

А.Н. Моторин, А.И. Целебровский, Д.В. Зарывалов

**УСТРОЙСТВО
И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЗСУ–23–4М
РПК–2М**

Часть 1

Устройство РЛС 1РЛ33М3

Альбом рисунков



Учебники Томского политехнического университета

ИЗДАТЕЛЬСТВО  ТПУ

УДК541.6: [54+53](075.8)

ББК: Ц501.4.Я73

М85

Моторин А.Н., Целебровский А.И., Зарывалов Д.В., Ленский В.Н.,

М85 Калмыков Ю.А.

Устройство и эксплуатация ЗСУ-23-4М. Часть 1. Учебное пособие.
Томск: Изд-во ТПУ, 2005. – 150 с.

Учебное пособие разработано на основе учебной программы в тематического плана дисциплины "Устройство и эксплуатация ЗСУ-23-4" и содержит сведения об устройстве и принципе работы систем и блоков радиолокационной станции 1РЛЗМЗ.

Схемы систем и блоков находятся в альбоме рисунков "Устройство РЛС 1РЛЗМЗ", подготовленном отдельным изданием.

Предназначено для студентов технических факультетов, проходящих военную подготовку по военно-учетной специальности 042100 при изучении дисциплины "Устройство и эксплуатация ЗСУ-23-4".

УДК541.6: [54+53](075.8)

ББК: Ц501.4.Я73

Рекомендовано к печати Редакционно-издательским советом
Томского политехнического университета

Рецензенты

Старший преподаватель-начальник цикла военной кафедры ТУСУРа
А.Н. Монахов

Начальник учебной части военной кафедры ТУСУРа
А.Н. Покладов

© Томский политехнический университет, 2005

© Оформление. Издательство ТПУ, 2005

© Моторин А.Н., Целебровский А.И.,

Зарывалов Д.В., Ленский В.Н., Калмыков Ю.А.

СОДЕРЖАНИЕ

1. РАДИОЛОКАЦИОННЫЙ ПРИБОРНЫЙ КОМПЛЕКС	
РПК-2М.....	8
1.1. Назначение, состав и конструктивное исполнение РПК-2М	8
1.2. Принцип работы РПК.....	9
1.3. Техника безопасности при эксплуатации радиолокационного приборного комплекса.....	14
2. РАДИОЛОКАЦИОННАЯ СТАНЦИЯ 1РЛЗЗМЗ.....	15
2.1. Общие сведения о РЛС.	15
2.2. Передающая система	18
2.2.1. Назначение, технические характеристики и состав системы..	18
2.2.2. Органы управления, контроля, регулировок и защиты... ..	21
2.3. Антенно-волноводная система	23
2.3.1. Назначение, технические характеристики и состав системы.....	22
2.3.2. Режим излучения зондирующих сигналов и приема отраженных сигналов.....	24
2.3.3. Режим скрытой настройки РЛС.....	28
2.3.4. Органы управления, контроля и регулировки.	28
2.3.5. Контроль функционирования передающей и антенно-волноводной систем.....	29
2.4. Приемная система	30
2.4.1. Назначение, технические характеристики и состав системы.....	30
2.4.2. Назначение и состав общей части КД и КУА.	30
2.4.3. Канал дальности	35
2.4.4. Канал угловой автоматки.	39
2.4.5. Канал подстройки и перестройки частоты.....	43
2.4.6. Контроль функционирования приемной системы.....	48
2.5. Система поиска	49
2.5.1. Назначение, состав и краткая характеристика системы.....	49
2.5.2. Канал формирования управляющих напряжений.....	50
2.5.3. Канал формирования радиально-круговой развертки дальности...52	
2.5.4. Канал формирования развертки по углу места и импульсов подсвета.....	54
2.5.5. Канал формирования импульсов визира, масштабных и стробных меток.....	56
2.5.6. Канал видеоусилителя –ограничителя и смесителя.....	59
2.5.7. Панель электронно-лучевой трубки..	59
2.5.8. Контроль функционирования системы.....	60

2.6.	Система измерения дальности	60
2.6.1.	Назначение, состав и принцип работы системы СИД.....	60
2.6.2.	Канал индикатора дальности.....	63
2.6.3.	Канал формирования эталонного и калибровочного напряжений.....	64
2.6.4.	Канал формирования импульсов запуска II.....	65
2.6.5.	Канал формирования импульсов запуска передатчика, ЧПК и ТРУ.....	66
2.6.6.	Канал формирования развертки грубой дальности..	68
2.6.7.	Канал формирования строб-импульсов.....	69
2.6.8.	Канал формирования развертки точной дальности.....	71
2.6.9.	Канал эхо-сигналов.....	72
2.6.10.	Канал автодальномера.....	72
2.6.11.	Контроль функционирования системы.....	78
2.6.12.	Осциллографическая приставка.....	79
2.7.	Система управления антенной	83
2.7.1.	Назначение, состав и краткая характеристика системы.....	83
2.7.2.	Работа СУА в поисковых режимах. Ручное управление антенной.....	84
2.7.3.	Работа СУА при автосопровождении цели.....	96
2.7.4.	Контроль функционирования СУА.....	100
2.8.	Система селекции движущихся целей	102
2.8.1.	Назначение, , технические характеристики и состав системы СДЦ.....	102
2.8.2.	Канал формирования импульсов запуска.....	103
2.8.3.	Канал когерентного гетеродина.....	105
2.8.4.	Канал формирования разверток потенциалоскопов и импульсов подсвета.....	109
2.8.5.	Канал контрольного сигнала ..	112
2.8.6.	Канал ЧПК.....	114
2.8.7.	Контроль функционирования системы СДЦ.....	118
2.9.	Система вторичных источников электропитания	119
2.9.1.	Общие сведения.....	119
2.9.2.	Функциональная схема вторичных источников электропитания.....	120
2.9.3.	Выпрямители.....	120
2.9.4.	Блоки вторичных источников электропитания.....	123
2.10.	Система управления и контроля РЛС	126
2.10.1.	Общие сведения.....	126

2.10.2. Устройство и работа пульта управления оператора дальности...	127
2.10.3. Устройство и работа пульта управления оператора поиска.....	130
2.10.4. Работа органов управления и контроля, расположенных на шкафах и блоках РЛС и не входящих в пульты операторов поиска и дальности.. ..	138
Приложение 1. Исходное положение органов управления ЗСУ-23-4М перед включением... ..	142
Приложение 2. Включение РПК-2М и проверка его работоспособности..... .	147

Введение

Учебное пособие «Устройство и эксплуатация ЗСУ – 23 – 4, РПК – 2М. Часть I. РЛС 1РЛ33М» предназначено для самостоятельной работы студентов, обучающихся на военной кафедре по военно-учетной специальности 042100 (3,4 курс ЭФФ, ЭЛТИ, ХТФ, ИЭФ) в качестве основного учебного материала при изучении курса «Военно-техническая и военно-специальная подготовка»

Составлено на основании технических описаний вооружения, методических разработок и конспектов лекций военной кафедры Томского политехнического университета по курсу «Военно-техническая и военно-специальная подготовка» с учетом проведения занятий в вузе и на учебных сборах в войсках.

Работа состоит из двух глав и двух приложений.

В первой главе рассмотрено общее устройство радиолокационного приборного комплекса РПК–2М, входящего в состав ЗСУ–23–4. Рассмотрены назначение, состав РПК–2М и его основные элементы, принцип работы РПК–2М по структурной схеме в пяти режимах боевой работы (стрельбы) и меры безопасности при его эксплуатации.

Во второй главе даны общие сведения об РЛС 1РЛ33М, входящей в состав РПК–2М. Рассмотрены назначение, состав и работа по структурным и функциональным схемам основных систем РЛС 1РЛ33М: передающей системы, антенно-волноводной системы, приемной системы, системы поиска, системы дальности, системы управления антенной, системы селекции движущихся целей, системы вторичных источников питания и системы управления и контроля РЛС.

В приложении 1 рассмотрено исходное положение органов управления ЗСУ–23–4М перед включением.

В приложении 2 рассмотрен порядок включения РПК–2М и проверки его работоспособности.

В учебном пособии приняты следующие сокращения наименований составных частей ЗСУ-23-4М и РПК-2М:

АВС – антенно-волноводная система

АО – аппаратура опознавания

АПЧ – автоматическая подстройка частоты

АРУ – автоматическая регулировка усиления

БАРУ – быстродействующая автоматическая регулировка усиления

ВКУ – вращающееся контактное устройство

ВПК – визирный преобразователь координат

ВЧП – возбуждения частоты повторения

ГОН – генератор опорного напряжения

ДОГ – детектор отгибающей

ЗСУ – зенитная самоходная установка

ИПМВ – измеритель проходящей мощности волноводный

КД – канал дальности приемной системы

КГ – когерентный гетеродин

КПН – командирский прибор наведения

КУА – канал угловой автоматики приемной системы

МУ – магнитный усилитель

ПУПЧ – предварительный усилитель промежуточной частоты

РЛС – радиолокационная станция

РПК – радиолокационно-приборный комплекс

РПЧ – ручная подстройка частоты

РРУ – ручная регулировка усиления

РЩ – распределительный щит

СДЦ – селекция движущихся целей

СО – сигнал ошибки

СРП – счетно-решающий прибор

СУА – система управления антенной

ТРУ – тренировочное устройство

УНВТ – устройство настройки высокочастотного тракта

УНЧ – усилитель низкой частоты

УПТ – усилитель постоянного тока

УПЧ – усилитель промежуточной частоты

УУС – ультразвуковой строб

ФЧВ – фазочувствительный выпрямитель

ЧПК – череспериодная компенсация

ЭВП – электровакуумный прибор

ЭЛТ – электронно-лучевая трубка

1. РАДИОЛОКАЦИОННЫЙ ПРИБОРНЫЙ КОМПЛЕКС РПК-2М

1.1. Назначение, состав и конструктивное исполнение РПК-2М

Радиолокационно-приборный комплекс предназначен для управления огнем при работе ЗСУ в первых трех режимах, а именно: для поиска, обнаружения и сопровождения цели по угловым координатам и дальности и выдачи управляющих сигналов, пропорциональных полным углам наведения, на силовые приводы для наведения пушки в упрежденную точку цели.

В состав РПК входят (рис.2):

- 1) радиолокационная станция 1РЛЗЗМЗ;
- 2) визирное устройство Б-7;
- 3) командирский прибор наведения КПН;
- 4) счетно-решающий прибор Б-1,
- 5) системы стабилизации линии визирования и линии выстрела;
- 6) система вентиляции 1А7М-С6.2005;
- 7) блок трансформаторов Б-6В;
- 8) аппаратура опознавания 1РЛ251.

Счетно-решающий прибор предназначен для решения задачи встречи снаряда с целью и выработки упрежденных координат цели.

Система стабилизации осуществляет стабилизацию линии визирования и стабилизацию линии выстрела, обеспечивая обнаружение, сопровождение цели и ведение огня при движении ЗСУ-23-4. Стабилизация линии визирования служит для сохранения неизменным направления электрической оси антенны РЛС, а стабилизация линии выстрела служит для сохранения неизменным направления осей стволов пушки во время движения установки. В состав системы стабилизации линии визирования входит:

- 1) гиросимутторизонт (ГАГ) Б-4 с блоком предохранителей Б-9 (общий для ВПК и ОПК);
- 2) визирный преобразователь координат (ВПК) с блоком управления Б-2М;
- 3) редуктор обкатки Б-3.

В систему стабилизации линии выстрела входит орудийный преобразователь координат (ОПК) с блоком преобразователя координат Б-5.

Гиросимутторизонт предназначен для измерения текущих значений углов продольной ψ и поперечной θ_k качки (наклона) установки, а также текущего значения угла курса K установки. ВПК служит для выработки поправки Δq в курсовой угол цели и поправки $\Delta \epsilon$ в угол места цели. ОПК

служит для выработки полных углов горизонтального Q и вертикального Φ наведения пушки.

Визирное устройство панорамного типа состоит из двух самостоятельных оптических систем: основного визира (левая головка) и прицел-дублера (правая головка). Основной визир служит для наблюдения за целью во время работы РЛС, а также для измерения угловых координат цели при выходе из строя, в РЛС, системы автосопровождения по угловым координатам. Прицел-дублер служит для наведения пушки при стрельбе по воздушной цели без РПК, а также для наведения пушки при стрельбе по наземным целям.

Система вентиляции РПК предназначена для охлаждения электроэлементов, установленных в шкафах, блоках и приборах, и обеспечивает температурный режим, при котором гарантируется длительная стабильная работа аппаратуры.

Аппаратура опознавания обеспечивает распознавание ВЦ по принципу «СВОЙ-ЧУЖОЙ»

Составные части РПК конструктивно выполнены в виде отдельных блоков и узлов, размещенных в отдельных шкафах и корпусах, которые установлены в башне на металлорезиновых амортизаторах (рис.1,3,4,5,6). Электрическая связь между элементами РПК осуществляется через систему кабелей, подсоединенных к соответствующим штепсельным разъемам на стенках шкафов и корпусов. Электрическое питание переменного тока на приборную часть РПК подается от блока трансформаторов Б-6В, который преобразует напряжение 220 В в напряжения 110 В и 115 В. Напряжение 115 В от блока Б-6В подается также на силовые приводы наведения. Блок Б-6В установлен в кормовой части башни.

Подробное описание устройства и работы составных частей РПК описаны в последующих разделах. Поэтому ниже излагается только принцип работы РПК

1.2. Принцип работы РПК

РПК описывается по функциональной схеме, приведенной на рис.2. При этом использованы следующие обозначения систем координат и величин, определяемых в этих системах:

X, Y, Z – стабилизированная относительно горизонтальной плоскости система координат; оси X, Y расположены в горизонтальной плоскости, ось X совпадает с проекцией продольной оси ЗСУ на горизонтальную плоскость и меняет свое направление при изменении курса ЗСУ; X, Y, H – такая же,

как и предыдущая система координат, но ось X направлена вдоль ориентированного направления, задаваемого ГАГ;

X_k, Y_k, Z_k – нестабилизированная система координат, ось X_k которой совпадает с продольной, а ось Y_k – с поперечной осью ЗСУ.

