании исключить наложение импульсов каналов 0° и 90°, применено их временное рассовмещение на 1 *мксек* за счет задержки сигнала канала 90°. После вычитания импульсы обоих каналов суммируются.

Амплитудно-фазовые характеристики ФД квадратурных каналов представлены на рис. 34. В результате квадратурной обработки отсутствует 100-процентная модуляция импульсов, что свидетельствует об отсутствии «слепых» фаз.

В СНР приняты переменные периоды повторения, позволяющие вести борьбу с явлением «слепой» скорости. Если цель движется со «слепой» скоростью для одного периода повторения, то ее скорость для следующего периода повторения не будет «слепой». Вследствие этого возможно пропадание только половины всех импульсов от данной цели, что не будет приводить к ее полной потере и к нарушению сопровождения. Результирующая амплитудно-скоростная характеристика вычитающего устройства для переменных периодов повторения может быть получена наложением друг на друга двух характеристик для постоянных периодов повторения (рис. 35).

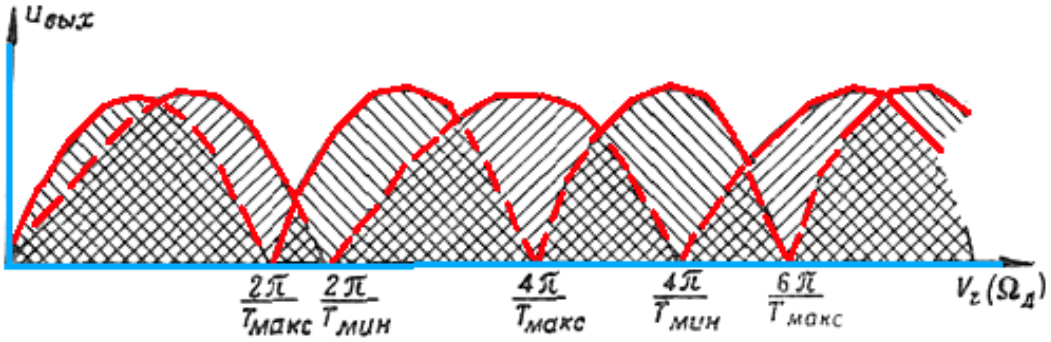


Рис. 35. Амплитудно-скоростная характеристика системы СДЦ при переменном периоде повторения

Для уменьшения остаточного сигнала в системе СДЦ применяется последовательное включение четырех каскадов вычитания. Чем больше каскадов вычитания, тем более пологим будет начальный участок амплитудно-скоростной характеристики системы СДЦ и тем меньше будет величина остаточного сигнала на выходе вычитающего устройства (рис. 36); при этом обеспечивается не только хорошее подавление медленно перемещающихся сигналов помехи (мала V_r), но и подавление шумов приемного устройства цели.

Поскольку амплитуда сигналов на выходе системы СДЦ зависит от

радиальной составляющей скорости цели (V_r), то при сопровождении целей в режиме СДЦ, имеющих различные скорости или различные курсовые углы, амплитуды пачек импульсов, отраженных от них при прочих равных условиях, будут различны. Это обстоятельство затрудняет сопровождение и ухудшает точность определения координат. Для устранения этого явления в системе СДЦ имеется схема АРУ, обеспечивающая постоянство уровня выходных сигналов, отраженных от целей, перемещающихся с различными радиальными скоростями. Кроме того, схема АРУ позволяет восстановить требуемую амплитуду сигнала цели, уменьшение которой происходит за счет работы схемы АРУ блока И55В при большом уровне сигнала помехи. Схема АРУ системы СДЦ увеличивает сигнал цели до номинальной величины, изменяя коэффициент усиления выходного видео усилителя первого каскада вычитания.

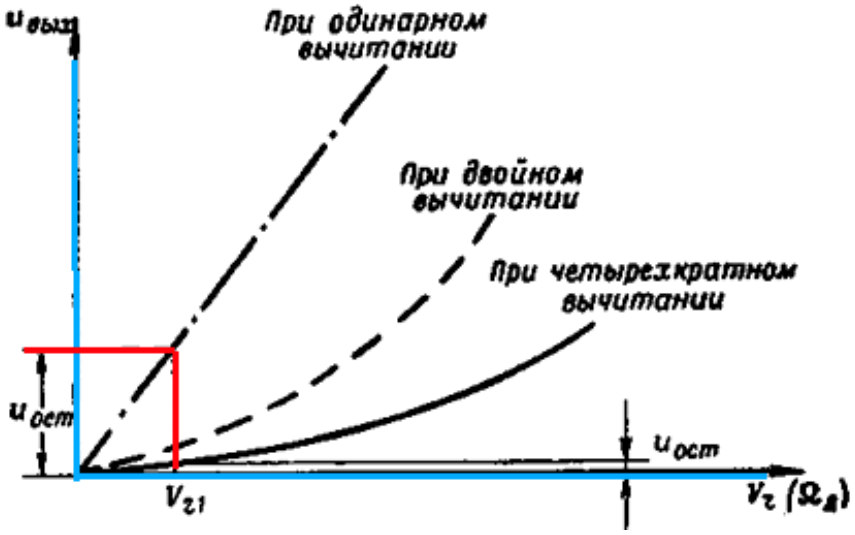


Рис. 36. Форма начального участка амплитудно-скоростной характеристики системы СДЦ

Сигналы цели с выхода вычитающего устройства поступают на выпрямитель импульсов, с помощью которого двуполярные импульсы преобразуются в однополярные (положительные). Система СДЦ имеет два выхода. С выхода канала дальности сигналы цели поступают в блок распределения И330ВМ (кабина УВ), а затем на индикаторы и в блок дальности цели (К71В). С выхода канала угла пачка растянутых импульсов поступает в угловой координатный блок цели (К73В).

6.3. Функциональная схема системы сдц

Функциональная схема одной плоскости (β) системы СДЦ, ее связь, с блоком И55В, представлена на рис. 37. Вторая плоскость (ε) имеет аналогичное устройство. Из кабины ПВ в блок Ц52М поступает фазирующий импульс промежуточной частоты. Блок Ц52М вырабатывает когерентные напряжения β и ε. Устройство, обеспечивающее формирование когерентного

напряжения β (ε), содержит усилитель фазирующего импульса, когерентный гетеродин и выходной каскад. Колебания когерентного гетеродина подаются на блок Ц53М, который является фазочувствительным приемным устройством и обеспечивает:

– линейное изменение фазы опорного когерентного напряжения в соответствии с изменением фазы сигналов, отраженных от помехи, движущейся под действием ветра;

– преобразования фазовой модуляции отраженных сигналов в амплитудную модуляцию видеосигналов.

Первая задача выполняется схемой компенсации скорости ветра, а вторая - фазовыми детекторами.

В схему компенсации скорости ветра входят:

– смесители I и II;

– управляемые кварцевые генераторы I и II;

Управляемые генераторы схемы компенсации скорости ветра являются кварцевыми генераторами с управляющими лампами, с помощью которых можно изменять частоту генерируемых напряжений в небольших пределах. Кварцевые генераторы применены для того, чтобы повысить стабильность работы схемы компенсации скорости ветра и за счет этого уменьшить величину остаточных сигналов помех.

С выхода схемы компенсации скорости ветра когерентное напряжение с частотой f_2 поступает в схему фазовых детекторов. В схему фазовых детекторов входят:

– фазовые детекторы каналов 0° и 90°;

– фазосдвигающий каскад;

– линия задержки 1 *мксек*;

– смеситель видеосигналов.

Когерентное напряжение на фазовый детектор канала 0° поступает непосредственно, а на фазовый детектор канала 90° - через фазосдвигающий каскад, в котором осуществляется сдвиг фазы этого напряжения на 90°, необходимый для получения квадратурного сигнала.

На вторые входы фазовых детекторов поступают сигналы целей и помех с УПЧ блока И55В. Для бланкирования фазовых детекторов на их входы поступают строб-импульсы каналов 0° и 90°, которые формируются в блоке Ц33В.

С выхода блока Ц53М видеосигналы цели и помехи поступают на вход блока Ц31В-I, который представляет собой первую ступень вычитания и содержит два каскада вычитания. Каждый из каскадов вычитания состоит из входного усилителя, вычитающего потенциалоскопа и выходного усилителя. Основным элементом каскада вычитания является вычитающий потенциалоскоп. Он выполняет функций запоминания (задержки) сигналов, поступающих на его вход в течение периода повторения, до прихода сигналов следующего периода и их взаимного амплитудного вычитания.

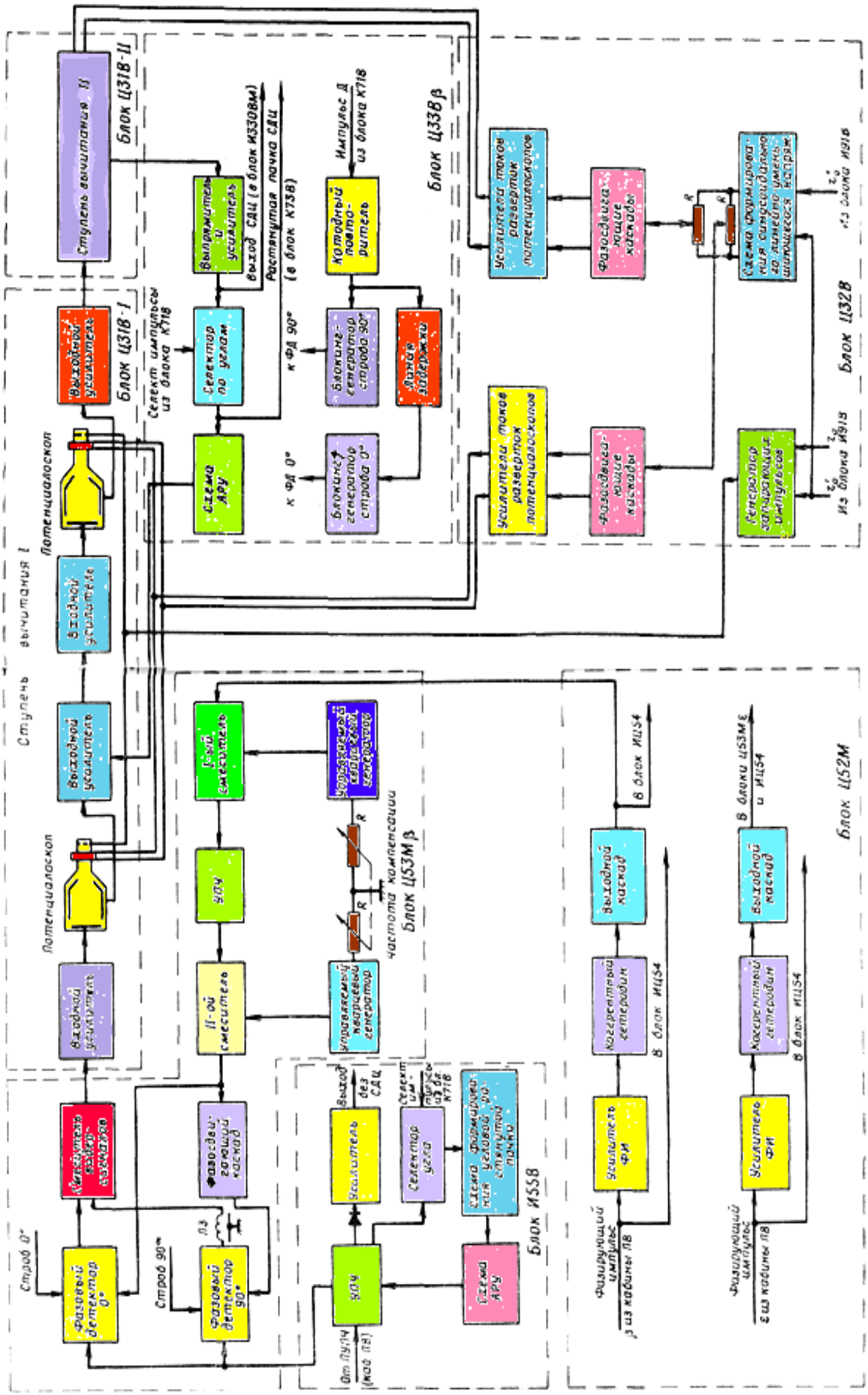


Рис. 37. Функциональная схема системы селекции движущихся целей.

Применяемый в системе СДЦ вычитающий потенциалоскоп представляет собой электронно-лучевую трубку с электростатической фокусировкой и электромагнитным отклонением электронного луча.

Потенциалоскоп работает со ждущей разверткой спирального типа. На его отклоняющую систему подаются синусоидальные линейно уменьшающиеся токи разверток, сдвинутые относительно друг друга на 90°. Токи разверток формируются в блоке Ц32В синхронно с запуском передатчиков визирования. Период запоминания сигналов в вычитающем потенциалоскопе зависит от периода развертки, поэтому он может работать как с постоянным, так и с переменным периодом повторения импульсов станции.

Применение спиральной развертки дает возможность получить максимальную разрешающую способность потенциалоскопа. Принцип действия вычитающего потенциалоскопа основан на нанесении (записи) электрических зарядов на поверхность диэлектрика (мишени) с помощью электронного луча и сохранении их до следующего периода развертки. В следующий период развертки электронный луч либо наносит дополнительные заряды, либо снимает (считывает) ранее нанесенные заряды (в зависимости от наличия или отсутствия входного сигнала и от его амплитуды). Поскольку во второй и последующие периоды производится одновременная запись приходящих сигналов и считывание ранее записанных сигналов, то на выходе потенциалоскопа будут действовать импульсы, амплитуда которых равна алгебраической разности записываемых и считываемых сигналов.

Входной усилитель имеет ручную регулировку усиления. Выходной усилитель первого каскада вычитания также имеет ручную регулировку и, кроме того, регулировку усиления напряжением схемы АРУ.

С выхода первого каскада вычитания разностные сигналы поступают на второй каскад вычитания. Устройство и работа второго каскада ничем не отличаются от рассмотренного выше первого каскада вычитания.

С выхода блока Ц31В-I разностные сигналы поступают в блок Ц31В-II, где имеются еще два каскада вычитания, аналогичные каскадам вычитания блока Ц31В-1. С выхода блока Ц31В-II разностные сигналы поступают в блок Ц33В.

Блок Ц33В служит для преобразования разностных двуполярных импульсов, поступающих с выхода блока Ц31В-II, в однополярные; для усиления сигналов по каналу дальности; для селекции по угловому каналу; для формирования растянутой пачки сигналов углового канала (окончательного квадратурного преобразования). Кроме этих основных задач, блок Ц33В решает задачу формирования строб-импульсов каналов 0° и 90° и вырабатывает управляющее напряжение АРУ. Для выполнения указанных функций блок имеет следующие схемы:

– выпрямитель и видеоусилитель сигналов дальности;

– селектор углового канала;

– схему АРУ;

– схему формирования строб-импульсов 0° и 90°.

После усиления однополярные импульсы поступают на селектор углового канала и в кабину УВ.

В селекторе углового канала осуществляется селектирование сигналов цели по углу и дальности. На запуск селектора углового канала поступают селектирующие импульсы из координатного блока дальности (К71В). Отселектированные импульсы прямого и квадратурного каналов поступают в схему формирования пачки растянутых импульсов. Угловая пачка поступает на угловые координатные блоки (К73В) и на схему АРУ.

Схема формирования стробов 0° и 90° запускается импульсами *Д*, поступающими из блока К71В. Строб-импульс 0° отстает от строб-импульса 90° на 1 мксек. Строб-импульсы поступают в блок Ц53М.

Формирование синусоидальных линейно уменьшающихся токов, сдвинутых по фазе на 90° и создающих в вычитающих потенциалоскопах спиральные развертки, осуществляется в блоке Ц32В, в состав которого входят:

– схема формирования синусоидальных линейно уменьшающихся токов;

– фазосдвигающие каскады и усилители токов разверток;

– генератор запирающих импульсов.

Схема формирования синусоидального линейно уменьшающегося напряжения имеет генератор пилообразного напряжения и генератор синусоидальных колебаний. Генератор пилообразного напряжения запускается импульсами r_0'', а срыв его работы производится импульсами r_0'. Выработанное напряжение используется для запуска генератора синусоидальных колебаний и модуляции этих колебаний по амплитуде.

Фазосдвигающие каскады производят сдвиг фазы линейно уменьшающихся синусоидальных токов на 90°, а усилители токов усиливают их до требуемой величины.

Генератор запирающих импульсов формирует отрицательные прямоугольные импульсы. Запуск генератора производится импульсом r_0', а срыв – импульсом r_0.

ГЛАВА 7. КООРДИНАТНАЯ СИСТЕМА СНР

7.1. Назначение, состав и размещение

Координатная система предназначена для определения текущих координат цели и трех наводимых на нее ракет.

Текущими координатами цели и ракеты являются:

– наклонная дальность до цели и ракеты ($r_{ö}$, $r_{ð}$);

– относительный азимут цели и ракеты ($\beta_{ö}$, $\beta_{ð}$);

– относительный угол места цели и ракеты ($\varepsilon_{ö}$, $\varepsilon_{ð}$).

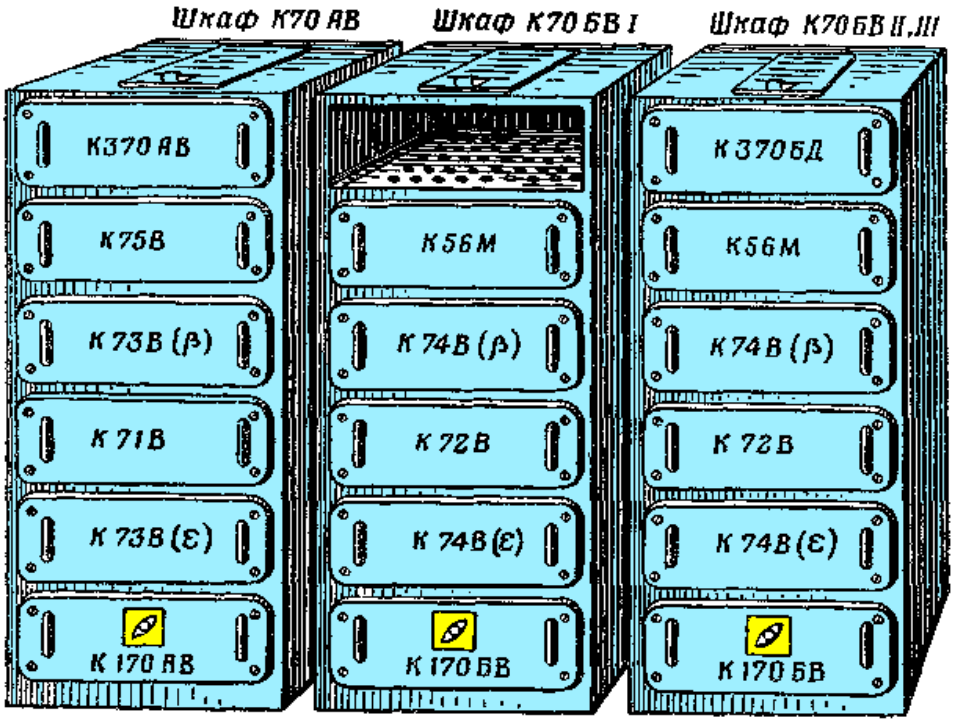


Рис. 38. Расположение блоков в шкафах координатной системы:
К70АВ — блок имитации видеосигналов; К75В — блок опорных напряжений; К73Вε(β) — блок угла места (азимута) цели; К71В — блок дальности цели; К171АВ и К170БВ — блоки питания; К56М — блок усилителей сигналов ракеты; К74Вε(β) — блок определения угла места (азимута) ракеты; К72В — блок дальности ракеты; К370БД — блок имитации и распределения сигналов ПЧ

Система определения координат цели и ракет содержит один канал определения координат цели и три канала определения координат ракет. Аппаратура координатной системы размещена в четырех шкафах, расположенных в кабине АВ:

– шкаф определения координат цели (К70АВ);

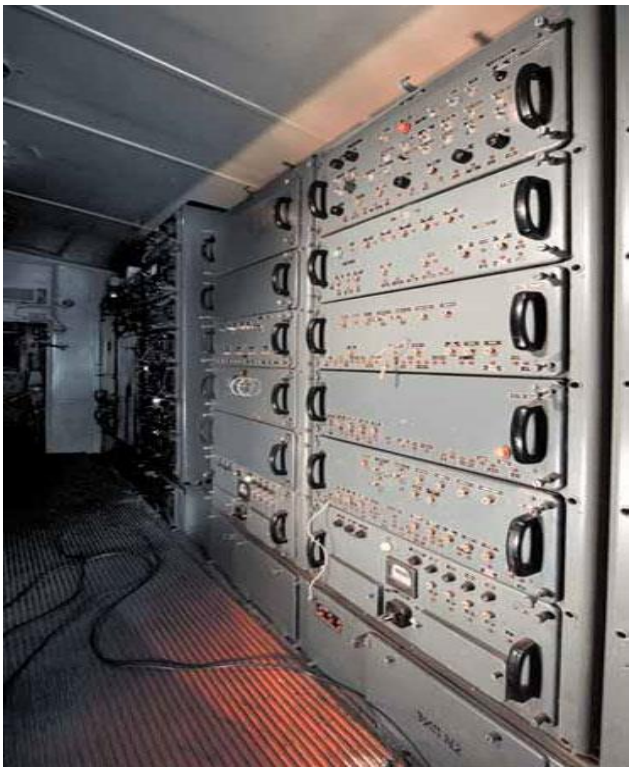
– три шкафа определения координат ракет (К70БВ I, II, III – по числу каналов).

Расположение блоков в шкафах координатной системы приведено на рис. 38.

Шкаф определения координат цели (К70БВI);



Шкаф определения координат цели (К70АВ);



7.2. Принцип определения координат

Координатная система формирует измерительные импульсы дальности ($r_{ö}$ и $r_{ð}$) и угла ($\beta_{ö}$, $\beta_{ð}$, $\varepsilon_{ö}$, $\varepsilon_{ð}$), непрерывно совпадающие по времени с сигналами цели и ракеты. Совмещение измерительных импульсов производится следящими системами дальности и угла координатных блоков цели и ракеты.

Следящая система дальности цели (блок К71В) приведена на рис. 39,б.



Рис. 39,а. Структурная схема следящей системы

Дискриминатор дальности является измерительным элементом следящей системы. На вход дискриминатора подаются видеоимпульсы цели и стробы сопровождения по дальности. Стробы сопровождения представляют собой импульсы, сдвинутые один относительно другого на постоянную величину и имеющие переменную задержку относительно опорных импульсов $r'_{0\ddot{o}}$.

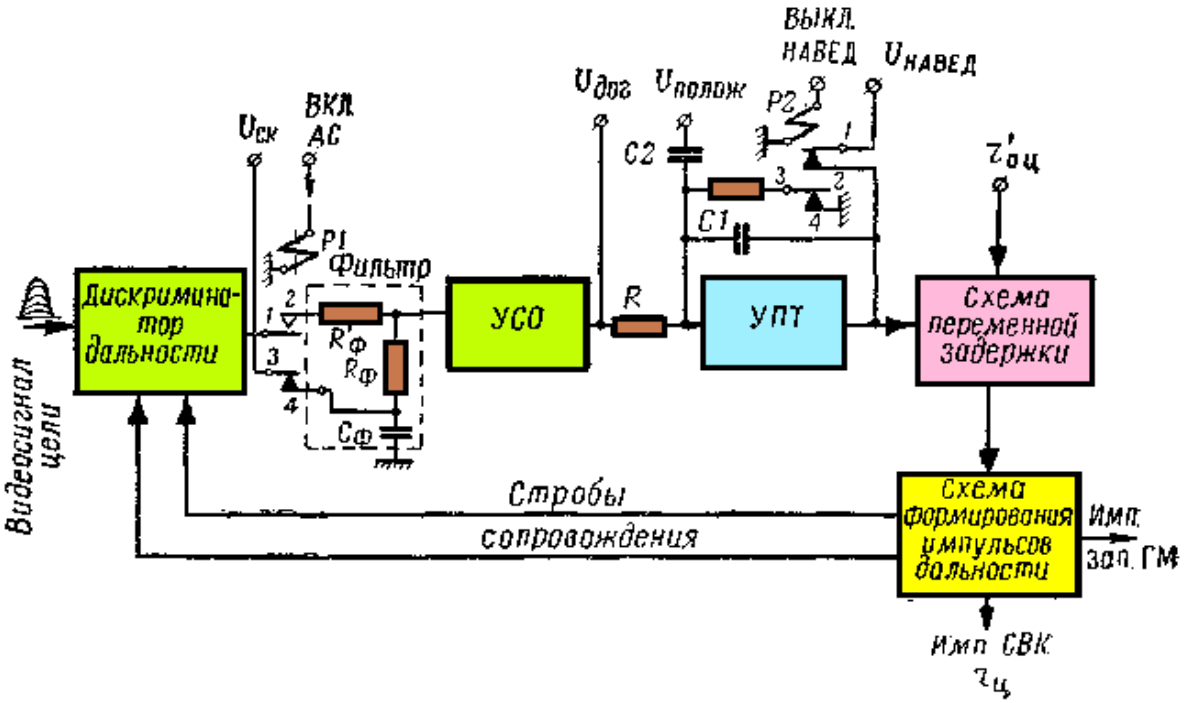


Рис. 39,б. Схема следящей системы дальности цели

При совмещении стробов сопровождения с видеоимпульсами дискриминатор вырабатывает напряжение сигнала ошибки, знак и величина которого определяются направлением и величиной сдвига видеоимпульса цели относительно стыка стробов сопровождения (рис. 40, а и б).



Напряжение сигнала ошибки ($u_{со}$) через фильтр и усилитель сигнала ошибки поступает на вход усилителя постоянного тока (УПТ) с цепью обратной связи, образованной элементами R и C1. Скорость изменения выходного напряжения УПТ прямо пропорциональна величине входного напряжения. Интегрирующее-дифференцирующий фильтр ($R'_{ô}$, $R_{ô}$, $\tilde{N}_{ô}$) создает необходимую инерционность и память следящей системы. Выходное напряжение усилителя постоянного тока подается на схему переменной задержки. Длительность импульса, формируемого схемой переменной задержки, зависит от величины управляющего напряжения, поступающего с выхода УПТ.

Задним фронтом импульса схемы переменной задержки запускается схема формирования импульсов дальности.

Схема формирования импульсов дальности вырабатывает стробы сопровождения, импульсы запуска горизонтальной метки и импульсы СВК ($r_{ö}$), связанные со стробами сопровождения и характеризующие координату дальности цели.

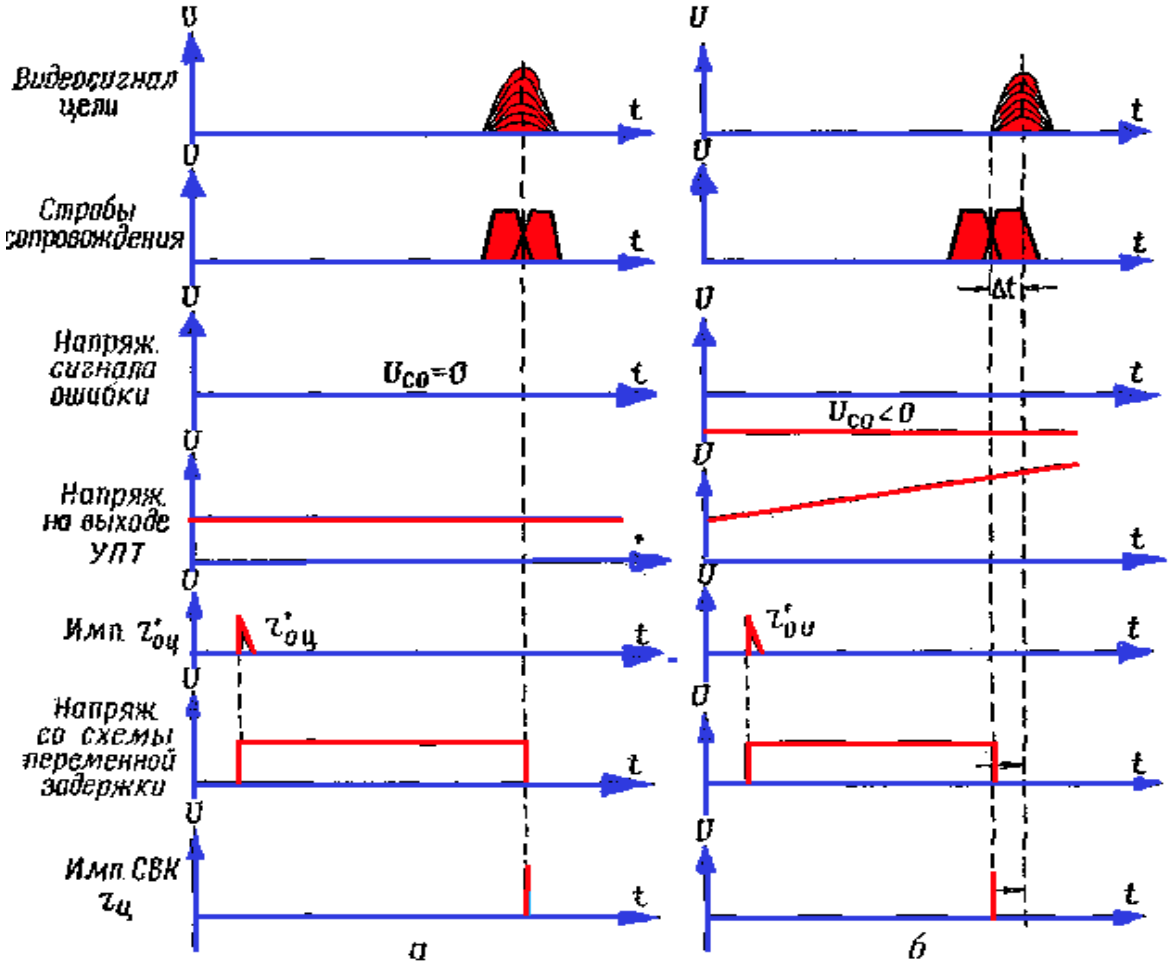


Рис. 40. Принцип работы следящей системы дальности цели

Рассмотрим работу следящей системы и взаимодействие ее элементов при изменении положения входного видеосигнала цели. Если положение

видеосигнала такое, что стык стробов сопровождения совпадает с центром видеосигнала, то на выходе дискриминатора (рис. 40, а) напряжение сигнала ошибки равно 0 ($u_{со}$ = 0). В этом случае с выхода УПТ снимается постоянное напряжение, которое, воздействуя на схему переменной задержки, не изменяет длительности импульса переменной задержки, в результате чего измерительный импульс совпадает с центром видеосигнала и отражает истинную координату дальности, цели.

При изменении положения видеосигнала (в сторону увеличения дальности) стык стробов сопровождения уже не будет совпадать с центром видеосигнала, т. е. появится рассовмещение Δt (рис. 40, б). На выходе дискриминатора появится отрицательный сигнал ошибки, величина которого пропорциональна величине Δt.

Усилитель постоянного тока выработает линейно возрастающее напряжение, скорость изменения которого будет пропорциональна величине входного напряжения, т. е. $u_{со}$. Это приведет к увеличению длительности импульса схемы переменной задержки и совмещению стыка стробов сопровождения (а, следовательно, и измерительного импульса) с центром видеосигнала.

Если положение видеосигнала изменяется в сторону уменьшения дальности, то процесс работы следящей системы аналогичен предыдущему, но сигнал ошибки вырабатывается положительный и УПТ выдает линейно падающее напряжение, которое приводит к уменьшению длительности импульса со схемы переменной задержки.

Режим работы замкнутой следящей системы, в которой слежение за видеосигналом цели и выработка координаты дальности происходят автоматически, называется режимом автоматического сопровождения. Кроме того, следящая система дальности может работать в режиме наведения и в режиме ручного сопровождения.

В режиме наведения дискриминатор дальности контактами реле Р1 отключен от усилителя сигнала ошибки, а вход УПТ через нормально замкнутые контакты реле Р2 замкнут на корпус. В этом режиме производится грубое совмещение стробов сопровождения (импульса дальности) с сигналом цели, выбранной для сопровождения; при этом на вход схемы переменной задержки подается напряжение наведения ($U_{навед.}$) из кабины УВ. Изменяя уровень этого напряжения, все формируемые в блоке импульсы оператор наведения перемещает по дальности так, чтобы горизонтальная метка на экране индикатора, а следовательно, стробы сопровождения оказались совмещенными с сигналом цели. После этого следящая система переводится в режим ручного сопровождения (РС).

В режиме РС напряжение наведения отключается от входа схемы переменной задержки контактами реле Р2, а вход УПТ - от корпуса. На вход УПТ поступают: через усилитель сигнала, ошибки - напряжение РС по скорости ($U_{ск}$), через конденсатор С2 - напряжение РС по положению ($U_{положс.}$) и непосредственно на вход УПТ - напряжение догона ($U_{дог.}$).

Под действием напряжения РС по положению и по скорости стробы

сопровождения и связанные с ними импульсы СВК и ГМ изменяют свое положение и движутся с постоянной скоростью. Напряжение догона ($U_{дог.}$) используется для быстрого совмещения горизонтальной метки (стробов сопровождения) с сигналом цели. Управление положением стробов сопровождения в режиме РС осуществляется из кабины УВ с блока РС по дальности.

После совмещения стробов сопровождения с видеосигналом цели следящая система переводится в режим автоматического сопровождения. Работа следящей системы в режиме АС была рассмотрена выше.

Следящая система дальности ракеты (блок К72В) работает в двух режимах: в режиме установки ждущих стробов (УЖС) и в режиме автосопровождения ракеты (АС).

В режиме АС следящая система содержит те же элементы, что и рассмотренная выше следящая система дальности цели.

В режиме УЖС вместо дискриминатора дальности используется схема УЖС, которая в этом режиме выполняет роль дискриминатора следящей системы. Стробы сопровождения в этом режиме установлены на определенную дальность, и после старта ракеты, в момент совпадения видеосигнала ответчика ракеты со вторым стробом сопровождения, срабатывает схема захвата, которая отключает схему УЖС и переводит следящую систему в режим АС.

Угловая следящая система цели (блок К73В) приведена на рис. 41.

На вход угловой следящей системы подается напряжение ступенчатой огибающей сигналов цели, образующееся в каскаде синхронного детектора, куда поступают видеоимпульсы цели. Напряжение огибающей (рис. 42) поступает на дискриминатор угла; сюда же подаются первый и второй угловые стробы сопровождения, представляющие собой импульсы прямоугольной формы, следующие с частотой сканирования и сдвинутые один относительно другого на постоянную величину. Дискриминатор угла вырабатывает напряжение сигнала ошибки, полярность и величина которого определяются соответственно направлением и величиной рассогласования центра огибающей с серединой стробов. Напряжение сигнала ошибки через фильтр и усилитель сигнала ошибки (УСО) поступает на вход усилителя постоянного тока.

С выхода усилителя снимается напряжение, скорость изменения которого пропорциональна входному напряжению. Выходное напряжение усилителя постоянного тока сравнивается по величине с опорным угловым напряжением в схеме сравнения уровней. Опорное угловое напряжение имеет пилообразную форму, частота его соответствует частоте сканирования луча антенны.

Схема сравнения уровней фиксирует момент равенства величин пилообразного напряжения и выходного напряжения усилителя постоянного тока.

В момент равенства этих напряжений схема вырабатывает импульс сравнения, который поступает на схему формирования угловых импульсов. Уровень выходного напряжения усилителя постоянного тока изменяется относительно пилообразного напряжения так, что стробы сопровождения, а, следовательно, и измерительные импульсы перемещаются к центру пачки видеосигналов цели.