Начала всех систем координат совпадают с точкой пересечения оси вращения балки с плоскостью погона ЗСУ.

Обозначения величин в системе координат X, Y, H :

D, D_y, D_ϕ – текущая, упрежденная и фиктивная наклонные дальности цели, соответственно;

d, d_y, d_ϕ – текущая, упрежденная и фиктивная горизонтальные дальности цели, соответственно;

X	Y	H	} проекции D, D_y, D_ϕ соответственно на оси координат:
X_y	Y_y	H_y	
X_ϕ	Y_ϕ	H_ϕ	

$\Delta X, \Delta Y, \Delta H$ – поправка на упреждение к текущим координатам;

$\Delta H'$ – поправка на баллистическое снижение снаряда;

V_{1x}, V_{1y}, V_{1z} – вектор скорости цели и его проекции, на оси координат соответственно;

T_y – упредительное время;

α – угол прицеливания

Обозначения углов в стабилизированной системе координат:

β – азимут цели, измеряется от ориентированного направления до проекции линии визирования на горизонтальную плоскость,

ϵ – угол места цели, измеряется от горизонтальной плоскости до линии визирования;

φ – курсовой угол, измеряется от проекции продольной оси ЗСУ на горизонтальную плоскость до проекции линии визирования на эту же плоскость;

K – угол курса, измеряется от ориентированного направления до проекции продольной оси ЗСУ на горизонтальную плоскость; возникающее при движении ЗСУ изменение положения ее продольной оси по азимуту относительно ориентированного направления называется рысканием ЗСУ и также характеризуется углом курса K ;

β_y – упрежденный азимут цели, измеряется от ориентированного направления до проекции линии выстрела на горизонтальную плоскость;

φ – угол возвышения, измеряется от горизонтальной плоскости до линии выстрела;

q_y – упрежденный курсовой угол цели, измеряется от проекции продольной оси ЗСУ на горизонтальную плоскость до проекции линии выстрела на эту же плоскость.

Обозначения углов в нестабилизированной системе, координат:

$q_{нс}$ – курсовой угол нестабилизированный, измеряется от продольной оси ЗСУ, до проекции линии визирования на плоскость погона ЗСУ;

$\epsilon_{нс}$ – угол места нестабилизированный, измеряется от плоскости погона ЗСУ до линии визирования,

ψ – угол «галопирования», измеряется от горизонтальной плоскости до продольной оси ЗСУ;

θ_x – угол «потоптывания», измеряется от горизонтальной плоскости до поперечной оси ЗСУ;

Q – полный угол горизонтального наведения, измеряется от продольной оси ЗСУ до проекции линии выстрела на плоскость погона ЗСУ;

Φ – полный угол вертикального наведения, измеряется от плоскости погона ЗСУ до линии выстрела.

В первом (основном) режиме после включения систем электропитания аппаратура радиолокационного приборного комплекса начинает работать.

Система измерения дальности (СИД) вырабатывает запускающие импульсы, которые поступают в передающую систему (ПРДС), систему поиска (СП) и систему селекции движущихся целей (СДЦ) (рис.2).

Передающая система под воздействием импульсов запуска вырабатывает радиоимпульсы электромагнитной энергии СВЧ, которые через антенно-волноводную систему (АВС) поступают к антенне и излучаются в пространсто в узком направленном луче диаграммы направленности антенны. На индикаторах систем измерения дальности и поиска, а также на мишенях потенциалоскопов системы СДЦ создаются развертки при воздействии импульсов запуска.

С помощью системы управления антенной (СУА) оператор поиска может управлять движением антенны по азимуту и углу места. Если антенна будет направлена на цель при включенном высоком напряжении ПРДС, то часть отраженной энергии СВЧ от цели принимается антенной и через АВС поступает в приемную систему (ПРС), где происходит ее преобразование и усиление.

С выхода приемной системы отраженные сигналы в форме видеоимпульсов поступают непосредственно в СИД и далее в систему поиска в амплитудном режиме работы РЛС или через систему СДЦ-в режиме СДЦ. На развертках индикаторов СИД и системы поиска формируются отметки от целей. Канал угловой автоматики приемной системы при этом закрыт.

Оператор поиска в ручном режиме по индикатору поиска точно наводит антенну на выбранную цель по азимуту и углу места. Оператор дальности совмещает электрические визиры с отметкой от данной цели на развертке точной дальности индикатора дальности. После этого оператор поиска переводит РЛС в режим автосопровождения. В этом случае канал угловой автоматики приемной системы открывается и по видеоимпульсам, поступающим с приемной системы, СУА осуществляет автосопровождение цели по угловым координатам.

При движении самоходной установки происходят дополнительные наклоны и повороты антенны, что может привести к срыву автосопровождения. При движении ГАГ измеряет углы качки ψ и θ_k и угол курса установки K . Углы качки поступают в ВПК, а угол курса на дифференциал 1, куда поступает также угол поворота антенны по азимуту β . На дифференциале 1 вырабатывается курсовой угол цели в горизонтальной плоскости курсового угла q . В ВПК вырабатываются поправки Δq и $\Delta \epsilon$, которые со своими знаками складываются на дифференциалах 2 и 4 со значениями курсового угла q и угла места ϵ соответственно. С дифференциалов 2 и 4 на антенну подаются нестабилизированные углы $q_{ж}$ и $\epsilon_{ж}$, на которые поворачивается антенна РЛС (а также левая головка визирного устройства) в плоскости погона (вращения) башня и в перпендикулярной к ней плоскости соответственно. В результате этого антенна неизменно удерживает свою электрическую ось направленной на цель при наклонах установки или при изменении ее курса.

Текущие координаты сопровождаемой цели β , ϵ и D , определяемые в РЛС, поступают в СРП, который решает задачу встречи снаряда с целью и вырабатывает значения угла возвышения φ и упрежденного азимута β_y . Упрежденный азимут поступает на дифференциал 5, куда подается также угол курса установки K от ГАГ. На дифференциале 5 вырабатываются упрежденный курсовой угол цели q_y , который поступает в СРП. В ОПК из СРП поступают координаты X_0 , Y_0 , Z_0 и углы качки ψ и θ_k из ГАГ. Здесь вырабатывается полный угол горизонтального наведения пушки Q и полный угол вертикального наведения пушки Φ .

Полные углы наведения пушки в виде напряжений подаются на гидроприводы горизонтального наведения (ГПГН) и вертикального наведения (ГПВН) пушки. Привод горизонтального наведения вращает башню вместе с пушкой и головкой прицела-дублера визирного устройства в горизонтальной плоскости (плоскости погона башни). Привод вертикального наведения наводит пушку и головку прицела-дублера в вертикальной плоскости, перпендикулярной плоскости погона башни. В результате пушка будет постоянно направлена на цель при качке установки или при изменении ее курса.

Для того чтобы при вращении башни направление антенны и положение блока ГАГ не изменялись, имеется редуктор обкатки, который кинематически связан с приводом горизонтального наведения и при повороте башни поворачивает антенну и ГАГ на тот же угол, но в другую сторону.

Второй (вспомогательный) режим работы установки применяется при неисправности системы управления антенной РЛС или когда эта система забита помехами. В этом режиме угловые координаты цели определяются с помощью левой головки оптического визира, а дальность поступает от РЛС.

Возможность работы во втором режиме обеспечивается тем, что оптическая ось левой головки и электрическая ось антенны согласованы. Поэтому, если РЛС автоматически сопровождает цель, последняя будет визуально наблюдаться через левую головку визирного устройства. И наоборот, если оператор обнаружит цель с помощью левой головки и совместит с ней перекрестие, это означает, что электрическая ось антенны также совпадает с направлением на цель.

Во втором режиме оператор рукоятками блока управления антенной непрерывно наводит антенну на цель, наблюдая в левую головку визирного устройства. Радиолокатор продолжает измерять наклонную дальность до цели.

Третий режим — режим работы по запомненным установкам (режим ЗУ). Он применяется при угрозе потери цели радиолокатором в процессе автосопровождения вследствие появления помех, больших угловых скоростей движения цели или неисправностей. В этом режиме РЛС отключается от СРП и выработка упрежденных координат в СРП производится на основе запомненных значений текущих координат цели и скоростей их изменения. Пушка при этом наводится в упрежденную точку автоматически силовыми приводами.

Перед включением режима ЗУ необходимо, чтобы, РЛК проработал в первом или во втором режиме не менее 5 сек, в течение которых могут

быть получены сглаженные значения текущих координат цели (X , Y , Z) и составляющих ее скорости (V_x , V_y , V_z). Время работы в третьем режиме ограничивается 8—10 сек. После этого ошибки в определении упрежденной точки становятся большими и стрельба будет не эффективной.

Четвертый режим — стрельба по воздушным целям с помощью прицела-дублера. Этот режим применяется при выходе из строя РЛС, СРП или системы стабилизации. Стрельба ведется только с места при углах наклона установки не более $3-5^\circ$. Обнаружение и сопровождение целей производится с помощью прицела-дублера. Наводка пушки и прицела-дублера производится силовыми приводами в режиме полуавтоматического наведения. Упреждения вводятся по ракурсным кольцам прицела-дублера. Полуавтоматическое управление гидроприводами наведения осуществляется с помощью рукояток блока управления антенной

Пятый режим — стрельба по наземным целям с места с использованием прицела-дублера. Наведение пушки в цель производится по дистанционной сетке прицела-дублера силовыми приводами, включаемыми в полуавтоматический режим или приводами ручного наведения.

1.3. Техника безопасности при эксплуатации радиолокационного приборного комплекса

При работе с РПК во избежание несчастных случаев и повреждения аппаратуры необходимо выполнять следующие правила:

1. ПОМНИТЕ! У радиолокационной станции в блоках высоковольтных выпрямителей Т-54М, Т-52М1, Г-29М, Т-59, в передатчике Т-3М1, в блоках с электронно-лучевыми трубками Т-19М, Т-23М2, Т-2М, в блоках Т-7М3 и Т-48 имеются опасные для жизни высокие напряжения.

При осмотре и устранении неисправностей в указанных блоках, вынутых из шкафов и подключенных к ним через удлинительные кабели, должны работать два человека и соблюдать особую осторожность: не прикасаться к токоведущим частям; пользоваться инструментом с изолированными ручками.

2. Соблюдать осторожность при осмотре блоков, находящихся под напряжением.

3. Не включать РПК при неисправности вентиляции.

4. **З а п р е щ а е т с я** заменять перегоревшие предохранители предохранителями, рассчитанными на большие номиналы тока.

5. Во избежание поражения током все операции при включенных блоках и приборах следует выполнять одной рукой (другую руку держать за спиной).

6. При смене электронно-лучевых трубок пользоваться защитными очками, чтобы избежать повреждения глаз в случае разрыва трубки.
7. После выключения радиолокационно-приборного комплекса все тумблеры, переключатели и ручки на блоках установить в исходное положение.
8. Соблюдать меры предосторожности при работе с включенным передатчиком:

не допускать пребывания личного состава в направлении основного излучения антенны на расстоянии до 80 м от ЗСУ;

допускается лишь кратковременное пребывание обслуживающего персонала (не более 20 мин ежедневно) в секторе $+ 45^\circ$ от направления основного излучения антенны на расстоянии >25 м от ЗСУ;

при работе в секторе излучения или в непосредственной близости от антенны применять специальные защитные средства;

члены экипажа и другой обслуживающий РЛС персонал должны периодически, не менее двух раз в год, проходить медицинский осмотр.

П р и м е ч а н и е. Следует помнить, что какое-либо влияние на состояние здоровья экипажа могут оказать только многократные нарушения указанных в п.8 мер предосторожности и в течение длительного времени.

2. РАДИОЛОКАЦИОННАЯ СТАНЦИЯ 1РЛЗМЗ

2.1. Общие сведения о РЛС

Назначение, основные тактико-технические характеристики РЛС

Радиолокационная станция 1РЛЗМЗ предназначена для обнаружения скоростных низколетящих целей, определения координат выбранной цели и передачи данных в СРП.

Тактико-технические характеристики РЛС:

1. Дальность обнаружения цели типа МиГ-17 при автоматическом секторном поиске – не менее 12000 м.
2. Дальность автоматического сопровождения цели типа МиГ-17 (при мертвой зоне 200 м) – не менее 10 000 м.
3. Точность определения координат цели при автоматическом сопровождении:
по дальности – 10 м;
по угловым координатам – 00–6
4. Разрешающая способность по дальности при автоматическом сопровождении цели – 75 м.

5. Диапазон несущих частот – 15000 МГц.
6. Промежуточная частота – 60 МГц.
7. Частота повторения импульсов:
в режиме с постоянной частотой повторения (штатный режим) 4750 Гц,
в режиме с переменной частотой повторения (режим «Вобуляция»)
(4750 + 3650) Гц.
8. Импульсная мощность передатчика – не менее 90 кВт.
9. Частота сканирования -- 63 Гц.
10. Напряжения электропитания и потребляемая мощность:
по цепи переменного тока с напряжением 220 В, 400 Гц, -- не более
10,5 кВт.
11. Время непрерывной работы -- 8 ч.

Состав и работа РЛС по структурной схеме

В состав РЛС входят следующие системы и блоки (рис.7):

- 1) передающая система (ПРДС);
- 2) антенно-волноводная система (АВС),
- 3) приемная система (ПРС);
- 4) система поиска (СП);
- 5) система измерения дальности (СИД);
- 6) система управления антенной (СУА);
- 7) система селекции движущих целей (ССДЦ);
- 8) система вторичных источников электропитания (СВИП);
- 9) система вентиляции (СВ).

Конструктивно РЛС выполнена в виде отдельных блоков и узлов, являющихся составными частями систем РЛС и размещенных в шкафах под антенной колонкой (рис.1).

Шкафы представляют собой каркасы сварной конструкции, которые имеют ячейки с направляющими для блоков. В глубине каждой ячейки закреплена специальная колодка с соответствующими блоку розетками и вилками разъемов, через которые осуществляются межблочные электрические соединения в шкафах. К этим розеткам и вилкам подключается блок, вставленный в ячейку. Для обеспечения надежного электрического контакта в разъемах и удержания блока в ячейке имеются замки, ручки которых выведены на переднюю панель блока. Часть блоков в шкафах крепится с помощью невыпадающих винтов и болтов.

Электромотаж в шкафах выполнен проводами, которые собраны в жгуты, проложенные вдоль внутренней стенки шкафа.

При включении систем первичного и вторичного электропитания РЛС начинает работать. При этом система селекции движущих целей

вырабатывает первичные синхронизирующие импульсы – импульсы запуска I (ИЗІ), поступающие в систему измерения дальности (СИД). Под воздействием ИЗІ СИД вырабатывает ряд импульсов, которые используются для синхронизации работы систем РЛС по времени.

Импульсы системы измерения дальности запускают передатчик, вырабатывающий мощные радиоимпульсы электромагнитной энергии сверхвысокой частоты. Эти радиоимпульсы через волноводное устройство антенно-волноводной системы (АВС) поступают в антенну и излучаются в пространство в виде узконаправленного луча.

Кроме передатчика импульсы СИД запускают развертки на индикаторе дальности (бл. Т-23М2), индикаторе поиска (бл.Т-28М) и на потенциалоскопах системы селекции движущих целей (бл.Т-19М).

С помощью системы управления антенной оператор поиска управляет движением антенны по азимуту и углу места. Если антенна будет направлена на цель, то часть отраженной энергии от цели принимается антенной и через волноводное устройство поступает в приемную систему, где происходит ее преобразование и усиление.

С выхода приемной системы отраженные сигналы поступают в СИД и далее в систему поиска непосредственно в амплитудном режиме работы РЛС или через систему СДЦ в режиме СДЦ. На индикаторах СИД и системы поиска отображаются отметки от цели. Выход с приемной системы в СУА в этом случае закрыт.

Оператор поиска по индикатору поиска точно наводит антенну на цель по азимуту и углу места. Оператор дальности совмещает электрические визиры с отметкой от цели на развертках индикатора дальности. После этого оператор поиска переводит РЛС в режим автосопровождения нажатием кнопки «Автомат» на рукоятках блока Т-55М2

В этом случае импульсы, поступающие из СИД в приемную систему, открывают ее выход в СУА. По сигналам, поступающим с приемной системы, СУА осуществляет автосопровождение цели по угловым координатам β и ϵ . По дальности в режиме «Автомат» автосопровождение цели осуществляется СИД, которая имеет в своем составе автодальномер. Координаты цели D , β и ϵ из РЛС поступают в СРП.

Режим СДЦ используется для защиты от пассивных помех и мешающих отражений от местных предметов. При прохождении через систему СДЦ эхо сигналов, отраженных от движущихся целей и пассивных помех (или местных предметов), последние компенсируются и на экранах индикаторов будут видны сигналы только от целей.

2.2. Передающая система

2.2.1. Назначение, технические характеристики и состав системы

Передающая система предназначена для формирования кратковременных импульсов электромагнитной энергии сверхвысокой частоты большой мощности.

Технические характеристики передающей системы:

- 1) длительность импульсов $\sim 0,2$ мкс;
- 2) несущая частота $f_{\mu} = 15000$ МГц;
- 3) частота повторения импульсов: в штатном режиме $F_n = 4750$ Гц; в режиме "вобуляция" $F_n = (3650 - 4750)$ Гц;
- 4) импульсная мощность $P_{\mu} = (90 - 120)$ кВт.

Конструктивно в состав передающей системы входят:

- 1) блок передатчика Т-3М1 (рис.9);
- 2) блок высоковольтного выпрямителя Т-29М;
- 3) механизм перестройки Т-4М2 (рис.9).

Функционально в состав передающей системы входят (рис.8):

1. Генератор поджига, состоящий из усилителя (левая половина лампы ЛЗ-1), блокинг-генератора (правая половина лампы ЛЗ-1) и катодного повторителя (лампа ЛЗ-2)
2. Модулятор, который включает: формирующую линию (УЗ-1); тиратрон (ЛЗ-3) типа ТТИ2-260/12; зарядный дроссель (ДрЗ-1); защитные диоды (УЗ-3) типа Д1006 (6 шт.); зарядные диоды (УЗ-4) типа Д1006 (6 шт.).
3. Магнетронный генератор (ЛЗ-4) типа МИ-514М1.
4. Механизм перестройки Т-4М2.
5. Высоковольтный выпрямитель на 4,5 кВ (Т-29М).
6. Цели управления, контроля и защиты.

Блок передатчика расположен в шкафу Т-44М и собран на литом каркасе. На шасси блока расположены лампы, импульсный трансформатор блокинг-генератора, зарядные диоды, формирующая линия и зарядный дроссель. В нижней части и на выступе передней части блока расположены резисторы, конденсаторы, реле.

На выступе передней стенки шасси также смонтированы магнетрон и механизм перестройки. На внутренней стороне передней стенки расположены защитные диоды. На верхней крышке блока закреплен вентилятор для охлаждения модулятора, на откидном кронштейне расположен вентилятор для охлаждения магнетрона. Блок Т-29М расположен в шкафу Т-43М.

Взаимодействие элементов передающей системы по функциональной схеме

Передающая система начинает работать при включении тумблеров «НАКАЛ, АНОДНОЕ» и кнопка «ВЫСОКОЕ» на пульте управления оператора дальности. При этом на систему подаются напряжения постоянного тока: -150 В, $+250$ В, $+400$ В, $+1200$ В с блоков питания Т-24М, Т-20М, Т-59, напряжение переменного тока 220 В 400 Гц с распределительного щита шкафа Т-44М и импульсы запуска передатчика (ИЗП) с блока дальности Т-21М1.

На рисунке (рис.8) приведены эпюры напряжений, поясняющие работу передающей системы.

В паузах между импульсами запуска передатчика тиратрон и лампы генератора поджига закрыты и происходит заряд емкостей формирующей линии от высоковольтного выпрямителя через зарядные диоды и зарядный дроссель. Суммарная емкость линии и индуктивность зарядного дросселя составляют последовательный колебательный контур, поэтому при подключения зарядной цепи к высоковольтному выпрямителю в линии возникают затухающие колебания на собственной резонансной частоте. В первый полупериод амплитуды этих колебаний достигает почти удвоенного напряжения источника питания (высоковольтного выпрямителя). Поэтому на линии к моменту t_1 устанавливается напряжение приблизительно 9 кВ.

Суммарная емкость линии и индуктивность зарядного дросселя ДрЗ-1 выбраны так, что время t_1 равно наименьшему значению периода повторения ИЗП. Зарядные диоды предотвращают разряд линии через высоковольтный выпрямитель и сохраняют напряжение на линии постоянным и равным $2 E_{\text{н}}$.

С приходом ИЗП (рис.8) открывается левая половина лампы ЛЗ-1, которая в промежутках между импульсами закрыта отрицательным смещением -50 В. В результате этого запускается блокинг-генератор, собранный на правой половине лампы ЛЗ-1, и вырабатывает прямоугольный импульс с крутизной переднего фронта более 600 В/мкс, длительностью $2-8$ мкс и амплитудой около 400 В. Этот импульс через катодный повторитель (лампа ЛЗ-2) подается на управляющую сетку тиратрона (лампа ЛЗ-3) и называется «импульсом поджига» (см. рис.8).

При поступлении импульса поджига на сетку тиратрона последний поджигается и замыкает накоротко вход линии УЗ-1. Благодаря осо-

бенностям конструкции «формирующей линии» (см. рис.8) и способу подключения к ней магнетрона (магнетрон включен между 3-й и 4-й ступенями линии) через 0,3 мкс. После начала формирования переднего фронта импульса поджига на катод магнетрона подается отрицательный прямоугольный импульс напряжения длительностью 0,2 мкс и амплитудой порядка 13,5 – 15,5 кВ.

В случае выхода магнетрона из строя (его пробое) формирующая линия будет перезаряжаться, то есть на верхних обкладках конденсаторов линии возникнет отрицательный потенциал относительно нижних обкладок (в то время как при нормальной работе верхние обкладки заряженной линии всегда имеют положительный потенциал). За счет этого от периода к периоду конденсаторы линии будут заряжаться все больше и больше, в линии возникнет перенапряжение. В конечном итоге это приведет к электрическому пробое конденсаторов и выходу формирующей линии из строя. Чтобы предотвратить это явление, ко входу линии подключены защитные диоды. Как только на верхней обкладке конденсаторов линии возникнет отрицательный потенциал, защитные диоды открываются и конденсаторы разряжаются. В результате перенапряжения в линии не происходит пробоя. Ток магнетрона можно измерить прибором ИП37-1 «ТОК ГЕНЕРАТОРА», который включен в цепь заряда 4-й ступени формирующей линии.

Магнетрон может генерировать колебания на двух фиксированных частотах. Рабочие частоты выставляются с помощью механизма перестройки. Подстройка рабочей частоты магнетрона в заданном диапазоне достигается путем изменения объема резонатора магнетрона с помощью перемещения штока, связанного с механизмом перестройки Т-4М2

Таким образом, исходя из сущности работы передающей системы, назначение ее элементов можно определить следующим образом:

1. Генератор поджига предназначен для выработки импульсов поджига, управляющих работой тиратрона.
2. Модулятор предназначен для преобразования энергии высоковольтного выпрямителя в импульсы, обеспечивающие работу магнетронного генератора.
3. Зарядные диоды предотвращают разряд формирующей линии через высоковольтный выпрямитель.
4. Зарядный дроссель обеспечивает заряд формирующей линии до удвоенного значения напряжения высоковольтного выпрямителя.

5. Формирующая линия выполняет роль элемента, формирующего импульс определенной длительности и выполняющего одновременно роль импульсного трансформатора, повышающего напряжение на нагрузке в четыре раза по сравнению с напряжением высоковольтного выпрямителя.
6. Тиратрон осуществляет управление работой формирующей линии.
7. Защитные дводы предотвращают перенапряжение на формирующей линии и тиратроне.
8. Магнетронный генератор предназначен для генерирования высокочастотных колебаний.
9. Высоковольтный выпрямитель обеспечивает работу модулятора.

.2.2. Органы управления, контроля, регулировок и защиты

Миллиамперметр ИП37-1 «ТОК ГЕНЕРАТОРА--ТОК ВЫПРЯМИТЕЛЯ» (рис.65) предназначен для измерения тока генератора (магнетрона) или высоковольтного выпрямителя. Миллиамперметр подключается в цепь заряда четвертой ступени формирующей линии или через делитель напряжения к выходу высоковольтного выпрямителя. В первом случае прибор измеряет средний зарядный ток, который будет пропорционален величине тока магнетрона, во втором случае—среднее значение тока выпрямителя. Шкала прибора проградуирована в делениях тока генератора (или выпрямителя).

1. Тумблер В37-14 «ТОК ГЕНЕРАТОРА—ТОК ВЫПРЯМИТЕЛЯ» обеспечивает подключение прибора ИП37-1 для измерения тока генератора или тока выпрямителя. Исходное положение тумблера «ТОК ГЕНЕРАТОРА».
2. Потенциометр R37-18 «РЕГУЛИРОВКА ТОКА ГЕНЕРАТОРА» предназначен для регулировки тока генератора путем изменения величины напряжения на выходе высоковольтного выпрямителя (Бл.Т-29).

Принцип регулировки тока генератора: при перемещении движка потенциометра R37-18 изменяется величина тока, протекающего по обмотке подмагничивания 5—6 дросселя Др29—1. За счет этого изменяется величина магнитного потока в сердечнике дросселя и сопротивление рабочих обмоток 1—2, 3—4 Др29—1 переменному току частотой 400 Гц. В результате напряжение на первичной обмотке трансформатора Тр29-1 и выходное напряжение высоковольтного выпрямителя изменится. В итоге это приводит к изменению амплитуды импульса на выходе модулятора и изменению тока магнетрона.

Исходное положение потенциометра R37-18 – влево до упора. Этому положению соответствует ток генератора 5 мА. Для нормальной работы передающей системы с помощью R37-18 устанавливают ток генератора в пределах 25–33 мА. Конкретное значение тока генератора для данного образца РЛС указывается в формуляре станции.

3. Тумблер В44-1 «РАБОТА I-РАБОТА II-ТРЕНИРОВКА» предназначен для коммутации цепи накала катода магнетрона с целью предотвращения его перегрева. Это обстоятельство вызвано тем, что катод магнетрона разогревается дополнительно за счет бомбардировки его электронами, возвращающимися на катод. При этом, чем больше ток магнетрона, тем больше разогрев. При включении станции (R37-18 – в крайнем левом положении), ток генератора минимальный, контакты реле РЗ-1 находятся в разомкнутом состоянии и на накал катода магнетрона подается напряжение 6,3 В. При вращении ручки потенциометра R37-18 вправо и достижении заданного значения тока генератора реле РЗ-1 срабатывает и размыкает свои контакты. В последующем величина напряжения накала катода магнетрона будет определяться положением тумблера В44-1:

при положении «РАБОТА I» – 0,

при положении «РАБОТА II» – 2В,

при положения «ТРЕНИРОВКА» – 6,3 В.

Тумблер В44-1 устанавливается в положение «РАБОТА-I» при токах генератора, указанных в формуляре станции, свыше 30 мА и в положение «РАБОТА II» – при токах генератора до 30 мА. В положение «ТРЕНИРОВКА» тумблер В44-1 устанавливается при тренировках магнетрона.

4. Механизм перестройки частоты магнетрона на Т-4М2 предназначен для ручной перестройки рабочей частоты магнетрона. При повороте перестроенного рычага перемещается шток магнетрона и его колебательная система настраивается на другую рабочую частоту.

Установка фиксированных частот производится путем перемещения втулок с последующей их фиксацией с помощью хомута.

Переход на другую рабочую частоту осуществляется при постановке противником активной шумовой помехи прицельной по частоте.

5. Контрольные гнезда ГЗ-1 «ЗАПУСК», ГЗ-2 «ИМПУЛЬС ПОДЖИГА» предназначены для контроля параметров импульса запуска и импульс поджига, гнездо ГЗ-3 «НАКАЛ ТТИ» – для контроля напряжения накала.