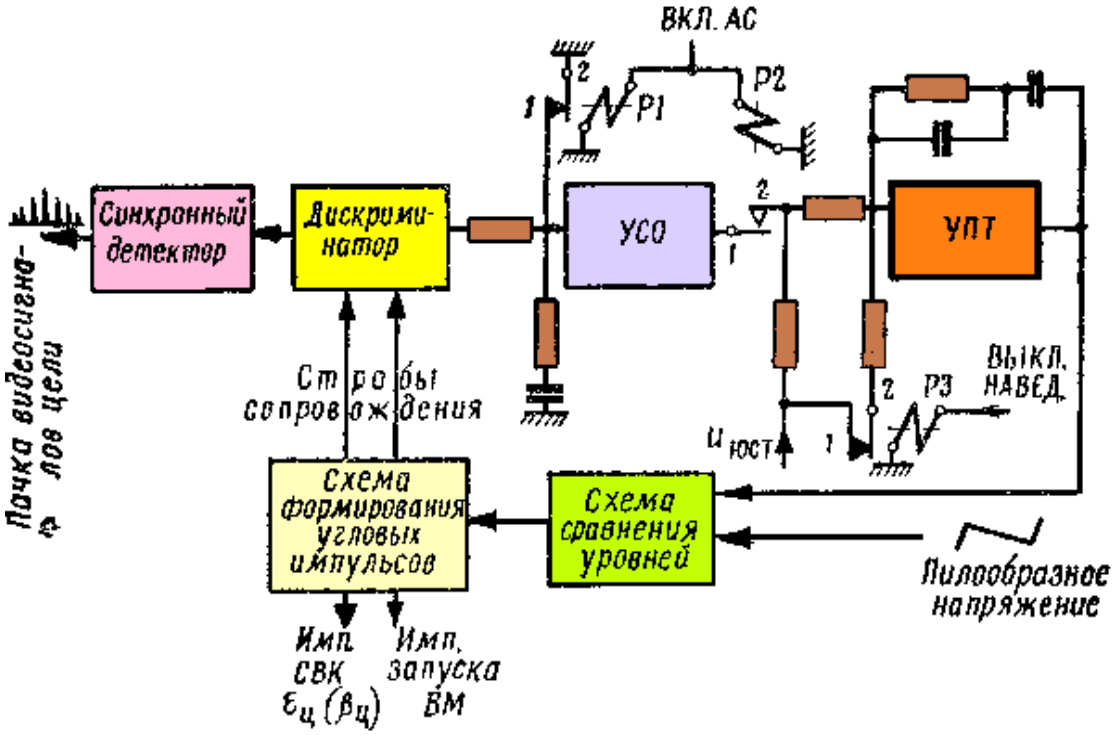


Рис. 41. Схема угловой следящей системы цели

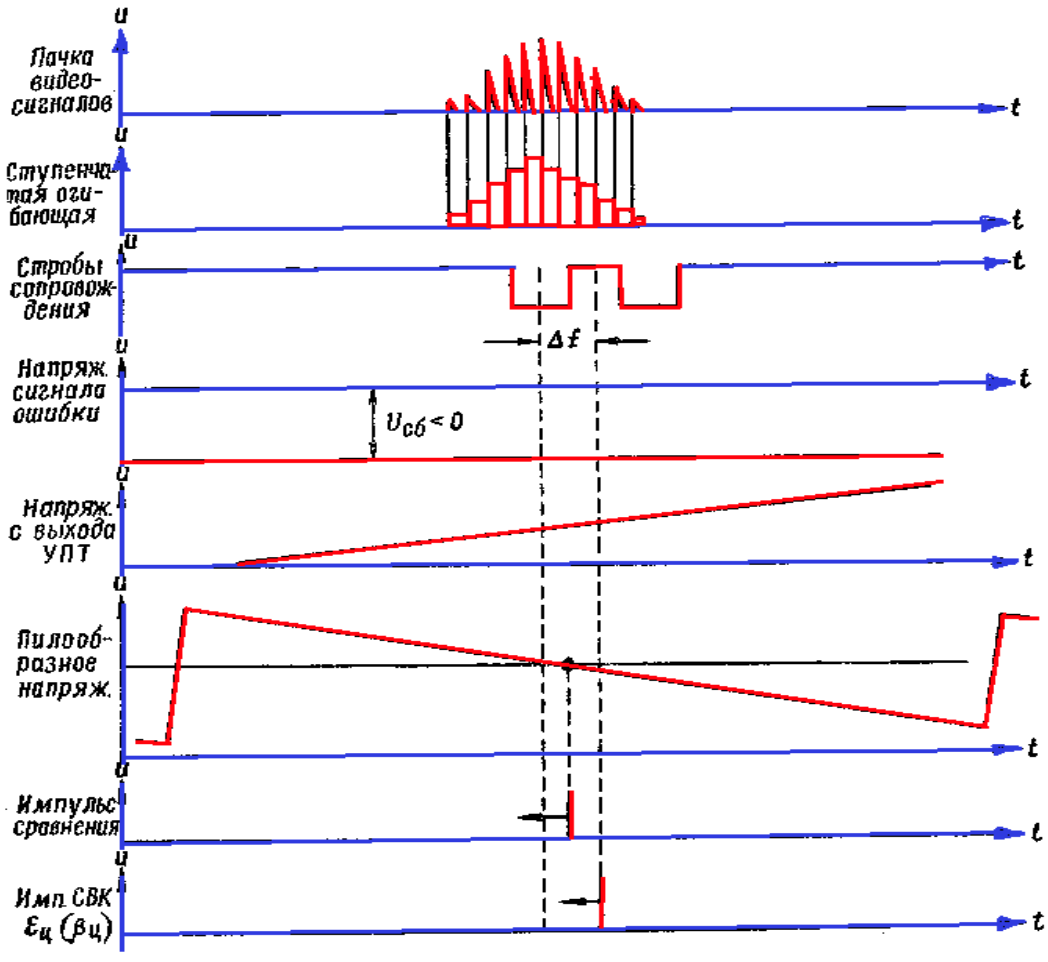


Рис. 42. Принцип работы угловой следящей системы

Угловая следящая система цели может работать в режимах наведения, ручного сопровождения и автоматического сопровождения.

В режиме наведения следящая система разомкнута контактами реле Р2; при этом вход УСО заземлен. На вход УПТ подается фиксированное напряжение юстировки стробов. Выходное напряжение усилителя постоянного тока в этом режиме примерно равно среднему значению диапазона его изменения, и соответственно стробы сопровождения занимают фиксированное положение в центре сектора сканирования. В этом режиме оператор наводит вертикальную метку (стробы сопровождения) на сигналы цели, перемещая сектор обзора в пространстве, после чего производится перевод следящей системы в режим РС.

В режиме ручного сопровождения на реле Р3 подается напряжение выключения наведения. Так же как и в режиме наведения, напряжение на входе УПТ не изменяется, выходное напряжение усилителя постоянного тока, а следовательно, и положение стробов сопровождения остается таким же, как и в режиме наведения, т. е. в центре сектора сканирования. Совмещение вертикальной метки, а, следовательно, и стробов сопровождения в режиме РС производится перемещением сектора обзора, так же как и в режиме наведения. Различное включение усилителя постоянного тока в режимах наведения и ручного сопровождения необходимо для плавного перехода блока из режима автосопровождения в режим ручного сопровождения. С выхода схемы формирования угловых импульсов снимается импульс СВК $\varepsilon_{\ddot{o}}$ ($\beta_{\ddot{o}}$), характеризующий угловую координату цели.

Угловая следящая система ракеты (блок К74В) по своему назначению аналогична угловой следящей системе цели. Угловая следящая система ракеты может работать в режиме установки ждущих стробов (УЖС) или в режиме АС.

В режиме УЖС обеспечивается установка выходного напряжения усилителя постоянного тока на заданном уровне, которому соответствует симметричное положение угловых стробов сопровождения относительно биссектрисы сектора обзора.

В качестве отличительной особенности угловой следящей системы ракеты следует отметить то, что до момента захвата ракеты длительность стробов сопровождения равна ширине сектора обзора (широкие стробы). Это позволяет осуществлять автоматический захват сигналов ракеты при появлении их в любом месте сектора.

В режиме автоматического сопровождения следящая система замкнута и совмещение стробов сопровождения с сигналом ракеты происходит автоматически. Работа угловой следящей системы ракеты в режиме АС аналогична работе угловой следящей системы цели. С выхода схемы формирования угловых импульсов снимается импульс СВК $\varepsilon_{\ddot{o}}$ ($\beta_{\ddot{o}}$), характеризующий угол места (азимут) ракеты.

7.3. Функциональная схема координатной системы

Рассмотренные следящие системы составляют основу блоков координатной системы, функциональная схема которой приведена на рис. 43.

С выхода приемной системы цели на координатные блоки цели поступают видеосигналы дальности и угла. Формирование измерительных импульсов $r_{ö}$ и совмещение их с сигналами цели производятся в блоке К71В. В режимах наведения и ручного сопровождения следящая система дальности разомкнута и совмещение производится с помощью напряжения наведения или ручного сопровождения, которое поступает в этих режимах с кабины УВ через блок К370АВ. В режиме автоматического сопровождения следящая система замкнута и совмещение производится автоматически. Импульсы $r_{ö}$ с выхода блока поступают на вход системы выработки команд.

Кроме измерительных импульсов, блок К71В формирует импульсы горизонтальной метки (ГМ) и селекторные импульсы $Ä_{\varepsilon}$ и $Ä_{\beta}$. Импульсы ГМ создают горизонтальные метки на экранах индикаторов. Импульсы $Ä_{\varepsilon}$ и $Ä_{\beta}$ производят селекцию сигналов цели по дальности и углам в блоках И55В.

Формирование измерительных импульсов $\beta_{ö}$ и $\varepsilon_{ö}$, совмещение их с отраженными сигналами производятся в блоках К73Вβ и К73Вε, которые по своему устройству одинаковы. В режиме наведения и ручного сопровождения угловая следящая система разомкнута, импульсы $\beta_{ö}$ и $\varepsilon_{ö}$ выставляются в центр сектора сканирования при помощи напряжения юстировки стробов, поступающего из кабины УВ. Совмещение измерительных импульсов с сигналом цели производится перемещением сектора обзора по азимуту и углу места так, чтобы линия визирования цели совпала с биссектрисой сектора. Перемещение сектора обзора осуществляется поворотом антенн при вращении штурвалов наведения и ручного сопровождения.

В режиме автоматического сопровождения совмещение стробов сопровождения с сигналом цели производится угловой следящей системой автоматически. Импульсы $\beta_{ö}$ и $\varepsilon_{ö}$ с выходов блоков К73Вβ и К73Вε поступают на вход системы выработки команд.

Для отображения положения измерительных импульсов на экранах индикаторов блоки К73В формируют импульсы запуска вертикальной метки (ВМ).

Для осуществления селекции сигналов цели по угловым координатам на дискриминатор блока К71В поступают угловые селектирующие импульсы.

Координатные блоки ракеты по принципу работы аналогичны координатным блокам цели. На вход координатных блоков ракеты поступают видеосигналы ракеты дальности и угла с выходов приемников ракеты.

Формирование измерительных импульсов $r_{ð}$ и совмещение их с видеосигналами ракеты производятся блоками дальности ракеты К72В, которые работают в режимах УЖС и АС.

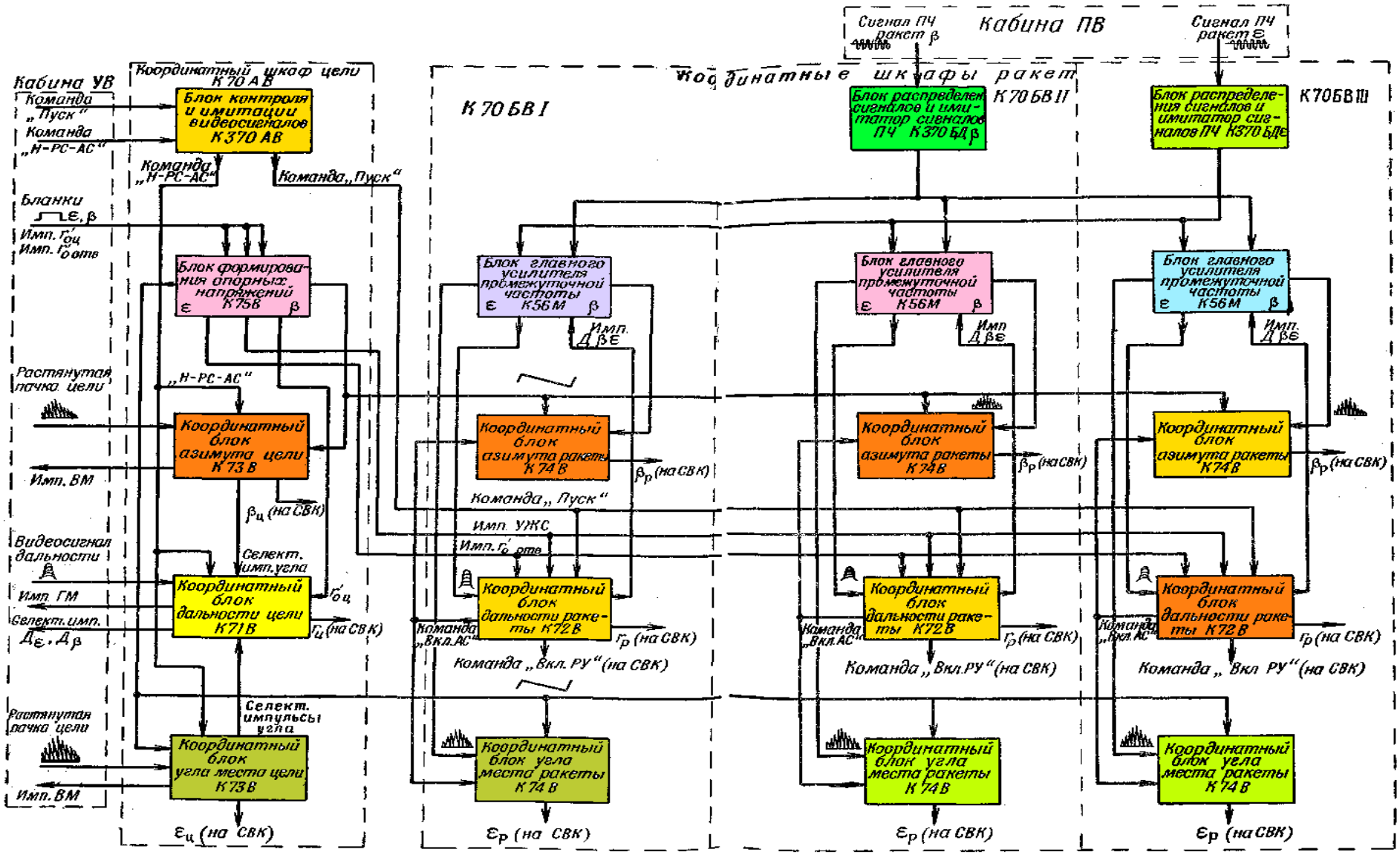


Рис. 43. Функциональная схема координатной системы

В режиме УЖС измерительные импульсы выставляются на дальность примерно 2100 *м*. Для этой цели с выхода блока К75В на блоки К72В поступают импульсы установки ждущих стробов, которые обеспечивают установку стробов сопровождения на указанную дальность. После пуска при достижении ракетой дальности 2100 *м* ответный сигнал совпадает со стробами сопровождения, включается режим автоматического сопровождения и происходит захват ракеты. На угловые блоки ракеты К74В выдается команда включения автоматического сопровождения, а на систему выработки команд - включение радиоуправления (ВКЛ. РУ). Импульсы $r_д$ поступают на соответствующий канал системы выработки команд.

Для осуществления селекции по дальности блоки К72В формируют импульсы $Ä_{\varepsilon\beta}$. Селекция производится в усилителях сигнала ракеты (блоки К56М).

Формирование измерительных импульсов $\beta_д$ и $\varepsilon_д$ и совмещение их с угловыми пачками ракеты производятся в блоках. К74Вβ(ε), работающих в режимах УЖС и АС. До включения автоматического сопровождения измерительные импульсы выставляются в центр сектора сканирования. При поступлении команды на включение автоматического сопровождения следящая система замыкается и измерительные импульсы $\beta_д$ и $\varepsilon_д$ совмещаются с сигналами ракет. Импульсы $\beta_д$ и $\varepsilon_д$ поступают на соответствующий канал системы выработки команд.

Блок К75В используется для формирования опорных напряжений дальности и углов, а также для формирования импульсе β_0 и ε_0.

Опорным напряжением дальности являются импульсные напряжения $r'_{0ö}$ и $r'_{0îòâ}$, которые в режиме боевой работы с синхронизатора дальности кабины УВ через блок К75В поступают блоки определения дальности цели (К71В) и ракеты (К72В для запуска схем переменной задержки.

Опорными угловыми напряжениями являются пилообразные напряжения β и ε, которые формируются в блоке К75В и поступают в блоки определения угловых координат цели (К73В) и ракеты (К74В) для обеспечения нормальной работы схем сравнения уровней. Запуск схемы формирования пилообразных напряжений осуществляется импульсами бланка β и ε с блока И641 кабины УВ. Импульсы β_0 и ε_0, совпадающие с началом прямого (рабочего) хода пилообразного напряжения, поступают в СВК.

В блоке К75В также формируются импульсы установки ждущих стробов по дальности, которые поступают в блоки К72В и обеспечивают установку стробов сопровождения на фиксированной дальности.

Блок контроля К370АВ предназначен для обеспечения автономных проверок и настройки блоков координатной системы цели и ракеты в режиме контроля кабины АВ. В блоке формируются видеосигналы дальности, угловые контрольные сигналы и вспомогательные напряжения, необходимые для проверки и на стройки блоков координатной системы.

ГЛАВА 8. СИСТЕМА ВЫРАБОТКИ КОМАНД УПРАВЛЕНИЯ СНР

8.1. Назначение, состав и размещение

Система выработки команд (СВК) предназначена для формирования команд управления (К1 и К2) полетом наводимой на цель ракеты, разовой команды дистанционного включения радиовзрывателя ракеты (К3), разовой команды согласования области срабатывания радиовзрывателя с областью поражения боевой части ракеты (К4) и сигнала переключения частоты повторения станции.

Команды К1 и К2 формируются непрерывно в течение всего цикла наведения в виде напряжений постоянного тока. Величины команд определяются уровнем этих напряжений.

Команда К3 формируется один раз за цикл наведения в виде одиночного отрицательного импульса постоянной амплитуды и длительности.

Команда К4 формируется также один раз за цикл наведения в виде импульса положительной полярности постоянной амплитуды с длительностью, обратно пропорциональной скорости сближения цели и ракеты.

Сформированные в СВК команды К1, К2, К3 и К4 поступают на радиопередатчик команд, где преобразуются в соответствующие радиосигналы и через антенну РПК передаются на борт ракеты.

На борту ракеты команды преобразуются в управляющие электрические сигналы. Управляющие сигналы, полученные от преобразования команд К1 и К2, воздействуют на рули, осуществляя тем самым управление полетом ракеты. Команда К4 в зависимости от ее длительности подключает переднюю или заднюю точку инициирования боевой части к радиовзрывателю и одну из пар приемных антенн к приемнику, обеспечивая тем самым наилучшее согласование области срабатывания радиовзрывателя с областью поражения боевой части ракеты.

В состав аппаратуры СВК входят три совершенно одинаковых канала, обеспечивающих одновременное и независимое наведение трех ракет на одну цель.

Конструктивно блоки одного ракетного канала объединены в одном шкафу. По числу ракетных каналов таких шкафов три (К80ВI, К80ВII, К80ВIII).

8.2. Принцип формирования команд управления

Команды управления, вырабатываемые в системе выработки команд, обеспечивают наведение ракет тремя методами:

– методом трех точек (накрытия цели);

– методом половинного спрямления траектории (упреждения);

– методом К.

Расположение блоков в шкафу показано на рис. 44.

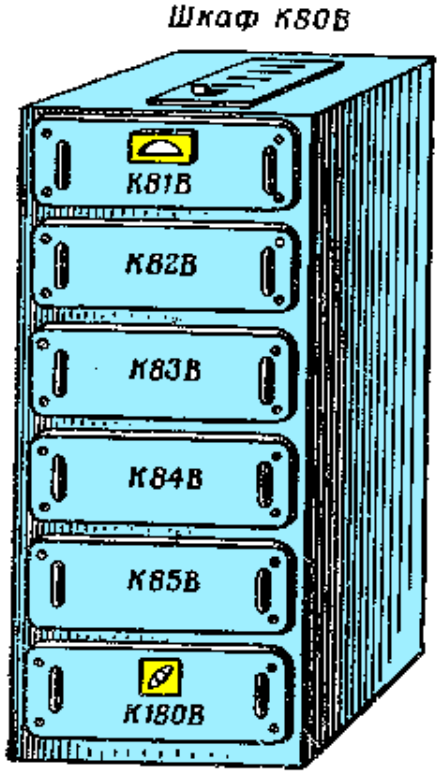
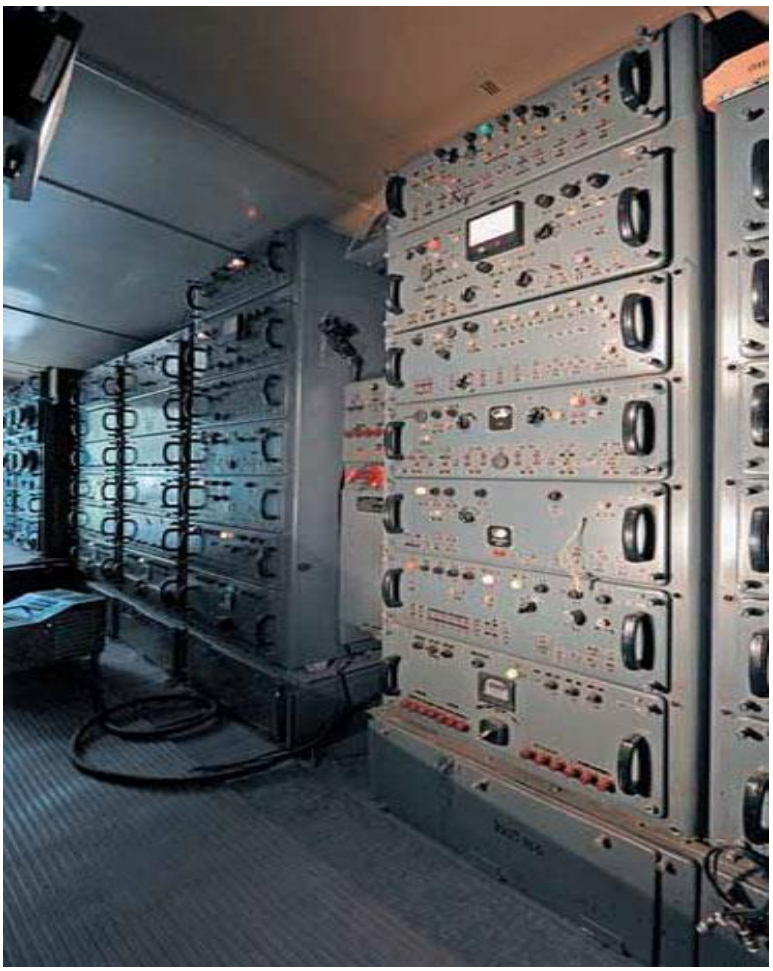


Рис. 44. Расположение блоков в шкафу К80В:
К81В- блок формирования сигналов ошибки; К82В- шкаф упреждения;
К83В- блок формирования команд управления; К84В- блок временного механизма;
К85- блок формирования разовых команд и сигнала переключения частоты;
К180В- блок питания

Сущность ***метода трех точек*** заключается в том, что СВК формирует такие команды управления, при которых ракета в процессе наведения на цель непрерывно удерживается на линии визирования цели; при этом разность соответствующих угловых координат все время сводится к нулю, т. е. три точки (станция - ракета - цель) находятся на одной прямой линии.

Сущность ***метода половинного спрямления траектории*** заключается в том, что ракета наводится в точку, вынесенную вперед по курсу движения цели, но находящуюся в пределах сектора обзора станции.



Шкаф формирования команд управления (К80В)

Наведение ракеты на цель осуществляется по кинематической траектории. Вид кинематической траектории определяется характером движения цели и выбранным методом наведения. Следовательно, задача наведения ракеты на цель сводится к выводу и удержанию ракеты на расчетной кинематической траектории принятого метода наведения до момента встречи ракеты с целью.

Для управления полетом ракеты зенитный ракетный комплекс образует два замкнутых контура автоматического регулирования положения ракеты на кинематической траектории метода наведения. Один контур выполняет задачу регулирования в угломестной плоскости (плоскость ε), другой в азимутальной (плоскость β). Практически оба контура управления являются одинаковыми и независимыми друг от друга.

Как видно из рис. 45., по отраженным сигналам цели и ответным сигналам ракеты в соответствующих координатных блоках СНР производится определение текущих координат цели и ракеты. Затем в СВК определяется их разность и на основании, этого формируется команда управления.



Рис. 45. Упрощенная схема контура управления

Формирование команд управления К1 и К2 осуществляется в такой последовательности.

На первом этапе формируется сигнал ошибки, отображающий отклонение ракеты от расчетной точки кинематической траектории. Для наведения ракеты на цель в станции наведения непрерывно измеряется угловое отклонение ракеты от линии визирования цели в двух плоскостях сканирования антенн (рис. 46). Величина отклонения ракеты от линии визирования цели является угловой ошибкой наведения $\Delta\varepsilon = \varepsilon_{ö} - \varepsilon_{ð}$.

На втором этапе в сигнал ошибки вводится сигнал коррекции угла по дальности $h_{êä}$. Этот сигнал вводится для уменьшения ошибки определения угловых координат, возникающей вследствие различного характера модуляции принимаемых станцией отраженных от цели сигналов и сигналов ответчиков ракет.

Различие в модуляции возникает вследствие того, что сигналы, отраженные от цели, модулируются диаграммой направленности антенной системы два раза (при передаче и приеме), а сигналы, принимаемые от ответчика ракеты, - один раз, только при приеме.

При работе станции по цели, несущей источник активной помехи, принимаемый сигнал модулируется диаграммой направленности антенной системы один раз - при приеме (так же, как и сигнал ответчика ракеты). В этом случае сигнал $h_{êä}$ отключается. При работе станции в режиме «Подсвет» сигнал $h_{êä}$ отключается автоматически, так как характер модуляции отраженных сигналов от цели и ответных сигналов ракеты идентичен.

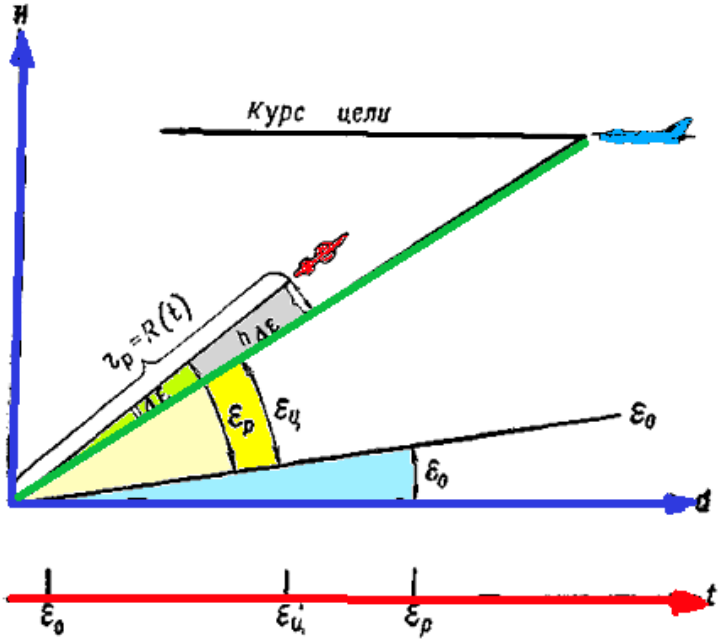


Рис. 46. Преобразование угловых отклонений ракеты в линейные

На третьем этапе из сигналов ошибок формируются сигналы управления λ_ε, λ_β. Сигналы управления представляют собой сумму сигналов ошибки и ряда дополнительных сигналов, с помощью которых обеспечиваются необходимые качественные показатели контура управления.

Для уменьшения ошибки наведения, возникающей при полете ракеты по криволинейной траектории, в СВК вырабатываются сигналы компенсации динамической ошибки. Величина динамической ошибки зависит от аэродинамических данных ракеты и кривизны траектории наведения, которая в свою очередь зависит от угловой скорости перемещения цели и метода наведения. Величина сигнала компенсации динамической ошибки для метода упреждения в связи с уменьшением кривизны траектории в пять раз меньше, чем для метода трех точек.

В сигнал управления по плоскости угла места вводится сигнал компенсации веса ракеты в виде постоянной величины, пропорциональной среднему весу ракеты.

В процессе управления полетом ракеты и слежения за целью антенные системы, а, следовательно, и система отсчета координат станции не остаются неподвижными, а поворачиваются на некоторый угол; ракета же стабилизирована гироскопом и не может поворачиваться вдоль продольной оси. Такая стабилизация приводит к тому, что при выполнении любых команд оси координат, проходящие через плоскости рулей ракеты, всегда расположены параллельно тому положению, в котором они находились в момент старта.

8.3. Формирование разовых команд К4 и К3

Разовая команда К4 предназначена для управления положением в пространстве области срабатывания радиовзрывателя и области разлета боевой части в зависимости от относительной скорости цели и ракеты.

Согласование достигается тем, что в зависимости от скорости сближения ракеты с целью изменяется длительность импульса К4.

При работе в условиях, когда координата дальности до цели определяется (режим КС - координатная система), запуск схемы формирования команды К4 производится при $\Delta r = 2400$ *м* (16 *мксек*).

При работе станции в условиях, когда цель является источником активной помехи и координату дальности с помощью координатной системы определить невозможно, дальность до цели определяется приближенно по высоте и углу места цели в блоке И87В. Запуск схемы формирования команды К4 производится при $\Delta r = 9000$ *м* (60 *мксек*).

Разовая команда К3 предназначена для дистанционного включения радиовзрывателя ракеты. Команда К3 формируется в виде отрицательного импульса постоянной амплитуды и длительности. Если координата дальности до цели определяется (режим КС), то запуск схемы формирования команды К3 производится в момент, когда $\Delta r = 390$ *м* (2,6 *мксек*) и в режиме $\Delta r = 120$ *м* (0,8 *мксек*). При работе станции в условиях, когда цель является источником активных помех (режим И87), запуск схемы производится при $\Delta r = 7000$ *м* (47 *мксек*), но не ранее 22,6 *сек* после пуска ракеты.

8.4. Функциональная схема системы выработки команд

Функциональная схема системы выработки команд приведена на рис. 47. Схема формирования команд управления К1 и К2 рассматривается применительно к плоскости угла места (ε).

На вход преобразователя $h_{\Delta\varepsilon}$ блока К81В из координатной системы поступают импульсы ε_0, $\varepsilon_{\ddot{o}}$, ε_{∂} и напряжение $R(t)$ с блока К84В. В преобразователе $h_{\Delta\varepsilon}$ временной интервал между импульсами $\varepsilon_{\ddot{o}}$ и ε_{∂} преобразуется в напряжение постоянного тока с коэффициентом пропорциональности $R(t)$. Одному метру линейного отклонения ракеты соответствует напряжение $h_{\Delta\varepsilon}$, равное 0,1 *в*. Сигнал $h_{\Delta\varepsilon}$ вырабатывается линейно до значений $h_{\Delta\varepsilon} = \pm 1200$ *м*, после чего начинается ограничение.

Сигнал $h_{\Delta\varepsilon}$ с выхода преобразователя поступает на суммирующий усилитель h_{ε}, на который также подается сигнал коррекции угла по дальности $h_{\hat{e}\ddot{a}}$. При методе упреждения на суммирующий усилитель добавочно поступает

сигнал упреждения $h_{r\varepsilon}$.

В схему формирования сигнала упреждения входят триггер Δr, схема формирования сигнала $2\underline{\Delta \dot{r}}$ и делительно-множительное устройство.

На триггер Δr из координатной системы поступают импульсы $r_{ö}$ и $r_{ð}$. Временные положения этих импульсов характеризуют текущие значения дальности до цели и ракеты. Триггер Δr преобразует временной интервал между импульсами, подаваемыми на вход, в прямоугольный импульс соответствующей длительности. При интервале между целью и ракетой больше 40,5 *км* триггер Δr выдает постоянный импульс длительностью 270 *мксек.*

Делительно-множительное устройство состоит из общего для обеих плоскостей делителя и двух множителей.

Напряжение $2\underline{\Delta \dot{r}}$, сформированное в блоке К85В, поступает на делитель делительно-множительного устройства, туда же с блока К84В подается напряжение функции $R'(t)$.

В блоке К84В вырабатываются напряжения $R(t)$, $R'(t)$, $X(t)$, сигналы компенсации динамической ошибки $h_{äε}$, сигналы коррекции угла по дальности и команды: «22,6 *сек*» и «Конец работы».

Снимаемый с делителя сигнал $R'(t)/2\underline{\Delta \dot{r}}$ поступает на оба множителя, на один из которых поступает сигнал $\dot{\varepsilon}_{ö}$. На выходе у множителя формируется коэффициент упреждения C_{ε} в виде напряжения постоянного тока:

$$C_{\varepsilon} = \dot{\varepsilon} R'(t)/2\underline{\Delta \dot{r}} \,.\, C_{\varepsilon}$$

Коэффициент упреждения вырабатывается линейно до значения $C_{\varepsilon} = \pm 20^{\circ}$.

На вход преобразователя $h_{r\varepsilon}$ поступают импульсы Δr с триггера и коэффициент упреждения C_{ε} с делительно-множительного устройства. Сигнал $h_{r\varepsilon}$ вырабатывается в виде напряжения постоянного тока, пропорционального величине Δr с коэффициентом пропорциональности C_{ε}.

В режиме упреждения сигнал $h_{r\varepsilon}$ с выхода преобразователя поступает на суммирующий усилитель. Основной функцией суммирующего усилителя h_{ε} является формирование сигнала ошибки путем суммирования отдельных ее составляющих: сигнала угловой ошибки, сигнала упреждения и сигнала коррекции угла по дальности.

С выхода суммирующего усилителя сигнал ошибки h_{ε} поступает на операционный усилитель λ_{ε} через ограничитель и дифференцирующую цепь.

На вход операционного усилителя, кроме сигнала h_{ε}, поступают сигналы компенсации динамической ошибки $h_{äε}$ и сигнал компенсации веса ракеты $h_{â}$.

Сигнал компенсации динамической ошибки формируется путем умножения сигнала $\varepsilon_{ö}$ на функцию времени $X(t)$ с помощью функциональных потенциометров временного механизма.

Сигнал компенсации веса ракеты $h_{â}$ в виде фиксированного постоянного напряжения поступает с делителя напряжения, расположенного в блоке К83В.

Операционный усилитель формирует из сигналов, поступающих на его вход, сигнал управления λ_{ε} в виде напряжения постоянного тока. Сигналы управления, ограниченные на уровне ± 30 *в* (150 *м*), поступают на устройство ввода скручивания. Сюда же с интегратора γ подается напряжение, пропорциональное углу скручивания.



На вход интегратора из блока И63В поступает сигнал $\dot{\beta}\sin\varepsilon$ в виде напряжения постоянного тока. В результате интегрирования этого сигнала на выходе блока возникает напряжение, пропорциональное текущему значению угла скручивания: $\gamma = \int_{t_0}^{t} \dot{\beta}\sin\varepsilon dt$, где t_0 - момент включения радиоуправления.

С выхода устройства ввода скручивания составляющие команд управления поступают на усилители К1 и К2. Команды формируются линейно до значений 150 *м* (50 *в*). С выхода усилителей сформированные команды управления К1 и К2 поступают на радиопередатчик команд.

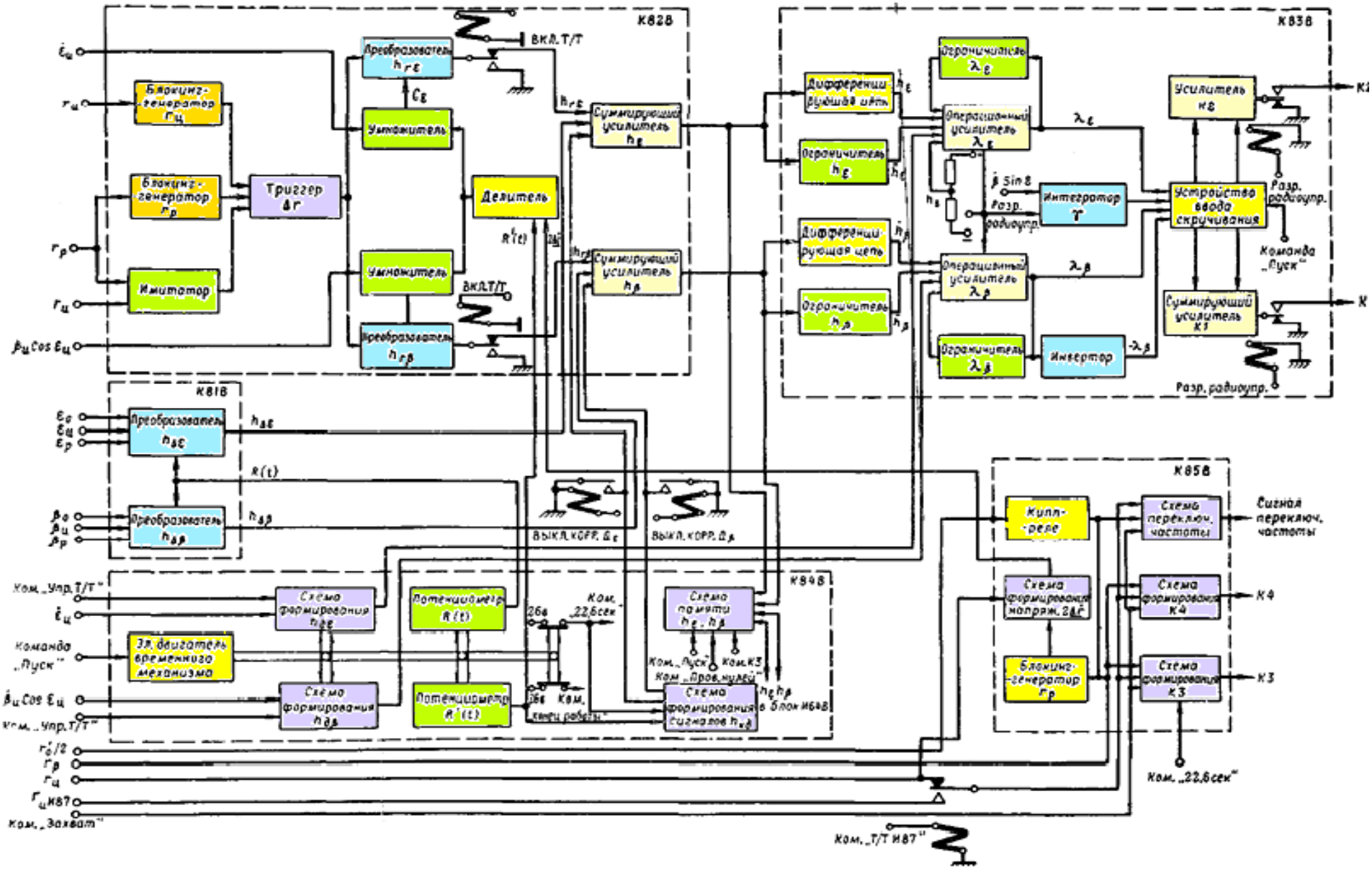


Рис. 47. Функциональная схема СВК.

Каскад формирования команды К4 состоит из схемы запуска и срыва. Формирование команды К4 происходит в двух режимах - КС и И87. Переключение режимов осуществляется контактами реле Р1.

В режиме КС через контакты реле Р1 из координатной системы поступают: на схему задержки I - импульс r_{p1} и на тиратроны запуска и срыва команды К4 (рис. 48) - импульсы $r_{ö}$.

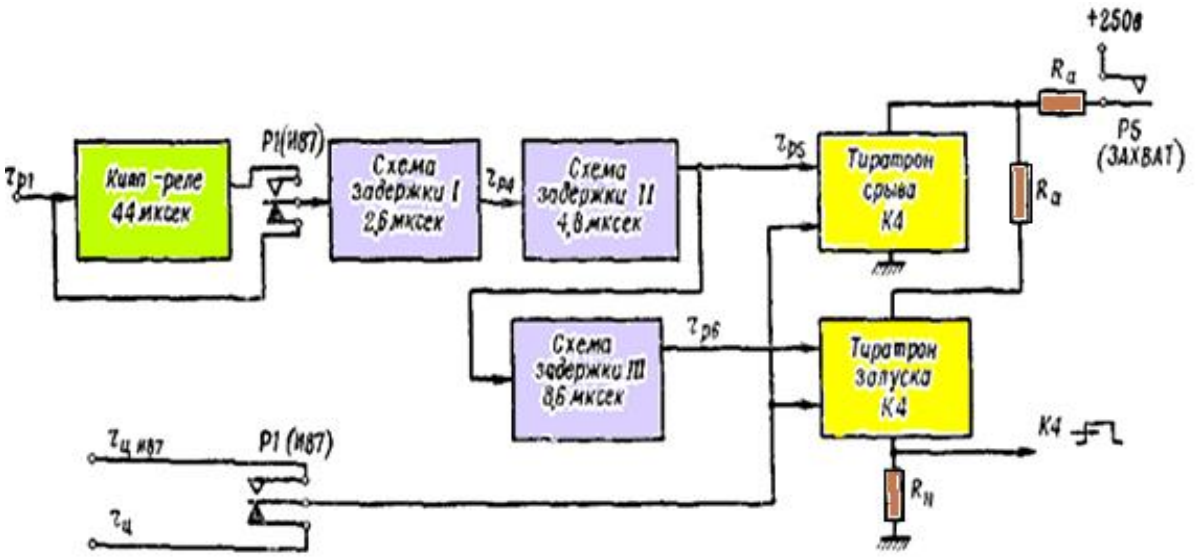


Рис. 48. Схема формирования команды К4

Оба тиратрона получают анодное питание через контакты реле Р5, которое срабатывает при наличии захвата ракеты координатными блоками. Кроме импульсов $r_{ö}$, на тиратроны поступают: со схемы задержки II на тиратрон срыва - импульсы r_{p5}, со схемы задержки III на тиратрон запуска - импульсы r_{p6}. При одновременном воздействии импульсов $r_{ö}$ и $r_{ð}$ тиратроны зажигаются. Первым зажигается тиратрон запуска, так как импульс r_{p6} имеет большую задержку, чем импульс r_{p5}.

При поджиге тиратрона запуска по нагрузочному сопротивлению $R_{\text{Н}}$ начинает протекать ток, создавая напряжение команды К4. Поджиг тиратрона запуска происходит при $\Delta r = 2400 м$ (суммарная задержка импульса $r_{ð}$ обеспечивается тремя схемами задержки). Спустя время $t = 1300/\Delta \dot{r}$ происходит совпадение импульсов $r_{ö}$ и r_{p5} на тиратроне срыва и он зажигается. При поджиге тиратрона срыва происходит резкое падение анодного напряжения на тиратроне запуска и он гаснет. Ток через нагрузочное сопротивление $R_{\text{Н}}$ прекращается и, следовательно, прекращается выдача напряжения. Графики напряжений команды К4 в режимах КС и И87 показаны на рис. 49.

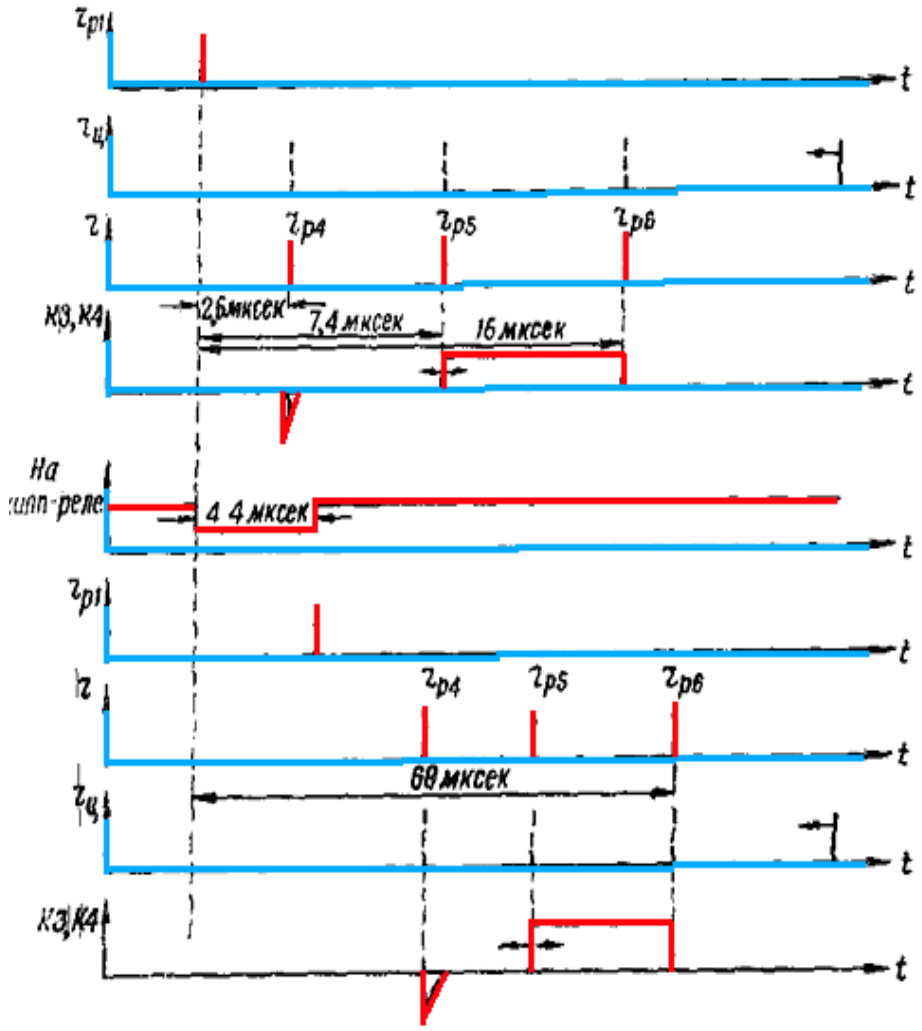


Рис. 49. Принцип формирования команд К3, К4

В режиме И87 вместо импульса $r_{ö}$ через контакты реле Р1 на тиратроны запуска и срыва подается импульс $r_{öÈ87}$ от блока И87В, а на схему задержки I вместо импульса r_{p1} поступает импульс кипп-реле. Спадом этого импульса запускается схема задержки I. Так как кипп-реле запускается импульсом r_{p1} а длительность импульса кипп-реле выбрана равной 44 *мксек*, то тиратрон поджигается на 44 *мксек* раньше, чем в режиме КС, т. е. примерно при $\Delta r = 9000$ *м*. В остальном работа схемы остается прежней. Схемы задержек I, II и III содержат искусственные линии и блокинг-генераторы. Команда К4 с СВК поступает на радиопередатчик команд.

В режиме И87 вместо импульса $r_{ö}$ через контакты реле Р1 на тиратроны запуска и срыва подается импульс $r_{öÈ87}$ от блока И87В, а на схему задержки I вместо импульса r_{p1} поступает импульс кипп-реле. Спадом этого импульса запускается схема задержки I. Так как кипп-реле запускается импульсом r_{p1} а длительность импульса кипп-реле выбрана равной 44 *мксек*, то тиратрон поджигается на 44 *мксек* раньше, чем в режиме КС, т. е. примерно при $\Delta r = 9000$ *м*. В остальном работа схемы остается прежней. Схемы задержек I, II и III

содержат искусственные линии и блокинг-генераторы. Команда К4 с СВК поступает на радиопередатчик команд.

Схема формирования команды К3 состоит из тиратрона, блокинг-генератора и линий задержки (рис. 50). Формирование команды К3 происходит в двух режимах: КС и И87. В режиме КС поджиг тиратрона команды К3 производится импульсами $r_{ö}$ и $r_{ä}$. Так как импульсы при этом задерживаются на 2,6 *мксек*, то тиратрон зажигается при $\Delta r = 390$ *м*. При работе по автоматическим дрейфующим аэростатам (АДА) тиратрон поджигается при $\Delta r = 120$ *м* (0,8 *мксек*). Команда К3 в этом случае поступает непосредственно на подрыв боевой части ракеты. При поджиге тиратрона на сопротивлении R1 дифференцирующей цепи (R1, C1) формируется отрицательный импульс команды К3, который через контакты реле Р1 поступает в РПК. Процесс формирования импульса команды К3 заключается в том, что ранее заряженный конденсатор С1 от источника + 250 *в* при поджиге тиратрона разряжается через него, создавая падение напряжения на сопротивлении R1.

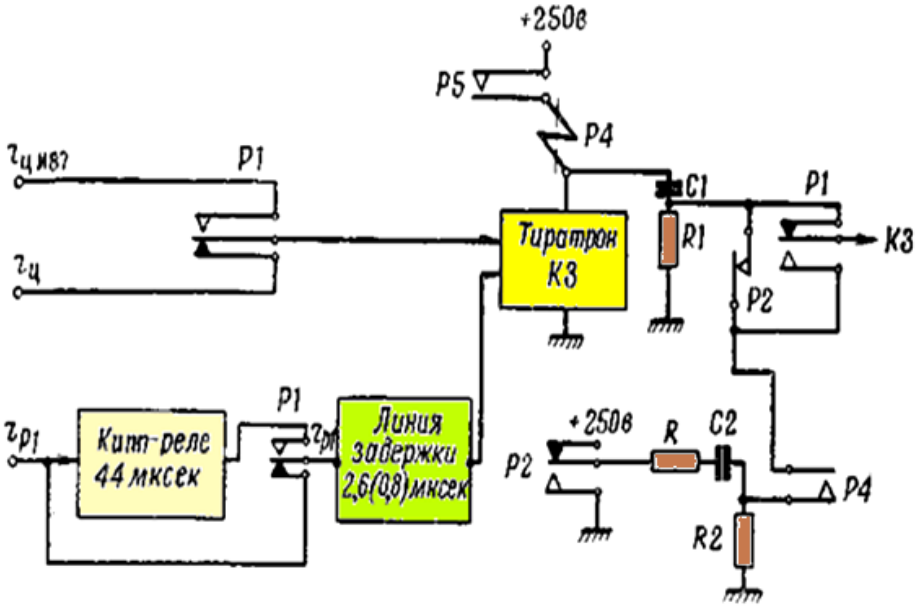


Рис. 50. Схема формирования команды К3

В режиме И87 поджиг тиратрона команды К3 производится импульсом $r_{öÈ87}$ и спадом импульса кипп-реле, а формирование импульса команды К3 - дифференцирующей цепью R2C2. Так как кипп-реле запускается импульсом r_{p1} а длительность импульса кипп-реле выбрана равной 44 *мксек*, то тиратрон поджигается на 44 *мксек* раньше, чем в режиме КС, т. е. примерно при $\Delta r = 7000$ *м*. При поджиге тиратрона (при наличии команды «Захват») срабатывает реле Р4, обмотка которого включена в его анодную цепь, и замыкается цепь выдачи К3 дифференцирующей цепи R2C2. Однако выдача К3 не происходит до тех пор, пока не сработает реле Р2. При поступлении команды 22,6 *сек* срабатывает реле Р2 и конденсатор С2 получает возможность разряжаться через сопротивления R и R2. С сопротивления R2 снимается отрицательный импульс К3 с амплитудой не менее 100 в. Таким образом,

формирование импульса К3 происходит в этом режиме либо в момент поджига тиратрона К3 если совпадение импульса $r_{öÈ87}$ и спада импульса кипп-реле произошло после прихода команды 22,6 *сек*, либо в момент прихода команды 22,6 *сек*, если совпадение произошло раньше.

Схема переключения частоты повторения служит для изменения частоты посылок передатчика станции с 920 на 1840 *гц* при уменьшении расстояния между станцией и целью до 75 *км*.

На блокинг-генератор схемы переключения частоты поступают импульс $r_{ö}$ и напряжение с кипп-реле. Блокинг-генератор срабатывает в момент, когда импульс $r_{ö}$ совпадает по времени с положительным полупериодом прямоугольного напряжения на кипп-реле. При поджиге тиратрона срабатывает реле, обмотка которого включена в анодную цепь тиратрона, и через его контакты в блок И91В выдается сигнал переключения частоты повторения станции. Импульс $r_{ö}$, как видно из графика напряжений, приведенного на рис.51, приближается к положительному полупериоду прямоугольного напряжения со стороны максимальной дальности, поэтому их совпадение происходит примерно в середине периода, т. е. на дальности 75 *км*. Сигнал переключения частоты повторения выдается только при поступлении команды «Захват» с координатной системы.

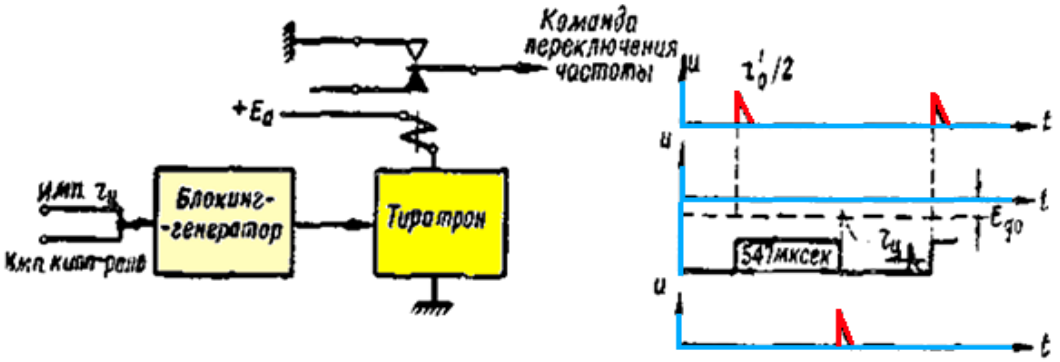


Рис. 51. Схема переключения частоты



ГЛАВА 9. СИСТЕМА ПЕРЕДАЧИ КОМАНД СНР

9.1. Назначение, состав и размещение аппаратуры

Система передачи команд или радиопередатчик команд (РПК) предназначен для преобразования напряжений команд управления движением ракет (К1, К2), разовых команд (К3, К4) в импульсные напряжения, для формирования импульса запуска бортового ответчика и образования мощных высокочастотных импульсов с последующей передачей их на борт ракеты.

Радиопередатчик команд с антенной РПК является наземной частью аппаратуры радиолинии управления, которая в свою очередь является частью замкнутого контура управления.

Аппаратура РПК расположена в кабине АВ в четырех шкафах:

– шкаф шифратора (Л70АВ);

– шкаф контроля и питания шифратора (Л70БВ);

– шкаф модулятора и генератора (Л20АВ);

– шкаф высоковольтного выпрямителя и управления (Л20ВВ).

Расположение блоков в шкафах радиопередатчика команд показано на рис. 52 и 53.

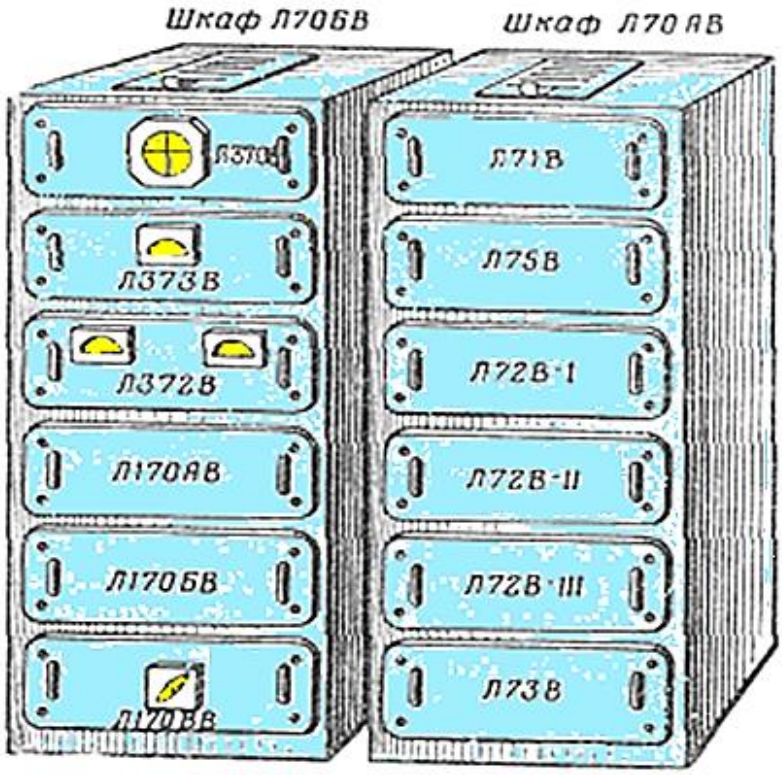


Рис. 52. Расположение блоков в шкафах Л70БВ, Л70АВ:
Л370В- контрольный осциллограф; Л373В- контрольный дешифратор; Л-372- контрольный демодулятор; Л170АВ, Л170БВ, Л170ВВ- блоки питания; Л71В- синхронизатор; Л75В- блок опорных напряжений; Л72В I, II, III- блоки преобразования I, II, III каналов; Л73В- блок кодирования

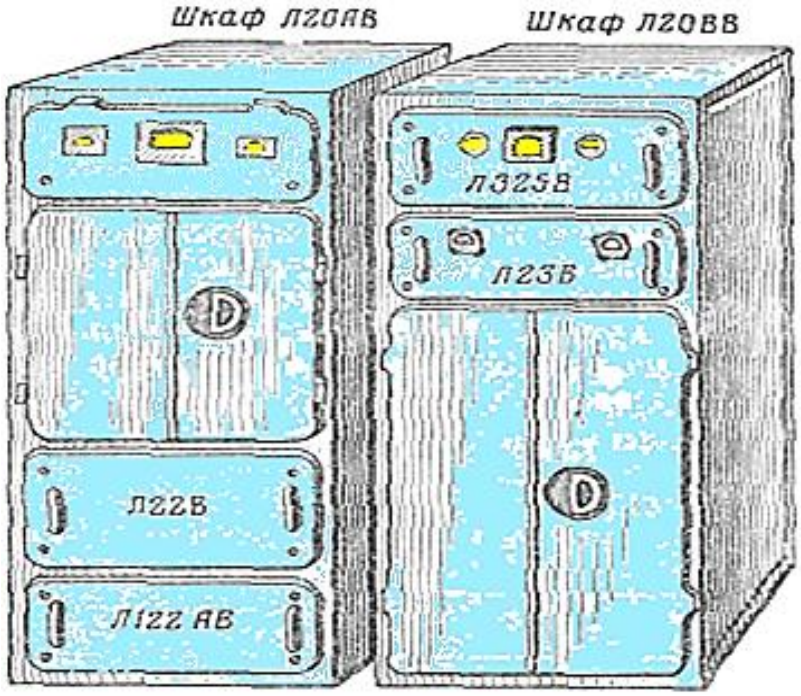


Рис. 53. Расположение блоков в шкафах Л20АВ, Л20ВВ:
Л22В- модулятор; Л122АВ- блок питания; Л325В- блок управления и коммутации; Л23В- блок автоматической подстройки частоты генератора и волномер



Шкаф контроля и питания шифратора системы передачи команд (Л70БВ)

9.2. Принцип преобразования, кодирования и передачи команд

Для формирования команд управления в аппаратуре РПК используется балансная временная импульсная модуляция с дискретным перемещением команд в зависимости от их величины и знака и кодированием их трехимпульсным кодом. При балансной временной импульсной модуляции команд управления интервал между импульсом команды и опорными гак называемыми тактовыми импульсами пропорционален величине передаваемой команды. Когда напряжение команды равно нулю, то импульс команды находится посередине тактового временного интервала, т, е. ($t_1 = t_2$, рис. 54, а). Если напряжение команды не равно нулю, то командный импульс перемещается так, что его положение относительно середины тактового интервала пропорционально величине команды:

$$\Delta t = t_1 - t_2 = cU_{\hat{e}},$$

где c - коэффициент пропорциональности; $U_{\hat{e}}$ - напряжение команды.

При положительной команде импульс команды перемещается к правому тактовому импульсу (рис. 54, в), а при отрицательной — к левому тактовому импульсу (рис. 54, б).

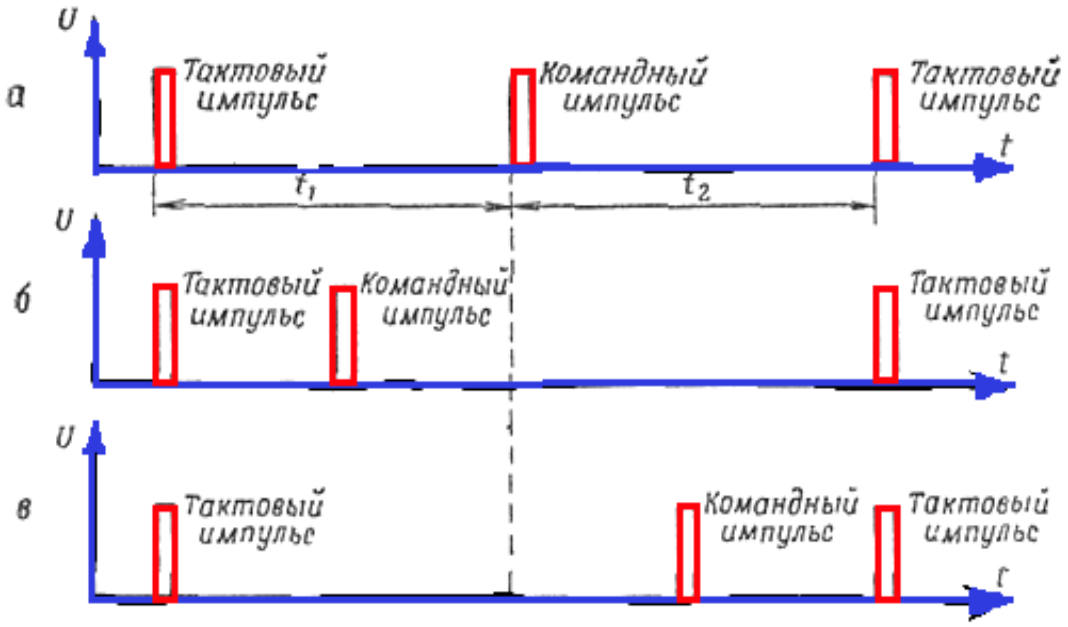


Рис. 54. Принцип балансной временной импульсной модуляции

Так как радиолиния управления трехканальная, причем на три ракеты передаются шесть команд управления, то необходимо обеспечить разделение команд по каждому из каналов. Такое разделение командных импульсов достигается тем, что для каждого из них в тактовом интервале отводится свой ряд временных позиций. Командный импульс занимает ту из отведенных для него позиций, которая более точно характеризует величину передаваемой

команды. С изменением команды управления перемещение командного импульса происходит не плавно, а скачками от одной отведенной для данного командного импульса позиции к другой. Величина и число скачков определяются величиной команды и требованиями точности передачи команд.

В РПК тактовый интервал делится на 64 временные позиции (кадры). В первом кадре находится тактовый импульс (рис. 55). В каждом кадре имеется временная позиция для данной команды управления. Кадр условно делится на восемь частей, называемых строками. Изменение величины команды управления приводит к перемещению командного импульса из кадра в кадр, причем он каждый раз остается в отведенной для него строке, что исключает возможность взаимного наложения одного командного импульса на другой. Расположение команд управления в кадре показано на рис. 56. Тактовый импульс располагается в пятой строке первого кадра.

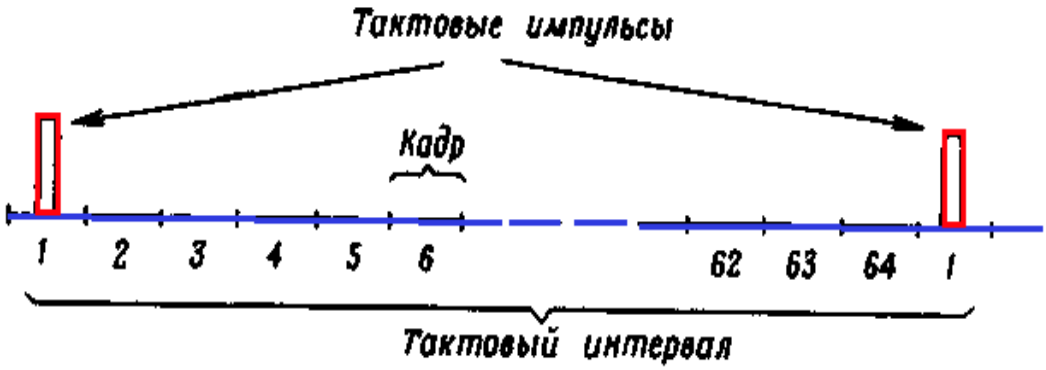


Рис.55. Расположение кадров в тактовом интервале

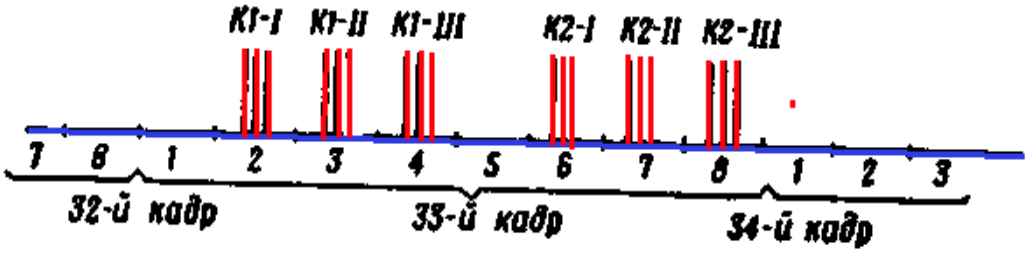


Рис. 56. Взаимное расположение команд в строке

Разовая команда на включение радиовзрывателя (К3) поступает в РПК из СВК в виде отрицательного перепада напряжения. В момент прихода этой команды формируется пачка импульсов с частотой повторения $F_3 = 179{,}6$ *гц*, в четыре раза большей тактовой частоты, т. е. импульсы разовой команды передаются через промежутки времени, равные 16 кадрам. За время тактового интервала передается четыре импульса из пачки импульсов команды К3. Импульсы разовой команды первой ракеты передаются в 5, 21, 37 и 53-м кадрах, второй ракеты - в 9, 25, 41 и 57-м кадрах и третьей ракеты - в 13, 29, 45 и 61-м кадрах. Для импульсов разовых команд отводится первая строка каждого кадра.

Разовая команда управления положением в пространстве области срабатывания радиовзрывателя и области разлета осколков боевой части (К4) поступает в РПК в виде положительного импульса переменной длительности. В радиопередатчике команд формируется пачка импульсов К4 с частотой повторения F_3, занимающая те же строки и кадры, что и команда К3.

Для запуска бортового ответчика по радиолинии передается запросный импульс. В синхронизаторе кабины УВ вырабатывается синхронизирующий импульс ($r_{0ÐÏÊ}$) с периодами повторения $Ò_1$ и $Ò_2$. Импульсы $r_{0ÐÏÊ}$ следуют синхронно с импульсами запуска передатчиков визирования кабины ПВ, но опережают их на время, равное задержке импульсов в тракте передатчика РПК и бортовой аппаратуре ракеты. Поскольку импульсы запуска ответчика передаются на борт ракеты по одной радиолинии с командами управления и разовыми командами, возникает необходимость принять меры по предотвращению возможности наложения их на эти команды. С этой целью запросные импульсы располагаются в начале строк, а импульсы команд смещаются относительно начала строки на 13,5 *мксек*.

Для выделения в бортовом устройстве ракеты команд, относящихся к данной ракете, и для увеличения помехоустойчивости системы все команды и тактовые импульсы кодируются. Для кодирования применен трехимпульсный код. Команды управления, разовые команды и тактовый импульс преобразуются в группы, состоящие из трех импульсов, в которых положения первых двух импульсов относительно третьего для каждой команды имеет свое определенное значение (рис. 57). Импульсы запуска ответчика не кодируются.

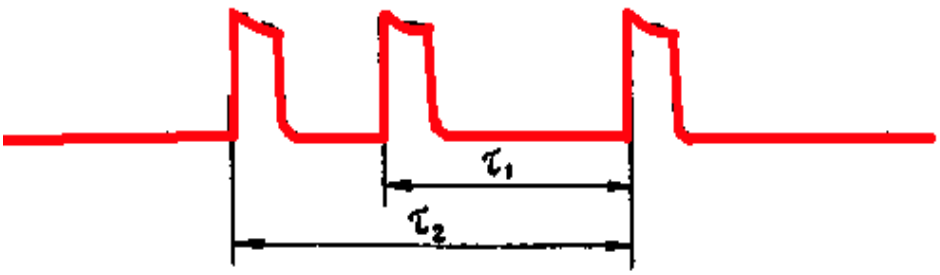


Рис. 57. Кодовая группа импульсов

Все команды и импульс запуска ответчика передаются на борт ракеты. Выделение импульсов запуска ответчика из всей последовательности импульсов кодовых троек в бортовой аппаратуре осуществляется благодаря различной длительности импульсов кодовых троек ($\tau_è = 1$ *мксек*) и импульса запуска ответчика ($\tau_è = 0{,}5$ *мксек*) с помощью селектора по длительности.

Таким образом, с выхода РПК на борт ракеты передаются:

– кодовая группа тактовых импульсов (общих для всех ракет) с частотой повторения $F_0 = 44{,}9$ *гц* (≈ 45 *гц*);

– шесть кодовых групп команд управления тремя ракетами с частотой повторения импульсов такта;

– запросные одиночные импульсы с частотой повторения станции $f_0 = 1840$ *гц*;

– разовая команда К3 (по каждому из каналов) в виде пачки кодовых групп с частотой повторения F_3 и длительностью пачки около 0,2 *сек*;

– разовая команда К4 (по каждому из каналов) в виде пачки кодовых групп с частотой повторения $F_4 = F_3$ и длительностью пачки 0,5 - 2 *сек*.

9.3. Функциональная схема радиопередатчика команд

В состав радиопередатчика команд входят:

– шифратор, производящий преобразование и кодирование передаваемых команд;

– передающее устройство, преобразующее видеоимпульсы, которые поступают на его вход с шифратора, в мощные высокочастотные импульсы;

– антенна, служащая для передачи высокочастотных импульсов команд на борт ракеты;

– контрольная аппаратура, позволяющая проверить функционирование системы и обеспечивающая быстрое отыскание неисправностей.

Функциональная схема радиопередатчика команд приведена на рис. 58. Выработка импульсных напряжений, синхронизирующих работу всех элементов шифратора, происходит в блоках Л71В и Л75В. Запускающие импульсы, имеющие частоту повторения $F_1 = 23$ *кгц*, поступают из кабины УВ на блок Л71В. В блоке Л71В путем деления частоты в восемь раз вырабатываются восемь последовательностей импульсов с частотой $F_2 = 2{,}875$ *кгц*. Шесть последовательностей импульсов (2, 3, 4, 6, 7, 8) поступают в блоки Л72В на схемы преобразования команд управления К1 и К2 для осуществления временной коррекции и соответственно называются импульсами коррекции команд К1-I К1-II, К1-III, К2-I, К2-II, К2-III. Первая и пятая последовательности импульсов используются в блоке Л75В для формирования импульсов коррекции разовых команд и импульсов коррекции такта. Кроме того, в блоке Л71В последовательность импульсов частоты F_1 задерживается на 13,5 *мсек*, после чего подается в блок кодирования для смещения троек относительно начала строки.

С синхронизатора кабины УВ в блок Л71В поступает последовательность импульсов $r_{0ÐÏÊ}$. В блоке Л71В импульсы $r_{0ÐÏÊ}$ нормируются по длительности и с его выхода поступают на модулятор (блок Л22В) передающего устройства РПК для формирования импульсов запуска ответчика ракеты.

В блоке опорных напряжений (Л75В) производятся дальнейшее деление частоты повторения синхронизирующих импульсов и их временная привязка к требуемым кадрам и строкам. Синхронизация работы блока осуществляется импульсами кадровой частоты F_2 , поступающими из блока Л71В.

Для разовых команд вырабатываются три последовательности импульсов — по числу каналов. Импульсы в каждой последовательности привязаны к первой строке кадров, отведенных для данной команды.

Каждая последовательность импульсов коррекции разовых команд предназначена для преобразования разовых команд одного из каналов и поступает на соответствующий блок преобразования. Селекторные импульсы такта, формируемые в блоке Л75В, следуют с частотой F_0 и по времени привязаны к пятой строке каждого первого кадра. Селекторные импульсы такта поступают с блока Л75В в блок кодирования (Л73В) для создания кодовых троек импульсов такта. В блоке Л75В вырабатывается пилообразное напряжение, которое поступает в блоки Л72В на схемы преобразования команд управления.

Преобразование команд управления (К1, К2) и разовых команд (К3, К4) происходит в трех блоках преобразования команд. (Л72В) I, II и III каналов. Каждый блок имеет четыре преобразователя (по числу преобразуемых команд). В блоках преобразования команд команды управления преобразуются из медленно меняющихся напряжений в импульсы с временной модуляцией, положение которых относительно тактовых импульсов определяет знак и величину команды.

На вход блока Л72В поступают пилообразное напряжение и напряжение команды, в результате сравнения на выходе схемы образуются перепады напряжений.



С помощью импульсов коррекции импульсы команд привязываются к соответствующей строке определенного кадра. Скорректированный импульс команды преобразуется в импульс определенной длительности, который называется селекторным импульсом команды. Селекторные импульсы команд подаются в блок Л73В.