6. Блокировка В44-2 предназначена для отключения питания блока высоковольтного выпрямителя при открытой правой крышке шкафа Т-44М1. При открытой крышке размыкается сеть питания реле Р44-1 напряжением +27 В и его контакты размыкают цепь подачи напряжения 220 В, 400 Гц на блок высоковольтного выпрямителя Т-29М

2.3. Антенно-волноводная система

2.3.1. Назначение, технические характеристики и состав системы

Антенно-волноводная система предназначена для передачи импульсов высокочастотной энергии от передатчика к антенне, направленного излучения их в пространство, приема отраженных сигналов и передачи их в приемную систему, а также обеспечения скрытой настройки РЛС

Технические характеристики антенно-волноводной системы:

- 1) коэффициент бегущей волны (КБВ) – 0,8;
- 2) ширина диаграммы направленности антенны – 1,5 град,
- 3) коэффициент усиления антенны – 9000;
- 4) уровень боковых лепестков – 4–7 %;
- 5) ширина сектора по углу места при растровом сканировании луча ДНА 15 град;
- 6) частота качания луча при растровом сканировании – 23 Гц
- 7) частота конического сканирования – 63 Гц;
- 8) пределы вращения антенны в угломестной плоскости от -9° до $+87^{\circ}$

Конструктивно в состав АВС входит часть элементов высокочастотного блока Т-7М3, блока антенной колонки Т-2М3 (рис.46) и антенны Т-81М3 (рис.23).

Функционально в состав системы входят (рис. 10):

- 1) волноводное устройство;
- 2) антенна;
- 3) устройство скрытой настройки и воздушная помпа.

Волноводное устройство предназначено для передачи электромагнитной энергии от передатчика к антенне и от антенны к приемнику. Волноводное устройство включает следующие элементы: волновод с подкачкой, ответвитель АПЧ, ферритовый антенный переключатель (3), переключатель «АНТЕННА-НАГРУЗКА» (4), волноводную измерительную секцию (5), гибкий волновод (6), азимутальный (7) и угломестный (9) вращающиеся переходы, поворотное сочленение (8). Антенна предназначена для направленного излучения электромагнитной

энергии в пространство и приема отраженных от цели сигналов. Антенна состоит из двухзеркальной решетчатой системы (14, 15), облучателей поиска (13) и пеленга (12), волноводного переключателя «ПОИСК-ПЕЛЕНГ» (10) и ответвителя (11).

Устройство скрытой настройки предназначено для обеспечения контроля работы и настройки приемно-передающего тракта РЛС без излучения электромагнитной энергии в пространство. В его состав входят:

- 1) ответвитель (17);
- 2) эквивалент антенны (18);
- 3) объемный резонатор (16);
- 4) детекторная секция (22);
- 5) поглотитель (21)

Воздушная помпа предназначена для создания избыточного давления (0,6–1,1 атм.) в элементах волноводного тракта. Контроль величины избыточного давления ведется по манометру. Избыточное давление необходимо для того, чтобы не допустить проникновения в волноводный тракт вблизи магнетрона пыли, влаги и т. п., поскольку это может привести к выходу магнетрона из строя, окислению поверхности волновода и, как следствие, к большим потерям энергии в тракте.

Взаимодействие элементов АВС по функциональной схеме

Антенно-волноводная система работает в двух режимах: режиме излучения зондирующих сигналов и приема отраженных сигналов и режиме скрытой настройки РЛС

2.3.2. Режим излучения зондирующих сигналов и приема отраженных сигналов

Включение режима осуществляется постановкой переключателя «АНТЕННА-НАГРУЗКА» в положение «А».

Импульс электромагнитной энергии от магнетрона через волновод с подкачкой поступает к ответвителю АПЧ. Незначительная часть этой энергии ответвляется к смесителю АПЧ, а основная часть через ферритовый антенный переключатель (рис.12) подводится к переключателю «АНТЕННА-НАГРУЗКА» (рис.14) и далее через волноводную измерительную секцию, гибкий волновод, азимутальный вращающийся переход (рис.15), поворотное сочленение и угломестный вращающийся переход подается к переключателю «ПОИСК-ПЕЛЕНГ» (рис.16), который направляет энергию к облучателю поиска или к облучателю пеленга (рис.17).

Ферритовый переключатель защищает входные устройства приемной системы от падения на них мощного прямого сигнала от магнетрона, обеспечивает беспрепятственное прохождение в приемную систему отраженных от цели сигналов и защищает магнетрон от воздействия отраженной волны.

Общий вид и принципиальная схема переключателя приведены на рис.12, 13.

Основными элементами переключателя (рис.12) является: щелевые мосты 1, 5, секция с ферритовыми пластинами 2 и фазовращатель 4

Щелевой мост представляет собой конструкцию из двух волноводов, имеющих общую узкую стенку. Электромагнитная связь между волноводами осуществляется при помощи окна. В центре окна имеется вит 8. Размеры окна выбраны так, что если в одно из плеч щелевого моста попадает электромагнитная волна, то ее энергия делится пополам между противоположными плечами, в которых волны оказываются сдвинутыми по фазе на 90° , а в соседнее плечо энергия не поступает.

Секция с ферритом представляет собой сдвоенный волновод, к общей стенке которого приклеены симметрично с двух сторон две ферритовые пластины.

Намагничивание ферритовых пластин осуществляется постоянным магнитом 3.

Размеры пластин подобраны так, что при данном постоянном подмагничивающем поле, при работе переключателя на передачу, пластины в каналах I и II дают фазовый сдвиг электромагнитной волны 90° и 0° соответственно. При изменении направления распространения волны на обратное пластина, расположенная в канале II, сдвигает фазу волны на 90° , а пластина в канале I дает нулевой фазовый сдвиг. Потери в каждой пластине не превышают 0,3 дБ.

В одном из плеч второго щелевого моста параллельно узкой стенке расположена фторопластовая пластина (фазовращатель).

Расстояние пластины от стенки подобрано так, что сдвиг фазы волны в волноводе с фазовращателем составляет 90° и не зависит от направления распространения электромагнитной волны.

При работе переключателя на передачу сигнал поступает в плечо I. Первый щелевой мост делит энергию сигнала пополам и обеспечивает сдвиг фазы волны, поступающей в канал II, на 90°

В канале I сигнал, распространяясь через секцию с ферритом, получает сдвиг фазы в 90° и далее 90° за счет фазовращателя.

В канале II фаза волны не изменяется

Таким образом, ко второму щелевому мосту сигналы из I и II каналов приходят сдвинутыми между собой по фазе на 90° . При распространении энергии через второй щелевой мост фаза электромагнитной волны, поступающей из канала II в канал I и обратно, изменяется на 90° . Следовательно, на выход канала I поступают два сигнала равной мощности и в одинаковой фазе, которые складываются и направляются к антенне.

Сигналы на выходе канала II оказываются сдвинутыми на 180° (в противофазе), и в этом направлении энергия распространяться не будет.

Создаваемая ферритовым переключателем развязка (не менее 10 дБ) между магнетроном и приемником недостаточна для защиты приемной системы от повреждения мощным импульсом передатчика, поэтому вход приемной системы дополнительно защищается разрядником.

При работе на прием сигнал из антенны поступает в плечо 3 переключателя. Щелевой мост делит энергию сигнала пополам между каналами I и II, сдвигает фазу сигнала, поступающего в канал II, на 90° . В канале II фаза сигнала сдвигается еще на 90° при прохождении ферритовой пластины. В канале I фаза сигнала сдвигается на 90° фторопластовой пластиной, ферритовая пластина в канале I фазу не сдвигает. После прохождения второго щелевого моста сигналы складываются в фазе в плече 2 и поступают в приемную систему.

В плечо 1 энергия принятого сигнала не идет, так как сигналы из каналов I и II приходят сюда в противофазе.

С помощью измерительной секции в процессе работы передатчика возможно измерение генерируемой мощности. Для этого к измерительной секции подключается измеритель мощности типа М2-3/1.

Наличие гибкого волновода исключает поломки элементов волноводного тракта при движении ЗСУ, а азимутальный и угломестный вращающиеся переходы обеспечивают передачу электромагнитной энергии при разворотах антенны по азимуту и углу места. Поворотное сочленение позволяет переводить антенну из походного положения в боевое и обратно.

Положение переключателя «ПОИСК-ПЕЛЕНГ» зависит от положения тумблеров «ПОИСК-ПЕЛЕНГ», «РЕЖИМ I - РЕЖИМ II» и кнопок «АВТОМАТ», «НАВЕДЕНИЕ» на пульте управления оператора поиска. При постановке тумблеров в положение «ПЕЛЕНГ» или «РЕЖИМ II» в любом случае переключатель будет подключать волноводную систему к облучателю пеленга, при постановке тумблеров в положение «ПОИСК» или «РЕЖИМ I» при нажатой кнопке «АВТОМАТ» к волноводной системе

будет подключен облучатель пеленга, при нажатой кнопке «НАВЕДЕНИЕ» – облучатель поиска.

В последнем случае возможно измерение чувствительности приемной системы через ответвитель (14).

Облучатели излучают электромагнитную энергию в виде сферической волны, которая с помощью двухзеркальной решетчатой системы (рис.20) преобразуется в плоскую и излучается в пространство узким лучом (рис.21). Если к волноводной системе подключен облучатель поиска, то происходит качание (сканирование) диаграммы направленности антенны (ДНА) по углу места в секторе 15° , а если облучатель пеленга – коническое развертывание (сканирование) ДНА (рис.22). Сканирование ДНА в режиме поиска осуществляется вращением запитывающего рупора облучателя поиска, а в режиме пеленга – вращением облучателя пеленга специальными электродвигателями.

Если в зоне действия ДНА есть цель, то в промежутках между излучением зондирующих импульсов, на вход антенны поступают отраженные от цели сигналы, называемые эхо-сигналами

Они представляют собой радиоимпульсы, задержанные по времени относительно зондирующих в зависимости от дальности до цели (чем больше дальность до цели, тем больше время задержки t_d). Амплитуда эхо-сигналов тем меньше, чем больше дальность до цели. Несущая частота эхо-сигналов отличается от несущей частоты зондирующих импульсов на доплеровскую прибавку $F_{дд}$ (знак прибавки зависит от приближения или удаления цели, «+» и «-» соответственно). Если цель неподвижна, то доплеровская прибавка частоты отсутствует.

В режиме автосопровождения, если цель несколько смещена с оптической оси антенны (т.е. находится не на равносигнальном направлении) эхо-сигналы представляют собой радиоимпульсы от одной цели, огибающая которых изменяется с частотой вращения пеленгового облучателя 63 Гц. В этой огибающей заключена информация о смещении цели от равносигнального направления. Ее фазе определяет направление смещения, амплитуда – величину смещения (это не относится к зависящему вертолету – в эхо-сигнале от вертолета имеется доплеровская прибавка частоты за счет турбинного эффекта, возникающего при вращении винтов вертолета).

Эхо-сигналы принимаются антенной и поступают в облучатель поиска или пеленга в зависимости от режима работы РЛС. Далее, через волноводное устройство эхо-сигналы поступают к ферритовому антенному

переключателю, который направляет их на вход приемной системы. Входом приемной системы является разрядник защиты приемника РР-187.

2.3.3. Режим скрытой настройки РЛС

В этом режиме производится настройка высокочастотного тракта и измерение частоты РЛС без излучения электромагнитной энергии в пространство. При установке переключателя «АНТЕННА-НАГРУЗКА» в положение «Н» высокочастотная энергия магнетрона через основной волновод ответвителя поступает на эквивалент и рассеивается в виде тепловой энергии. При этом часть этой энергии через тот же ответвитель попадает в резонатор, в котором возбуждаются высокочастотные колебания. Небольшая часть энергии, накопленная во время действия зондирующего импульса, рассеивается в резонаторе, а часть (ответный сигнал резонатора) поступает в приемную систему через ответвитель, переключатель «АНТЕННА-НАГРУЗКА» и ферритовый переключатель. Этот ответный сигнал называют «звоном», он продолжается от момента окончания зондирующего импульса до момента окончания сигнала, излучаемого резонатором. После преобразования и усиления в приемной системе сигнал резонатора поступает на экраны индикаторов.

Длительность «звона» на экранах индикаторов зависит от настройки и исправности высокочастотной части приемно-передающего тракта, то есть от мощности и длительности импульса передатчика и от чувствительности приемной системы, а также от исправности волноводного тракта. Правильной настройке РЛС соответствует максимальная длительность «звона», которая также определяется чувствительностью резонатора и характеризуется его добротностью.

Резонатор, кроме того, используется для определения работоспособности высокочастотного тракта и для измерения частоты передатчика РЛС с помощью прибора типа М2-3/1. При максимальном отклонении стрелки прибора определяют частоту по делениям лимба резонатора и по графику градуировки. Резонатор может служить универсальным прибором настройки высокочастотного тракта при замене отдельных узлов по максимальной длительности «звона».

2.3.4. Органы управления, контроля и регулировки

1. Переключатель «АНТЕННА-НАГРУЗКА» предназначен для изменения направления электромагнитной энергии, распространяющейся от магнетрона к антенне или к эквиваленту антенны при скрытой настройке РЛС. Переключение волноводных каналов производится поворо-

том переключателя на 90° , чем изменяется направление распространения электромагнитной энергии. Исходное положение переключателя «А».

2. Гнездо измерительной секции обеспечивает подключение прибора типа М2-3/1 для измерения проходящей мощности.
3. Гнездо «ГДР» обеспечивает подключение прибора типа М2-3/1 для измерения среднего значения тока выпрямленных колебаний электромагнитной энергии в резонаторе устройства скрытой настройки.
4. Лимб резонатора предназначен для настройки резонатора на рабочую частоту станции. При вращении лимба изменяется объем резонатора, следовательно, и его резонансная частота. Деления лимба соответствуют определенной частоте, конкретное значение которой в относительных величинах шкалы лимба устанавливается в соответствии с записью в формуляре станции. В комплекте эксплуатационной документации ЗСУ-23-4МЗ имеется график градуировки резонатора, который устанавливает зависимость между частотой и делениями лимба резонатора.
5. Ответвитель блока Т-81МЗ предназначен для подключения генератора СВЧ при измерении чувствительности приемной системы.
6. Манометр обеспечивает измерение избыточного давления в волноводном тракте.