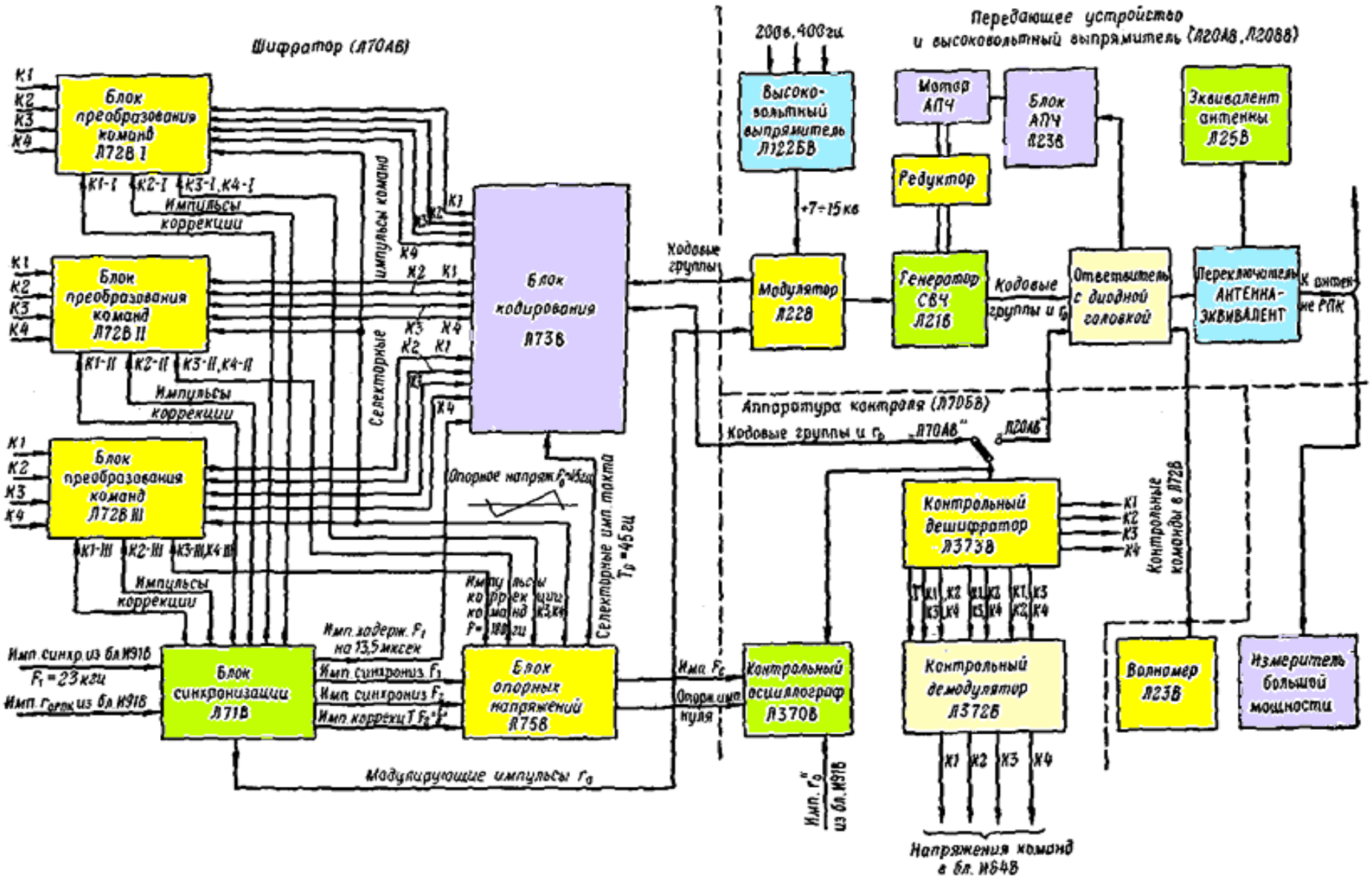


Рис. 58. Функциональная схема РПК.

Разовые команды К3 и К4 преобразуются в пачки селекторных импульсов. Принцип преобразования разовых команд в блоках Л72В одинаков. Отрицательный импульс, поступающий с СВК, запускает мультивибратор с одним устойчивым состоянием. Мультивибратор под воздействием запускающего импульса формирует положительный импульс длительностью 0,2 *сек*. Этим импульсом отпирается каскад совпадения, и в течение 0,2 *сек* через него проходят импульсы коррекции разовой команды данного канала. Каждым импульсом коррекции разовой команды запускается схема формирования селекторного импульса команды К3. Группа селекторных импульсов разовой команды с блока преобразования поступает в блок кодирования.

Таким образом, на вход блока кодирования Л73В поступают такие последовательности импульсов:

– шесть последовательностей селекторных импульсов команд управления с блоков Л72В;

– три последовательности селекторных импульсов разовых команд К3 с блоков Л72В;

– три последовательности селекторных импульсов разовых команд К4 с блоков Л72В;

– последовательность селекторных импульсов такта с блока Л75В.

В блоке Л73В осуществляется кодирование, т. е. происходит преобразование каждого селекторного импульса последовательности в кодовую тройку импульсов. Каждой кодируемой последовательности импульсов соответствуют свои параметры кодовой тройки.

Нормированные по длительности импульсы кодовых троек с выхода блока кодирования поступают на вход модулятора передающего устройства (Л22В). Модулятор служит для усиления импульсов кодовых групп и одиночных импульсов запроса, поступающих с шифратора. Модулятор состоит из двух каналов: один - для усиления импульсов кодовых троек другой - для усиления импульсов запроса ответчика. Импульсы с выхода модулятора с амплитудой 7 - 14,5 *кв* подаются на генератор высокой частоты.

Генератор высокой частоты служит для генерации мощных высокочастотных импульсов. Генератор собран на металлокерамическом триоде ГИ-14Б. Анодно-сеточный и катодно-сеточный контуры представляют собой отрезки коаксиальных линий длиной около ¾ λ. В момент подачи на анод генераторной лампы импульсов с выхода модулятора генератор генерирует мощные высокочастотные импульсы. Высокочастотные импульсы с выхода генератора через ответвитель поступают па антенный переключатель, который служит для подключения выхода генератора к антенне РПК в момент пуска ракеты. До пуска ракеты и по окончании управления ракетой выход генератора подключен к эквиваленту антенны. Переключение выхода генератора на антенну и на эквивалент при боевой работе производится из кабины УВ. Настройка генератора на заданную рабочую частоту производится изменением длины анодно-сеточного контура с помощью коротко замыкающего анодного поршня. Регулировкой длины катодно-сеточного контура и связи с нагрузкой генератор настраивается на отдачу максимальной мощности и на оптимальную

форму высокочастотного импульса.

Ответвитель служит для отбора части высокочастотной энергии в блок автоматической подстройки частоты и волномер и выделения огибающей высокочастотных импульсов на контрольную аппаратуру, а также для контроля качества работы радиопередатчика команд. Номинальная частота генератора поддерживается системой автоматической подстройки частоты, с помощью которой регулируется глубина погружения зонда в анодно-сеточный контур высокочастотного генератора.

Контроль рабочей частоты генератора осуществляется с помощью контрольного волномера путем настройки объемного резонатора волномера на измеряемую частоту. По показаниям шкал волномера и градуировочной таблицы определяется величина генерируемой частоты.

Блок контрольного дешифратора (Л373В) служит для регистрации наличия импульсов команд управления по трем каналам, а также запросного и тактового импульсов. Кроме того, в блоке контрольного дешифратора происходят декодирование кодовых троек и формирование пусковых контрольных импульсов такта и команд управления. Процесс декодирования - обратный процессу кодирования импульсов команд и такта в блоке Л73В. Контрольные пусковые импульсы поступают в блок контрольного демодулятора. Для выполнения регламентных работ на системе РПК в блоке Л373В имеется датчик напряжений, имитирующий напряжения команд управления и разовых команд.

Блок контрольного демодулятора (Л372В) служит для преобразования импульсов команд в медленно меняющиеся напряжения, для измерения величины команд управления и регистрации прохождения разовых команд. В блоке Л372В имеются две схемы измерения величин команд управления К1 и К2, а также схема регистрации прохождения команд К3 и К4. Вход блока Л372В можно поочередно подключать к контролируемому каналу и при этом проверять величины передаваемых по каналу команд управления и наличие разовых команд. Величины команд управления регистрируются стрелочными приборами, а прохождение команд К3 и К4 - загоранием сигнальных ламп. Напряжения команд управления и разовые команды передаются в кабину УВ.

Блоки Л373В и Л372В используются для проведения регламентных работ на системе РПК и для контроля функционирования СНР.

Контрольный осциллограф (Л370В) служит для контроля работы аппаратуры РПК и ее настройки. Он может работать в режиме растровой или ждущей развертки. Режим растровой развертки позволяет одновременно наблюдать на экране осциллографа все кодовые группы импульсов команд управления, такта и разовых команд.

Для включения шкафов Л20АВ и Л20ВВ, для изменения высокого напряжения и коммутации цепей управления используется блок Л325В. Регулировка высокого напряжения производится с помощью блока Л126В, Высоковольтный выпрямитель собран в блоке Л122БВ.

Радиопередатчик команд питается от блоков питания Л170АВ, Л170БВ, Л170ВВ и Л122В.

ГЛАВА 10. СИСТЕМА ИНДИКАЦИИ СНР

10.1. Назначение, состав и размещение

Система индикации или индикаторная система станции наведения предназначена:

– для наблюдения воздушной обстановки в секторе обзора станции;

– выбора цели;

– грубого и точного наведения антенн и следящих систем на цель путем совмещения вертикальной и горизонтальной меток с изображением отраженного сигнала цели;

– выбора момента пуска ракет;

– наблюдения за полетом ракет и результатом стрельбы.

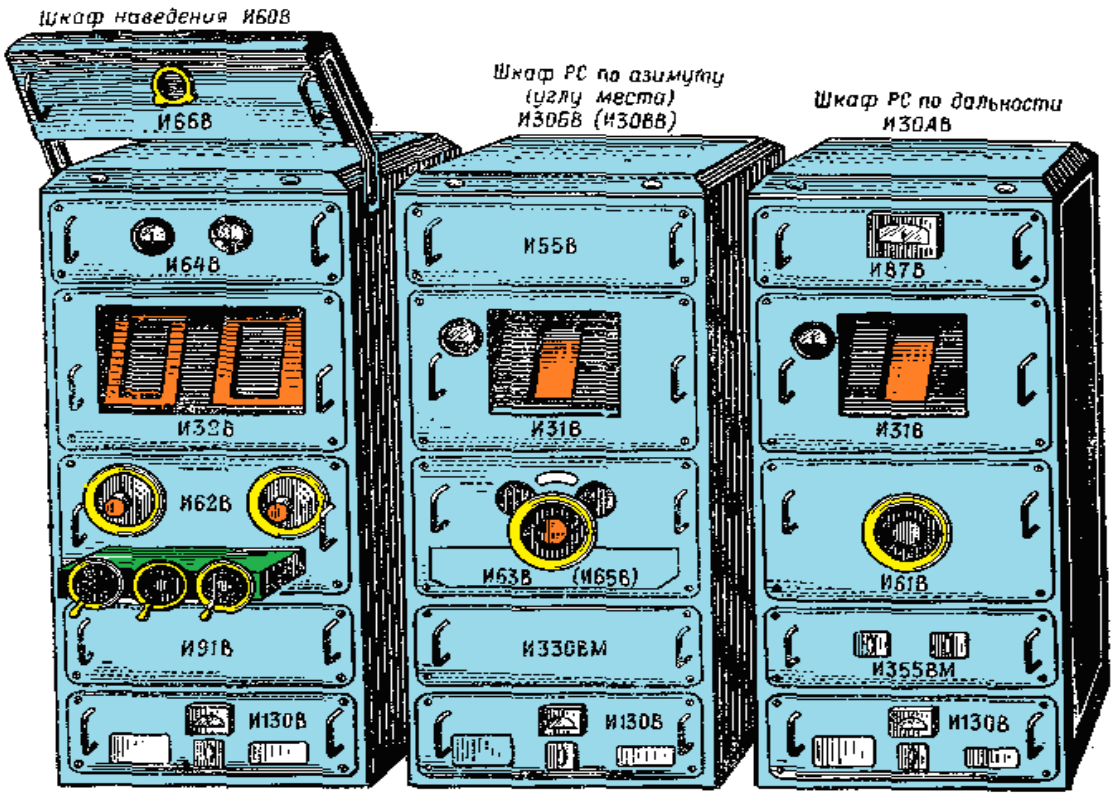
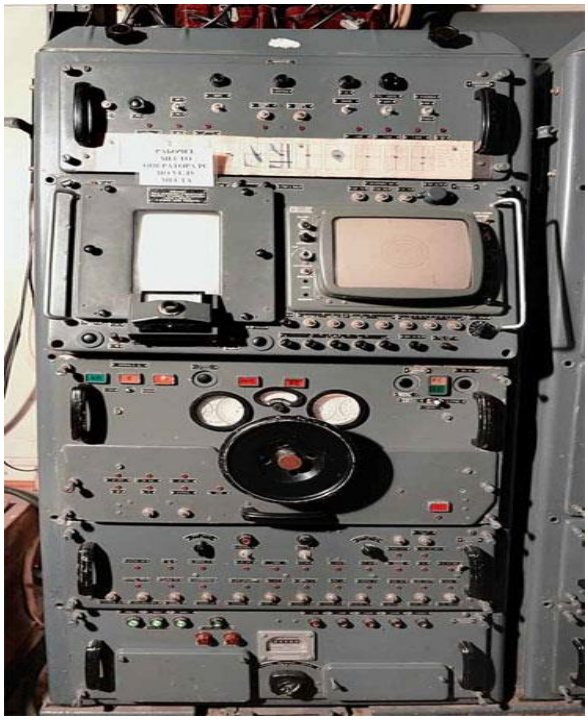


Рис. 59. Расположение блоков в шкафах наведения и РС:
И66В – блок управления; И64В – блок контроля; И32В – блок индикаторов наведения; И62В – блок наведения; И91В – блок синхронизатора; И130В – блок питания; И55В – главный усилитель сигналов цели; И31В – блок индикатора РС по азимуту (углу места, дальности); И63В (И65В) – блок РС по азимуту (углу места); И330ВМ – блок электронной схемы автоподслеживания и распределитель видеосигналов цели; И87В – блок определения наклонной дальности до точки встречи ракеты с целью; И61В – блок РС по дальности; И355ВМ – блок имитатора сигналов цели промежуточной частоты

Индикаторная система состоит из четырех блоков: блока индикаторов наведения (И32В) и трех блоков индикаторов ручного сопровождения (И31В). Индикаторы наведения и ручного сопровождения (РС) имеют растровые развертки.



И31В – блок индикатора и рабочее место оператора РС по углу места



Шкаф И30ВВ РС по углу места



Шкаф И30АВ РС по дальности

Блок индикаторов наведения имеет два индикатора. Один из них обеспечивает обзор пространства по дальности и углу места, другой – по дальности и азимуту.

Индикаторы наведения имеют три масштаба развертки дальности: 150, 75 и 5 *км.* Масштаб угловой развертки определяется размерами сектора сканирования лучей антенной системы. В режиме «Узкий луч» угловая развертка по азимуту и углу места равна 7,5°, а в режимах «Подсвет» и «Широкий луч» – 20°.



Шкаф И30БВ РС по азимуту



Шкафы РС: И30АВ, И30БВ, И30ВВ РС

Блоки индикаторов ручного сопровождения имеют по одному индикатору, с помощью которых осуществляется сопровождение цели по азимуту, дальности и углу места. Индикатор РС по азимуту обеспечивает обзор пространства по дальности и азимуту, индикатор РС по углу места - по дальности и углу места, индикатор РС по дальности – по дальности и любой из угловых координат β или ε. Индикаторы РС имеют три масштаба развертки дальности: 150, 75 и 5 *км.* Масштаб угловой развертки такой же, как и на индикаторах наведения.

Блок индикаторов наведения расположен в шкафу наведения, а блоки индикаторов ручного сопровождения – в трех шкафах РС (азимута, дальности и угла места). Схема расположения блоков приведена на рис. 59.

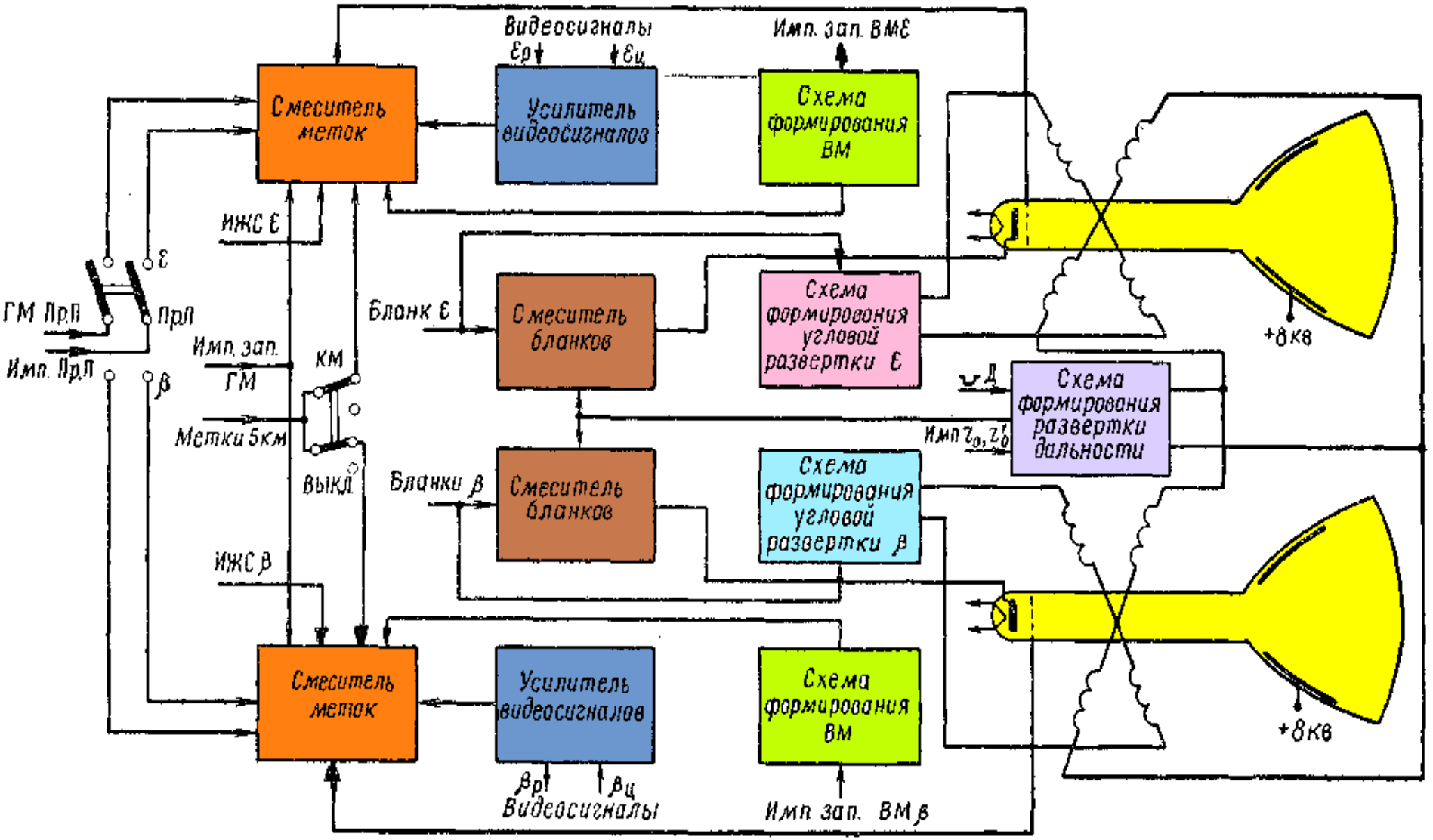


Рис. 60. Функциональная схема индикаторов наведения.

10.2. Функциональная схема индикаторов наведения

Функциональная схема индикаторов наведения приведена на рис. 60.

Основными элементами индикаторов наведения являются:

– схема формирования развертки дальности;

– схема формирования угловых разверток по β и ε;

– схема формирования вертикальной метки;

– усилители видеосигналов и смесители меток;

– смесители бланков;

– электронно-лучевые трубки с отклоняющими и фокусирующими системами.

Схема формирования разверток дальности предназначена для создания пилообразных токов в катушках вертикального отклонения лучей электронно-лучевых трубок, соответствующих различным масштабам дальности.

При формировании разверток дальности, соответствующих масштабам 150 и 75 *км*, на запуск схемы формирования с синхронизатора дальности подаются импульсы r_0' и r_0. Импульс r_0' определяет начало обратного хода развертки дальности, а импульс r_0 - конец обратного и начало прямого хода развертки дальности (рис. 61). Сформированное пилообразное напряжение обеспечивает линейное изменение токов в отклоняющих катушках. За счет линейно изменяющихся токов, протекающих через отклоняющие катушки, создаются электромагнитные поля, отклоняющие электронные лучи снизу вверх, образуя развертки дальности.

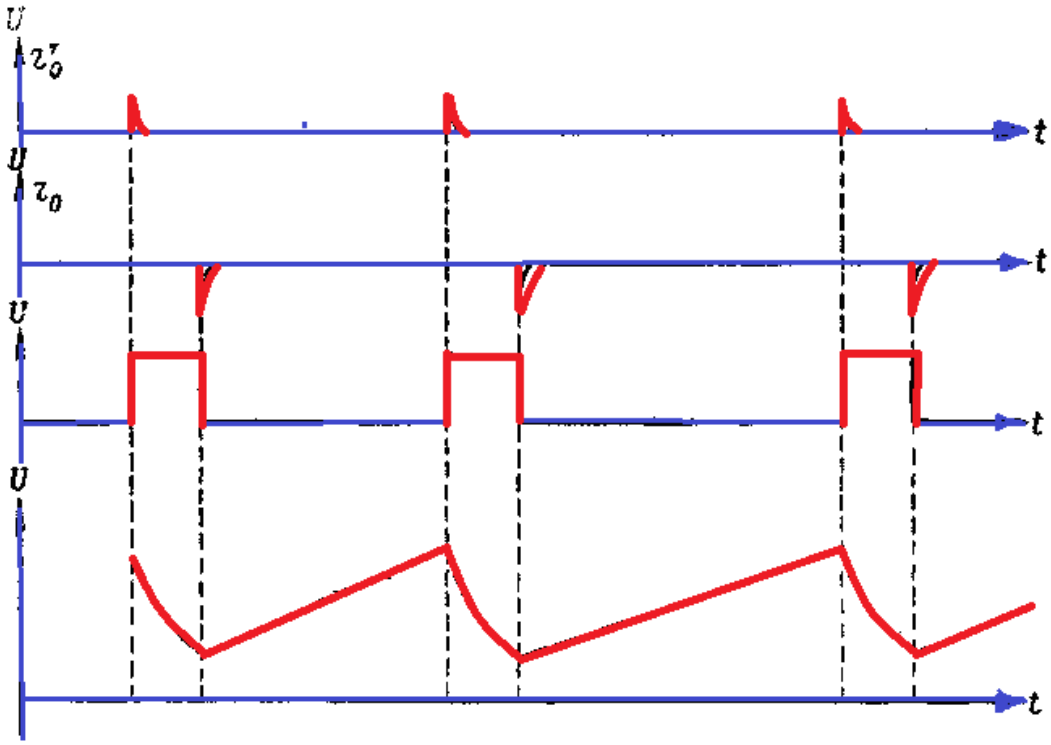


Рис. 61. Формирование напряжения развертки дальности в индикаторах наведения

Для формирования развертки дальности с масштабом 5 *км* используются отрицательные прямоугольные импульсы *Д*, поступающие с индикатора РС (И31В).

Положительные импульсы, соответствующие обратному ходу развертки дальности, поступают на смесители бланков, а с выхода последних - на катоды электронно-лучевых трубок.

Схемы формирования угловых разверток предназначены для создания пилообразных токов в катушках горизонтального отклонения лучей электронно-лучевых трубок. На запуск схемы формирования подаются прямоугольные импульсы (бланки).

Схема формирует пилообразное напряжение, обратный ход которого соответствует длительности бланка. Пилообразное напряжение создает в отклоняющих катушках линейно изменяющийся ток, который образует электромагнитное поле, отклоняющее электронный луч трубки слева направо.

Для гашения обратного хода горизонтальной развертки используются те же бланки, которыми запускается схема формирования угловой развертки. Положительные бланки через смеситель бланков подаются на катод электронно-лучевой трубки, запирая ее на время обратного хода луча.

Таким образом, на электронный луч трубки воздействуют одновременно два взаимно перпендикулярных электромагнитных поля, отклоняющих луч снизу вверх и слева направо, т. е. электронный луч прочерчивает наклонную линию.

Схемы формирования вертикальных меток запускаются импульсами запуска ВМ $\beta(\varepsilon)$, поступающими с координатной системы. Вертикальная метка $\beta(\varepsilon)$ образуется при помощи дополнительного подсвета одной строки развертки дальности, ближайшей по времени к импульсу запуска вертикальной метки. Положительные импульсы подсвета вертикальных меток поступают сначала на смесители меток, а затем на управляющие электроды трубок, осуществляя дополнительный подсвет развертки дальности на время прямого хода.

Таким образом, из всех разверток дальности подсвечивается лишь одна, которая соответствует середине сектора сканирования.

Усилители видеосигналов и смесители меток предназначены для усиления видеосигналов цели и ракет и смешивания их с электронными метками. Видеосигналы цели и ракет усиливаются по амплитуде и подаются на смесители меток.

В смесителях, помимо сигналов цели и ракет, смешиваются следующие сигналы:

– калибрационные метки (КМ), поступающие на вход смесителей с синхронизатора дальности при установке тумблера КМ – ВЫКЛ. в положение КМ, и импульсы индикации ждущих стробов (ИЖС), вырабатываемые в координатной системе;

– импульсы ГМ Пр. П (импульсы дальности до точки встречи ракеты с целью) и импульсы Пр. П (импульсы границ зоны поражения), поступающие из блоков автоматизированного прибора пуска (АПП) через переключатель ε – Пр. П – β;

– импульсы запуска горизонтальной метки, поступающие с координатной системы.

С выхода смесителей видеосигналы и метки подаются на управляющие электроды электронно-лучевых трубок и наблюдаются в виде яркостных меток.

10.3. Функциональная схема индикатора ручного сопровождения

Индикаторы ручного сопровождения по дальности, азимуту и углу места по своей конструкции и принципу действия аналогичны. Функциональная схема индикатора РС приведена на рис. 62.

Основными элементами индикатора РС являются:

– схема формирования развертки дальности;

– схема формирования угловой развертки;

– схема формирования вертикальной метки;

– схема формирования горизонтальной метки;

– усилитель видеосигналов и смесители;

– электронно-лучевая трубка с отклоняющей и фокусирующей системами.

Принцип формирования растровой развертки в индикаторе РС такой же, как и в индикаторах наведения, но схема формирования развертки дальности имеет некоторые отличия, обусловленные различными методами формирования вертикальных меток.



На запуск схемы формирования развертки дальности поступает импульс запуска Д75 - 150 (r_0') с синхронизатора дальности или импульс запуска Д5 (ЗИРС) с координатной системы. Масштаб развертки дальности определяется положением тумблера 75 - 5. При установке тумблера в положение 75 масштаб развертки может быть 75 и 150 *км* в зависимости от положения тумблера 75 - 150 на блоке наведения. С приходом импульса запуска в схеме формирования развертки дальности вырабатывается пилообразное напряжение, длительность которого определяется выбранным масштабом работы.

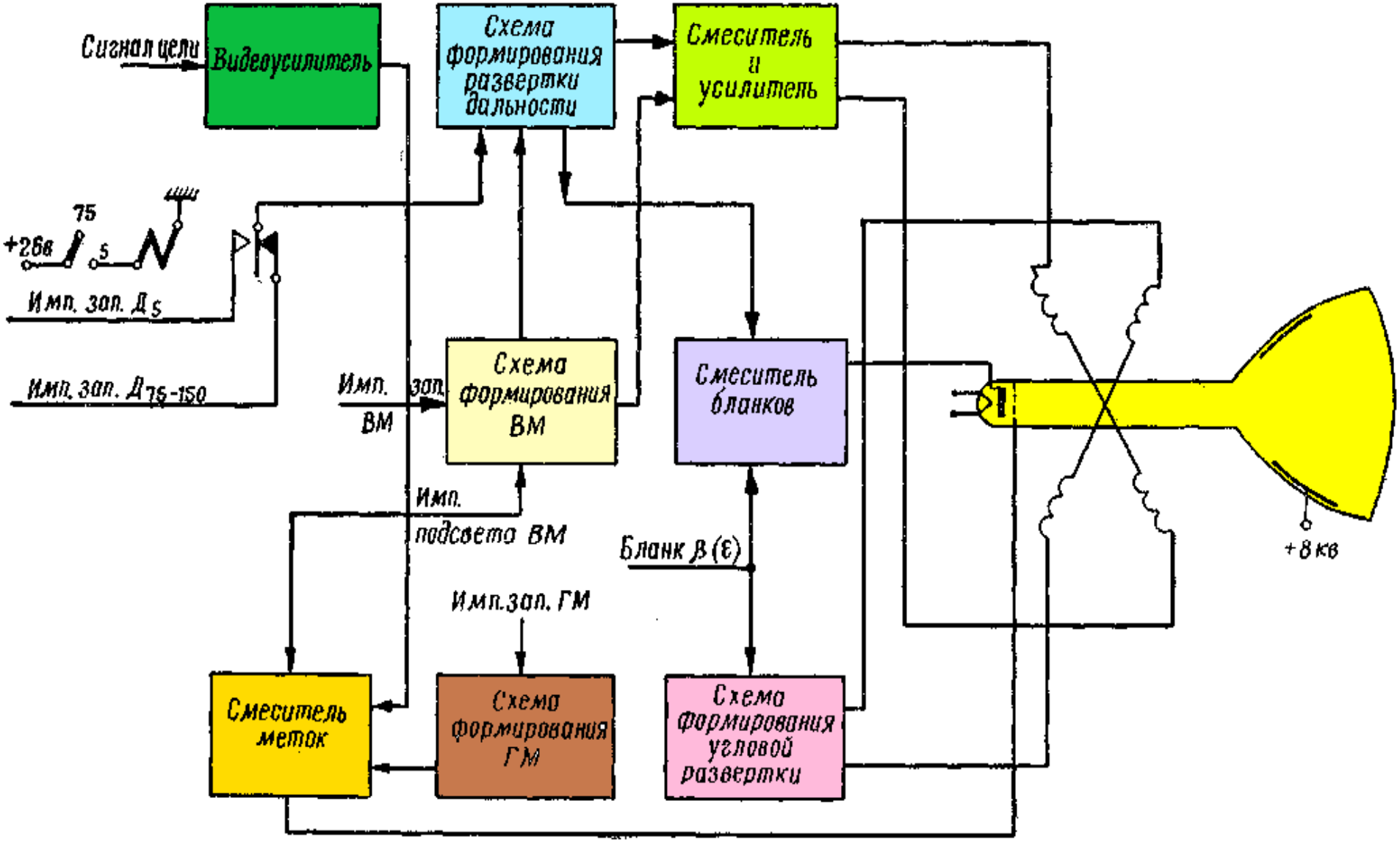


Рис. 62. Функциональная схема индикатора РС.

Пилообразное напряжение поступает на вход усилителя тока, нагрузкой которого являются вертикально отклоняющие катушки электронно-лучевой трубки. Масштаб угловой развертки и принцип ее формирования такой же, как и в индикаторах наведения.

Подсвет прямого хода развертки дальности при масштабе 5 *км* и гашение обратного хода при масштабе 75 и 150 *км*, а также гашение обратного хода угловой развертки осуществляются импульсами бланков. Импульсы бланков поступают на смеситель бланков и далее на катод электронно-лучевой трубки.

Схемы формирования вертикальной метки в индикаторах наведения и ручного сопровождения различны потому, что к ним предъявляются различные требования в отношении точности определения координат. В индикаторах наведения вертикальная метка образуется путем дополнительного подсвета одной из строк развертки дальности.

Индикаторы ручного сопровождения совместно с блоками РС служат для точного совмещения вертикальных меток с серединой сигнала цели; при этом, точность определения угловых координат цели в режиме РС будет зависеть от точности совпадения БМ с биссектрисой сектора сканирования и точности совмещения ВМ с серединой сигнала цели. Отсюда следует, что метод формирования ВМ, используемый в индикаторах наведения неприемлем в индикаторах РС.

В индикаторах РС вертикальная метка формируется в виде специального пилообразного напряжения, длительность которого выбирается минимальной. На время формирования вертикальной метки схема формирования развертки дальности бланкируется. Сформированное пилообразное напряжение поступает на смеситель, где происходит смешение пилообразных напряжении развертки дальности и вертикальной метки. Запуск схемы формирования ВМ производится или импульсами, формируемыми в координатной системе (ВМК), или импульсами, приходящими с антенных датчиков кабины ПВ (ВМА).

Схема формирования горизонтальных меток предназначена для создания кратковременных импульсов подсвета каждой из разверток дальности, образующих горизонтальные метки. На индикаторах РС в масштабе 75 *км* горизонтальная метка наблюдается в виде одной горизонтальной линии, а в масштабе 5 *км* - в виде двух горизонтальных линий, отстоящих одна от другой на 3 - 4 *мм*. На запуск схемы подаются импульсы запуска ГМ поступающие с координатной системы.

Видеоусилитель и смеситель меток предназначены для усиления сигналов цели и смешивания их с импульсами горизонтальных меток и импульсами подсвета вертикальной метки. Смешанные сигналы поступают на управляющий электрод трубки.

ГЛАВА 11. СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЕМ АНТЕНН СНР И ПУСКОВЫХ УСТАНОВОК

11.1. Назначение, состав и размещение

Система управления антеннами СНР и пусковых установок предназначена:

– для управления синхронно-следящими приводами антенн СНР и пусковых установок;

– для наведения следящей системы дальности на цель с помощью управления горизонтальной меткой дальности;

– для выработки напряжений, являющихся функциями угловых координат цели и скоростей их изменения.

В состав системы управления положением антенн СНР и пусковых установок входят следующие устройства:

– блок переброса (И67В), предназначенный для управления положением антенн по азимуту в режиме «Переброс»;

– блок наведения (И62В), предназначенный для управления положением антенн и метки дальности в режимах поиска и наведения;

– блоки ручного сопровождения по азимуту и углу места, (И63В и И65В), предназначенные для управления положением антенн и пусковых установок в режимах ручного и автоматического сопровождения цели;

– блок ручного сопровождения по дальности (И61В), предназначенный для управления положением метки дальности;

– блоки автоматического подслеживания (И330ВМ β и ε), предназначенные для обеспечения автоматического слежения антеннами и пусковыми установками за целью;

– силовые приводы антенн и пусковых установок.

11.2. Функциональная схема системы управления

Система управления положением антенн СНР и пусковых установок может работать в следующих режимах:

– поиска;

– наведения;

– ручного сопровождения;

– автоматического сопровождения (с ручным и автоматическим подслеживанием по азимуту и углу места). Упрощенная схема системы управления положением антенн СНР и пусковых установок приведена на рис.63.

Режим поиска обеспечивает обнаружение цели. В этом режиме система управления антеннами может работать как при наличии, так и при отсутствии целеуказания.

При наличии целеуказания система управления антеннами по азимуту может осуществлять переброс и секторный поиск.

В том случае, когда целеуказание отсутствует, система управления антеннами может осуществлять круговой и секторный поиски.

Включение режима «Переброс» осуществляется с блока переброса (И67В), расположенного на выносном индикаторе кругового обзора (ВИКО) станции разведки и целеуказания. В состав блока входят сельсин-приемник (М1) и органы коммутации, позволяющие включать и выключать режим «Переброс» (рис. 64).

Трехфазные обмотки сельсин-приемника М1 связаны с трехфазными обмотками сельсин-датчика М14, расположенного в блоке РС по азимуту (И63В). Ротор сельсин-приемника М1 связан со штурвалом, который выведен на переднюю панель блока переброса. При вращении штурвала изменяется положение подвижного визира, который устанавливается в направлении на цель, наблюдаемую на экране ВИКО. При нажатии кнопки ПЕРЕБРОС получают питание реле Р19 и Р5. Контактами реле Р5 замыкается цепь подачи управляющего напряжения с выхода сельсина М1 на вход усилителя привода стабильной скорости. Величина управляющего напряжения будет зависеть от величины рассогласования в положении роторов сельсинов М1 и М14.

Напряжение с выхода усилителя подается на электродвигатель М3, вращение которого передается на сельсин-датчики грубого и точного отсчетов (ГО и ТО). Сельсин-датчики связаны с соответствующими сельсин-приемниками кабины ПВ.

Изменение положения ротора сельсин-датчика вызывает появление управляющего напряжения на выходе сельсин-приемников кабины ПВ. Управляющее напряжение после усиления в электронном усилителе, а затем в электромашинном усилителе поступает на исполнительный двигатель, который приводит во вращение кабину ПВ и устанавливает ее в направлении на цель, выбранную на экране ВИКО.

Пусковые установки в режиме «Переброс» неподвижны, так как разорвана связь между сельсин-датчиками кабины УВ и сельсин-приемниками ПУ. Эта связь замыкается после выдачи синхронизации.

Вращение электродвигателя М3 передается также на ротор сельсин-датчика М14 и устанавливает его в согласованное положение с ротором сельсин-приемника М1. При согласовании роторов СД – СП управляющее напряжение становится равным нулю, т. е. заканчивается переброс.

Выключение переброса производится кнопкой СТОП, расположенной на блоке переброса.

Если после остановки антенной системы цель на индикаторах наведения не наблюдается, производится секторный поиск.

Для включения секторного поиска необходимо тумблер КРУГ - СЕКТ на блоке наведения (И62В) установить в положение СЕКТ и нажать кнопку ПОИСК (рис. 65). Величина сектора определяется положением тумблера 46 – 12. Секторный поиск с величиной сектора 12° можно включить только в режиме «Узкий луч», а с величиной сектора 46° – как в режиме «Узкий луч», так и в режиме «Широкий луч».

После нажатия кнопки ПОИСК срабатывает реле Р1 блока И62В и через его замкнувшиеся контакты напряжение 110 *в*, 50 *гц* подается на электродвигатель М5. Электродвигатель через редукторы приводит во вращение роторы сельсинов М6 и М9.



Рис. 63. Упрощенная схема системы управления положением антенн СНР и пусковых установок

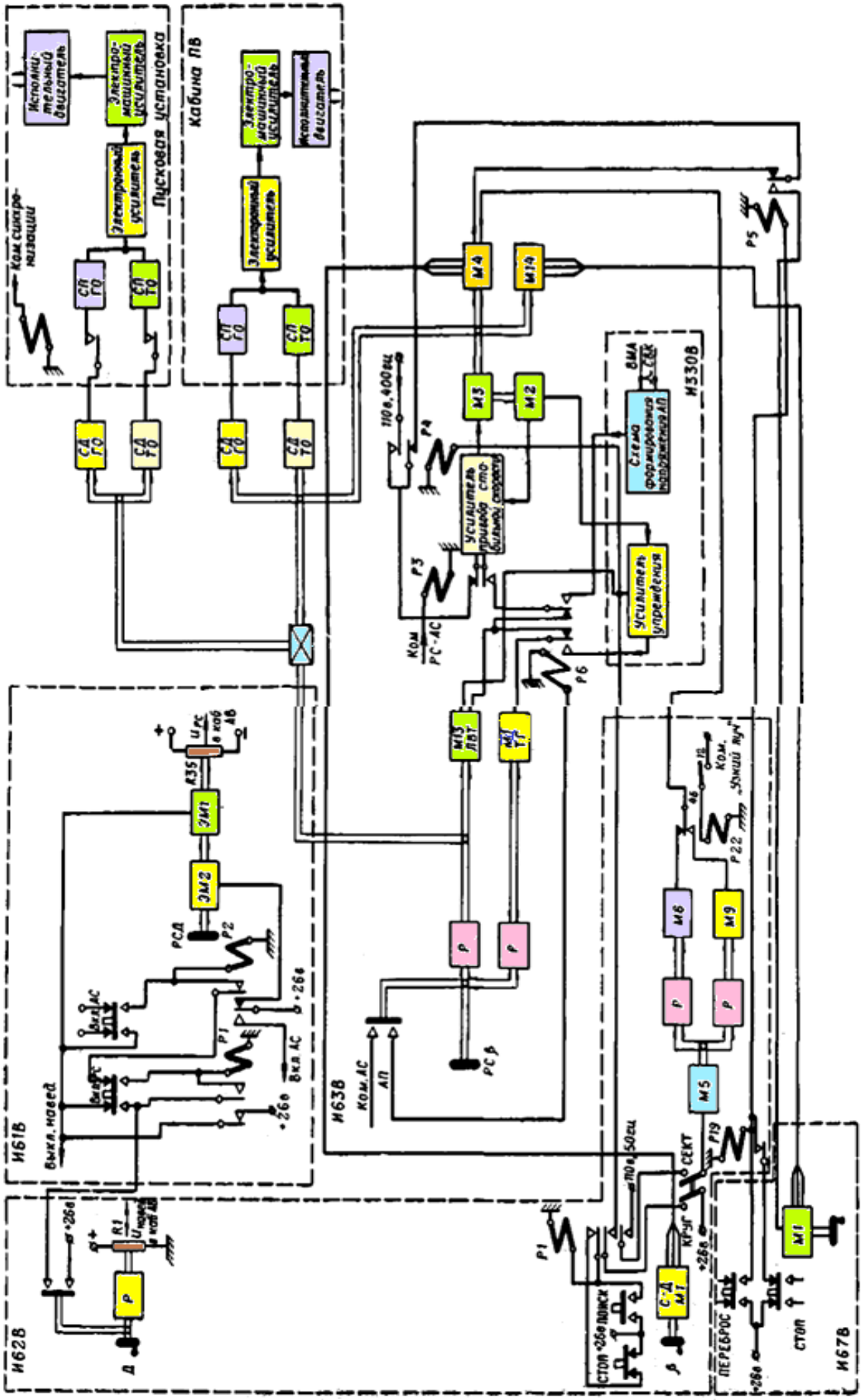


Рис. 64. Функциональная схема системы управления положением антенн СНР и пусковых установок

Со статорных обмоток сельсинов М6 и М9 напряжения подаются на контакты реле Р22. В зависимости от положения тумблера 46 – 12 одно из этих напряжений поступает на обмотку сельсина М4 в блоке И63В. Напряжение с сельсина М4 поступает на усилитель привода стабильной скорости через контакты реле Р5, Р4 и Р3. Контактами реле Р5 и Р3 разрывается цепь подачи напряжения секторного поиска в режимах РС – АС и «Переброс».

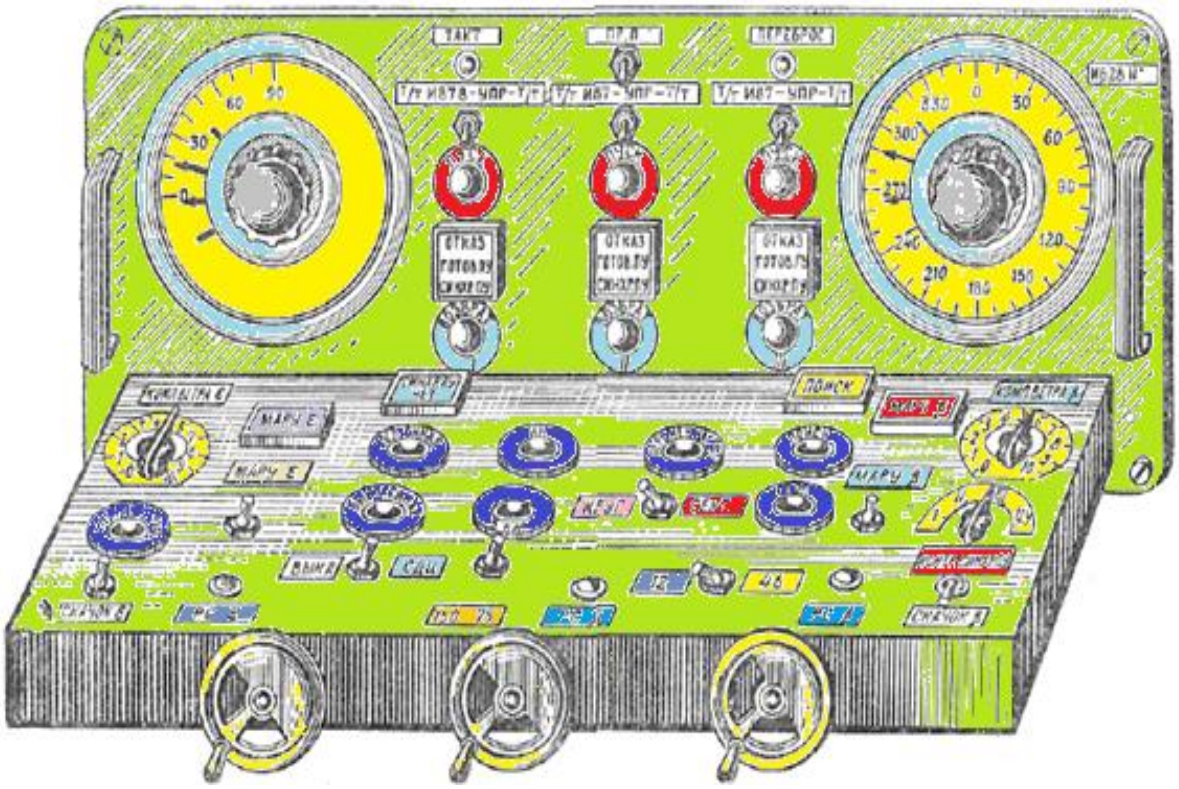


Рис. 65. Передняя панель блока наведения (И62В)

В режиме секторного поиска обеспечивается качание кабины ПВ, а, следовательно, и сектора обзора в азимутальной плоскости в пределах 12° или 46°; при этом направление биссектрисы сектора обзора можно изменять с помощью штурвала наведения по азимуту.

Режим кругового поиска включается при установке тумблера КРУГ – СЕКТ в положение КРУГ и нажатии кнопки ПОИСК; при этом срабатывают реле Р1 и Р4. Контактами реле Р4 замыкается цепь подачи напряжения 110 *в*, 400 *гц* на вход усилителя привода стабильной скорости. Круговой поиск в азимутальной плоскости обеспечивает непрерывное вращение кабины ПВ со скоростью 2,7 *об/мин*.

Режим наведения предназначен для грубого наведения на цель антенной системы по азимуту и углу места и горизонтальной метки дальности.

Наведение по дальности осуществляется с помощью штурвала дальности (Д), расположенного на блоке наведения. Вращение штурвала через редуктор передается на движок потенциометра. С движка потенциометра напряжение подается в кабину АВ на следящую систему дальности.



В шкафу И60В расположены блоки контроля и синхронизации и место офицера наведения

С изменением величины напряжения наведения ($u_{навед.}$) изменяется положение импульсов запуска горизонтальной метки, а на экране индикатора наведения наблюдается перемещение горизонтальной метки дальности. Следящая система будет наведена на цель при совмещении ГМ с сигналом цели.

Наведение по азимуту и углу места осуществляется с помощью штурвалов β и ε, расположенных на блоке наведения (И62В). Вращение штурвала наведения по β передается к сельсин-датчику М1. Сельсин-датчик М1 связан с сельсин-приемником М4 блока И63В. С сельсин-приемника напряжение пропорциональное углу рассогласования, подается на усилитель привода стабильной скорости через нормально замкнутые контакты реле Р5, Р4, Р3. Усиленное напряжение подается на электродвигатель М3. Вращение двигателя через кинематическую схему передается к сельсин-датчикам грубого и точного отсчетов, а также к ротору сельсина М4. Направление движения ротора сельсин-приемника М4 соответствует уменьшению напряжения рассогласования; при этом кабина ПВ изменяет свое положение на определенный угол и будет находиться в заданном направлении до тех пор, пока вновь не будет изменено положение штурвала наведения. Управление в режиме наведения является управлением по положению.

Режим ручного сопровождения предназначен для точного сопровождения цели по дальности и угловым координатам. Функциональная схема механизма ручного сопровождения представлена на рис.66.

Ручное сопровождение по дальности осуществляется с блока РС дальности (И61В). Переход из режима наведения в режим ручного сопровождения производится перемещением штурвала дальности от себя и нажатием после этого кнопки ВКЛ.РС на блоке И61В. В результате этих операций срабатывает реле Р1, контактами которого замыкается цепь подачи напряжения + 26 *в* на электромагнитную муфту ЭМ1 и выдается напряжение выключения наведения в координатную систему. При вращении штурвала РСД блока И61В изменяется уровень напряжения, снимаемого с потенциометра R35. Напряжение, снимаемое с потенциометра, поступает в координатную систему и служит для управления положением запуска горизонтальной метки по положению и по скорости; при этом временное положение импульсов запуска развертки дальности связано с импульсами запуска развертки индикаторов РС в масштабе 5 *км*. Поэтому на экранах индикаторов РС в масштабе 5 *км* горизонтальная метка будет всегда находиться в середине развертки дальности.

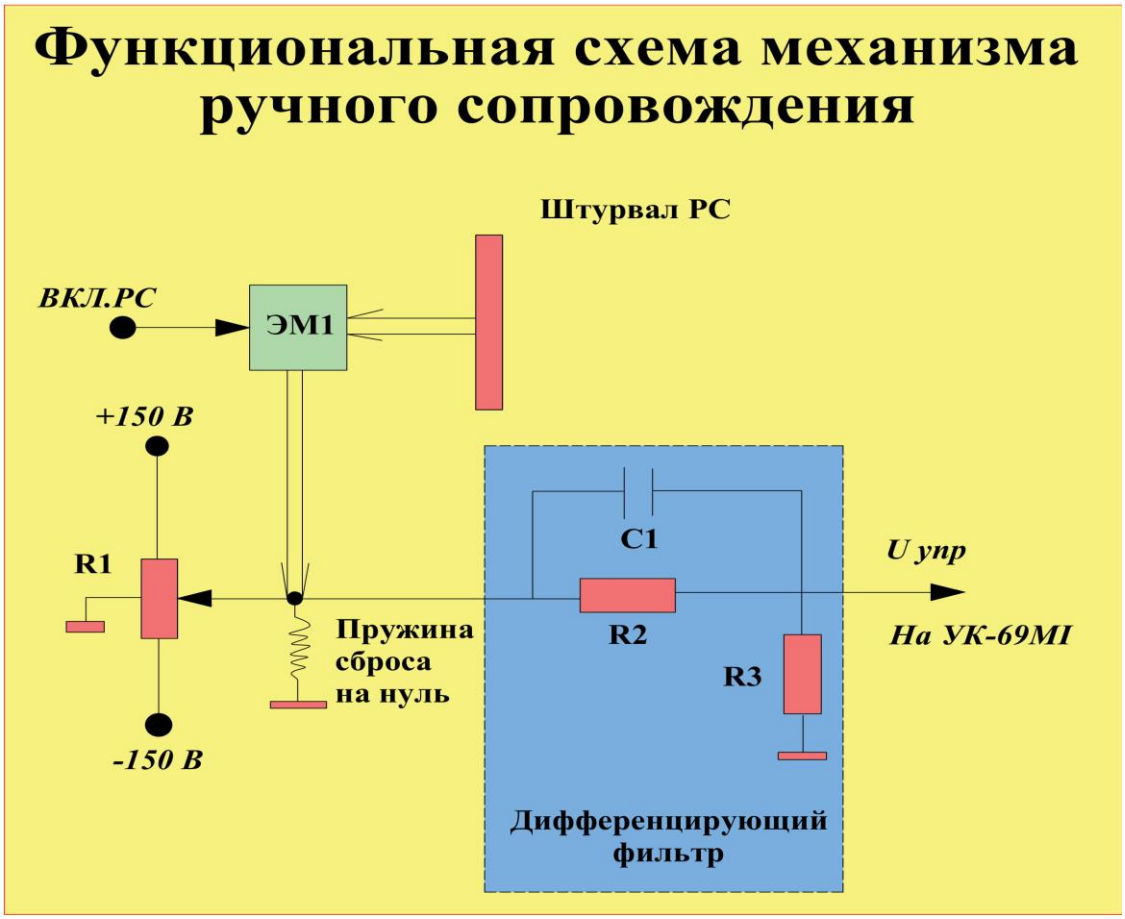


Рис. 66. Функциональная схема механизма ручного сопровождения

Ручное сопровождение по азимуту (углу места) осуществляется с помощью штурвала РСβ (ε) блока И63В (И65В). Переход из режима наведения по угловым координатам в режим РС производится так же, как и по дальности. Вращение

штурвала РС передается через редукторы на тахогенератор (ТГ) М1 и линейно вращающийся трансформатор (ЛВТ) М13; при этом тахогенератор вырабатывает управляющее напряжение по положению, а линейно вращающийся трансформатор – по скорости. Управляющее напряжение по скорости и по положению через нормально замкнутые контакты реле Р6 блока И63В подается на вход усилителя привода стабильной скорости. Дальнейший процесс работы системы управления антеннами аналогичен режиму наведения. Под действием двух напряжений антенная система и пусковые установки не только изменяют свое положение, но и начинают перемещаться по угловой координате с постоянной скоростью, зависящей от угла поворота штурвала РС.

Для стабилизации системы управления имеется тахогенератор М2, напряжение которого как напряжение обратной связи подается на вход усилителя привода стабильной скорости.

Режим автоматического сопровождения обеспечивает наиболее высокую точность слежения за положением цели в пространстве. Режим АС может включаться отдельно по каждой координате и только из режима ручного сопровождения.

Автоматическое сопровождение по дальности включается нажатием кнопки ВКЛ. АС на блоке И61В. При нажатии кнопки ВКЛ. АС срабатывает реле Р2. Контактами этого реле разрывается цепь подачи напряжения + 26 *в* на электромагнитную муфту ЭМ2, которая отключает штурвал РС от движка потенциометра R35. В кабину АВ выдается напряжение включения автоматического сопровождения по дальности. В режиме АС сопровождение цели ведется координатной системой, и оператор РС по дальности в работе не участвует.

Автоматическое сопровождение по азимуту включается так же, как и по дальности. В кабину АВ выдается напряжение включения автоматического сопровождения цели угловой следящей системой. В режиме АС угловая следящая система обеспечивает непрерывную выработку угловой координаты. Слежение за целью может производиться во всем секторе сканирования, а в режиме «Подсвет» в пространстве, ограниченном шириной узкого луча. Чтобы цель не вышла за пределы сектора сканирования, а в режиме «Подсвет» за пределы луча, по мере движения цели сектор сканирования и луч в режиме «Подсвет» должны поворачиваться в сторону движения цели. Такое подслеживание сектора сканирования и луча за целью в режиме АС осуществляется оператором РС по угловой координате.

Автоматическое сопровождение с ручным подслеживанием за целью осуществляется так же, как и ручное сопровождение, только в этом случае оператор совмещает вертикальную метку, связанную с сигналом цели, с механической риской на экране индикатора РС. Таким образом, работа системы управления антеннами и ПУ при автоматическом сопровождении с ручным подслеживанием аналогична работе в режиме РС.

Режим автоматического подслеживания (АП) включается подачей штурвала РС на себя. Включить режим АП можно только в режиме автосопровождения. При подаче штурвала РС на себя подается питание на реле Р6 блока И63В. Контактами реле Р6 разрывается цепь подачи напряжений тахогенератора М1 и ЛВТ М13 на усилитель привода стабильной скорости. Вместо этих напряжений на вход

усилителя подается управляющее напряжение АП с блока И330ВМ (электронная схема системы автоподслеживания).

На схему формирования напряжения автоподслеживания из кабины АВ поступает импульс СВК, который связан с сигналом цели. Из кабины ПВ поступает импульс вертикальной метки (ВМА), который определяет положение биссектрисы сектора, сканирования. Схема формирования напряжения АП вырабатывает сигнал, пропорциональный временному рассогласованию между импульсами СВК и ВМА. Привод стабильной скорости отрабатывает этот сигнал так, чтобы совместить импульсы ВМА и СВК, т. е. повернуть антенну до совмещения биссектрисы сектора сканирования с сигналом цели. Таким образом, в режиме АП производится как автоматическое сопровождение цели, так и автоматическое подслеживание за ней. Оператор РС в этом режиме в работе не участвует.

Для обеспечения встреливания ракеты в сектор обзора станции пусковым установкам задается определенная величина упреждения по угловым координатам. Угол упреждения тем больше, чем больше угловая скорость перемещения антенн кабины ПВ. В режиме автосопровождения с автоподслеживанием (АС – АП) сигнал упреждения вырабатывается усилителем упреждения, расположенным в блоке И330ВМ. На вход усилителя упреждения подается напряжение, снимаемое с тахогенератора М2, и напряжение, снимаемое с линейно вращающегося трансформатора М13. Тахогенератор М2 механически связан с электродвигателем М3. Напряжение, снимаемое с тахогенератора М2, зависит от скорости вращения двигателя. Усиленное напряжение поступает на тахогенератор М1, который в режиме автоподслеживания работает как электродвигатель. Вращение электродвигателя М1 через редуктор и дифференциал передается сельсин-датчикам пусковых установок, обеспечивая определенную величину упреждения в положении пусковых установок относительно положения антенн кабины ПВ. Кроме того, электродвигатель М1 механически связан с линейно вращающимся трансформатором М13. С выхода ЛВТ снимается переменное напряжение, амплитуда которого зависит от его угла поворота, т.е. это напряжение характеризует величину упреждения. Напряжение, снимаемое с ЛВТ, подается на вход усилителя упреждения.

Таким образом, усилитель упреждения, электродвигатель М1 и линейно вращающийся трансформатор представляют собой следящую систему, позволяющую изменять величину упреждения ПУ в зависимости от скорости перемещения антенн кабины ПВ. При увеличении напряжения, снимаемого с тахогенератора М2, приводится во вращение электродвигатель М1. Двигатель М1 через редуктор задаст новую величину упреждения, повернув сельсин-датчики ПУ. Одновременно двигатель М1 развернет ЛВТ (М13) до такого положения, при котором снимаемое с него напряжение скомпенсирует до нуля напряжение тахогенератора М2.

Во всех режимах сопровождения цели блоки РС (И63В и М65В) вырабатывают напряжения, пропорциональные скорости движения антенн, а также напряжения, являющиеся функциями угловых координат $\beta' \sin\varepsilon$, $\beta' \cos\varepsilon$. Эти напряжения используются в кабине АВ для формирования команд управления ракетой, в автоматизированном приборе пуска и в имитационной аппаратуре.

ГЛАВА 12. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ПРИБОР ПУСКА СНР

12.1. Назначение, состав и размещение

Автоматизированный прибор пуска (АПП) предназначен для выработки наклонной дальности до точки встречи ракеты с целью и для определения границ зоны поражения.

Рабочее место оператора системы управления стартом и блоки АПП



Прибор пуска вырабатывает:
– наклонную дальность до точки встречи ракеты с целью ($Д_в$);
– наклонную дальность до дальней границы зоны поражения ($Д_д$);
– наклонную дальность до ближней границы зоны поражения ($Д_б$);
– курсовой параметр движения цели ($P_ц$);
– высоту полета цели ($H_ц$);
– скорость цели ($V_ц$).

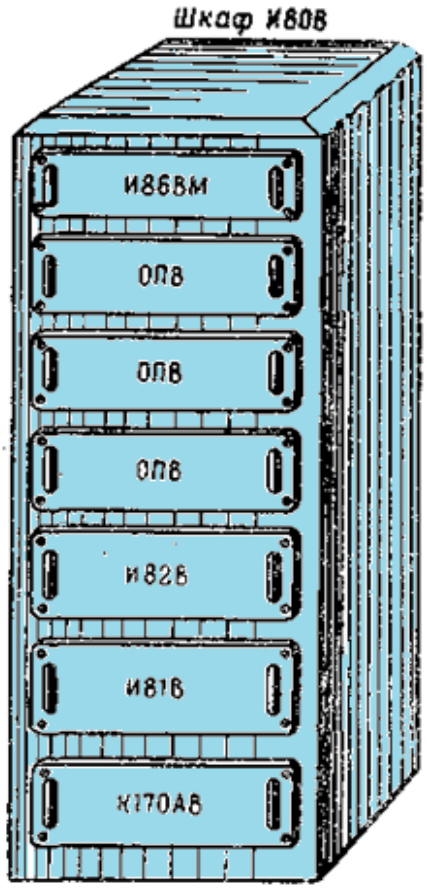


Рис. 67. Расположение блоков в шкафу И80В:
И86ВМ – блок сигнализации; ОПВ – блоки управления и сигнализации системы управления стартом; И82В – блок определения границ зоны поражения; И81В – блок определения параметра, высоты и скорости цели; К170АВ – блок питания

Границы зоны поражения и дальность до точки встречи высвечиваются на индикаторе наведения в виде горизонтальных меток. Параметр, скорость и высота цели считываются с соответствующих приборов блока индикации параметра, высоты и скорости цели.

Блок определения наклонной дальности до точки встречи ракеты с целью (И87В) расположен в шкафу РС по дальности, а блок индикации параметра высоты и скорости цели (И88В) размещен на стене кабины над столом командира дивизиона.

Остальные блоки автоматизированного прибора пуска расположены в шкафу И80В. Расположение блоков в шкафу показано на рис. 67.

На рисунке 68 представлена схема функциональных связей автоматизированного прибора пуска с другими системами.

12.2. Функциональная схема АПП

Блок определения наклонной дальности до точки встречи ракеты с целью (И87В) по своему назначению можно разделить на схему формирования импульсов $\ddot{A}_{\hat{a}}$ и схему формирования импульсов $r_{\ddot{o}}$ (рис. 69).

На вход схемы формирования $Ä_â$ подаются импульсы $r_{0ïð.Ï}$ из блока И64В и импульсы запуска ГМ из блока К71В. В преобразователе $r_ö$ формируются прямоугольные импульсы, длительность которых пропорциональна дальности до цели. Прямоугольные импульсы $r_ö$ поступают на множитель $r_ö \cdot V_p$, на схему формирования высоты ($Í_ö$) и преобразуются в напряжение постоянного тока, пропорциональное $r_ö$.

Напряжение постоянного тока, пропорциональное дальности до цели, поступает на дифференцирующий усилитель $\dot{r}_ö$, с выхода которого снимается напряжение, пропорциональное скорости изменения $r_ö$. Напряжение $\dot{r}_ö$ совместно с напряжением V_p поступает на суммирующий усилитель.

На вход делительно-множительного устройства поступают сигналы, пропорциональные величинам $r_ö \cdot V_p$ и $\dot{r}_ö + V_p$.

Выходной сигнал делительно-множительного устройства имеет форму прямоугольных импульсов, длительность которых пропорциональна дальности до точки встречи ракеты с целью ($Ä_â$). Рабочая частота импульсов делительно-множительного устройства определяется частотой повторения генератора пилообразного напряжения. Запуск генератора пилообразного напряжения производится импульсами, поступающими со схемы задержки $Ä_â$, запускаемой импульсами $r'_{0ïð.Ï}$. С выхода делительно-множительного устройства импульсное напряжение $Ä_â$ поступает на схему формирования V_p, где формируется постоянное напряжение. Импульсы $Ä_â$ подаются на один из индикаторов наведения и наблюдаются в виде горизонтальной метки. Частота повторения импульсов $Ä_â$ равна частоте повторения импульсов $r'_{0ïð.Ï}$ (920 *гц*).

На схему формирования высоты ($Í_ö$) поступает постоянное напряжение, пропорциональное величине $\sin\varepsilon_ö$, и импульсное напряжение, пропорциональное $r_ö$. С выхода схемы напряжение постоянного тока, пропорциональное величине $Í_ö$, поступает через тумблер ДАЛЬНОСТЬ — ВЫСОТА на стрелочный прибор ИП. При установке переключателя ДАЛЬНОСТЬ — ВЫСОТА в положение ДАЛЬНОСТЬ со стрелочного прибора считывается дальность до цели.

В состав блока И81В входят схема формирования параметра и схема формирования высоты (рис. 70).

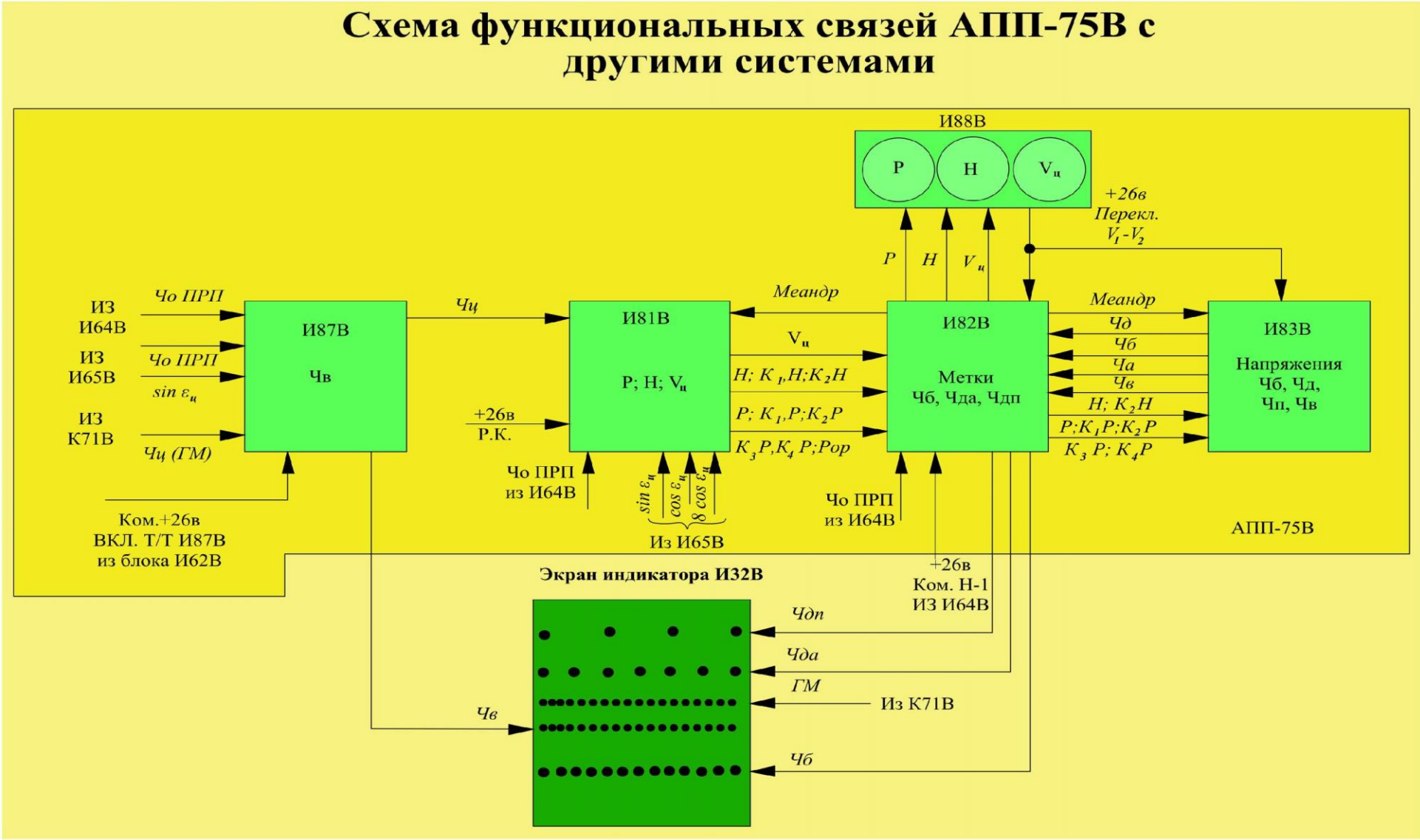


Рис. 68. схема функциональных связей автоматизированного прибора пуска с другими системами

Формирование параметра движения цели происходит следующим образом.

На вход схемы определения $r_{ö}$ поступают импульсы $r'_{0Ïð.Í}$ из блока И64В и импульсы $r_{ö}$ из блока И87В. В схеме вырабатываются прямоугольные импульсы, длительность которых пропорциональна дальности до цели. Эти импульсы, поступают на схему определения высоты ($Í_{ö}$), схему умножения и схему умножения $r_{ö} \cdot \dot{\beta} \cos \varepsilon_{ö}$.

На вход схемы умножения с блока И65В поступает напряжение постоянного тока, пропорциональное величине $\cos \varepsilon_{ö}$. Напряжение постоянного тока, пропорциональное величине $r_{ö} \cdot \cos \varepsilon_{ö}$, поступает на дифференцирующий УПТ V_d, где формируется постоянное напряжение, пропорциональное составляющей скорости цели (V_d), и на схему умножения.

Напряжение V_d может быть как положительным, так и отрицательным (в зависимости от направления движения цели — к станции или от станции). В схеме определения $V_{ö}$ используется только положительное значение V_d. С этой целью напряжение V_d поступает на схему выбора положительного значения V_d и на инвертирующий УПТ V_d.

На вход схемы умножения $r_{ö} \cdot \dot{\beta} \cos \varepsilon_{ö}$, где формируется величина, пропорциональная V_{β}, кроме импульсов $r_{ö}$, поступает напряжение постоянного тока $\dot{\beta} \cos \varepsilon_{ö}$. Это напряжение формируется путем усиления и детектирования синусоидального напряжения $\dot{\beta} \cos \varepsilon_{ö}$ частоты 400 *гц*, поступающего из блока И65В.

Переменное напряжение $\dot{\beta} \cos \varepsilon_{ö}$ подается на усилитель команды «Наличие $\dot{\beta} \cos \varepsilon_{ö}$», а оттуда — на сигнальную лампу блока И88В. С выхода схемы умножения напряжение постоянного тока $r_{ö} \cdot \dot{\beta} \cos \varepsilon_{ö}$ поступает на схему деления и на схему определения $V_{ö}$.

В схеме определения $V_{ö}$ формируется напряжение постоянного тока, пропорциональное величине $V_{ö} = \sqrt{V_d^2 + V_{\beta}^2}$. Принцип формирования напряжения, пропорционального скорости цели, заключается в следующем.

Два прямоугольных напряжения, поступающих из схемы формирования меандров, сдвигаются по фазе на 90°, модулируются по амплитуде величинами V_d и V_{β} и подаются на суммирующий резонансный усилитель. В резонансном усилителе эти напряжения складываются как векторы, сдвинутые по фазе на 90°. Напряжение на выходе резонансного усилителя пропорционально величине $V_{ö}$.

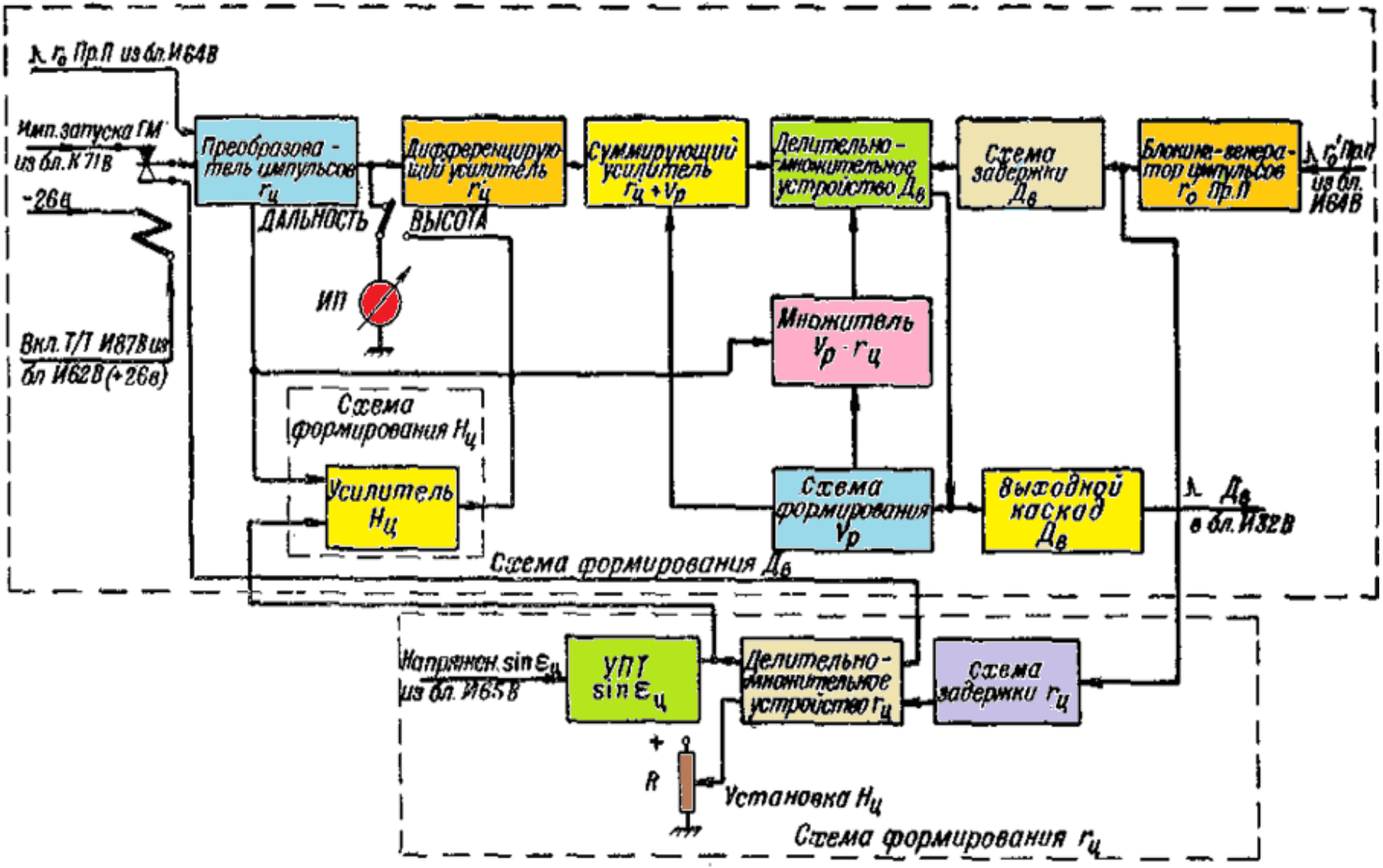


Рис. 69. Функциональная схема блока И87В.

С выхода схемы определения $V_{ö}$ напряжение постоянного тока, пропорциональное величине $V_{ö}$, поступает на схему деления $\frac{r_{ö} \cdot \dot{\beta} \cos \varepsilon_{ö}}{V_{ö}}$ и в блок И88В.

Величина напряжения постоянного тока, пропорциональная параметру, поступает на УПТ, с выхода которого снимаются напряжения с масштабами 2 в/км ($Ð$), 2,12 в/км ($\hat{E}_1Í$), 2,44 в/км ($\hat{E}_2Í$) и 0,5 в/км ($Ð$ прибора).

Схема определения высоты цели ($Í_{ö}$) представляет собой схему умножения $r_{ö} \sin \varepsilon_{ö}$. Напряжение постоянного тока, пропорциональное $\sin \varepsilon_{ö}$, поступает на схему определения $Í_{ö}$ с блока И65В. С выхода схемы определения $Í_{ö}$ снимаются напряжения с масштабами 2 *в/км* ($Í$), 2,4 *в/км* ($\hat{E}_1Í$) и 5 *в/км* ($\hat{E}_2Í$).

В состав блока И82В входят схема определения наклонной дальности до дальней границы активного участка зоны поражения ($Ä_{äà}$), схема определения наклонной дальности по дальней границы пассивного участка зоны поражения ($Ä_{äï}$), схема определения наклонной дальности до ближней границы зоны поражения ($Ä_{á}$) и схема сигнализации ЦЕЛЬ ВЫШЕ ЗОНЫ — ЦЕЛЬ НИЖЕ ЗОНЫ (рис. 70).