2.3.5. Контроль функционирования передающей и антенно-волноводной систем

1. Включить питание, включить тумблер «НАКАЛ».
2. После включения накала проверить герметичность и величину избыточного давления в волноводном тракте: показания манометра должны соответствовать 14–15 делениям, помпа должна включаться не чаще, чем через 5 мин.
3. Включить тумблер «АНОДНОЕ» и нажать кнопку «ВЫСОКОЕ». После нажатия кнопки появится начальный ток магнетрона порядка 5 мА.
4. Ручкой «РЕГУЛИРОВКА ВЫСОКОГО» установить значение тока генератора, соответствующее записи в формуляре. Проверить значение тока высоковольтного выпрямителя, которое должно быть в пределах 100–170 мА.
5. Вращая антенну рукоятками блока Т-55 по азимуту и углу места, убедиться в отсутствии пробоев и разрядов в волноводном тракте и нормальной работе генератора: в волноводном тракте не

должен прослушиваться писк, а стрелка прибора «ТОК ГЕНЕРАТОРА-ТОК ВЫПРЯМИТЕЛЯ» на пульте оператора дальности не должна колебаться.

6. Убедиться в наличии отраженных сигналов или «звона» на индикаторах дальности и поиска.

2.4. Приемная система

2.4.1. Назначение, технические характеристики и состав системы

Приемная система предназначена для преобразования и усиления эхосигналов до величины, обеспечивающей нормальную работу СП, СИД, СУА, ССДЦ

Технические характеристики приемной системы:

- 1) чувствительность ПРС ($P_{пр\ мин}$) – 78 дБ относительно уровня 200 мкВт;
- 2) коэффициент усиления (K_u) – ($10^6 - 10^7$);
- 3) полоса пропускания ПРС ($\Delta F_{пр}$) – 6 МГц;
- 4) промежуточная частота ($f_{пр}$) – 60 МГц;
5. динамический диапазон - не менее 100.

Функционально приемная система включает (рис.24):

- 1) общую часть канала дальности (КД) и канала угловой автоматки (КУА);
- 2) канал дальности;
- 3) канал угловой автоматки;
- 4) канал подстройки и перестройки частоты.

Конструктивно в состав приемной системы входят:

- 5) элементы высокочастотного блока Т-7МЗ (разрядник РР-187, балансный смеситель сигнала, балансный смеситель АПЧ и фазирующего импульса, клястронный гетеродин с механизмом перестройки Т-4РМ (Рис.25)).
- 6) предварительный усилитель промежуточной частоты Т-34М (рис.27).
- 7) основной усилитель Т-9М (рис.28).
- 8) блок АПЧ Т-35М1 (рис.30).
- 9) блок фильтров Т-48 (рис.26).

2.4.2. Назначение и состав общей части КД и КУА

Общая часть КД и КУА предназначена для преобразования и предварительного усиления эхосигналов до величины, обеспечивающей

нормальную работу канала дальности и канала угловой автоматики. Функционально в состав общей части КД и КУА входят:

- 1) узел гетеродина, в составе: клистрон типа К-705Р, резонатор с механизмом перестройки Т-4РМ, блок фильтров Т-48, ферритовый вентиль, гибкий волновод, щелевой мост, аттенюатор (рис.25);
- 2) входное устройство (разрядник РР-187) с фильтром У7-20;
- 3) балансный смеситель сигнала;
- 4) предварительный усилитель промежуточной частоты.

Конструктивно элементы общей части КД и КУА размещены в высокочастотном блоке Т-7МЗ, блок фильтров Т-48 (рис.26) выполнен отдельно

Узел гетеродина имеет в своем составе съемный элемент, установленный на амортизаторах, на котором жестко крепятся клистрон К-705Р, резонатор с механизмом перестройки Т-4РМ и ферритовый вентиль, и волноводный тракт гетеродина в виде последовательно соединенных щелевого моста и аттенюаторов, жестко закрепленных в блоке Т-7МЗ. Связь между амортизированными и неамортизированными элементами узла клистрона осуществляется с помощью гибкого волновода, что предотвращает их поломку при движении ЗСУ.

Балансный смеситель сигнала выполнен в виде балансного волноводного кольца с четырьмя выводами. К двум из них подключены детекторные секции с диодами типа Д406А, к двум другим подаются непрерывные колебания клистронного гетеродина через аттенюатор узла гетеродина и эхо-сигналы через входное устройство.

Предварительный усилитель промежуточной частоты выполнен в виде отдельного блока Т-34М на латунном шасси с серебряным покрытием. Эхо-сигналы промежуточной частоты с балансного смесителя подаются на балансную входную цепь ПУПЧ через разъемы Ф1 и Ф2. Первые два каскада ПУПЧ выполнены по схеме «заземленный катод – заземленная сетка» (ТЗК-ТЗС) на малошумящих триодах Л1 и Л2. Контуры третьего и четвертого каскадов взаимно расстроены. На управляющие сетки ламп Л1, Л3, Л4 из блока Т-9М подается отрицательное смещение регулировки усиления (АРУ или РРУ). Выходной каскад ПУПЧ собран по схеме с последовательным включением сопротивления кабеля в резонансный контур (рис.24).

Взаимодействие элементов общей части КД и КУА по функциональной схеме

Общая часть КД и КУА включается в работу при включении тумблеров «Накал», «Анодное» и кнопки «Высокое» на пульте управления оператора дальности.

При этом с блока Т-52М1 на блок фильтров Т-48 подаются напряжения $+6,3$ В, -370 В и -750 В. Блок Т-48 содержит два фильтра, включенные в цепи питания катода и отражателя клистрона, что обеспечивает уменьшение пульсаций питающих клистрон напряжений.

Анодное напряжение $+120$ В поступает в блок Т-34М из блока Т-10М, а напряжение накала — от трансформатора блока Т-7М3. На входное устройство приемника (разрядник) через фильтр подается постоянное напряжение -750 В и импульсы поджига, а от антенно-волноводной системы эхо-сигналы.

При подаче питающих напряжений клистронный гетеродин генерирует синусоидальные непрерывные колебания сверхвысокой частоты (около 15060 МГц).

Для обеспечения стабильности частоты колебаний клистрона приняты ряд мер:

1. Питание клистрона осуществляется высокостабилизированными напряжениями.
2. Связь клистронного гетеродина с нагрузкой (балансными смесителями сигнала, АПЧ и фазирующего импульса) осуществляется через ферритовый вентиль, что исключает воздействие на клистрон отраженных от нагрузки и от неоднородностей волноводного тракта волн, т.к. вентиль пропускает волны только в одном направлении.
3. Клистрон через цепь связан с цилиндрическим резонатором, обладающим высокой добротностью. Благодаря этому собственные стабильные колебания резонатора навязываются клистрону, что повышает стабильность генерируемых колебаний.

Перестройка частоты гетеродина производится бесконтактным поршнем резонатора, приводимым в движение механизмом перестройки Т-4РМ.

4. Клистрон установлен на амортизированном основании, что исключает влияние на его работу вибраций при движении ЗСУ.

Синусоидальные непрерывные колебания от клистрона через резонатор, ферритовый и гибкий волнолоды подаются на шелевой мост

который делит мощность подводимых колебаний на две равные части и направляет их через аттенюаторы к балансным смесителям сигнала, АПЧ и фазирующего импульса.

При работе передатчика на разрядник подаются импульсы поджига, он «саживается» и закрывает вход приемного устройства, защищая его от воздействия мощных зондирующих импульсов. В промежутках между зондирующими импульсами импульсы поджига отсутствуют и разрядник, представляя собой волноводный фильтр, выполняет роль входного устройства приемной системы – обеспечивает предварительную селекцию эхо-сигналов по частоте.

Эхо-сигналы через разрядник подаются на балансный смеситель. При подаче на балансный смеситель эхо-сигналов и колебаний гетеродина через диоды будут протекать импульсы тока, промодулированные по амплитуде с промежуточной частотой:

$$f_{\text{пр}} = f_{\text{М}} - f_{\text{г}} .$$

Цепь таких токов замыкается через входную цепь ПУПЧ, которая настроена на промежуточную частоту. Напряжение промежуточной частоты выделяется во входной цепи, усиливается пятью каскадами ПУПЧ и подается в канал дальности и канал угловой автоматике. Важным показателем работы приемной системы является ее чувствительность, которая в первую очередь зависит от работы балансного смесителя ПУПЧ. С целью повышения чувствительности приемной системы смеситель выполнен по балансной схеме, что позволяет устранить воздействие шумов гетеродина на работу приемной системы. Кроме этого, смеситель максимально приближен к ПУПЧ и это исключает затухание слабых сигналов на выходе смесителя, а исполнение первых двух каскадов ПУПЧ по схеме ТЗК-ТЗС позволяет максимально уменьшить коэффициент шума, в следовательно, и повысить чувствительность приемной системы

Таким образом, исходя из сущности работы общей части КД и КУА, назначение ее элементов можно определить следующим образом:

- 1 Узел гетеродина предназначен для генерирования непрерывных стабильных СВЧ-колебаний частотой около 15060 МГц.
2. Входное устройство предназначено для предварительной частотной селекции эхо-сигналов и защиты приемной системы от воздействия мощного зондирующего сигнала.
3. Балансный смеситель сигнала предназначен для преобразования эхо-сигналов сверхвысокой частоты в эхо-сигналы промежуточной частоты
- 4 Предварительный усилитель промежуточной частоты предназначен для предварительного усиления эхо-сигналов промежуточной частоты.

Органы управления, регулировки и контроля

Качество преобразования отраженных от целей радиоимпульсов сверхвысокой частоты в радиоимпульсы промежуточной частоты зависит от соотношения амплитуд напряжений эхо-сигналов и гетеродина. Это означает, что необходимо осуществлять контроль за величиной напряжения гетеродина, подаваемого на смеситель. Сущность такого контроля сводится к измерению среднего значения токов диодов смесителей с помощью представленной схемы (рис.24).

Общая часть КД и КУА имеет следующие органы управления, регулировки и контроля:

1. Измерительный прибор ИП37-2 – для измерения токов диодов смесителей сигналов, АПЧ и ФИ. На 2.13 показана схема подключения прибора для измерения токов диодов смесителей сигнала (подключение прибора для измерения токов диодов смесителей АПЧ и ФИ аналогично). Индуктивности первичных обмоток Тр2, Др2, Др9 и емкости конденсаторов С4, С5, С39 для одной цепи (соответственно Тр1, Др1, Др8, С3, С38 – для другой цепи) образуют фильтры низкой частоты, обеспечивающие прохождение на прибор ИП37-2 постоянной составляющей токов диодов смесителей.
2. Переключатель В37-1 «СМ1-СМ2-СМ3-СМ4» предназначен для подключения прибора ИП37-2 при измерении токов диодов смесителей сигналов, АПЧ и ФИ. Исходное положение произвольное.
3. Аттenuатор смесителя сигнала предназначен для изменения мощности колебаний, подводимых от клистронного гетеродина к балансному смесителю. Ручка аттenuатора ставится в такое положение, чтобы прибор ИП37-2 показывал значение токов диодов в положении переключателя В37-1 «СМ1-СМ4» в пределах 0,1-0,3 мА.
4. Механизм перестройки резонатора клистрона предназначен для ручной перестройки рабочей частоты клистрона.

При перемещении ручки механизма в положение f_2 специальный упор, сжимая пружину, перемещает поршень резонатора, изменяя объем и резонансную частоту резонатора. Перемещение упора ограничивается настроечными винтами, которые в свою очередь закрепляются в зажимах специальными винтами.

5. Контрольные гнезда Г48-1 (+6,3 В) и Г48-2 (-6,3 В; -350 В) предназначены для контроля напряжений 6,3 В и -350 В. Контроль

напряжений производится прибором Ц4313, подключенным между гнездами Г48-1 и Г48-2 при контроле напряженка -350 В. Установка этих напряжений производится органами регулировки, расположенными в блоке Т-52М1.

2.4.3. Канал дальности

Назначение и состав канала дальности.

Канал дальности предназначен для преобразования и усиления эхосигналов до величины, необходимой для нормальной работы систем измерения дальности, поиска и системы СДЦ.

Функционально в состав канала входят:

- 1) пятикаскадный УПЧ, контуры четырех каскадов которого попарно расстроены, а контур пятого – настроен на промежуточную частоту;
- 2) фазовый детектор;
- 3) усилитель когерентного напряжения;
- 4) видеоусилитель амплитудного режима;
- 5) катодный повторитель;
- 6) видеоусилитель режима СДЦ.

Конструктивно элементы канала размещены в блоке основного усилителя Т-9К.

Взаимодействие элементов канала дальности по функциональной схеме

Канал дальности включается в работу при включении тумблеров «НАКАЛЬ», «АНОДНОЕ» и кнопки «ВЫСОКОЕ» на пульте управления оператора дальности

При этом с блока питания на элементы канала подаются стабилизированные напряжения -150 В и $+120$ В. Питание накальных цепей канала осуществляется от накального трансформатора, расположенного в блоке Т-9М.

Канал дальности работает в двух режимах: амплитудном и режиме СДЦ. Переключение режимов осуществляется реле Р9-1 и Р9-2, управление которыми производится тумблером В37-3 «АМПЛ.-СДЦ».

Рассмотрим работу канала в амплитудном режиме (тумблер В37-3 поставлен в положение «АМПЛ.»). В этом случае реле Р9-1 и Р9-2 обесточены. Напряжение $+120$ В на усилитель низкой частоты режима СДЦ не подается и поэтому он не работает. Как будет показано позже, не

работает и блок Т-8М, а значит когерентное напряжение на усилитель когерентного напряжения не подается и поэтому он участия в работе не принимает. Поскольку когерентное напряжение отсутствует, то фазовый детектор будет работать как амплитудный. Поступающие с выхода ПУПЧ радиоимпульсы усиливаются пятью каскадами УПЧ, преобразуются детектором в видеоимпульсы отрицательной полярности, усиливаются и ограничиваются на определенном уровне в усилителе низкой частоты амплитудного режима и подаются на катодный повторитель. Катодный повторитель обеспечивает согласование большого выходного сопротивления усилительного каскада с малым входным сопротивлением кабеля. С выхода катодного повторителя видеоимпульсы положительной полярности по кабелю поступают в блок Т-21М1.