На вход схемы определения $Ä_{äà}$ поступает напряжение $\hat{E}_2Í$ с блока И81В.

Напряжение постоянного тока с одной из схем выработки напряжения $Ä_{äà}$ поступает на схему переменной задержки импульсов $Ä_{äà}$ в качестве управляющего. Переключение выходов схем выработки напряжений $Ä_{äà}$ для данного типа ракеты производится с помощью реле Р3, которое срабатывает при установке переключателя В1 в положение Р2. Кроме того, при включении режима $Í_{ö}\langle 1$ срабатывает реле Р10 и напряжение $Ä_{äà}$ остается постоянным. Запуск схемы переменной задержки происходит импульсами $r_{0Ïð.Ï}$, поступающими из блока И64В. Схема переменной задержки формирует импульс, длительность которого пропорциональна наклонной дальности до дальней границы активного участка зоны поражения. Импульс схемы переменной задержки задним фронтом запускает делитель 1:4, выходные импульсы которого поступают на запуск генератора импульсов $Ä_{äà}$. С выхода генератора импульсы $Ä_{äà}$ поступают на индикатор наведения, где высвечивают дальнюю границу активного участка зоны поражения. Частота повторения импульсов $Ä_{äà}$ в четыре раза ниже частоты повторения импульсов $r_{0Ïð.Ï}$.

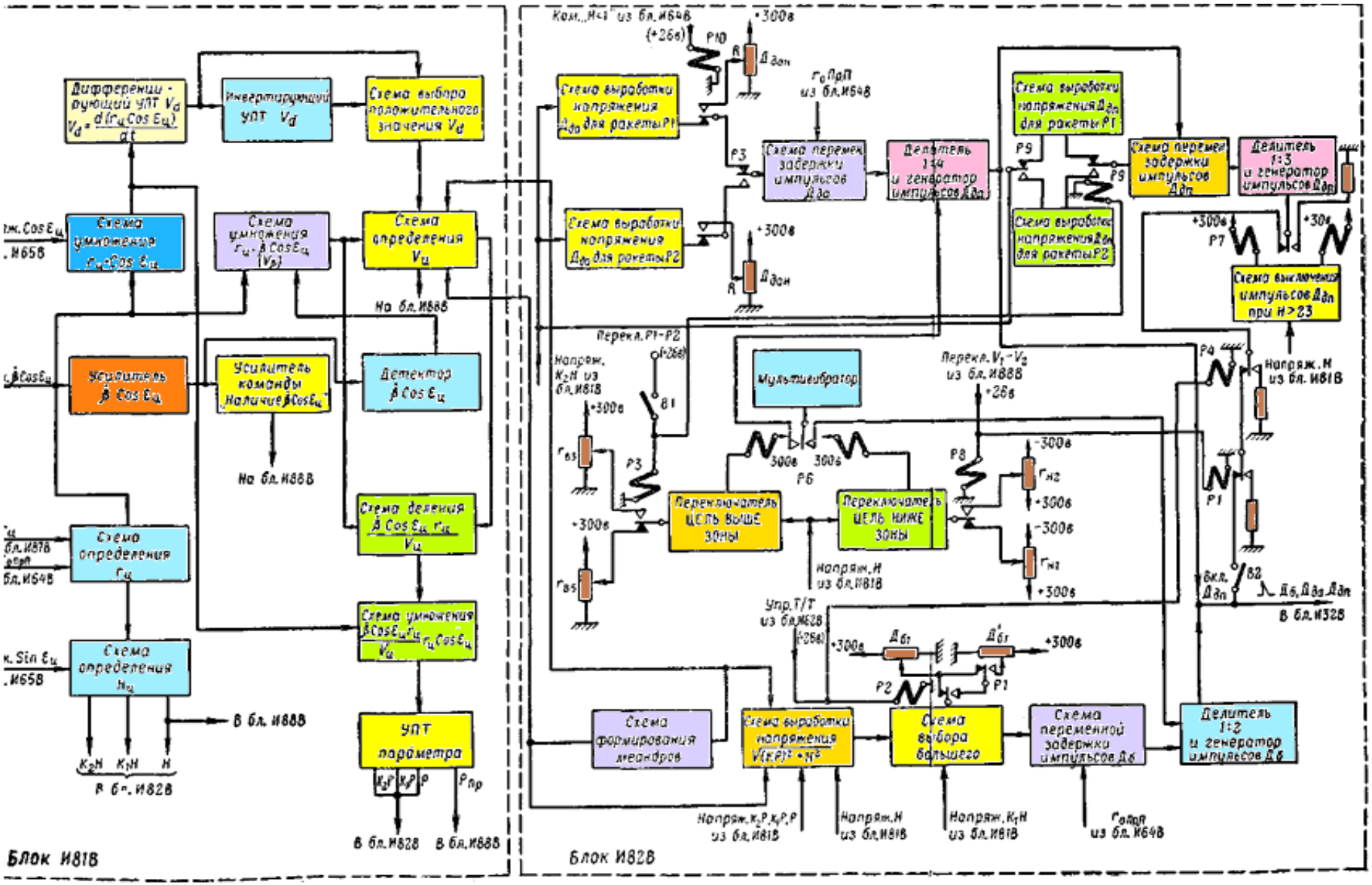


Рис. 70. Функциональная схема блоков И81В и И82В.

На генератор $Ä_{äà}$ через контакты реле Р6 с мультивибратора поступают импульсы срыва, благодаря которым осуществляется мерцание метки дальней границы зоны поражения в случае, если цель идет выше зоны поражения.

На вход схемы определения $Ä_{äï}$ также поступает напряжение $Ê_2Í$. Для каждого типа ракет предусмотрена своя схема определения $Ä_{äï}$. Подключение этих схем к схеме переменной задержки производится с помощью реле Р9, которое срабатывает одновременно с реле Р3. Напряжение схемы выработки $Ä_{äï}$ поступает на схему переменной задержки в качестве управляющего. Запуск схемы переменной задержки осуществляется импульсами $Ä_{äà}$. В схеме переменной задержки формируется импульс, длительность которого пропорциональна пассивному участку зоны поражения. Задним фронтом импульс схемы переменной задержки запускает делитель 1:3, выходные импульсы которого поступают на запуск генератора импульсов $Ä_{äï}$. С выхода генератора импульсы $Ä_{äï}$ по одному кабелю с импульсами $Ä_{äà}$ поступают на индикатор наведения, где высвечивают дальнюю границу пассивного участка зоны поражения. Пассивный участок зоны поражения ограничен по высоте схемой выключения импульсов $Ä_{äï}$ при $Í_{ö}\rangle 23$. Импульсы $Ä_{äï}$ выдаются только в упреждении и при скорости цели меньше 420 *м/сек* (реле Р1 и Р4 обесточены), а также при условии, что тумблер В2 включен.

Частота повторения импульсов $Ä_{äï}$ в 12 раз ниже частоты повторения импульсов $r_{0Ïð.Ï}$.

Ближняя граница зоны поражения зависит от высоты и параметра цели.

Со схемы выбора большего значения снимается одно из значений $Ä_á$, которое служит управляющим для схемы переменной задержки, вырабатывающей импульс длительностью, пропорциональной наклонной дальности до ближней границы зоны поражения. Запуск схемы переменной задержки происходит импульсами $r_{0Ïð.Ï}$. Импульс схемы переменной задержки задним фронтом запускает делитель 1:2, который в свою очередь запускает генератор импульсов $Ä_á$. Импульсы $Ä_á$ по одному кабелю с импульсами $Ä_{äà}$ и $Ä_{äï}$ поступают на индикатор наведения, где высвечивают горизонтальную метку ближней границы зоны поражения. Частота повторения импульсов $Ä_á$ в два раза ниже частоты повторения импульсов $r_{0Ïð.Ï}$.

На генератор $Ä_á$ через контакты реле Р6 с мультивибратора поступают импульсы срыва, благодаря которым осуществляется мерцание метки ближней границы зоны поражения в случае, если цель идет ниже зоны поражения.

Реле Р6 срабатывает от схемы сравнения $Í$ (переключатели ЦЕЛЬ ВЫШЕ ЗОНЫ, ЦЕЛЬ НИЖЕ ЗОНЫ), которая сравнивает текущее значение высоты полета цели, поступающее с блока И81В в виде напряжения постоянного тока с минимальным и максимальным фиксированными значениями,

соответствующими нижней и верхней границам зоны поражения. Если напряжение $Í$ меньше минимального фиксированного значения, то импульсы срыва через контакты реле Р6 поступают на генератор импульсов $Ä_{á}$; если же напряжение $Í$ больше максимального фиксированного значения, то импульсы срыва поступают на генератор импульсов $Ä_{äà}$. Максимальное значение $Í$ зависит от типа ракеты, метода наведения и скорости цели. Переключение значения верхней границы в зависимости от типа ракеты производится с помощью реле Р3.

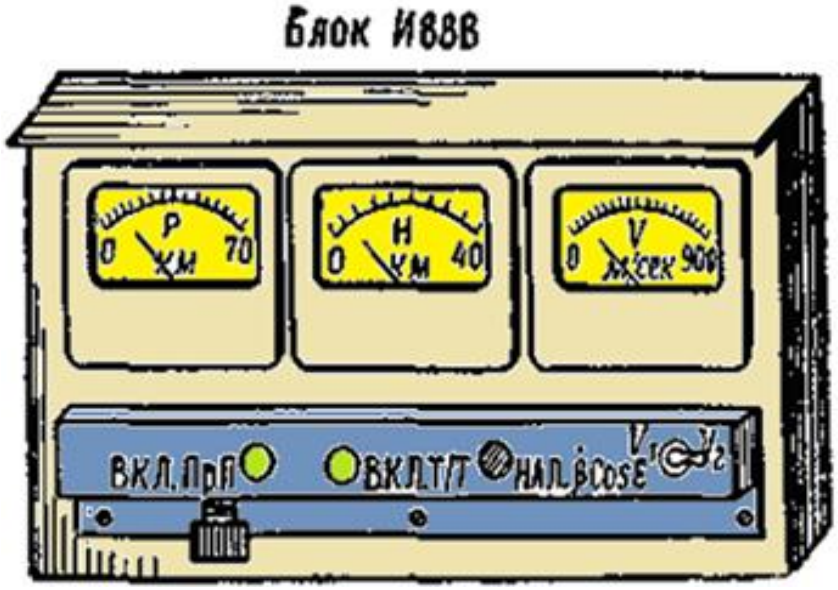


Рис. 71. Передняя панель блока И82В.

Нижняя граница зоны поражения определяется только скоростью цели. Переключение значения нижней границы производится с помощью реле Р8.

Основными элементами блока И88В являются три измерительных прибора, фиксирующих значения $Ð$, $Í$ и $V_{ö}$. На передней панели блока имеются три сигнальные лампы: ВКЛ. Пр. П, ВКЛ. Т/Т и НАЛИЧИЕ $\dot{\beta}\cos\varepsilon_{ö}$. Лампы ВКЛ. Пр. П и ВКЛ. Т/Т загораются от напряжения 26 *В*, поступающего с блоков И32В и И62В. При установке тумблера $V_1 - V_2$ в положение V_2 выдается напряжение +26 B в блок И82В при скорости цели больше 420 *м/сек*. Передняя панель блока И88В показана на рис. 71.

ГЛАВА 13. УСТРОЙСТВО ТЕЛЕ-ОПТИЧЕСКОГО ВИЗИРОВАНИЯ ЦЕЛИ СНР

13.1. Назначение, состав и размещение

Наличие в составе ЗРК С-75 телевизионного канала (ТВК) «Карат-2» обеспечивает повышение помехозащищенности станции наведения ракет, живучести ЗРК в условиях применения противорадиолокационных ракет, эффективности борьбы с групповыми, маловысотными и наземными целями. Кроме того, телевизионный канал может быть использован для уточнения характера и типа сопровождаемой цели, ее государственной принадлежности, определения начала маневра и оценки результатов стрельбы.

Основным каналом визирования цели в ЗРК С-75 является радиолокационный канал (РЛК).

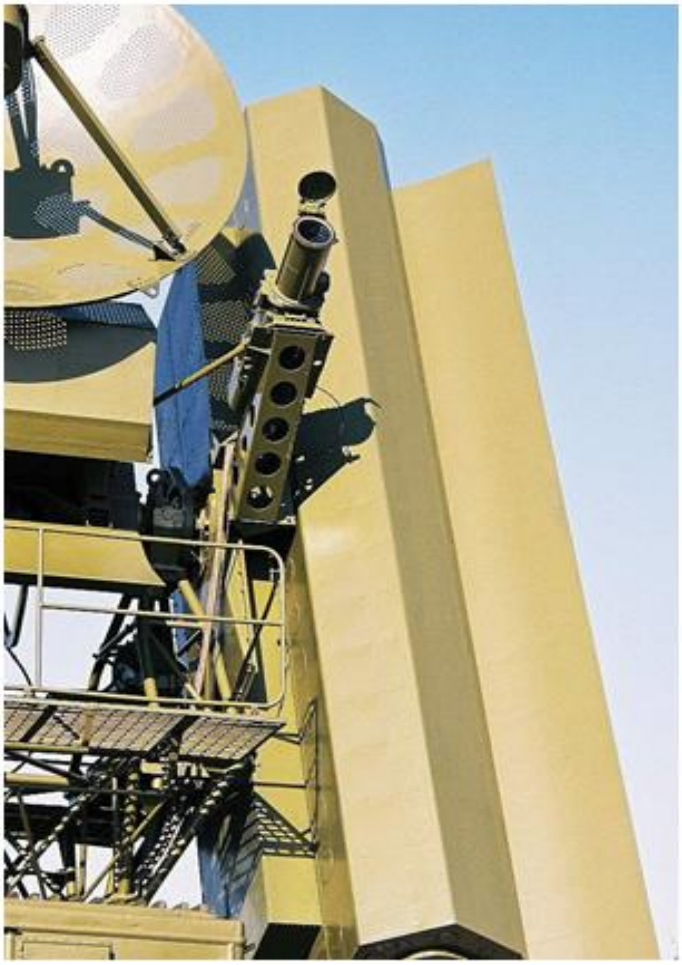


Рис.72. Телевизионный оптический визир

Телевизионный канал может использоваться автономно (режим «ТВК») или совместно с радиолокационным (режим «РЛК-ТВК»).

В режиме «ТВК» передатчики радиолокационного канала визирования цели выключаются или работают с регламентацией излучения.

Режим «РЛК-ТВК» применяется, когда в РЛК обеспечивается сопровождение цели по дальности, но автоматическое сопровождение по угловым координатам неустойчиво или невозможно, а именно:

- при частичном подавлении РЛК помехами (по плоскости ε или β);
- при стрельбе по маловысотным, наземным и надводным целям в условиях мешающего воздействия отражений от местных предметов и зеркальных сигналов;
- при стрельбе по групповым целям.

Режим «ТВК» применяется:

- при полном подавлении РЛК активными или пассивными помехами, когда невозможно устойчивое сопровождение цели по дальности, в том числе и ручное;
- в условиях применения ПРР.

В состав ТВК входят следующие основные элементы:

- телевизионный оптический визир (ТОВ) рис.72, представляющий собой замкнутую автоматическую систему, обеспечивающую получение изображения цели на экранах видеоприемных устройств (ВПУ);
- силовой следящий привод антенной системы;
- система управления положением антенн;
- система определения координат цели.

Аппаратура ТОВ включает:

- телевизионную камеру КТ-101;
- блок ВПУ-55ε(β);
- промежуточный блок ПБ-87.

Аппаратура представляет собой *приемопередающую телевизионную систему замкнутого типа* (рис.73), в состав которой входят следующие функциональные устройства:

а) оптическое звено (оптическая головка), обеспечивающее проецирование объекта на фоточувствительный элемент;

б) преобразователь «СВЕТ-СИГНАЛ» (передающая телевизионная трубка), выполняющий преобразование световой энергии в электрический сигнал;

в) видеотракт, обеспечивающий усиление и преобразование видеосигнала, а также передачу его от передающего звена к приемному звену;

г) преобразователь «СИГНАЛ-СВЕТ» (приемная телевизионная трубка - кинескоп), выполняющий преобразование электрического сигнала в видимое изображение;

д) развертывающие устройства, обеспечивающие последовательное считывание сигнала в передающей трубке и воспроизведение изображения в приемной трубке;

е) синхронизирующее устройство, обеспечивающее синхронную и синфазную работу развертывающих устройств в передающем и приемном звеньях;

ж) вторичные источники питания.



Рис. 73. Упрощенная структурная схема телеоптической системы

13.2. Использование телевизионного канала визирования цели

Подготовка аппаратуры СНР к боевой работе с использованием ТВК должна быть направлена на обеспечение максимальных дальностей обнаружения целей и минимальных ошибок сопровождения целей в режиме «РС-ТВ».

Дальность обнаружения цели ТВК определяется:

- контрастностью изображения цели;
- разрешающей способностью ТОВ.

Высокие контрастность изображения и разрешающая способность ТОВ обеспечивают возможность быстрого обнаружения изображения цели, имеющей на больших дальностях малые линейные размеры на экранах ВПУ. Этим реализуются максимально возможные дальности обнаружения цели.

В условиях оптимальной оптической видимости и качественной настройке аппаратуры дальности обнаружения ТВК «Карат-2» составляют:

- 29-37 *км* - по цели типа истребитель-бомбардировщик;
- 48-54 *км* - по цели типа стратегический бомбардировщик.

Стрельба ЗРК С-75М3 с использованием ТВК обеспечивается:

- при скорости цели $V_ц < 300$ *м/с* - навстречу и вдогон;
- при скорости цели 300 *м/с* $< V_ц <$ 420 *м/с* - только навстречу до курсовых углов встречи 90°. При курсовых углах встречи 70...90° вероятность поражения цели снижается.

Использование ТВК при скоростях полета цели более 420 *м/с* Правилами стрельбы не рекомендуется из-за больших ошибок сопровождения, что обусловлено возрастанием угловых скоростей перемещения цели.

Дальняя и верхняя границы зоны поражения зависят от дальности обнаружения цели ТВК, работного времени зенитного ракетного дивизиона и скорости цели.

Ближняя граница зоны поражения соответствует значениям, приведенным в Правилах стрельбы.

Однако недостаточная обученность и слабая натренированность боевых расчетов, некачественная настройка аппаратуры СНР могут в значительной мере снизить боевые возможности ЗРК в части использования ТВК.

В условиях оптимальной оптической видимости и качественной настройке аппаратуры дальности обнаружения ТВК «Карат-2» составляют:

- 29-37 *км* - по цели типа истребитель-бомбардировщик;
- 48-54 *км* - по цели типа стратегический бомбардировщик.

Стрельба ЗРК С-75М3 с использованием ТВК обеспечивается:

- при скорости цели $V_ц < 300$ *м/с* - навстречу и вдогон;
- при скорости цели 300 *м/с* $< V_ц <$ 420 *м/с* - только навстречу до курсовых углов встречи 90°. При курсовых углах встречи 70...90° вероятность поражения цели снижается.

Использование ТВК при скоростях полета цели более 420 *м/с* Правилами стрельбы не рекомендуется из-за больших ошибок сопровождения, что обусловлено возрастанием угловых скоростей перемещения цели.

13.3. Функциональная схема тов. Принципы работы телевизионного оптического визира

В системе замкнутого типа электрический сигнал от передающего звена к приемному передается по кабельной линии связи.

Телеоптической визир работает следующим образом. См. рис 72.

На мишень передающей трубки проецируется изображение перекрестия, предназначенного для определения положения визирной оси в пространстве. Визирная ось представляет собой прямую, проходящую через центр перекрестия и наблюдаемый объект. Положение визирной оси в пространстве может быть определено по направлению телевизионной камеры при условии, что изображение наблюдаемого объекта находится в центре перекрестия.

Объектив (рис. 74) оптической головки проецирует изображение наблюдаемого объекта на мишень *2* передающей трубки *3*.

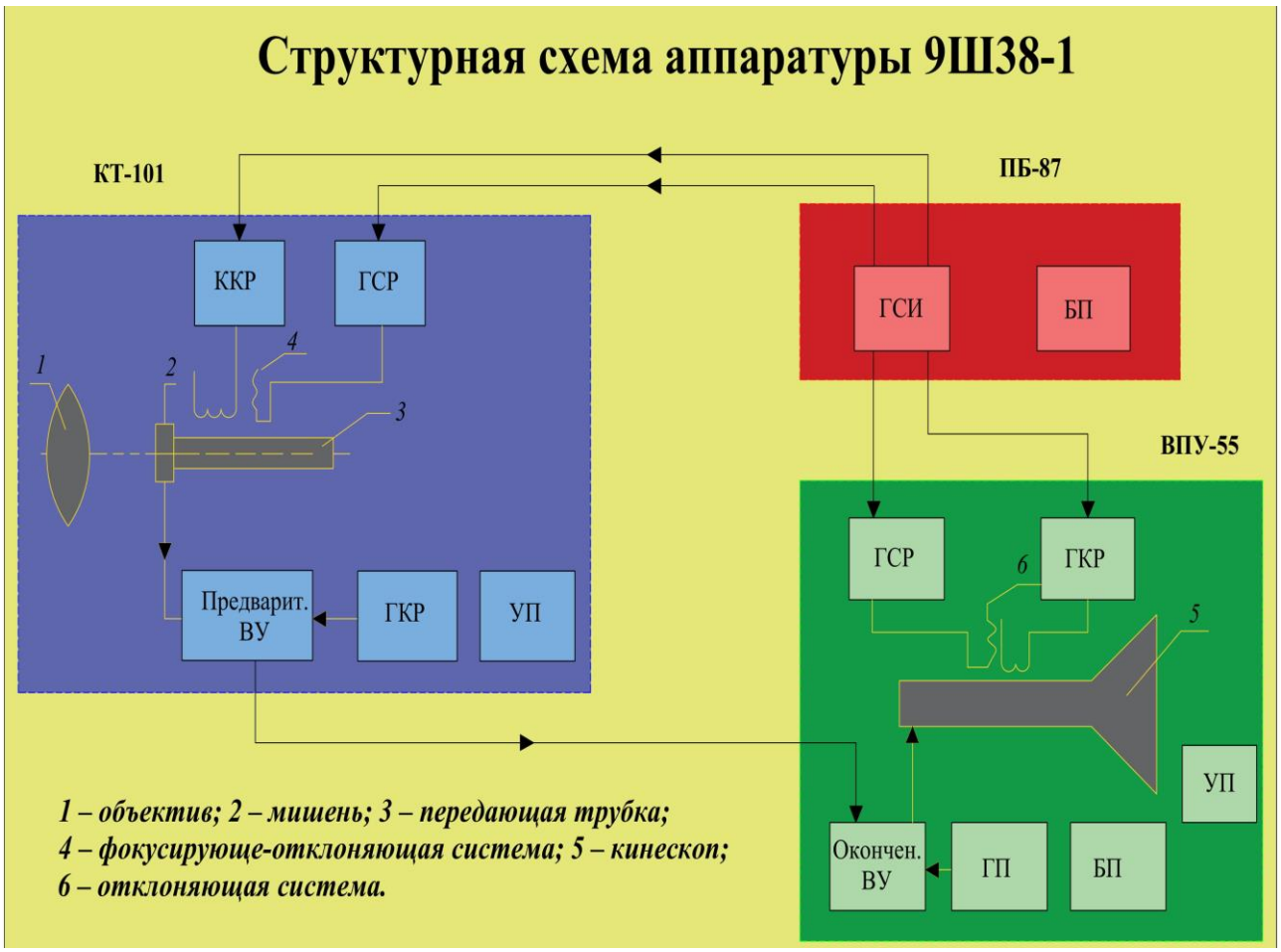


Рис. 74. Структурная схема аппаратуры 9Ш38-1:
1 – объектив; 2 – мишень; 3 – передающая трубка; 4 – фокусирующе-отклоняющая система; 5 – кинескоп; 6 – отклоняющая система

В цепи сигнальной пластины передающей трубки возникает ток видеосигнала, который усиливается предварительным видеоусилителем. С выхода предварительного видеоусилителя видеосигнал передается по кабелю на вход оконечного видеоусилителя. Усиленный видеосигнал подается далее на приемную трубку - кинескоп *5*, где происходит преобразование электрического сигнала в видимое изображение.

Генератор строчной развертки, ***генератор кадровой развертки*** и ***фокусирующе-отклоняющая система*** (ФОС) *4* осуществляют отклонение по строкам и кадрам электронного луча передающей трубки. Отклонение по строкам электронного луча приемной трубки осуществляется генератором строчной развертки и отклоняющей системой (ОС) *6,* а по кадрам - генератором кадровой развертки и отклоняющей системой (ОС) *6.*

Генератор синхронизирующих импульсов осуществляет синхронную и синфазную работу строчных и кадровых разверток передающей и приемной трубок.

Узел питания передающей камеры вырабатывает напряжения для питания второго анода и выравнивающей сетки передающей трубки.

Узел питания видеоприемного устройства вырабатывает высокое напряжение для питания второго анода приемной трубки.

Генератор перекрестия вырабатывает смесь импульсов перекрестия для получения на экране приемной трубки изображения электронного перекрестия, которое в данном изделии не используется.

Блок питания, находящийся в промежуточном блоке, является вторичным источником питания всех устройств и схем блока камеры и промежуточного блока, а блок питания видеоприемного устройства обеспечивает напряжением электрические схемы ВПУ.

Режим «Контроль» используется, как режим встроенного функционального контроля работоспособности аппаратуры. В этом режиме на мишень *2* передающей трубки *3* проецируется изображение испытательной тест - таблицы.

Существенное влияние на дальность обнаружения цели может оказать правильный выбор светофильтра телевизионной камеры. В условиях ясной солнечной погоды, когда цель находится на фоне голубого неба в направлении, противоположном направлению на Солнце, рекомендуется включать оранжевый светофильтр. При этом в результате затемнения фона светофильтром и подсвета цели солнечными лучами, повышается контрастность изображения на экранах ВПУ. Кроме того, оранжевый светофильтр снижает влияние воздушной дымки, но не тумана.

Голубой светофильтр включается в том случае, когда Солнце находится в том же направлении, что и сопровождаемая цель. В этом случае контрастность изображения повышается за счет высветления голубого неба, на фоне которого видно темное изображение неосвещенной Солнцем стороны цели. Прозрачный светофильтр применяется в условиях пониженной освещенности, а также при обнаружении и сопровождении цели, летящей ниже кромки сплошной серой облачности.

Смена светофильтров осуществляется нажатием кнопки СВЕТОФИЛЬТР на передней панели блока ВПУ-55. В исходном положении, т. е. при включенных тумблерах ВКЛ. ДЕЖ. РЕЖ. ТВ на блоке И-64В и РАБ. РЕЖ. ВКЛ. - на блоке ВПУ-55, устанавливается оранжевый светофильтр. После каждого нажатия кнопки СВЕТОФИЛЬТР последовательно устанавливается голубой, прозрачный, затем снова оранжевый светофильтр и т. д.



ГЛАВА 14. СРЕДСТВА РАЗВЕДКИ И ЦЕЛЕУКАЗАНИЯ

14.1. Назначение, состав и размещение

Средства разведки и целеуказания (СРЦ) предназначены для наблюдения за воздушной обстановкой, обнаружения воздушных целей, определения их координат и целеуказания станции наведения ракет. В сочетании с наземным радиолокационным запросчиком СРЦ служит также для опознавания своих самолетов. В качестве СРЦ в ЗРК С-75М применяется мобильная двухкоординатная радиолокационная станция метрового диапазона волн РЛС П-18 рис. 75. Прототип РЛС П-18 – РЛС П-12НП, рис.74, которая является модернизированным вариантом РЛС дальнего обнаружения самолетов П-12.



Рис. 74. РЛС П-12



Рис. 75. РЛС П-18

14.2. РЛС П-18

П-18 была создана на основе РЛС П-12МП путем перевода ее аппаратуры на новую элементную базу. Одновременно было проведено сопряжение РЛС с созданной к тому времени новой радиолокационной системой опознавания государственной принадлежности самолетов «Кремний-2М». После успешных испытаний новая РЛС П-18 в 1971 г. была принята на вооружение. В отличие от прототипа (РЛС П-12) РЛС П-18 обеспечивает выдачу более точного целеуказания наземным средствам поражения воздушных целей, а также наведение истребительной авиации на самолеты противника. Кроме того, эта станция имеет улучшенную помехозащищенность от радиоэлектронных помех.

В 1979 г. в комплект РЛС П-18 был введен новый запросчик, размещенный на самоходной отдельной автомобильной базе. Высокие технические характеристики, удобство эксплуатации, надежность, высокая мобильность обусловили большую известность РЛС П-18 и спрос на нее в войсках и за рубежом.



Рис. 76. Размещение элементов РЛС П-18 на позиции
1, 2 - силовые прицелы ПС-1, ПС-2; 3 - машина АМУ;
4 -аппаратная машина; 5 - машина запросчика 1Л22.

Тактико-технические характеристики РЛС П-18

Характеристики	РЛС П-18
Дальность обнаружения на высоте 35 км, км	250
Дальность обнаружения на высоте 100 м, км	30
Электромеханический наклон антенны, град	5-15

Станция предназначена для обнаружения и сопровождения воздушных целей, в том числе изготовленных по технологии «стелс», на большой дальности, определения государственной принадлежности и выдачи координат целей (дальности и азимута) на индикаторы и сопрягаемые с РЛС устройства.

Антенны, аппаратура, дизельные электроагрегаты смонтированы на двух автомобилях высокой проходимости и двух прицепах, что позволяет развертывать РЛС в труднодоступных местах. Возможно электропитание от промышленной сети.

Станция имеет выносное рабочее место оператора для дистанционного (до 500 *м*) контроля за воздушной обстановкой, управления системами РЛС, приема и передачи данных.

Проведена модернизация РЛС путем введения в ее состав аппаратуры защиты от активных шумовых помех (АЗШП) большой мощности, замены аналоговой аппаратуры защите, от пассивных помех на цифровую (ЦСДЦ) и ряда ламповых блоков на полупроводниковые.

Радиолокационная станция П-18 является дальномером и предназначена для обнаружения воздушных целей, определения их текущих координат

(наклонной дальности, азимута) и принадлежности. Кроме того, при сопряжении с высотомерами с выносного индикатора кругового обзора (ВИКО) обеспечивается полуавтоматическое целеуказание на высотомеры по азимуту и наклонной дальности.

Координаты целей определяются положением отметок целей на индикаторе кругового обзора (ИКО или ВИКО) относительно масштабной сетки, принадлежность - по наличию отметок опознавания, целеуказание производится с помощью визирной развертки с маркером дальности (рис. 77).

Станция П-18 является модернизацией РЛС П-12НП и в радиолокационной системе может использоваться:

- для обнаружения воздушных целей при автономной работе, а также для наращивания радиолокационного поля при сопряжении с РЛС П-14, П-14Ф, П-15МН, П-35, П-37 и 5Н87;

- для ввода данных о воздушных целях в автоматизированные системы управления (АСУ) «Воздух-1П», «Воздух-1М» и другие АСУ;

- для полуавтоматического целеуказания (по азимуту, углу места и дальности) зенитному ракетному комплексу С-75 при сопряжении с радиовысотомером ПРВ-13 (рис. 78);

- для определения трех координат воздушных целей (наклонной дальности, азимута и высоты) при работе в составе РЛК, состоящего из РЛС ГМ8 и радиовысотомера ПРВ-16 (ПРВ-9);

- для расширения возможностей по обнаружению и проводке маловысотных целей при сопряжении с РЛС П-15МН с отображением радиолокационной информации на одном индикаторе;



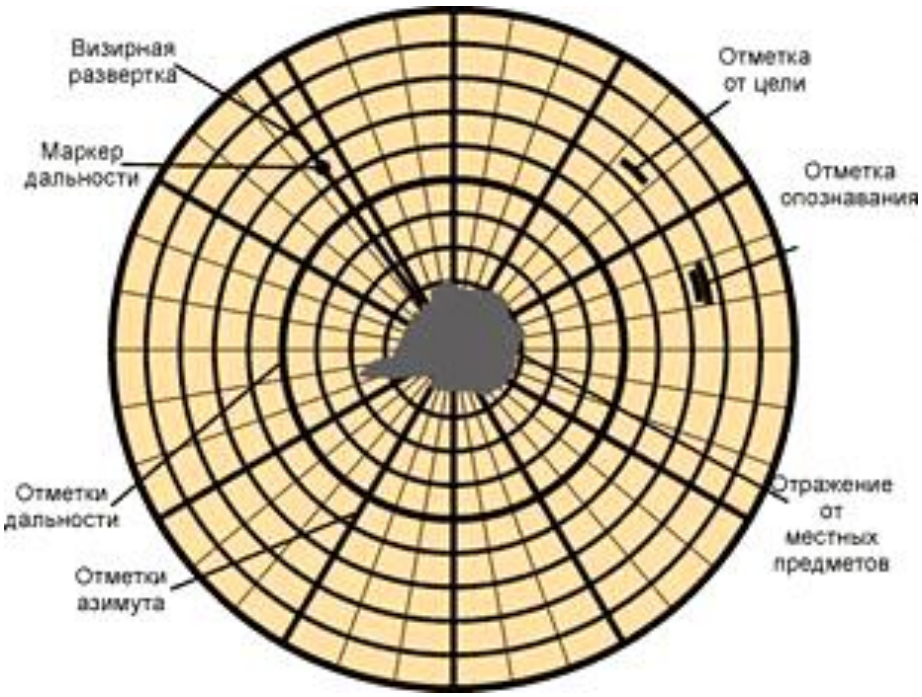


Рис. 77. Вид экрана ВИКО

- для обеспечения наведения и полетов истребительной авиации в аэродромных подразделениях, а также совмещенных с пунктами наведения;

- для восстановления радиолокационного поля после ядерных ударов, а также для создания скрытого радиолокационного поля (используется высокая мобильность РЛС).



Рис. 78. ПРВ - 13

Станция П-18 высокомобильная. В ее состав входят четыре транспортные единицы (рис. 76,79).

Аппаратная машина - автомобиль «Урал-375А» с кузовом К-375, масса автомобиля 12430 кг. В аппаратной машине размещены приемно-передающая аппаратура, индикаторы, аппаратура защиты и аппаратура опознавания.

Машина антенно-мачтовых устройств - автомобиль «Урал-375Д» со специальным кузовом, масса автомобиля 12936 кг. В машине АМУ размещаются элементы АМУ, лебедки для монтирования АМУ, ЗИП запросчика.

Два прицепа силовых ПС-1 и ПС-2 типа 700Г, масса прицепов 6545 и 6631 кг соответственно. В прицепах ПС-1 и ПС-2 размещаются по одному агрегату питания АД-10-Т/230-М, а также кабельные катушки и ЗИП станции.

Станция П-18 является станцией метрового диапазона, и поэтому при выборе позиции должно учитываться существенное влияние рельефа местности на формирование диаграммы направленности станции в вертикальной плоскости.



Рис. 79. Общин вид РЛС П-18 на позиции:

Наилучшей позицией является ровная горизонтальная площадка радиусом 500 - 1000 м на открытой местности или вблизи водной поверхности (рис.79).

Допустимые пределы неровности позиции:

- на расстоянии 100 м от антенны - не более 1 м;
- на расстоянии 500 м - до 3 м;
- на расстоянии 1000 м - до 5 м.

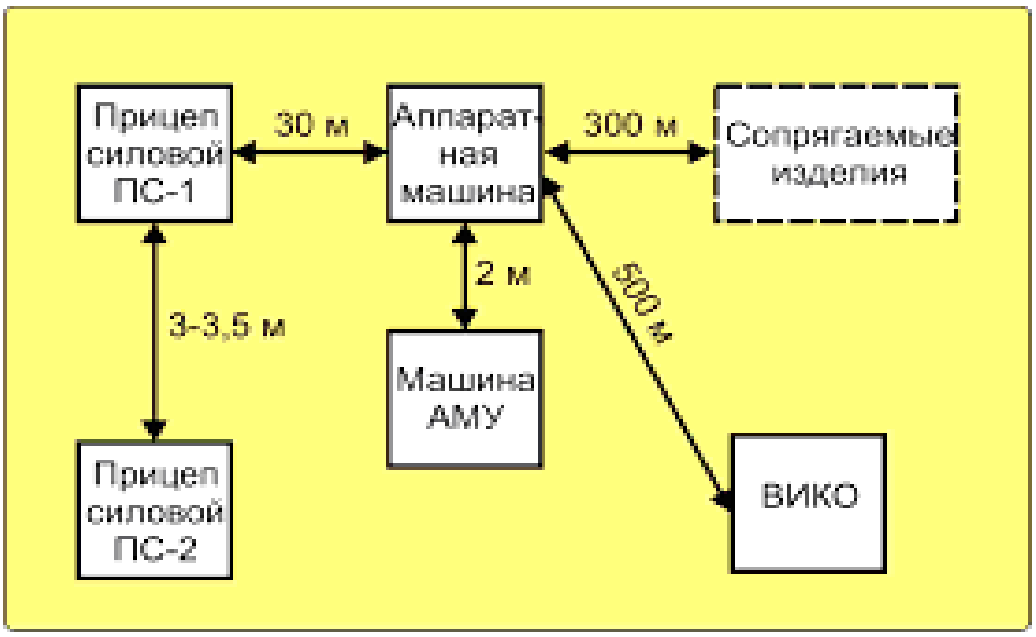


Рис. 80. Схема элементов РЛС на позиции

Уклон позиции допускается не более +0,5 - -2°. Схема элементов РЛС на позиции изображена на рис. 80. Площадка должна выбираться на расстоянии не менее 1000 м от леса и населенных пунктов сельского типа и не менее 2000 м от населенных пунктов городского типа. Отдельные деревья и мелкий кустарник на работу станции не влияют. Углы закрытия не должны превышать 15'. Водная поверхность увеличивает дальность обнаружения станции. Поэтому желательно размещать станцию вблизи водной поверхности на отлогом берегу не далее 100 м от берега при ширине зеркала водной поверхности не менее 400 м.

Основными показателями боевых возможностей РЛС являются:

- форма и размеры зоны обнаружения;
- информационная способность и качество радиолокационной информации;
- помехозащищенность;
- мобильность и живучесть.

Боевая работа на РЛС ведется полным или сокращенным боевым расчетом.

В состав боевых расчетов входят:

1. Начальник станции – 1;
2. Старший оператор - оператор ИКО – 1;
3. Оператор - оператор ВИКО – 1;
4. Электромеханик-водитель – 1.

14.3. РЛС П-19

Двухкоординатная РЛС обнаружения низколетящих целей П-19 (индекс 1РЛ134) предназначена для обнаружения низколетящих целей, отображения их на ИКО, выдачи данных по радиолинии на КП и выдачи информации в требуемой форме на сопрягаемую аппаратуру.

Радиолокационная станция позволяет определить азимут, наклонную дальность и опознать обнаруженную цель с помощью совмещенного с ней запросчика.

Работа РЛС возможна как на открытой позиции, так и из укрытия (окопа).



Рис. 81. РЛС П-19 на позиции

Технические данные.

1. Работает в дециметровом диапазоне волн и имеет 4 режима работы:

- амплитудный («А»);
- амплитудный с накоплением («Н»);
- когерентный («К»);
- смешанный – стробирование амплитудного и когерентного режимов («С»).

2. Для защиты от активных помех РЛС полуавтоматически перестраивается на одну из трех фиксированных частот.

Время перестройки не превышает 4 сек.

3. Масштабы ИКО по дальности: 100, 200, 300 км и 50 км с задержкой.

4. Ошибки измерения координат в 80% измерений на масштабе ИКО, равном 200 км не превышает:

- по наклонной дальности - ± 2000 м;
- по азимуту - ± 2º.

5. Разрешающая способность на масштабе ИКО, равном 200 км на Дн, свыше 100 км не хуже:

- по наклонной дальности – 2500 м;

- по азимуту - 8º.

6. Ширина диаграммы направленности в горизонтальной плоскости по уровню половинной мощности составляет 4,5º.

Граница зоны обзора в вертикальной плоскости составляет до 20º.

7. Величина боковых лепестков в горизонтальной плоскости не более 5% по мощности от величины основного лепестка.

8. Поляризация антенного устройства – горизонтальная.

9. Чувствительность радиоприемного устройства с выхода направленного ответвителя не хуже 1,65·10-14 Вт (Кш ≤ 4,8).

Полоса пропускания радиоприемного устройства составляет 0,8 ± 0,1 МГц.

Длительность зондирующего импульса – 2…2,2 мксек.

Импульсная мощность передающего устройства более 300 кВт.

Частота повторения зондирующего импульса – 500 и 600 Гц.

Скорости вращения антенного устройства – 6 и 12 оборотов в минуту.

Напряжения питающей сети – три фазы 220 В 400 Гц (2 шт. АБ16-Т/230/ч-400-М1). Двигательная установка на базе двигателя ГАЗ-24.

Расход топлива одним агрегатом – 11,2 литров в час.

10. Работа станции возможна при климатических условиях:

- температуре окружающего воздуха от -40º С до +50º С;

- влажности окружающего воздуха до 98% при тем-ре воздуха 20º ± 5º С;

- скорости ветра да 25 м/с;

- атмосферном давлении 528 мм ртутного столба, что соответствует подъему на высоту 3000 м;

- возможна работа во время дождя, инея, снегопада.

11. Размещена на двух автомобилях ЗиЛ-131.

Скорость транспортирования по дорогам с твердым покрытием – 30 км/ч.

Станция вписывается в габарит 02-Т при транспортировке железнодорожным транспортом.

12 Тип НРЗ – 1Л23-6.

Состав.

- аппаратная машина на автомобиле ЗиЛ-131 (машина № 1);

- агрегатная машина на автомобиле ЗиЛ-131 (машина № 2), на платформе которой размещены 2 агрегата питания, часть АФУ, механизм вращения антенны.



14.4. РЛС 5Н84

Радиолокационная станция 5Н84А (рис.82) за время эксплуатации и боевого применения показала исключительную надежность при решении важных задач, стоящими перед радиотехническими войсками, а именно:

- ведения радиолокационной разведки воздушного противника, его обнаружения на максимально возможных дальностях во всем диапазоне высот и скоростей полета, вскрытия состава, боевых порядков и направлений действий, определения государственной принадлежности воздушных объектов и выдачи информации предупреждения о начале нападения воздушного противника;
- выдачи боевой информации ЗРВ и истребительной авиации;
- выдачи разведывательной информации для боевого управления соединениями, частями и подразделениями;
- обеспечения контроля за перелетами (полетами) своей авиации;
- соблюдения установленного режима полетов;
- обнаружения ядерных взрывов, определения их координат и мощности.

Радиолокационная станция 5Н84А разработана коллективом ГНИИРТ под руководством главного конструктора Рожанского Леона Абрамовича в 1973 году. Станция по сути является глубокой модернизацией станции П-14Ф (главный конструктор Флаум Александр Михайлович), выпускаемой с 1967 года. За период серийного производства было выпущено 750 образцов РЛС 5Н84А. В настоящее время в РТВ стран СНГ имеется в наличии 340 РЛС, из них более 220 находятся на боевых позициях. Несмотря на то, что серийный выпуск РЛС давно прекращен и аппаратура морально устарела, по своим

характеристикам РЛС может использоваться в мирное время для выполнения задач боевого дежурства.



Рис. 82. РЛС 5Н84 на позиции

Радиолокационная станция 5Н84А принята на вооружение в 1974 году. Она выполнена на базе РЛС П-14Ф (рис.83), но имеет более высокие возможности в условиях активных помех и более высокую мобильность.

Повышение возможностей по ведению радиолокационной разведки воздушных объектов в условиях активных шумовых помех достигнуто:

- применением трехканального корреляционного автокомпенсатора;
- сохранением способов защиты РЛС П-14Ф (перестройка на запасные частоты, режим ШАРУ);
- внедрением пеленгационного канала, обеспечивающего определение азимута ПАП.

Повышение мобильности достигнуто размещением АМУ на прицепах, выполнением АМУ в виде свертывающейся конструкции, уменьшением количества силовых прицепов до двух. Такое конструктивное выполнение позволило сократить потребное количество автомашин для транспортировки с 36 до 7, а также более чем в два раза сократить время, затрачиваемое на развертывание РЛС и приведение ее в боеготовность до 24 вместо 62 часов.



Рис. 83. РЛС П-14 на позиции

РЛС 5Н84А имеет также отличие от П-14Ф по размещению аппаратуры, схемным решениям отдельных функциональных узлов и некоторыми техническими характеристиками.

Общие сведения об РЛС 5Н84

Подвижная, помехозащищенная радиолокационная станция 5Н84А предназначена для дальнего обнаружения воздушных объектов, определения их текущих координат и государственной принадлежности и выдачи радиолокационной информации как в автоматизированных, так и неавтоматизированных группировках РТВ.

Она обеспечивает:

- дальнее обнаружение воздушных целей и определение их текущих координат (наклонной дальности и азимута);
- определение высоты при совместной работе с радиовысотомером ПРВ-11 или ПРВ-13 (рис.84);
- определение принадлежности воздушных целей с помощью наземного радиолокационного запросчика (НРЗ);
- определение среднего азимута постановщиков активных шумовых помех;
- определение координат и характеристик ядерных взрывов;
- наблюдение за космическими аппаратами при их старте или на траектории спуска.



Рис. 84. ПРВ-13 на позиции

Вид экрана ИКО при отсутствии активных шумовых помех показан на рис.85.

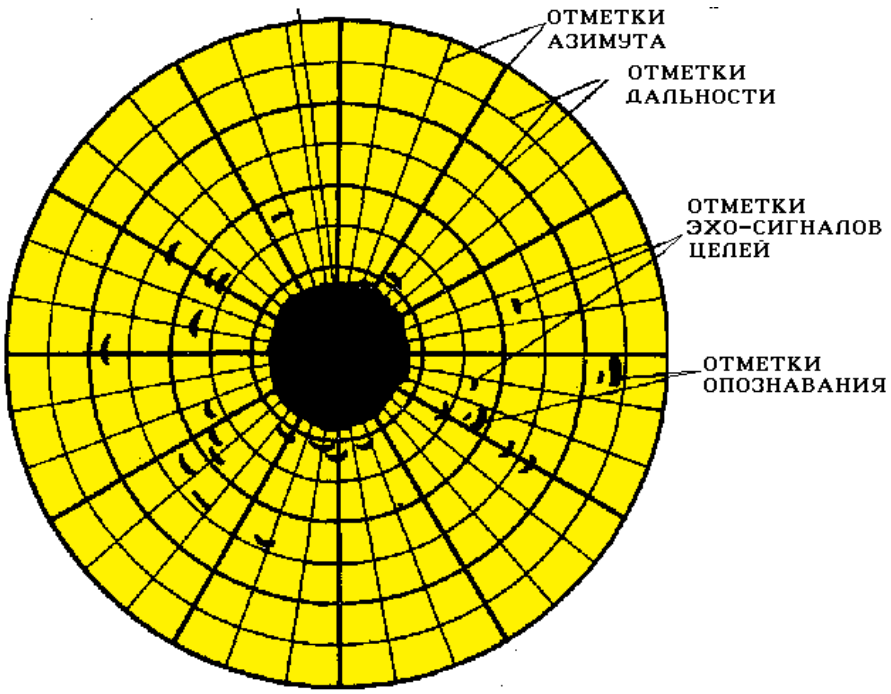


Рис. 85. Вид экрана ИКО при отсутствии активных помех

Радиолокационная станция 5Н84А находится на вооружении радиолокационных рот и радиотехнических батальонов (радиотехнических центров). Она является подвижной помехозащищенной РЛС метрового диапазона волн.



Рис. 86. Общий вид РЛС 5Н84 развернутой на позиции

Радиолокационная станция 5Н84А является подвижной РЛС. Подвижность ее обеспечивается размещением аппаратуры, АМУ, другого оборудования и имущества на полуприцепах.

В состав РЛС входят семь транспортных единиц (рис.86): три аппаратных полуприцепа типа ОДАЗ-828К:

- полуприцеп АП-1 (рис. 87), в котором размещена приемно-индикаторная аппаратура, аппаратура защиты от помех и аппаратура опознавания;

- полуприцеп АП-2 (рис.88), в котором размещена передающая аппаратура, а также элементы антенно-фидерной системы (АФС) и системы вращения антенн (СВА);

- полуприцеп АП-3 (рис.89), в котором размещены два ВИКО, аппаратура сопряжения и дистанционного управления, кроме того, в полуприцепе АП-3 предусмотрены места для установки двух выносных индикаторов высоты радиовысотомера ПРВ-11 (ПРВ-13) при его сопряжении с РЛС;

- два антенных полуприцепа на шасси МАЗ-958Б: полуприцеп АнП-1 (рис.90), на котором размещены основное АМУ с приводом вращения и антенны дополнительных каналов (А1...А4).



Рис. 87. Аппаратный полуприцеп АП-1



Рис. 88. Аппаратный полуприцеп АП-2



Рис. 89. Аппаратный полуприцеп АП-3



Рис. 90. Антенный полуприцеп АнП-1

- два прицепа дизельной электростанции: прицеп 5Е96 дизельной электростанции на повозке МАЗ-5224Б с кузовом типа КУНГ-П10 (рис.91), в котором размещены два дизель-электрических агрегата АД-100-N/400;



Рис. 91. Прицеп дизельной электростанции 5Е96

- прицеп 5Е88 распределительно-преобразовательной кабины на повозке МАЗ-5224Б с кузовом типа КУНГ-П10 (рис.92), в котором размещены два преобразователя ПСЧ-50К, один преобразователь ПСЧ-15К и дизель-электрический агрегат АД-30-Т1/400-1.



Рис. 92. Прицеп распределительно-преобразовательной кабины 5Е88

Удаление прицепов 5Е96, 5Е88 дизельной электростанции, аппаратного полуприцепа АП-3 антенных полуприцепов АнП-1, АнП-2 от аппаратного полуприцепа АП-1 определяется длиной кабелей.

Радиолокационная станция 5Н84А работает в метровом диапазоне волн. Поэтому при выборе позиции нужно учитывать, что рельеф местности существенно влияет на формирование диаграммы направленности основной антенны в вертикальной плоскости, а значит и на зону видимости РЛС.

Для обеспечения требуемой зоны видимости позиции для РЛС следует выбирать на ровной местности радиусом 1000...1500 *м*.

При этом допускаются отдельные неровности, не превышающие по высоте (глубине):

1 *м* - в радиусе до 100 *м* (от антенного полуприцепа АнП-1),

2 *м* - в радиусе до 500 *м*;

3 *м* - в радиусе до 1000 *м*;

5 *м* - в радиусе до 1500 *м*.

В горных районах ровная площадка должна быть радиусом не менее 500 метров.

Высота размещения РЛС над уровнем моря не должна превышать 1000 *м*.

Допустимые углы закрытия основной антенны РЛС не более 15'. Отдельные деревья и редкий кустарник на работу РЛС не влияют.

Допустимый угол равномерного подъема площадки должен быть +0,5, а допустимый угол уклона площадки не более минус два градуса.

Позиция должна выбираться на расстоянии 3...4 *км* от крупных населенных пунктов, городов, железобетонных сооружений, лесных массивов и на расстоянии 2,5...3,0 *км* от многопроводных линий связи и высоковольтных линий электропередач.

Наиболее полно реализуются боевые возможности РЛС на позиции, выбранной вблизи водных поверхностей. Поэтому целесообразно выбирать позицию на острове, мысе, отлогом берегу моря или реки, у ровных болотистых мест.

Там, где невозможно обеспечить необходимые требования к позиции вкруговую, допускали выбор позиции, отвечающей этим требованиям в ответственных секторах.

Радиолокационная станция 5Н84А состоит на вооружении отдельных радиотехнических рот и радиотехнических батальонов (центров) РТВ ПВО и группы дивизионов ЗРК С-200.

Радиолокационная информация РЛС 5Н84А на командных пунктах подразделений РТВ используется для выдачи разведывательной и боевой информации. Радиолокационная станция обеспечивает добывание РЛИ по целям, летящим на малых, средних и больших высотах, в сложных условиях радиоэлектронного подавления, в различных климатических и погодных условиях при работе как автономно, так и при сопряжении с автоматизированными системами управления и другими РЛС.

Координаты целей определяются по положению отметок целей на ИКО (ВИКО) относительно масштабной сетки (отметок азимута и дальности), а

принадлежность - по наличию отметок опознавания. Наклонная дальность определяется как расстояние от начала развертки до ближнего края дужки (отметки от цели) по электрическим масштабным отметкам дальности. Азимут цели определяется путем визуального отсчета азимута середины дужки (отметки от цели) с помощью электрических азимутальных отметок. Азимут постановщика помех определяется по середине отметки пеленга.

При автономной работе РЛС выдача РЛИ осуществляется с индикаторных устройств станции. В состав РЛС входят один ИКО прицепа АП-1 и два ВИКО прицепа АП-3. ВИКО могут быть вынесены из АП-3 и установлены на КП подразделения. При таком способе боевого применения станции обеспечивается выдача РЛИ с одного индикатора по 8-10 целям в минуту.

Для повышения информационной возможности РЛС сопрягается с КСА. При таком способе боевого применения информационная возможность повышается. Кроме того, сопряжение с КСА обеспечивает повышение точности и уменьшение времени запаздывания РЛИ. РЛС 5Н84А может работать в составе АРТУ, сопрягается с объектами автоматизированных систем управления АСУРК 1М, В-1М. Сопряжение РЛС с КСА осуществляется через аппаратуру сопряжения С-14 (1РЛ-52), которая размещена в стойке №1 прицепа АП-3.

Радиолокационная станция сопрягается с КСА ПОЛЕ и ОСНОВА. Подключение к КСА ПОЛЕ осуществляется по первому каналу устройства сопряжения со станциями (УСС). От РЛС выдаются аналоговые сигналы по кабелю. Управление работой РЛС осуществляется с 86Ж6 посредством пульта ПДУ-Д №2, который размещен над РМ-1. С пультов дистанционного управления ПДУ-Д №2 выдаются команды на РЛС в части выключения излучения РЛС и задания режимов опознавания. Расстояние между прицепами П1 КСА и прицепами АП-1 и АП-3 РЛС составляет 1000 *м* и 50 *м* соответственно.

Радиолокационная станция 5Н84А применяется совместно (в комплексе) с РЛС П-12, П-18, РЛК 5Н87, радиовысотомерами ПРВ-11, ПРВ-13, ПРВ-17 (рис.93).

Боевое применение РЛС 5Н84А совместно с РЛС П-12, П-18 обеспечивает исключение взаимных помех и уменьшает радиус "мертвой" воронки комплекса станций. При наклоне антенны РЛС П-18 вверх на 15^{o} (в РЛС П-12 до 20^{o} радиус "мертвой" воронки радиолокационной станции 5Н84А и П-18, работающих в комплексе, уменьшается до высоты полета цели ($R_{мв} = H_{ц}$). При автономной работе станции он составляет: для РЛС 5Н84А - $R_{мв}$= (3,3-4,7) $H_{ц}$, для РЛС П-18 - $R_{мв}$= 1,8 $H_{ц}$.

Боевое применение РЛС 5Н84А совместно с РЛК 5Н87 обеспечивает исключение взаимных помех, а также отображение воздушной обстановки в пределах зоны обнаружения РЛС 5Н84А на индикаторных устройствах комплекса.

Боевое применение РЛС 5Н84А совместно с радиовысотомерами обеспечивает получение трех пространственных координат ВО.



Рис. 93. ПРВ-17

Сопряжение РЛС 5Н84А с указанными радиолокационными станциями обеспечивается с помощью аппаратуры сопряжения С-14, а с радиовысотомерами - С-119. Кроме ведения радиолокационной разведки средств воздушного нападения противника, РЛС 5Н84А может быть использована для обнаружения и сопровождения низкоорбитальных ИСЗ и определения координат ядерных взрывов.

Для защиты расчета РЛС от воздействия оружия массового поражения (ОМП) в РЛС имеется аппаратура дистанционного управления, которая позволяет вести боевую работу с защищенного КП (из аппаратного полуприцепа АП-3), удаленного от остальных прицепов РЛС на расстояние до 1000 *м*.

Изделие 71Е6

Предназначено для:

- определения принадлежности обнаруженных РЛС объектов к своему государству;

- индивидуального опознавания своих объектов, т.е. для определения принадлежности объектов к определенным группировкам или подразделениям своих вооруженных сил, либо бортового номера самолета;

- получения полетной информации (высоты, запаса топлива и др.)от воздушных объектов, оборудованных ответчиками;

- определения координат своих воздушных объектов, терпящих аварию, путем приема от них специальных сигналов "Тревога" и "Бедствие".

В отдельных случаях с помощью СРЛО может организовываться наведение своих истребителей за пределами зоны обнаружения РЛС.

В СРЛО используются принципы активной локации с активным ответом. Опознавание осуществляется путем обмена информацией между двумя объектами, оборудованными запросными и ответными устройствами. Эти два объекта в режиме одностороннего опознавания образуют линию опознавания.



Зона опознавания изделия перекрывает зону обнаружения сопрягаемой РЛС. Дальность и высота будет зависеть от мощности передающего устройства. Изделие 71Е6 является РЛС большой мощности. *Разрешающая способность изделия по дальности* определяется диапазоном режима работы. *Разрешающая*

способность по азимуту составляет – 2-4^0, при использовании фазового метода, в – 8-15^0.

Для защиты от активных шумовых помех используется автокомпенсатор, который обеспечивает коэффициент подавления 6-8 дБ. *Мобильность* определяется возможностью передислокации и развертывания на новой позиции. Скорость его транспортировки по грунтовым дорогам 20-40 км/ч, по асфальтовым – 60 км/ч. Время развертывания и свертывания - 30 мин штатным расчетом РЛС. *Время включения* в режим боевой работы не превышает 3 мин. *Среднее время наработки на отказ* составляет 200 ч.

Технические характеристики

Импульсная мощность составляет:

в IIIд – 5,6…10,.5 кВт

в VIIд – 9,5…10,5 кВт

Частота запуска определяется передающим устройством и составляет 430 Гц. Чувствительность приемо-дешифрирующего тракта не хуже минус 103db/Вт. Скорость вращения антенной системы в режиме синхронного вращения от 0 до 6 об/мин. Питание изделия осуществляется от сети 3ф 220В 400Гц . Потребляемая мощность не превышает 6 кВт без камин-вентиляторов. Скорость ветра, которую выдерживает антенная система в рабочем состоянии – до 25 м/с.



14.5. ПРВ-13

Радиовысотомер предназначен для определения высоты полета находящихся в воздухе объектов и может использоваться как дальномер.

Радиовысотомер ПРВ-13 применяется в составе РЛК 5Н87, П-80А, П-35М, П-14Ф.

Радиовысотомер электрически сопрягается с автоматизированными системами управления АРТУ-1, АПН КАСКАД-М, АСПД-1М и АСУРК-1М, при этом с АСУ на радиовысотомер выдается целеуказание по азимуту и дальности, а с радиовысотомера на АСУ – данные о высоте цели (в виде постоянного напряжения или двоичного кода).

Аппаратура радиовысотомера смонтирована в трех прицепах (рис.94).



Рис. 94. ПРВ-13

В прицепе В1, на повозке типа КЛУ-10 с вращающейся кабиной типа 805, размещены приемо-передающая аппаратура, Антенно-волноводная система, аппаратура системы управления и вспомогательная аппаратура. Масса прицепа 16600 кг.

В прицепе В2 типа 761 размещены индикаторная аппаратура, системы вычитания и синхронизации, агрегат питания АД-30-Т-230-400. Масса прицепа 7700 кг.

В прицепе В3 типа 761 размещены агрегат питания АД-30-Т-230-400 и преобразователь ВПЛ-30. Вес прицепа 7210 кг.

Радиовысотомер развертывается на ровной круглой площадке диаметром не менее 100 м, имеющей углы закрытия не более +15'.

Прицепы В2 и В3 устанавливаются в укрытии, В1 - на насыпи высотой 6 - 8 м.

Взаимное удаление прицепов определяется длиной кабелей. Индикаторный шкаф может выноситься из прицепа В2 на удаление до 500 м.

Для передислокации высотомера нужны три тягача типа Краз-214 или ЯАЗ-214. Скорость транспортировки по асфальтовой дороге не более 40 км/ч, по булыжной — 30 *км*/ч, по грунтовой — 20 *км*/*ч*, по бездорожью — не более 8 *км*/*ч*.

Основные технические характеристики.

1. Импульсная мощность передатчика не менее 1,4 *МВт*.

2. Режимы запуска:

- РЕДКИЙ-1, период повторения соответствует 410 *км*;
- РЕДКИЙ-2, период повторения соответствует 450 *км*;
- ЧАСТЫЙ, несимметричный, с периодами повторения 220, 190 *км*;
- ВНЕШНИЙ, с периодом повторения импульсов запуска дальномера.

3. Длительность высокочастотного импульса в режиме редкого запуска 3 *мкс*, в режиме частого 1,5 *мкс*.

4. В качестве высокочастотного генератора применяется магнетрон МИ-14 различных литеров.

5. Чувствительность приемного устройства оценивается коэффициентом шума, который должен быть не более 5.

6. Масштабы высоты: 8, 5; 17; 34; 85 *км*.

7. Режимы работы: «амплитудный», «когерентный» и «амплитудно-когерентный».

8. Запрет излучения устанавливается в пределах азимутальных секторов шириной от 20 до 200°. Биссектриса сектора запрета может быть установлена на любом азимуте.

9. Радиовысотомер питается переменным трехфазным напряжением 220 *В* ±5% частотой 400 *Гц* от основной или резервной электростанции.

Предусмотрена возможность питания от промышленной сети напряжением 220/380 *В*, 50 *Гц* через сетевой преобразователь ВПЛ-30.

Мощность, потребляемая радиовысотомером 21 *кВт*.

Состав боевого расчета радиовысотомера.

Состав полного боевого расчета:

- начальник радиовысотомера;
- оператор радиовысотомера;
- электромеханик-дизелист.

Состав сокращенного боевого расчета:

- оператор радиовысотомера;
- электромеханик-дизелист.

Боевой расчет радиовысотомера входит в состав боевого расчета комплекса дальномера с радиовысотомером.

Начальник (оператор) радиовысотомера при боевой работе подчиняется начальнику смены комплекса.

14.6. ПРВ-16

Боевые возможности радиовысотомера ПРВ-16 (рис.95) характеризуются:
- составом выдаваемой информации;
- размерами и формой зоны видимости;
- точностью выдаваемой информации;
- разрешающей способностью по измеряемым координатам;
- дискретностью выдаваемой информации;
- помехозащищенностью;
- мобильностью;
- живучестью.



Рис. 95. ПРВ-16

Состав выдаваемой информации.

Составом информации называется полный перечень данных о радиолокационной цели: координаты, принадлежность, состав, параметры траектории движения. Радиовысотомер выдает высоту целей и их характеристики: количество самолетов в групповой цели, их взаимное расположение по высоте и т. д.

При работе в режиме дальномера радиовысотомер определяет азимут и дальность до цели.

Размеры и форма зоны видимости.

Зоной видимости РЛС называется область воздушно-космического пространства, в пределах которой с заданной вероятностью обеспечивается обнаружение целей, определение их координат и характеристик.

Зона видимости ПРВ-13 по углу места от -2 до +32°. Радиус «мертвой воронки» равен примерно 1,8 $H_ц$. Верхняя граница определения высоты составляет 85 *км*.

В зависимости от режимов вращения и качания антенной системы можно выделить семь вариантов зон обнаружения радиовысотомера.

Режимы вращения и качания устанавливаются с помощью переключателей блока ЛЦ-09:

1. РУЧНОЙ, КАЧАНИЕ 30°. Ручкой АЗИМУТ антенна устанавливается на определенный азимут и начинает качаться (с амплитудой 15° и частотой 30 взмахов в минуту). Биссектриса сектора качания может быть плавно установлена на углы места в пределах 13-17°. Значение биссектрисы угла выбирается ручкой БИССЕКТРИСА. Ноль градусов на шкале ручки соответствует углу места антенны, равному 15°.

Следовательно, перемещая ручку биссектрисы на любой из выбранных азимутов в вертикальной плоскости, можно просмотреть пространство в пределах от -2 до +32°. Режим РУЧНОЙ, КАЧАНИЕ 30° — основной режим работы высотомера, обеспечивающий измерение высоты цели в максимально возможной зоне обнаружения по углу места.

2. СЕКТОР, КАЧАНИЕ 30°. В выбранном секторе антенна по азимуту управляется автоматически, скорость ее перемещения 54 *град*/*мин*. Ширина сектора устанавливается плавно ручкой СЕКТОР в пределах 10 - 170°. Биссектриса сектора выбирается ручкой АЗИМУТ.

Качание антенны по углу места такое же, как и в режиме РУЧНОЙ, КАЧАНИЕ 30°.

Режим СЕКТОР, КАЧАНИЕ 30° используется при поиске целей и при работе по нескольким целям на разных азимутах.

3. РУЧНОЙ, ОСТАНОВ. По азимуту антенна управляется ручкой АЗИМУТ, а по углу места — ручкой УГОЛ МЕСТА. Антенну можно установить под любым углом места в пределах от -2 до +30°. Этот режим необходим для настройки системы качания.

4. КРУГОВОЙ, ОСТАНОВ. По азимуту система вращается со скоростью 6 или 10 *об*/*мин*, а по углу места антенну можно останавливать на углах места в

пределах от -2 до +30°. Режим используется для обнаружения низколетящих целей, их селекции по высоте с измерением двух координат (азимута и дальности) и отображения обстановки на индикаторе кругового обзора. На индикаторе высоты обстановка также видна, но только в направлении выбранного угла места.

5. КРУГОВОЙ, ПРОГРАММА. По азимуту антенна вращается, как и в режиме КРУГОВОЙ, ОСТАНОВ. По углу места с помощью ручки УГОЛ МЕСТА антенну можно установить под углами от -2 до +30°. При этом возможен одно-, двух- или трехвитковый обзор пространства. При многовитковых обзорах через каждый оборот антенна поднимается на угол, равный ширине диаграммы направленности. Число витков в режиме выбирается переключателем ПРОГРАММА.

Данный режим .используется для обнаружения и проводки целей на всех высотах с выдачей двух координат (дальности и азимута) на индикатор кругового обзора.

6. СЕКТОР, КАЧАНИЕ 6°. В выбранном секторе антенна по азимуту управляется автоматически, скорость ее перемещения 135 *град/мин*. По углу места антенна качается с амплитудой 3° и частотой 72 взмаха в минуту. Биссектриса сектора может быть плавно установлена ручкой УГОЛ МЕСТА в пределах от +1 до +27°.

Этот режим используется для определения трех координат целей, находящихся в просматриваемом секторе.

7. РУЧНОЙ, КАЧАНИЕ 6°. По азимуту антенна управляется ручкой АЗИМУТ, а по углу места — аналогично режиму СЕКТОР, КАЧАНИЕ 6°.

Режим используется на последнем этапе наведения. Использование ПРВ-13 в режиме дальномера позволяет:

- обнаруживать маловысотные цели до пределов радиогоризонта; дальность обнаружения низколетящей цели с $\sigma = 1\ м^2$ в режиме кругового обзора при наклоне антенны на угол +15° и скорости вращения 6 *об/мин* составляет;

$H_ц$ (м)	50	100	300	500
$Д_ц$ (км)	32	46	77	90

- создавать селективное по высоте радиолокационное поле;
- определять одновременно три координаты цели;
- повышать помехоустойчивость маловысотного радиолокационного поля.

В этом режиме работы диаграмма направленности «прижимается» к земле. Поэтому воздействие активных помех, принятых по главному лепестку при их постановке со средних и больших высот, будет ослаблено.

Пассивные помехи, поставленные на этих высотах, воздействуют на радиовысотомер в течение того короткого промежутка времени, когда пассивные отражатели пересекают узкую зону, облучаемую радиовысотомером в вертикальной плоскости.

Таким образом, зона видимости радиовысотомера обеспечивает обнаружение и определение высоты полета целей, летящих на высотах 28000 - 30000 *м*, малоразмерных целей типа «Хаунд Дог», летящих на высотах 18000 - 2000 *м*, обнаружение и определение координат низколетящих целей.

Точность выдаваемой информации.

Максимальная ошибка при определении координат в 80% измерений составляет:

- по высоте не более ±300 *м* на дальности до 200 *км* и не более ±500 *м* на дальности свыше 200 *км*;
- по азимуту не более ±2° в режиме высотомера и ±1° в режиме кругового обзора (дальномера);
- по дальности не более ±1000 *м* при масштабе 200 *км*.

Разрешающая способность.

- по углу места 1° на дальностях больше 200 *км*;
- по высоте 1 *км* на дальности 100 *км* и 2 *км* на дальности 200 *км*;
- по азимуту 2°;
- по дальности 2 *км*.

Таким образом, радиовысотомер позволяет определять превышение (принижение) самолетов в боевых порядках при условии, если их азимуты отличаются на 2° или дальности на 2 *км*.

Дискретность выдаваемой информации.

Время, необходимое для определения высоты одной цели после получения целеуказания, составляет 11 *с*.

Дискретность выдачи высоты зависит от количества целей, их взаимного расположения по азимуту и режима работы системы синхронно-следящей передачи вращения кабины радиовысотомера. Система вращения кабины может работать в следующих режимах:

- режим ручного управления (с блока ЛЦ-09);
- режим кругового обзора со скоростями вращения 6 или 10 *об*/*мин*;
- режим секторного обзора со скоростью 54 или 135 *град*/*мин* (в пределах секторов от 10 до 170°);
- режим ручного управления (с блока ДЛ-06) при сопряжении радиовысотомера с дальномером;
- режим внешнего управления с УСД или ИСВ при сопряжении радиовысотомера с системой ВОЗДУХ-1М.

Помехозащищенность.

Под помехозащищенностью понимается способность РЛС выдавать информацию о воздушной обстановке при воздействии на нее

радиолокационных помех. Основными видами помех являются: активные, пассивные и комбинированные.

Активные - помехи, создаваемые посторонними источниками электромагнитных колебаний (радиопередатчики, молнии, искрения и т. д.).

Пассивные - помехи, создаваемые электромагнитными колебаниями, излученными самой РЛС после их отражения от различных неподвижных или медленно перемещающихся объектов. Такими объектами могут быть местные предметы (горы, лес, здания, морские волны, облака и др.) и искусственные отражатели (металлизированные ленты или волокна, уголки и др.). Так как источники пассивных помех имеют большие отражающие поверхности, то амплитуда импульсов пассивных помех может оказаться значительно больше амплитуды эхо-сигналов, что приводит к перегрузке приемника и индикатора. В результате этого полезные сигналы могут быть потеряны.

Комбинированные - это совместно действующие активные и пассивные помехи. Они оказывают более сильное воздействие на РЛС, чем активные или пассивные помехи, применяемые раздельно.

Защита от активных помех

В настоящее время средствами создания активных помех вооружен весь самолетный парк вероятного противника.

На каждом стратегическом бомбардировщике Б-52 установлено до 9 - 13 передатчиков помех, из которых 7 - 8 предназначены специально для подавления РЛС обнаружения, наведения и целеуказания. На самолетах тактической авиации устанавливается до 4, а на самолетах авианосной авиации - до 3 - 6 передатчиков, создающих скользящие, шумовые и ответно-импульсные помехи РЛС (преимущественно в сантиметровом диапазоне волн). Большинство передатчиков помех имеет электронную перестройку частоты. Для защиты радиовысотомера от воздействия активных помех имеются два разнесенных по частоте передающих канала. В каждом из них может быть установлен один из четырех литерных магнетронов. Время переключения каналов в процессе боевой работы составляет 2 *с*, время перехода на новую программу - не более 1 *ч*.

Для защиты от несинхронных импульсных помех предусмотрен специальный фильтр помех.

Для защиты от ответных импульсных помех применяется аппаратура подавления бокового ответа (ПБО), которая дает возможность подавить ответные импульсные помехи, принятые боковыми лепестками диаграммы направленности основной антенны радиовысотомера.

Защита от пассивных помех

Помехозащищенность радиовысотомера от пассивных помех характеризуется допустимой линейной плотностью пассивных помех, при которой еще возможно обнаружение целей с заданной эффективной отражающей поверхностью.

Для защиты радиовысотомера от пассивных помех применяется электрическая система, обеспечивающая выделение из всех поступающих к радиовысотомеру сигналов импульсов от движущихся целей и подавление импульсов от неподвижных объектов, называемая системой селекции движущихся целей (СДЦ). Работа ее основана на когерентно-импульсном методе радиолокации с чересперiодным вычитанием эхоимпульсов.

Аппаратура СДЦ высотомера обеспечивает обнаружение и определение высоты целей с $\sigma = 10$ *м*^{2} при линейной плотности помехи 2 - 4 стандартных пачек на 100 *м* пути.

Вероятный противник может создать линейную плотность помехи свыше 10 *пачек* на 100 *м* пути. Однако такая плотность помех, которую не в состоянии снять аппаратура СДЦ, может быть создана лишь кратковременно и на отдельных узких участках, поскольку потребуется большое количество специальных самолетов-постановщиков помех.

Мобильность

Мобильность высотомера определяется возможностями передислокации на новую позицию, условиями транспортировки, сроками развертывания (свертывания) и готовностью к боевой работе. Высотомер является подвижной РЛС, что позволяет перебазировать его на новую позицию и использовать в качестве резерва для восстановления радиолокационного поля.

Время развертывания и свертывания радиовысотомера расчетом из 5 человек составляет 4,5 *ч*. Время включения на боевую работу - не более 8 *мин*.

Живучесть

Основным способом повышения живучести является всестороннее инженерное оборудование позиций. Наряду с оборудованием укрытий для техники и личного состава большое внимание должно уделяться укрытию кабельного хозяйства и маскировка позиций.

Основные технические характеристики

1. Импульсная мощность передатчика не менее 1,4 *МВт*.
2. Режимы запуска:
- РЕДКИЙ-1, период повторения соответствует 410 *км*;
- РЕДКИЙ-2, период повторения соответствует 450 *км*;
- ЧАСТЫЙ, несимметричный, с периодами повторения 220, 190 *км*;
- ВНЕШНИЙ, с периодом повторения импульсов запуска дальномера.
3. Длительность высокочастотного импульса в режиме редкого запуска 3 *мкс*, в режиме частого 1,5 *мкс*.
4. В качестве высокочастотного генератора применяется магнетрон МИ-14 различных литеров.
5. Чувствительность приемного устройства оценивается коэффициентом шума, который должен быть не более 5.
6. Масштабы высоты: 8, 5; 17; 34; 85 *км*.