Таким образом, исходя из сущности работы канала дальности в амплитудном режиме, назначение его элементов можно определить следующим образом:

1. Усилитель промежуточной частоты предназначен для усиления эхосигналов промежуточной частоты.
2. Фазовый (амплитудный) детектор предназначен для преобразования радиоимпульсов в видеоимпульсы отрицательной полярности.
3. Усилитель низкой частоты амплитудного режима предназначен для усиления и ограничения видеоимпульсов эхосигналов.
4. Катодный повторитель предназначен для согласования выходного сопротивления усилителя с входным сопротивлением кабеля, осуществляющего передачу эхосигналов в блок Т-21М1.

При применении противником пассивных помех, либо при сопровождении низколетящих целей, когда мешают отражения от местных предметов, включается режим СДЦ. При этом тумблер В37-3 «АМПУЛ-СДЦ» ставится в положение «СДЦ». В этом случае на обмотки реле Р9-1 и Р9-2 подается напряжение +27 В. Реле срабатывают, в результате чего:

к первому каскаду УПЧ подключается потенциометр R9-5 «УСИЛ.К.Д СДЦ»;

пятый каскад УПЧ переводится в режим ограничения;

на видеоуснаитель (Л8) подается питающее напряжение +120 В и отключается +120 В от видеоусилителя-ограничителя (Л9) и катодного повторителя (Л10), которые в работе не участвуют.

На вход усилителя когерентного напряжения с блока Т-8М подается когерентное напряжение, усиливается на нем и поступает на вход фазового детектора.

Поступающие с выхода ПУПЧ радиоимпульсы эхо-сигналов усиливаются пятью каскадами УПЧ, ограничиваются по амплитуде на уровне 1 В и преобразуются фазовым детектором в видеоимпульсы.

Для компенсации нассивных помех (либо отражений от местных предметов) надо настроить ручкой R27-16 «ЧАСТОТА КОМПЕНСАЦИИ» фазу когерентного напряжения. В этом случае при поступлении на вход фазового детектора эхо-сигналов помехи разность фаз между напряжением этих эхо-сигналов и когерентным напряжением от импульса к импульсу будет оставаться постоянной, поэтому амплитуда и полярность видеоимпульсов на выходе фазового детектора от импульса к импульсу не будут изменяться

Если на вход фазового детектора поступают эхо-сигналы цели, то разность фаз между напряжением эхо-сигналов и когерентным напряжением непрерывно изменяется, поэтому амплитуды и полярность видеоимпульсов на выходе фазового детектора от импульса к импульсу меняются. Видеоимпульсы с выхода фазового детектора через переменный резистор R9-33 «УРОВЕНЬ СИГН СДЦ» подаются на вход видеоусилителя режима СДЦ, где усиливаются и поступают по кабелю в БЛОК Т-19М на вход канала ЧПК.

Таким образом, исходя из сущности работы канала дальности в режиме СДЦ, назначение его элементов можно определить следующим образом:

1. Усилитель промежуточной частоты предназначен для усиления эхо-сигналов до величины, обеспечивающей нормальную работу фазового детектора, и ограничения их по амплитуде на уровне 1 В.
2. Фазовый детектор предназначен для преобразования радиоимпульсов в видеоимпульсы: для эхо-сигналов помехи – постоянной амплитуды и полярности и для эхо-сигналов цели – переменной амплитуды и полярности.
3. Усилитель когерентного напряжения предназначен для усиления когерентного напряжения до величины, обеспечивающей нормальную работу фазового детектора.
4. Видеоусилитель режима СДЦ предназначен для усиления видеоимпульсов эхо-сигналов до величины, обеспечивающей нормальную работу канала ЧПК.

Органы управления, контроля и регулировки

1. Реле Р9-1, Р9-2 предназначены для управления режимами работы КД. В амплитудном режиме обмотки реле обесточены, в режиме СДЦ на обмотки реле подается +27В. Переключение режимов обеспечивается тумблером В37-3 «АМПЛ.-СДЦ». Исходное положение тумблера «АМПЛ». В этом случае реле Р9-2 включает элементы КД в амплитудный режим работы, а Р9-1 подключает своими контактами к первому каскаду УПЧ Р9-4 «УСИЛ.КД АМПЛ.», а пятый каскад УПЧ переводит в режим работы без ограничения эхо-сигналов.
2. Переменный резистор Р9-4 «УСИЛ.КД АМПЛ.» Предназначен для регулировки коэффициента усиления канала. Регулировка под шлиц выведена на переднюю панель блока Т-9М.

При перемещении движка резистора Р9-4 изменяется отрицательное напряжение, подаваемое на управляющую сетку лампы Л1. В результате этого, коэффициент усиления каскада, а следовательно, и всего УПЧ, будет изменяться. Регулировка коэффициента усиления КД осуществляется по уровню шумов на экране индикатора дальности. Для установки требуемого коэффициента усиления необходимо нажать кнопку «НАВЕДЕНИЕ» на рукоятке блока Т-55М1 (при этом выключается схема АРУ), установить ручку потенциометра R36-1 «УСИЛЕНИЕ ПРИЕМНИКА» на пульте управления оператора поиска вправо до упора и резистором Р9-4 «УСИЛ.КД АМПЛ.» Установить уровень шумов на экране индикатора дальности равным $3 + 1$ мм.

3. Контрольное гнездо Г1 «ВЫХ.ДЕТ.КД» предназначено для проверки наличия и параметров видеоимпульсов на выходе фазового детектора. Контрольное гнездо Г2 «ВЫХ.КД АМПЛ.» – для проверки наличия и параметров видеоимпульсов на выходе канала дальности в амплитудном режиме. Контроль импульсов осуществляется с помощью встроенного или переносного осциллографа.
4. Переменный резистор Р9-5 «УСИЛ.КД СДЦ» предназначен для регулировки коэффициента усиления КД в режиме СДЦ. Физическая сущность действия регулировки аналогична переменному резистору Р9-4 «УСИЛ.КД АМПЛ.», рассмотренному ранее.
5. Переменный резистор Р9-28 «Уровень КОГ. НАПР.» Предназначен для регулировки амплитуды когерентного напряжения, подаваемого на вход фазового детектора. Действие регулировки сводится к изменению коэффициента передачи когерентного напряжения с блока Т-8М на вход усилителя когерентного напряжения. Движок резистора устанавливается

в такое положение, чтобы обеспечить нормальную работу фазового детектора.

6. Переменный резистор R9-33 «УРОВЕНЬ СИГН. СДЦ» предназначен для регулировки амплитуды видеоимпульсов на выходе канала. Действие регулировки сводится к изменению коэффициента передачи видеоимпульсов с выхода фазового детектора на вход видеоусилителя режима СДЦ. Движок потенциометра устанавливается в такое положение, чтобы обеспечить нормальную работу канала ЧПК.

2.4.4. Канал угловой автоматки

Назначение и состав канала угловой автоматки

Канал угловой автоматки предназначен для выделения огибающей эхо-сигналов от цели, выбранной для автосопровождения, и выработки напряжения АРУ приемной системы.

Функционально в состав канала входят:

- 1) шестикаскадный усилитель промежуточной частоты;
- 2) резонансные контуры первых четырех каскадов, которые поларно расстроены;
- 3) контуры двух последних каскадов настроены на промежуточную частоту;
- 4) для выделения сигнала, от выбранной на автосопровождение цели, шестой каскад стробируется импульсом СТРОБ II или импульсом УУС (в зависимости от того одиночная или групповая цель); регулировка усиления УПЧ производится отрицательным напряжением со схемы АРУ, подаваемым на первые два каскада, и напряжением с потенциометра «УСИЛ.КУА», подаваемым на третий каскад УПЧ;
- 5) катодный повторитель;
- 6) амплитудный детектор;
- 7) усилитель низкой частоты;
- 8) детектор огибающей (ДОГ), для обеспечения работы ДОГ за 2-3 мкс. До прихода эхо-сигналов подаются импульсы сброса из СИД;
- 9) схема АРУ.

Конструктивно элементы канала размещены в блоке основного усилителя Т-9М.

Взаимодействие элементов канала угловой автоматики функциональной схеме

Канал угловой автоматики (КУА) включается в работу при включении тумблеров «НАКАЛЬ» «АНОДНОЕ» и кнопки «ВЫСОКОЕ» на панели управления оператора дальности.

При этом с блока питания Т-10М на элементы канала подается стабилизированное напряжение -150 В и $+120$ В. Питание накальных цепей канала осуществляется от накального трансформатора, расположенного в блоке Т-9М.

На вход канала с блока ПУПЧ Т-34М поступают эхо-сигналы от целей, находящихся в зоне ДНА. Радиопульсы эхо-сигналов последовательно усиливаются пятью каскадами УПЧ и поступают на вход шестого каскада. Шестой каскад в исходном состоянии закрыт и открывается при поступлении на него стробирующего импульса. Стробирующий импульс подается через катодный повторитель из системы измерения дальности. Катодный повторитель обеспечивает развязку шестого каскада УПЧ и кабеля, по которому поступает импульс. В канале стробирующего импульса используется СТРОБ II либо ультразвуковой (УУС). Длительность этих импульсов $3,9$ и $0,3$ мкс, соответственно. Форма строба осуществляется оператором в зависимости от положения тумблера «СТРОБ-УУС». Тумблер ставится в положение «УУС» при групповой цели для автосопровождения головного самолета.

Стробирующий импульс по времени жестко связан с дырочным визиром на индикаторе дальности. Это значит, что КУА будет открыт только для эхо-сигналов той цели, с отметкой от которой совпадает дырочный визир.

Усиленные шестым каскадом УПЧ радиопульсы преобразуются амплитудным детектором в видеопульсы, усиливаются в УНЧ и в отрицательной полярности подаются на схему ДОГ. ДОГ растягивает видеопульсы по времени примерно на период повторения РЛС, с приходом импульсов сброса. С приходом импульса сброса напряжение на выходе ДОГ уменьшается до нуля. При поступлении следующего видеопульса ДОГ вновь растягивает его по времени и т.д.

Таким образом, на выходе ДОГ будет действовать огибающая эхо-сигналов сопровождаемой цели в виде отрицательного пульсирующего напряжения, а в дальнейшем это напряжение подается в СУА (блок Т-13М2) на схему АРУ.

Схема АРУ вырабатывает постоянное отрицательное напряжение, которое подается на первый, третий и четвертый каскады ПУПЧ и на первый и второй каскады УПЧ КУА. Коэффициент усиления приемной системы в режиме автосопровождения изменяется таким образом, чтобы постоянная составляющая выходного пульсирующего напряжения ДОГ была равна 10–12 В.

В режиме поиска реле Р1 обесточено и своими контактами соединяет вход схемы АРУ с корпусом. В этом случае выходное напряжение схемы АРУ определяется положением движка переменного резистора «УСИЛЕНИЕ ПРИЕМНИКА» и регулировка усиления приемника осуществляется вручную.

Исходя из сущности работы канала угловой автоматики, назначение его элементов можно определять следующим образом:

1. Усилитель промежуточной частоты предназначен для усиления эхосигналов цели, взятой на автосопровождение, до величины, обеспечивающей нормальную работу амплитудного детектора.
2. Катодный повторитель предназначен для согласования сопротивлений кабеля и шестого каскада УПЧ при подаче стробирующих импульсов.
3. Амплитудный детектор предназначен для преобразования радиоимпульсов эхосигналов промежуточной частоты в видеоимпульсы положительной полярности.
4. Усилитель низкой частоты предназначен для усиления видеоимпульсов до величины, обеспечивающей нормальную работу ДОГ.
5. Детектор огибающей предназначен для преобразования видеоимпульсов в отрицательное пульсирующее напряжение. Частота переменной составляющей пульсирующего напряжения равна частоте сканирования луча ДНА в режиме автосопровождения (63 Гц), амплитуда пропорциональна величине отклонения цели от равносигнального направления, а фаза определяет направление этого отклонения.
6. Схема АРУ предназначена для ручной регулировки коэффициента усиления приемника в режиме поиска цели и автоматической – при ее автосопровождении.

Органы управления, контроля и регулировки

1. Реле Р9-1 предназначено для переключения режимов работы схемы АРУ при ручной или автоматической регулировке коэффициента усиления приемника. В режиме поиска Р9-1 обесточено и своими контактами подключает выход ДОГ на корпус. Выходное напряжение схемы АРУ зависит от положения движка переменного резистора R36-1

«УСИЛЕНИЕ ПРИЕМНИКА» В режиме автосопровождения цели на обмотку реле Р9-1 подается напряжение + 27 В и оно с помощью контактами замыкает резистор R36-1 на корпус и отключает от корпуса выход ДОГ, в результате чего схема АРУ переходит в автоматический режим работы.

2. Переменный резистор R36-1 «УСИЛЕНИЕ ПРИЕМНИКА» предназначен для регулировки коэффициента усиления приемника в режиме поиска. При изменении положения движка R36-1 изменяется отрицательное напряжение на выходе схемы АРУ, которое подается на каскады ПУПЧ и УПЧ КУА, в результате чего их коэффициенты усиления изменяются. Исходное положение регулировки – вправо до упора, в процессе работы резистор устанавливается оператором поиска в положение, обеспечивающее качественное обнаружение целей.
3. Потенциометр R9-10 «УСИЛ. КУА» предназначен для регулировки усиления третьего каскада УПЧ. Сущность действия регулировки аналогична «УСИЛ. КД АМПЛ.», рассмотренной ранее. Регулировка устанавливается в такое положение, чтобы при незастробированной го дальности отметке от цели, напряжение на выходе ДОГ было в пределах 0,3–5 В. Контроль напряжения осуществляется прибором Ц4313, подключаемым к гнезду Г13-3 «ВХОД АВТОМАТ»
4. Переменный резистор R9-52 «УСТАН. О АРУ» предназначен для установки нулевого напряжения на выходе схемы АРУ при отсутствии напряжения на ее входе. Установка нулевого значения выходного напряжения схемы АРУ производится по прибору Ц4313, подключенному к гнезду Г9-1. При этом движок потенциометра R36-1 «УСИЛЕНИЕ ПРИЕМНИКА» должен быть поставлен в правое крайнее положение.
5. Переменный резистор R9-42 «ЗАДЕРЖКА АРУ» предназначен для установки величины постоянной составляющей выходного напряжения ДОГ в пределах 10–12 В. Сущность задержки АРУ заключается в том, чтобы схема АРУ реагировала только на сигналы большой амплитуды. При малых сигналах на выходе схемы АРУ получается нулевое напряжение, поэтому коэффициент усиления приемника максимальный. Установка задержки АРУ производится по прибору Ц4313, подключенному к гнезду Г13-3 «ВХОД АВТОМАТ.» При застробированной отметке от местного предмета и нажатой кнопке «АВТОМАТ» прибор должен показывать напряжение 10–12 В. При необходимости установить показание прибора в этих пределах с помощью регулировки «ЗАДЕРЖКА АРУ»

6. Контрольные гнезда Г9-1, Г9-2, Г9-3, Г9-4 предназначены для обеспечения контроля напряжений на выходе схемы АРУ, амплитудного детектора, УНЧ и ДОГ соответственно.