7. Режимы работы: «амплитудный», «когерентный» и «амплитудно-когерентный».

8. Запрет излучения устанавливается в пределах азимутальных секторов шириной от 20 до 200°. Биссектриса сектора запрета может быть установлена на любом азимуте.

9. Радиовысотомер питается переменным трехфазным напряжением 220 *В* ±5% частотой 400 *Гц* от основной или резервной электростанции.

Предусмотрена возможность питания от промышленной сети напряжением 220/380 *В*, 50 *Гц* через сетевой преобразователь ВПЛ-30.

Мощность, потребляемая радиовысотомером 21 *кВт*.

Состав боевого расчета радиовысотомера

Состав полного боевого расчета:

- начальник радиовысотомера;
- оператор радиовысотомера;
- электромеханик-дизелист.

Состав сокращенного боевого расчета:

- оператор радиовысотомера;
- электромеханик-дизелист.

Боевой расчет радиовысотомера входит в состав боевого расчета комплекса дальномера с радиовысотомером.

Начальник (оператор) радиовысотомера при боевой работе подчиняется начальнику смены комплекса.

ГЛАВА 15. СИСТЕМА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ КОМПЛЕКСА

15.1. Назначение и состав

Система электроснабжения огневого комплекса С-75М предназначена для обеспечения электрической энергией всех потребителей комплекса при боевой работе, а также при регламентных и ремонтных работах.

Система электроснабжения представляет собой замкнутую автономную систему питания потребителей электрической энергией с рядом режимов работы, обусловленных особенностями в потреблении электрической энергии потребителями огневого комплекса.

В систему электроснабжения входят:

– три передвижные силовые дизельные электростанции ЭСД-100 (две основные и одна резервная);

– распределительно-преобразовательная кабина РВ;

– передвижная трансформаторная подстанция ПТП-180 (придается отдельно по решению ПВО при наличии промышленной сети);

– комплект кабельной сети (кабели силовые и управления).

Кроме того, системе электроснабжения придается кабелеукладчик.

Питание комплекса производится:

– от двух штатных дизельных электростанций (боевой режим);

– от промышленной сети соответствующего напряжения и частоты тока.

Для подключения промышленной сети в распределительной кабине РВ предусмотрен специальный ввод и соответствующая аппаратура.

15.2. Электростанция ЭСД-100

Электростанция ЭСД-100 предназначена для обеспечения электрической энергией - трехфазным током частотой 50 *гц* и напряжением 230 *в* - потребителей огневого комплекса (кабины АВ, УВ, ПВ и шесть пусковых установок).

Технические характеристики электростанции:

– мощность – 100 *квт*;

– род тока – переменный, трехфазный;

– напряжение – 230 *в*;

– номинальный ток – 314 *а*;

– коэффициент мощности – 0,8;

– длительность непрерывной работы без дозаправки топливом – 12 *ч*.

Электростанция ЭСД-100 (рис.83) представляет собой дизель-генераторную установку, размещенную в специальном кузове, установленном на автомобильном прицепе.



Рис. 83. Внешний вид электростанции

В электростанцию входят:

– дизель-генераторная установка ДГ-100, состоящая из двигателя 1Д6-Б и синхронного трехфазного генератора ГСФ-100;

– распределительное устройство для контроля и управления электростанцией;

– пульт дистанционного управления, позволяющий дистанционно управлять электростанцией и контролировать работу двигателя;

– вспомогательное оборудование, необходимое для нормальной работы основного оборудования электростанции;

– комплект кабелей, комплекты запасных частей, инструмента и принадлежностей для обслуживания электростанции (ЗИП);

– комплект сопроводительной технической документации.

Кузов электростанции разделен поперечной перегородкой на два отделения: агрегатное и приборное (рис. 84). В агрегатном отделении установлены дизель-генераторная установка ДГ-100 и оборудование, предназначенное для эксплуатации агрегата. В приборном отделении размещена контрольно-измерительная и коммутационная аппаратура.

Двигатель 1Д6-Б представляет собой шестицилиндровый четырехтактный быстроходный дизель мощностью 150 *л.с.* С номинальным числом оборотов 1500 *об/мин*.

Заданное число оборотов дизеля поддерживается регулятором оборотов, который автоматически поддерживает любой заданный скоростной режим в пределах от 500 до 1500 *об/мин*.

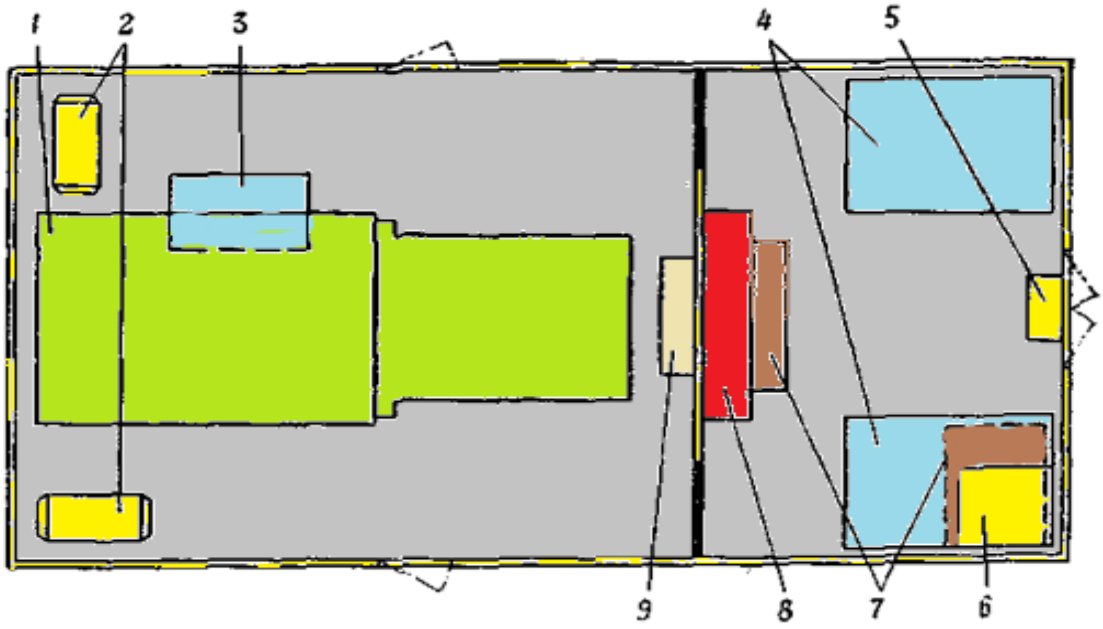


Рис. 84. Расположение оборудова-ния в электростанции:
1– дизель-генераторная установка; 2 – отопительно-вентиля-ционная установка; 3 – масляный бак; 4 – топливный бак; 5 – щит собственных нужд; 6 – селеновый выпрямитель; 7 – аккумуляторные батареи; 8 – главный щит управления; 9 – блок трансформаторов тока.

Изменение числа оборотов двигателя производится с помощью рукоятки кругового вращения, установленной на щитке управления двигателем и связанной с регулятором системой рычагов.

Система смазки основных частей двигателя циркуляционная, комбинированная.



Емкость масляного бака составляет 83 *л,* заправочная емкость — 65 *л.* Не допускается наличие масла в баке менее 30 *л.*

Нормальная работа двигателя обеспечивается при следующих температурах воды и масла:

– минимально допустимая – воды 60° С,
масла 60° С;
– рекомендуемая – воды 75 – 90° С,
масла 75 – 90° С;
– максимально допустимая – воды 105° С,
масла 110° С.

Пуск двигателя осуществляется двумя способами: электростартером и сжатым воздухом.

Обе системы пуска не зависят друг от друга. Пуск сжатым воздухом является вспомогательным средством, которым пользуются лишь в случае неисправностей в системе электрического пуска.

Источником электрической энергии в электростанции служит четырехполюсный синхронный генератор трехфазного тока типа ГСФ-100. Исполнение генератора фланцевое, защищенное, с самовентиляцией. Сопряжение, с дизелем производится при помощи зубчатой муфты. Возбуждение осуществляется статической системой с полупроводниковыми выпрямителями. Часть энергии генератора в системе возбуждения преобразуется в энергию постоянного тока и подается в обмотку возбуждения.

При установившемся тепловом режиме и неизменной нагрузке генератора от 0 до 100% от номинальной выходное напряжение автоматически поддерживается с точностью ±1%; при этом регулятор дизеля обеспечивает стабильность числа оборотов генератора в пределах ±1% от номинального.

Распределительное устройство включает в себя аппаратуру и приборы, обеспечивающие:

– контроль за работой и питанием потребителей;

– защиту от перегрузок и коротких замыканий генератора и потребителей;

– возможность параллельной работы двух и более электростанций или электростанции с промышленной сетью.

Распределительное устройство состоит из четырех конструктивно независимых блоков:

– главного щита управления с приборами контроля, управления и сигнализации;

– установочного автомата;

– блока трансформаторов тока;

– панели выводов.

Блоки соединены между собой проводами, защищенными металлическими кожухами или металлорукавами.

Пульт дистанционного управления предназначен для проведения дистанционных операций по запуску, остановке, управлению работой и контролю за работой агрегата. На приборной панели пульта размещены:

– указатели температуры и давления масла в двигателе;

– указатель температуры воды;
– тахометр;
– кнопки управления запуском, остановкой и регулировкой режима работы агрегата;
– устройства регулировки напряжения;
– лампы сигнализации.

При эксплуатации пульт устанавливается в распределительной кабине, откуда ведется управление агрегатом.

К вспомогательному оборудованию относятся средства отопления и вентиляции, связи, противопожарные средства.

Кабельная сеть электростанции состоит из семи силовых кабелей, кабеля заземления, двух кабелей управления, кабеля связи и кабеля питания от постороннего источника электроэнергии.

Электростанция комплектуется запасными частями, инструментом и принадлежностями согласно ведомости ЗИП, прилагаемой к формуляру электростанции, в которой указан состав и размещение его.

Индивидуальный комплект ЗИП обеспечивает возможность проведения обслуживания и ремонта электростанции при эксплуатации.

15.3. Распределительно-преобразовательная кабина РВ

Кабина РВ (рис. 85) представляет собой унифицированный утепленный закрытый кузов, установленный на автомобильном прицепе.



Рис. 85. Внешний вид распределительной кабины

Кабина выполняет функции силовой преобразовательной станции, главного распределительного устройства и вспомогательной электростанции для питания собственных нужд всей системы (освещения, отопления, вентиляции) в перерывах, когда не работают основные электростанции.

В состав основного оборудования кабины входят (рис. 86):

– преобразователь частоты ВПЛ-50;

– преобразователь частоты МГЛ-10;

– шкаф I приема электроэнергии;

– шкаф II распределения электроэнергии;

– блоки приема и распределения электроэнергии;

– дизельный агрегат АД-30;

– щит собственных нужд;

– отопительно-вентиляционное и вспомогательное оборудование, средства связи, комплекты ЗИП и т. д.

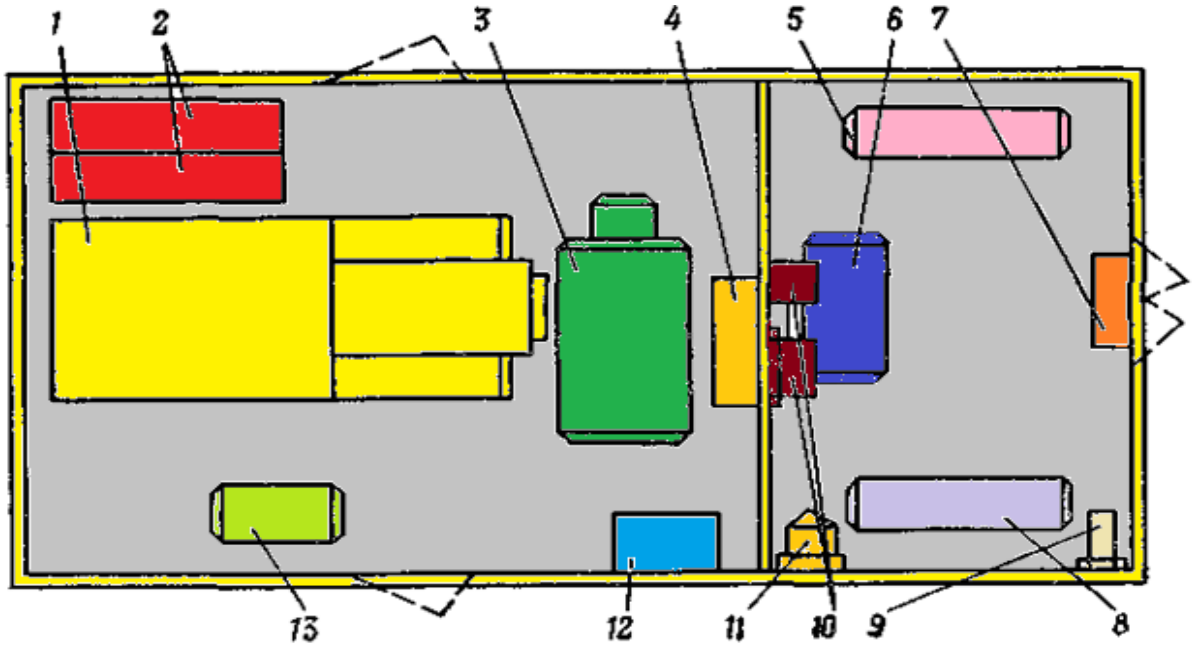


Рис. 86. Расположение оборудования в распределительной кабине:
1– агрегат АД-30; 2 – аккумуляторы; 3 – преобразователь ВПЛ-50; 4 – блок магнитных пускателей; 5 – шкаф I; 6 – преобразователь МГЛ-10; 7 – щит собственных нужд; 8 – шкаф II; 9 – электрическая печь; 10 – блок регулирования напряжения; 11 – вентилятор; 12 – селеновый выпрямитель; 13 – отопительно-вентиляционная установка.

Для удобства эксплуатации оборудования и аппаратуры кузов внутри разделен перегородкой с дверью на два отделения: агрегатное и операторное.

Преобразователь ВПЛ-50 представляет собой однокорпусную электрическую машину, преобразующую напряжение 220 *в* трехфазного тока частотой 50 *гц* в напряжение 204 *в* трехфазного тока частотой 388 *гц*. Преобразователь состоит из асинхронного двигателя, синхронного генератора и возбудителя.

Двигатель преобразователя в каждой фазе имеет две обмотки. Запуск производится при последовательном соединении, а работа — при параллельном соединении обмоток. Это делается для того, чтобы уменьшить пусковой ток двигателя. Переключение обмоток производится автоматически с помощью четырех магнитных пускателей, собранных в один блок. Магнитные пускатели установлены на перегородке в агрегатном отделении.

Стабилизация и регулирование напряжения генератора осуществляются блоком регулирования напряжения (БРН). Регулирование напряжения может производиться как вручную, так и автоматически при помощи угольного регулятора. Выбор способа регулирования производится с помощью переключателя.

Преобразователь МГЛ-10 выполняет ту же роль, что и ВПЛ-50. Он используется при проведении частичных регламентных работ радиотехнической аппаратуры комплекса. Напряжение питания 204 *в*, 388 *гц* от преобразователя подается по тем же кабелям, что и от ВПЛ-50.

Вся аппаратура возбуждения и регулирования напряжения генератора преобразователя смонтирована в щите управления преобразователем, установленном в операторном отделении кабины на перегородке.

Распределительный шкаф I (рис.87) предназначен для приема электроэнергии от источников тока и распределения ее по основным электрическим цепям кабины. Электрическая схема шкафа разделена на две секции, соединенные между собой секционным выключателем. На первую секцию через автоматические выключатели подается питание от основной и вспомогательной электростанций. На вторую секцию также через автоматические выключатели подается питание от второй электростанции или от промышленной сети. Включением секционного выключателя можно подать питающее напряжение на обе секции от одного источника электроэнергии.

Кроме того, на шкафу установлена контрольно-измерительная аппаратура (амперметры, вольтметры, ваттметры, частотомер), позволяющая контролировать параметры получаемой электроэнергии и состояние изоляции токоведущих частей, а также аппаратура сигнализации, коммутации цепей контрольно-измерительных приборов, синхронизации и блокировки и предохранители вторичных цепей.

Распределительный шкаф II (рис. 88) предназначен для приема электроэнергии частотой 50 и 388 *гц*, подводимой от шкафа I и от преобразователей ВПЛ-50 и МГЛ-10 соответственно, для распределения ее потребителям комплекса, а также для контроля за наличием и величинами параметров электроэнергии, распределяемой по потребителям, и за состоянием изоляции всей системы по цепям 388 *гц*.

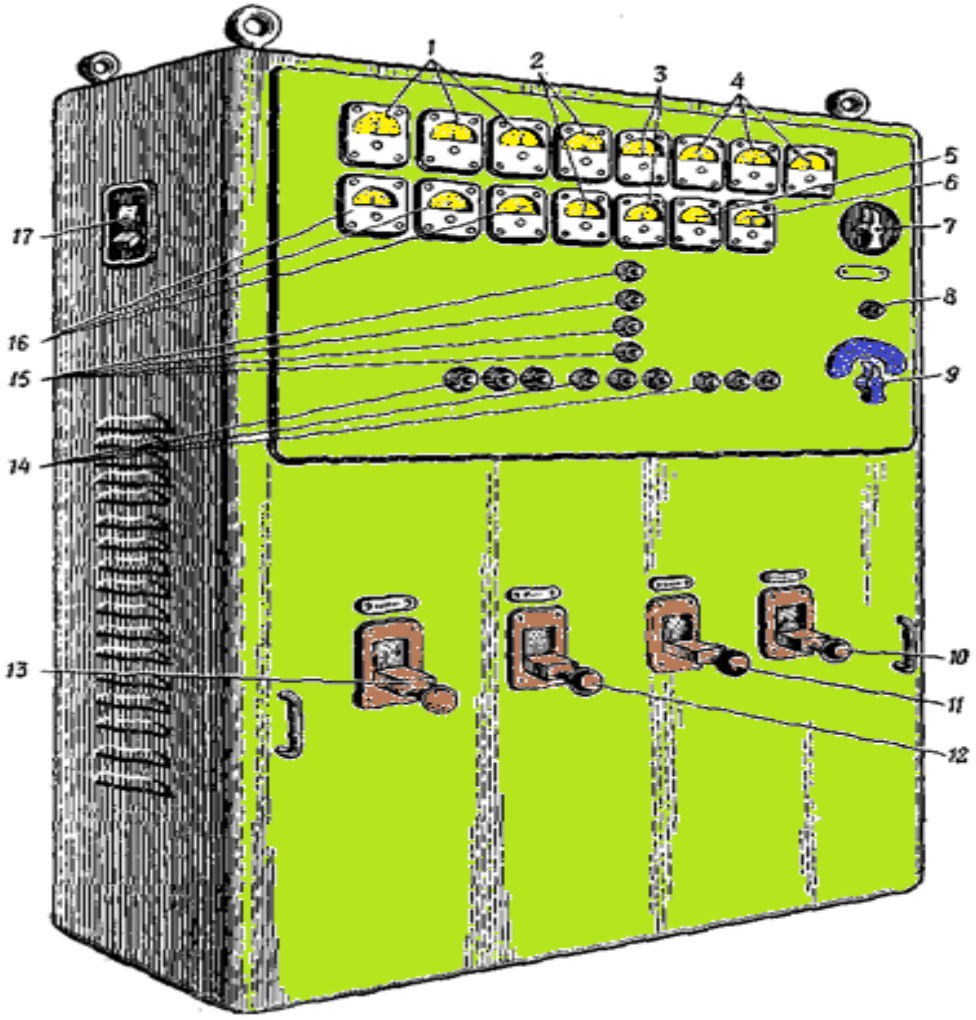


Рис. 87. Распределительный шкаф I:
1-амперметры I секции; 2-киловаттметры электростанций I и II; 3-амперметры электростанций I и II; 4. вольтметры контроля изоляции; 5-частотомер 50 гц; 6-вольтметр 50 гц; 7-переключатель вольтметра и частотомера 50 гц; 8-лампа (синхроноскоп); 9-переключатель синхрониза-; 10-выключатель СЕТЬ; 11-выключатель ЭЛ. СТАНЦИЯ II; 12-выключатель СЕКЦИОН-НЫЙ; 13-выключатель ЭЛ. СТАНЦИЯ I; 14-предохранители; 15-лампы сигнализации источников питания; 16-амперметры секции II; 17-выключатель ВСПОМОГАТ. ЭЛЕКТРОСТ

Кроме того, аппаратура шкафа позволяет осуществлять:

– включение и выключение преобразователей ВПЛ-50 и МГЛ-10;

– дистанционное или местное включение и выключение потребителей по цепи 388 *гц*;

– защиту цепей 388 *гц* при коротких замыканиях и перегрузках;

– учет времени работы преобразователя ВПЛ-50;

– сигнализацию о готовности кабин АВ, УВ, ПВ к приему электроэнергии, о включении аппаратуры в кабинах АВ, УВ, ПВ.

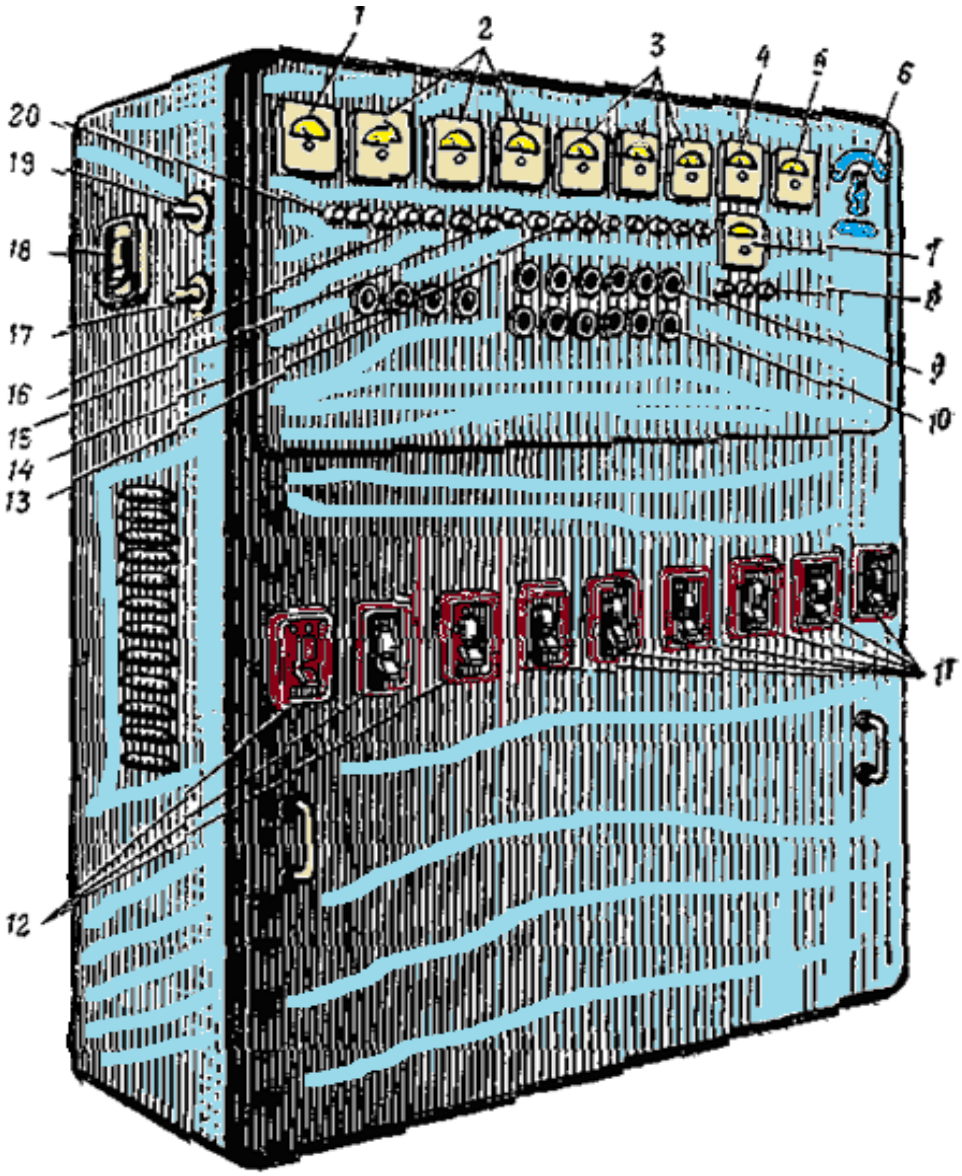


Рис. 88. Распределительный шкаф II:
1- амперметр преобразователя МГЛ-10; 2- вольтметры контроля изоляции 388 гц; 3- амперметры в цепи 388 гц; 4- вольтметр 388 гц; 5- частотомер 388 гц; 6- переключатель вольтметра и частотомера; 7- счетчик времени; 8- предохранители; 9- кнопки включения; 10- кнопки отключения; 11- автоматические выключатели ПУ1 – ПУ6; 12- автоматические выключатели АВ, УВ, ПВ; 13- лампы сигнализации; 14- кнопки возврата защиты; 15- лампы ПИТАНИЕ ВКЛ. КI, КII, КIII; 16- лампы ПИТАНИЕ ВКЛ. АВ, УВ, ПВ; 17- выключатель потребителя ЭЛЕКТРОСТАН-ЦИЯ II; 18- выключатель РЕЗЕРВ; 19- выключатель потребителя ЭЛЕКТРОСТАН-ЦИЯ I; 20- лампы ГОТОВНОСТЬ КАБИН АВ, УВ, ПВ

Включение и выключение питания кабин АВ, УВ, ПВ и пусковых установок по цепи 50 *гц* производится с помощью установочных автоматов вручную. При коротких замыканиях в электрических цепях производится автоматическое отключение поврежденного участка с помощью автоматических выключателей.

Блоки приема и распределения электроэнергии (блоки вводов и выводов), называемые входными коробками, предназначены для присоединения к кабине РВ источников электроэнергии, потребителей, систем связи, а также кабелей управления и сигнализации.

Входные коробки установлены в люках кузова, закрываемых крышками. Для предохранения от попадания воды входные коробки закрываются брезентовыми чехлами. Кабина имеет четыре входные коробки: РВК-I, РВК-II, РВК-III и РВК-IV.

Дизельный агрегат АД-30 предназначен для питания потребителей собственных нужд комплекса напряжением 230 *в* трехфазного тока частотой 50 *гц*, а также для питания преобразователя МГЛ-10 при регламентных работах на отдельных элементах комплекса.

В состав агрегата входят:

– первичный двигатель — двухтактный, четырехцилиндровый дизель ЯАЗ-М204Г с приборами и устройствами, необходимыми для его работы;

– синхронный генератор трехфазного тока ДГС-91-4ЩФ2 мощностью 30 *квт*, напряжением 230 *в*;

– щит управления агрегатом;

– панель управления двигателем.

Агрегату придаются две аккумуляторные батареи для питания аппаратуры, ламп освещения агрегата и запуска двигателя и две батареи для питания собственных нужд кабины.

Щит собственных нужд предназначен для питания и коммутации цепей освещения и вентиляции.

Размещение оборудования кабины показано на рис. 86.

Параметры электроэнергии, выдаваемой потребителям кабиной РВ при питании ее от различных источников энергии, приведены в таблице. 3.

Таблица 3

Параметры	ЭСД-100	Внешняя сеть	ВПЛ-50	МГЛ-10
Напряжение, в	230±3%	220±10%	204±3%	204±2%
Частота, гц	50±1,5%	50±1,5%	388^{+17}_{-8}	386^{+20}_{-16}

15.4. Кабельная сеть

Кабельная сеть системы электроснабжения предназначена:

– для передачи электрической энергии от электростанций через кабину РВ к потребителям;

– для управления отдельными частями системы и взаимной сигнализации о режимах работы оборудования;

– для осуществления громкоговорящей связи между отдельными частями системы электроснабжения.

Комплект кабельной сети состоит из силовых кабелей, кабелей управления и связи.

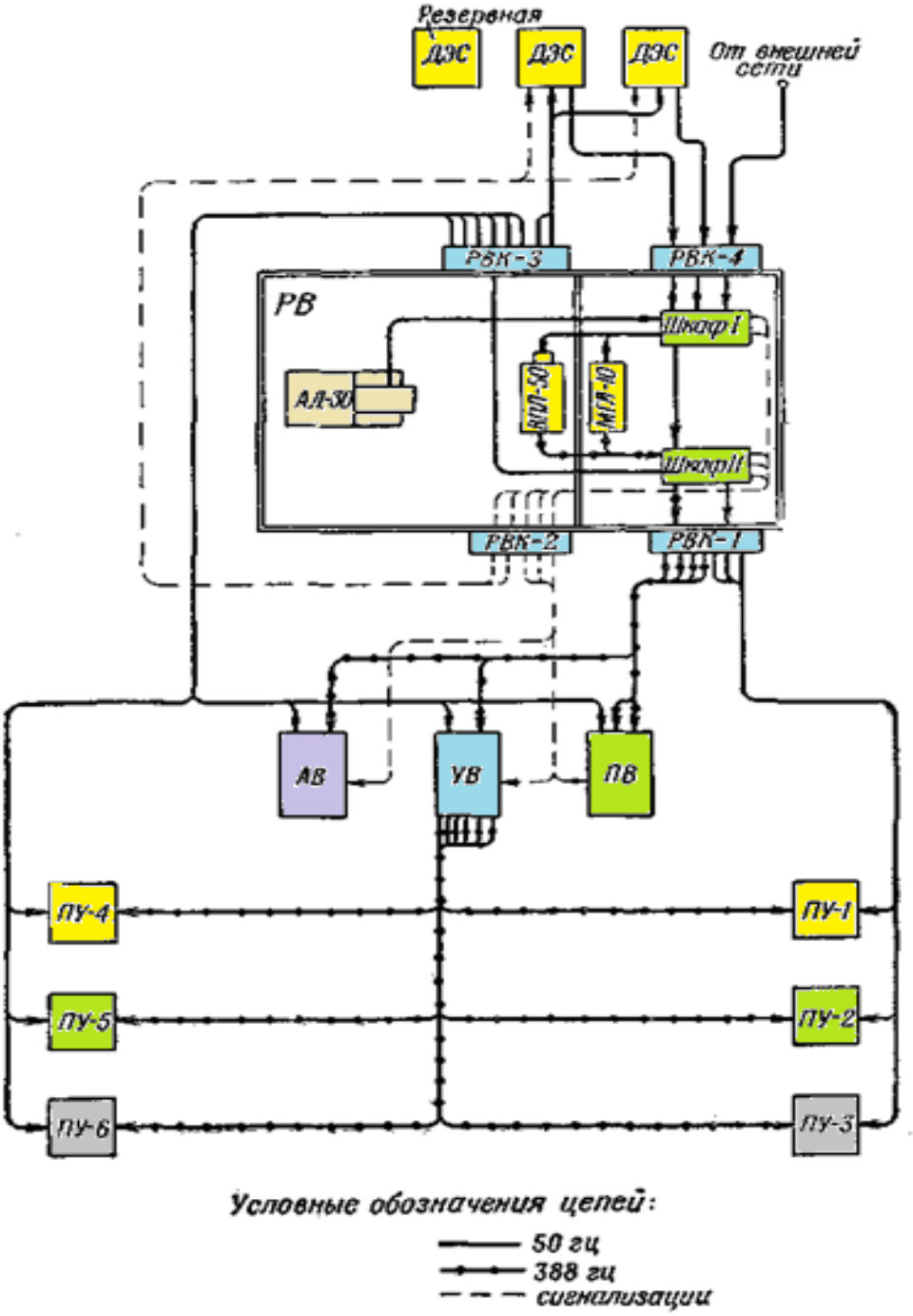


Рис. 89. Схема электрических связей комплекса

Общая длина силовых кабелей 2060 *м*, кабелей управления и связи — 320 *м*. Кабели наматываются на барабаны и закрепляются в каркасах.

Схема электрических связей комплекса показана на рис. 89.

Заключение

Современное зенитное управляемое вооружение является итогом более чем полувекового процесса разработки, испытаний, производства, эксплуатации и боевого применения зенитных ракетных систем и комплексов, предназначенных для обеспечения ПВО страны.

Зенитный ракетный комплекс С-75М продемонстрировал достаточную конкурентоспособность в сравнении с зарубежными разработками, что позволило осуществить экспортные поставки, в современных условиях крайне важные для поддержания выживания предприятий-изготовителей и проектно-конструкторских организаций зенитного вооружения.

Оглавление

Введение…… 3
ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ И ХАРАКТЕРИСТИКА ЗЕНИТНОГО РАКЕТНОГО КОМПЛЕКСА С-75М…….…….... 4
Глава 1. Станция наведения ракет…….…….. 10
1.2. Основные тактико-технические данные станции наведения ракет…….. 14
1.3. Принцип работы станции наведения ракет……... 15
Глава 2. Система синхронизации СНР…….…… 26
2.1. Назначение, состав и размещение……... 26
2.2. Функциональная схема синхронизатора дальности…….. 27
2.3. Функциональная схема углового синхронизатора…… 30
Глава 3. Передающая система СНР…….. 31
3.1. Назначение и состав…… 31
3.2. Принцип работы и функциональная схема передатчика…….. 32
Глава 4. Антенно-фидерная система СНР…… 36
4.1. Назначение и состав……..... 36
4.2. Принцип работы и устройство антенны визирования узкого луча…… 37
4.3. Принцип работы и устройство антенны визирования широкого луча……... 40
4.4. Принцип работы и устройство антенны радиопередатчика команд……... 42
Глава 5. Приемная система СНР……... 44
5.1. Назначение и состав…… 44
5.2. Принцип работы и функциональная схема высокочастотной части приемной системы……. 45
5.3. Главный усилитель сигналов цели……..... 50
5.4. Главные усилители сигналов ракет…… 55
Глава 6. Система селекции движущихся целей СНР…….. 58
6.1. Назначение, состав и размещение……. 58
6.2. Основные принципы работы и построения системы селекции движущихся целей…….. 59
6.3. Функциональная схема системы СДЦ…….. 65
Глава 7. Координатная система СНР…… 70
7.1. Назначение, состав и размещение…….. 70
7.2. Принцип определения координат…….. 71
7.3. Функциональная схема координатной системы……... 78
Глава 8. Система выработки команд управления СНР…….. 81
8.1. Назначение, состав и размещение…….. 81
8.2. Принцип формирования команд управления…… 82
8.3. Формирование разовых команд К4 и К3…….. 86
8.4. Функциональная схема системы выработки команд…… 86
Глава 9. Система передачи команд СНР……. 94

9.1. Назначение, состав и размещение аппаратуры…… 94
9.2. Принцип преобразования, кодирования и передачи команд…….. 96
9.3. Функциональная схема радиопередатчика команд…….. 99
Глава 10. Система индикации СНР……... 104
10.1. Назначение, состав и размещение…… 104
10.2. Функциональная схема индикаторов наведения…… 108
10.3. Функциональная схема индикатора ручного сопровождения…... 110
Глава 11. Система управления положением антенн
СНР и пусковых установок……. 113
11.1. Назначение, состав и размещение…… 113
11.2. Функциональная схема системы управления……. 113
Глава 12. Автоматизированный прибор пуска СНР…… 122
12.1. Назначение, состав и размещение…… 122
12.2. Функциональная схема АПП…… 123
Глава 13. Устройство теле-оптического визирования цели СНР…….. 132
13.1. Назначение, состав и размещение…… 132
13.2. Использование телевизионного канала визирования цели…..... 135
13.3. Функциональная схема ТОВ. Принцип
работы ТОВ……. 136
Глава 14. Средства разведки и целеуказания…… 139
14.1. Назначение, состав и размещение…… 139
14.2. РЛС П-18……..... 140
14.3. РЛС П-19……..... 145
14.4. РЛС 5Н84…… 148
14.5. ПРВ-13…… 161
14.6. ПРВ-16…… 163
Глава 15. Система электроснабжения комплекса…… 170
15.1. Назначение и состав…….. 170
15.2. Электростанция ЭСД-100……. 170
15.3. Распределительно-преобразовательная кабина РВ..... 174
15.4. Кабельная сеть ……. 179
Заключение…… 181

Степаненко Олег Евгеньевич
Литвяк Николай Павлович

ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«УСТРОЙСТВО ЗЕНИТНЫХ РАКЕТНЫХ КОМПЛЕКСОВ»
«СНР С-75»

Нач. ОПП *Л.Т. Касжанова*
Компьютерная верстка *Д. Ш. Тажиева*

Подписано в печать 11.02.2022 г.
Тираж 300 экз. Формат 60х84х 1/16.
Бумага типогр. № 1.Уч.-изд.л. 11,5.
Усл. п.л. 10,7. Заказ№ 288. Цена договорная.

Издание Казахского национального исследовательского
технического университета имени К.И. Сатпаева
Издательство «*Polytech»*
г. Алматы, ул. Сатпаева, 22

ISBN 978-601-323-273-7