2.4.5. Канал подстройки и перестройки частоты

Канал подстройки и перестройки частоты предназначен для поддержания разности частот колебаний, генерируемых магнетроном и клистроном, равной 60 МГц.

Функционально в состав канала входят (рис.31):

- 1) смеситель АПЧ и фазирующего импульса (аналогичный смесителю сигнала);
- 2) усилитель промежуточной частоты – четырехкаскадный резонансный усилитель, контуры каскадов которого настроены на промежуточную частоту, малая величина, включенных в анодные цепи резисторов обеспечивает широкую полосу пропускания такого УПЧ;
- 3) частотный дискриминатор, выполненный по балансной схеме с расстроенными контурами;
- 4) усилитель низкой частоты;
- 5) двухполярный пиковый детектор;
- 6) сервоусилитель в составе балансного модулятора и усилителя;
- 7) исполнительная схема: двигатель с редуктором и резисторы R4M-1 и R37-11.

Конструктивно элементы канала расположены в высокочастотном блоке Т-7МЭ, блоке АПЧ Т-35М1, механизме подстройки и перестройки частоты магнетрона Т-4М2 (рис.32) и шкафу Т-3М1.

Взаимодействие элементов канала подстройки и перестройки частоты по функциональной схеме

Канал подстройки и перестройки частоты включается в работу при включении тумблеров «НАКАЛЬ», «АНОДНОЕ» и кнопки «ВЫСОКОЕ» на пульте управления оператора дальности. При этом с блока питания Т-10М на элементы канала подаются стабилизированные напряжения +120 В и –150 В. На обмотку возбуждения исполнительного двигателя подается 36 В, 400 Гц и на балансный модулятор 12 В, 400 Гц от специального трансформатора. Питание накальных цепей канала осуществляется от накального трансформатора, расположенного в блоке АПЧ Т-35М1.

Канал может работать в двух режимах: автоматической подстройки частоты магнетрона и ручной подстройки частоты магнетрона.

Рассмотрим каждый из этих режимов в отдельности.

Режим автоматической подстройки частоты магнетрона

Режим включается при установке тумблера ВЗ7-6 «ПОДСТРОЙКА ЧАСТОТЫ» в положение «АВТОМАТ». При этом все реле блока АПЧ Г-35М1 будут обесточены и через их нормально замкнутые контакты выход пикового детектора подключается ко входу балансного модулятора сервоусилителя. В работе будут принимать участие все элементы канала кроме резисторов R4M-1 и R37-11. Канал представляет собой автоматическую следящую систему с астатизмом первого порядка.

На балансный смеситель АПЧ и ФИ подаются колебания клистрона и часть энергии импульсов магнетрона от ответвителя АПЧ через аттенюатор.

Нагрузкой диодов смесителя является входная цепь УПЧ, контур которой настроен на промежуточную частоту 60 МГц. Во время действия высокочастотного импульса магнетрона во входной цепи будет выделен импульс колебаний с разностной частотой:

$$f_p = f_{\text{кк}} - f_m$$

Работа смесителя АПЧ и ФИ аналогична работе балансного смесителя сигнала. Фильтр обеспечивает выделение постоянной составляющей токов диодов смесителя. Радиопульсы разностной частоты усиливаются четырехкаскадным усилителем промежуточной частоты.

Со второго каскада УПЧ радиопульсы разностной частоты подаются в блок когерентного гетеродина Г-8М для его фазирования, а выхода четвертого каскада – на частотный дискриминатор. Частотный дискриминатор собран по балансной схеме с расстроенными контурами относительно частоты 60 МГц. Он преобразует радиопульсы в видеопульсы, амплитуда которых пропорциональна уходу разностной частоты f_p от частоты 60 МГц, а знак видеопульсов зависит от направления ухода. Допустим $f_p < 60$ МГц. Тогда на выходе частотного дискриминатора будут действовать положительные видеопульсы, которые усиливаются видеоусилителем и поступают на пиковый детектор. Пиковый детектор преобразует видеопульсы в постоянное напряжение полярность и величина которого определяются полярностью и амплитудой видеопульсов. Это напряжение через потенциометры «УСИЛ.В» и «УСИЛ.П» (в зависимости от того, на какой частоте работает станция) подается на балансный модулятор.

Балансный модулятор преобразует постоянное напряжение сигнала ошибки в переменное частотой 400 Гц, амплитуда которого зависит от величины постоянного напряжения, а фаза — от полярности его. Напряжение сигнала ошибки усиливается усилителем и прикладывается к управляющей обмотке двигателя. Ротор двигателя поворачивается и через редуктор механизма Т-4М2 изменяет объем резонаторов магнетрона таким образом, что частота колебаний магнетрона уменьшается. Это приведет к увеличению разностной частоты f_p , а значит и к уменьшению начального отклонения $Mf = 60 \text{ МГц} - f_p$

Амплитуда видеосимпульсов на выходе частотного дискриминатора уменьшается, уменьшается выходное напряжение пикового детектора, уменьшается амплитуда напряжения сигнала ошибки, прикладываемого к управляющей обмотке двигателя.

Двигатель по-прежнему будет изменять объем резонаторов магнетрона, уменьшая частоту его колебаний. Через некоторое время $Mf = 60 \text{ МГц} - f_p$ станет равной нулю. Напряжение сигнала ошибки также станет равным нулю. Однако ввиду инерционности системы, ротор двигателя будет вращаться некоторое время в прямом направлении, что приведет к большему уменьшению частоты магнетрона и разностная частота станет больше номинальной промежуточной

Это приведет, в конечном счете, к появлению на выходе сервоусилителя напряжения сигнала ошибки противоположной фазы. Ротор двигателя начнет вращаться в другую сторону, частота колебаний магнетрона начнет увеличиваться и т.д.

Таким образом система не сразу осуществляет подстройку частоты магнетрона, а делает несколько колебаний. Это увеличивает время подстройки магнетрона. Для уменьшения колебательности системы предусмотрена отрицательная обратная связь. Напряжение отрицательной обратной связи частотой 400 Гц снимается с тахометрической обмотки двигателя и подается на модулятор. Амплитуда напряжения обратной связи пропорциональна скорости вращения ротора двигателя, а фаза определяется направлением его вращения. Модулятор суммирует напряжение сигнала ошибки и напряжение обратной связи и вырабатывает управляющее напряжение, которое и прикладывается к управляющей обмотке двигателя. Благодаря наличию отрицательной обратной связи, число колебаний уменьшается до 2—3.

Режим ручной подстройки частоты магнетрона

Режим включается установкой тумблера В37-6 «ПОДСТРОЙКА ЧАСТОТЫ» в положение «РУЧН». Реле Р35-1 срабатывает, отключает пиковый детектор от входа сервоусилителя и подключает к нему электрический мост, состоящий из резисторов R35-1, R35-2, R4M-1, R37-11.

В этом режиме канал представляет собой полуавтоматическую следящую систему с астатизмом первого порядка.

Если мост не сбалансирован, то ко входу балансного модулятора будет приложено положительное или отрицательное постоянное напряжение. Это приведет к тому, что, как и в режиме АПЧ, изменится частота колебаний магнетрона. Одновременно с этим ротор двигателя переместит движок потенциометра R4M-1 и сбалансирует мост.

Управление частотой магнетрона в этом режиме осуществляется с помощью ручки потенциометра R37-11 «ПОДСТРОЙКА ЧАСТОТЫ».

При повороте ручки мост разбалансируется и на вход балансного модулятора будет подано положительное или отрицательное постоянное напряжение. Двигатель, отработывая рассогласование, изменяет частоту колебаний магнетрона и перемещает движок потенциометра R4M-1 в положение, при котором сигнал рассогласования будет равным нулю.

Таким образом, исходя из сущности работы канала подстройки и перестройки частоты, назначение его элементов можно определить следующим образом:

1. Балансный смеситель АПЧ и ФИ предназначен для получения радиоимпульсов с частотой $f_p = f_{\text{кп}} - f_{\text{м}}$.
2. Фильтр предназначен для выделения постоянной составляющей токов диодов смесителя.
3. УПЧ предназначен для усиления радиоимпульсов разностной частоты до величины, обеспечивающей нормальную работу частотного дискриминатора.
4. Частотный дискриминатор предназначен для преобразования радиоимпульсов в видеоимпульсы, амплитуда которых зависит от величины ухода разностной частоты от 60 МГц, а знак зависит от направления ухода.
5. УНЧ предназначен для усиления видеоимпульсов до величины, обеспечивающей нормальную работу пикового детектора.
6. Пиковый детектор предназначен для преобразования видеоимпульсов в постоянное напряжение, величина которого зависит от амплитуды видеоимпульсов, а знак — от знака видеоимпульсов.

7. Балансный модулятор предназначен для преобразования постоянного напряжения в напряжение частотой 400 Гц, амплитуда которого зависит от величины постоянного напряжения, а начальная фаза от знака постоянного напряжения, а также для суммирования напряжений сигнала ошибки и обратной связи.
8. Усилитель предназначен для усиления управляющего напряжения до величины, обеспечивающей нормальную работу исполнительного двигателя.
9. Двигатель предназначен для отработки заданного рассогласования и выработки напряжения обратной связи.
10. Редуктор предназначен для передачи вращения от двигателя к механизму подстройки частоты магнетрона.
11. Электрический мост R37-11, R4M-1, R35-1, R35-2 предназначен для получения сигнала ошибки при работе канала в режиме ручной подстройки частоты магнетрона.

Органы управления, контроля и регулировки

1. Тумблер В37-6 «ПОДСТРОЙКА ЧАСТОТЫ» предназначен для переключения режимов работы канала подстройки и перестройки частоты. Тумблер расположен на пульте управления оператора дальности. При установке тумблера в положение «АВТОМ» Реле Р35-1 обесточено и выход пикового детектора подключен ко входу сервоусилителя, канал подстройки и перестройки частоты работает в режиме автоматической подстройки частоты. При установке тумблера В37-6 в положение «РУЧН.» На реле Р35-1 подается +27 В, оно срабатывает и переводит канал в режим ручной подстройки частоты магнетрона.
Исходное положение тумблера В37-6 – «РУЧН.»
2. Тумблер В35-1 «ВКЛ.-ВЫКЛ.» предназначен для замыкания 36 В, 400 Гц на обмотку возбуждения исполнительного двигателя М4-1.
3. Переменный резистор R37-11 «ПОДСТРОЙКА ЧАСТОТЫ» предназначен для ручной подстройки частоты магнетрона. Совместно с резисторами R4M-1, R35-1 и R35-2 переменный резистор R37-11 образует электрический мост. При повороте ручки резистора R37-11 на выходе моста создается напряжение сигнала ошибки, которое обеспечивает работу канала в режиме ручной подстройки частоты. Резисторы R37-11 и R4M-1 имеют шкалы для контроля работы канала. Исходное положение ручки резистора R37-11 – нулевое.

4. Переменные резисторы R35-1, R35-4, «УСИЛ-В» и «УСИЛ. КД» предназначены для изменения коэффициента передачи канала при работе станции на первой или второй фиксированных частотах. Коэффициент передачи устанавливается следующим образом. В режиме ручной подстройки частоты задается уход разностной частоты от номинальной промежуточной поворотом ручки потенциометра «ПОДСТРОЙКА ЧАСТОТЫ» на 2 деления и включается режим автоматической подстройки частоты. Система должна отработать рассогласование валик механизма Т-4М2 при этом должен сделать 2-3 колебания. Добиваются этого с помощью указанных потенциометров.
5. Потенциометр R35-6 «БАЛАНС» предназначен для балансировки балансного модулятора. Балансировка производится так, чтобы остаточное напряжение на гнездах «УПР. НАПР.» не превышало 2 В.
6. Аттenuатор предназначен для регулировки мощности колебаний клистрона, поступающих на смеситель. Мощность колебаний должна быть такой, чтобы показания прибора ИП37-2 «ТОК СМЕСИТЕЛЯ» в положениях переключателя прибора «СМ3» и «СМ4» были в пределах 0,1-0,3 мА.
7. Контрольные гнезда Г35-1, Г35-2, Г35-3 предназначены для контроля напряжений на выходе пикового детектора, на выходе сервоусилителя +120 В и -150 В.

2.4.6. Контроль функционирования приемной системы

Для проверки функционирования приемной системы необходимо сделать следующее:

1. Включить аппаратуру РЛС без включения высокого напряжения и тумблеров «ПИТАНИЕ ДВИГАТЕЛЕЙ» на блоке Т-2М3
2. Проверить общую часть КД и КУА: величины токов смесителей на прибору «ТОК СМЕСИТЕЛЯ» должны быть в пределах 0,1-0,3 мА. При необходимости установить значения токов соответствующим аттenuатором блока Т-7М3.
3. Проверить КД. величина шумовой дорожки на индикаторе дальности должна быть в пределах 3 ± 1 мм. При необходимости величину шумовой дорожки установить потенциометром «УСИЛ.КД АМПЛ.»
4. Проверить регулировку схемы АРУ. Для этого необходимо нажать кнопку «АВТОМАТ». Уровень шумов на экране индикатора дальности не должен заметно измениться. Если уровень заметно уменьшится, необходимо проверить «0 АРУ» и задержку АРУ.

5. Проверить КУА: нажать кнопку «АВТ.» На рукоятке управления антенной, проверить прибором Ц4313 и выставить, регулируя потенциометром «УСИЛЕНИЕ КУА» блока Т-9М, напряженне шумов на гнезде «ВХОД. АВТ.» Блока Т-13М2 в пределах 0,3-5,0 В при обоих положениях переключателя «УУС-СТРОБ».

6. Проверить работу канала подстройки и перестройки частоты. Для этого необходимо:

включить высокое напряжение и установить требуемое значение тока генератора;

включить тумблеры «ПИТАНИЕ ДВИГАТЕЛЕЙ» на блоке Т-2М3;

управляя антенной, добиться появления на индикаторах отметки от местного предмета;

установить максимальную величину отметки от местного предмета по индикатору дальности с помощью ручки «ПОДСТРОЙКА ЧАСТОТЫ»;

поставить тумблер «ПОДСТРОЙКА ЧАСТОТЫ» в положение «АВТОМАТ», величина отметки от местного предмета при этом не должна уменьшиться;

поставить тумблер «ПОДСТРОЙКА ЧАСТОТЫ» в положение «РУЧНАЯ», повернуть ручку потенциометра «ПОДСТРОЙКА ЧАСТОТЫ» вправо на два деления по шкале, поставить тумблер «ПОДСТРОЙКА ЧАСТОТЫ» в положение «АВТОМАТ», величина отметки от местного предмета должна возрасти до прежнего значения;

аналогичные операции проделать при повороте ручки потенциометра «ПОДСТРОЙКА ЧАСТОТЫ» влево на два деления по шкале, величина отметки от местного предмета должна возрасти до прежнего значения.

7. Выключить РЛС.

2.5. Система поиска

2.5.1. Назначение, состав и краткая характеристика системы

Система поиска предназначена для обнаружения целей и обеспечения перехода на автосопровождение по угловым координатам. Конструктивно система состоит из блока индикатора поиска Т28М (рис.36), блока азимутальной развертки Т53М (рис.35), азимутального датчика М2-42, местного датчика У81-1/1 (вклейка 1)

Функционально в состав системы входят:

- 1) канал формирования управляющих напряжений;
- 2) канал формирования радиально-круговой развертки дальности;
- 3) канал формирования развертки по углу места и импульсов

подсвета;

- 4) канал формирования импульса визира, масштабных и стробных меток;
- 5) канал видеоусилителя-ограничителя и смесителя;
- 6) панель электронно-лучевой трубки;

На экране индикатора поиска Т-28М создается развертка в виде прямоугольного раstra, большая сторона раstra представляет собой развертку по дальности длительностью 0–15 км или 5–20 км, а меньшая сторона соответствует времени качания диаграммы направленности антенны по углу места в секторе 15 сверху вниз. В масштабе 15 км центр экрана соответствует дальности 0 км, а в масштабе 20 км – дальности 5 км.

Люминесцентный слой экрана индикатора имеет достаточно длительное время послесвечения, поэтому сигналы от целей будут наблюдаться в виде яркостных отметок. На развертке индикатора поиска создаются четыре масштабные метки с интервалом 5 км, которые при вращении антенны образуют на экране концентрические окружности.

Кроме того, создаются две подвижные стробные метки с интервалом 1 км. Положение стробных меток по всей длине развертки зависит от дальности, установленной штурвалом блока механизма дальности Т-22М1. Поэтому, чтобы определить дальность до цели с точностью, необходимо для перехода на автосопровождение, необходимо, изменяя положение штурвала блока Т-22М1 (рис.41), переместить стробные метки так, чтобы отметка от цели входила между ними. Отображение посередине прямоугольного раstra (вдоль большой стороны) визирной линии позволяет точно навести антенну на цель по углу места, а если отметка от цели находится в растре, то это свидетельствует о том, что антенна уже наведена на цель по азимуту.

Сформированный прямоугольный растр на экране индикатора поиска вращается синхронно с вращением антенны.

2.5.2. Канал формирования управляющих напряжений

Канал формирования управляющих напряжений предназначен для формирования четырех напряжений, изменяющихся с частотой вращения антенны по азимуту и сдвинутых по фазе последовательно относительно друг друга на 90° .

В состав канала входят:

- 1) генератор синусоидального напряжения (У53-3);
- 2) азимутальный датчик М2-42;

3) четыре фазовых детектора (У53-1, У53-2, У53-4, У53-5).

Все эти элементы, за исключением азимутального датчика, расположены в блоке Т-53М (рис.35).

Генератор собран по схеме индуктивной трехточки и вырабатывает непрерывные синусоидальные колебания частотой 8 кГц, которые подаются на азимутальный датчик и фазовые детекторы. Амплитуда колебаний регулируется потенциометром «АМПЛИТУДА РАЗВЕРТКИ».

Азимутальный датчик представляет собой вращающийся трансформатор, ротор которого кинематически связан с азимутальной осью антенны и вращается синхронно с вращением антенны. Две взаимно перпендикулярные статорные обмотки имеют среднюю заземленную точку. Поэтому с четырех выводов статорных обмоток будут сниматься четыре переменных напряжения частотой 8 кГц, промодулированные по амплитуде частотой вращения антенны по азимуту, в одной обмотке по закону синуса, а в другой по закону косинуса. Напряжения частотой 8 кГц одной и той же обмотки противофазны. Эти четыре напряжения через потенциометры «АМПЛИТУДА» подаются на четыре фазовых детектора, к которым подается и опорное напряжение частотой 8 кГц.

Все четыре фазовых детектора аналогичны и собраны по балансной схеме. Детекторы выделяют огибающие напряжений 8 кГц, подаваемых с азимутального датчика. Таким образом, с четырех выходов канала снимаются четыре напряжения с частотой вращения антенны по азимуту и сдвинутые по фазе на 90° относительно друг друга. Эти напряжения подаются на модуляторы радиально-круговой развертки (У28-2 и У28-3), на модуляторы угломестной развертки (У28-7 и У28-8) и схемы симметрирования.

Если антенна неподвижна, то с выходов азимутального датчика на фазовые детекторы будут поступать синусоидальные напряжения с частотой 8 кГц постоянной амплитуды. Величины амплитуд напряжений будут определяться положением антенны по азимуту. С выходов фазовых детекторов будут сниматься четыре напряжения постоянного тока попарно равные по величине, но противоположной полярности.

Канал имеет следующие органы регулировки:

1. Потенциометр «АМПЛИТУДА РАЗВЕРТКИ» предназначен для регулировки длины развертки. Длина развертки должна быть такой, чтобы концы растровой развертки касались обрамления экрана.

2. Четыре потенциометра «АМПЛИТУДА» на панелях фазовых детекторов предназначены для выравнивания амплитуд выходных напряжений

фазовых детекторов. При равных амплитудах масштабные метки на экране индикатора поиска будут описывать окружности.

2.5.3. Канал формирования радиально-круговой развертки дальности

Известно, что для создания радиально-круговой развертки дальности в трубке с электромагнитным управлением луча катушки должны быть расположены взаимно перпендикулярно и в них должны протекать пилообразные импульсы тока, промодулированные по амплитуде в одной катушке по закону синуса, а в другой – по закону косинуса. Для обеспечения отклонения луча трубки на требуемый угол при малых токах в отклоняющих катушках целесообразно иметь четыре отклоняющие катушки, развернутых относительно друг друга на 90° . Тогда в одной паре катушек должны протекать пилообразные токи противоположно направленные с частотой вращения антенны по азимуту. Эту задачу решает канал формирования радиально-круговой развертки дальности, обеспечивающий формирование пилообразных импульсов тока длительностью по 100 мкс в четырех отклоняющих катушках, амплитуды которых изменяются по закону управляющих напряжений, и прямоугольные импульсы дальности той же длительности.

В состав канала входят:

- 1) генератор прямоугольных импульсов дальности (У28-1);
- 2) модуляторы радиально-круговой развертки (У28-2 и У28-3);
- 3) усилители тока радиально-круговой развертки (Л1-Л4);
- 4) схема задержки в панели У28-10;
- 5) катодный повторитель на Л28-6.

Все элементы канала расположены в блоке Т-28М.

Канал может работать в двух режимах. Первый режим – масштабной развертки по дальности 15 км, второй режим – 20 км. Переключение режимов осуществляется с помощью тумблера В28-1 «МАСШТАБ». В обоих режимах длительность развертки на индикаторе поиска одинаковая и составляет 100 мкс (15 км). Поэтому начало развертки на масштабе 15 км совпадает по времени с моментом излучения зондирующего импульса, а на масштабе 20 км – отстает на 33,3 мкс (5 км).

При работе канала в первом режиме он запускается импульсом запуска передатчика, которые подаются через переключатель В23 «МАСШТАБ» в положение 15 на генератор прямоугольных импульсов панели У28-1.

Генератор прямоугольных импульсов дальности представляет собой ждущий мультивибратор. При поступлении ИЗП он вырабатывает

положительные и отрицательные импульсы длительностью 100 мкс. Импульсы отрицательной полярности поступают на генератор масштабных меток (У28-10) и запускают его. Импульсы масштабных меток, следующие с интервалом 33,3 мкс (5 км), в свою очередь, синхронизируют работу мультивибратора (4-я масштабная метка возвращает ждущий мультивибратор в исходное состояние). Импульсы положительной полярности поступают на генератор импульсов подсвета (У28-5) и на четыре модулятора радиально-круговой развертки, на которые подаются, кроме того, управляющие напряжения с фазовых детекторов.

Модуляторы представляют собой генераторы пилообразных напряжений, которые под воздействием входных напряжений вырабатывают четыре пилообразных напряжения длительностью 100 мкс, изменяющиеся по амплитуде управляющими напряжениями (одна пара промодулирована по закону синуса, другая – по закону косинуса). Эти напряжения подаются на усилители тока. Нагрузкой ламп усилителей тока являются отклоняющие катушки трубки, в которых будут протекать токи, изменяющиеся по закону входных напряжений. Эти токи создают линейно-нарастающее магнитное поле, под действием которого на экране электронно-лучевой трубки создается радиальная развертка, вращающаяся синхронно с вращением антенны по азимуту.

При работе канала во втором режиме он запускается импульсами запуска передатчика, поступающими на схему задержки панели У28-10. Схема задержки состоит из ждущего мультивибратора, дифференцирующей цепи и усилителя-инвертора. Импульс запуска передатчика запускает ждущий мультивибратор, который вырабатывает положительный импульс длительностью 33,3 мкс, поступающий на дифференцирующую цепь. После дифференцирования положительный импульс, соответствующий переднему фронту, отсекается усилителем-инвертором, а отрицательный импульс, соответствующий заднему фронту импульса мультивибратора, усиливается усилителем-инвертором. С выхода усилителя положительный импульс, задержанный относительно запускающего импульса на 33,3 мкс, поступает через катодный повторитель Л28-6 и переключатель В28-1 «МАСШТАБ» в положение 20 на запуск генератора прямоугольных импульсов (У28-1).

Канал имеет следующие органы управления и регулировок:

1. Переключатель В28-1 «МАСШТАБ» предназначен для обеспечения подачи импульса запуска передатчика на генератор прямоугольных импульсов непосредственно или через схему задержки.

2. Потенциометр панели У28-1 «ДЛИТЕЛЬНОСТЬ» предназначен для регулировки длительности развертки. С помощью его изменяется постоянная времени цепи разряда хронизирующего конденсатора ждущего мультивибратора. Мультивибратор может возвращаться в исходное состояние любой масштабной меткой. Потенциометр устанавливает такое положение, чтобы развертка заканчивалась четвертой масштабной меткой.
3. Два потенциометра «ЦЕНТРОВКА» на передней панели блок-предназначены для установки начала развертки в центре экрана. Они включены в цепи катодов ламп усилителей тока и обеспечивают выравнивание токов ламп, если пилообразные напряжения на их сетках действуют

2.5.4. Канал формирования развертки по углу места и импульс подсчета

Для отображения качания луча антенны по углу места в секторе радиальная развертка дальности должна перемещаться синхронно качанием луча антенны в направлении, перпендикулярном радиальной. Очевидно, что для такого отклонения радиальной развертки необходимо иметь отклоняющую систему, катушки которой должны быть расположены перпендикулярно отклоняющим катушкам радиально-кривой развертки дальности. В катушках должны протекать пилообразные токи, амплитуда и направление которых должны зависеть от величины направления отклонения луча антенны от середины сектора качания. Для отклонения радиальной развертки на требуемую величину при малых токах в отклоняющих катушках целесообразно иметь две пары отклоняющих катушек. На экране ЭЛТ создается растровая развертка (применяют также термин «растр») дальность – угол места.

Для обеспечения вращения такого растра синхронно с качанием антенны по азимуту токи в катушках должны быть промодулированы амплитуде частотой вращения антенны в одной паре по закону синуса, другой – по закону косинуса.

Создание таких токов в катушках отклоняющей системы по углу места обеспечивает канал формирования развертки по углу места импульсов подсчета. Кроме того, канал вырабатывает импульсы по пути прямого хода растровой развертки и обеспечивает высвечивание индикаторе поиска отметок опознавания.

Таким образом, канал предназначен для формирования пилообразных токов длительностью 40 мкс, амплитуды которых изменяются по закону управляющих напряжений, и прямоугольных отрицательных импульсов длительностью 100 мкс.

В состав канала входят

- 1) угломестный датчик (У28-1/1);
- 2) генератор прямоугольных импульсов угла места (У28-6);
- 3) модуляторы угломестной развертки (У28-7 и У28-8);
- 4) схемы симметрирования;
- 5) усилители тока угломестной развертки (У28-9);
- 6) генератор импульсов подсвета (У28-5).

При качании луча антенны по углу места угломестный датчик вырабатывает импульсы, соответствующие началу, середине и концу сектора качания луча по углу места. Импульсы, соответствующие началу и концу сектора качания антенны, поступают на генератор прямоугольных импульсов угла места - триггер, вырабатывающий положительные импульсы длительностью 40 мкс, которые подаются на генератор импульсов подсвета и на четыре модулятора угломестной развертки. На модуляторы, кроме того, подаются управляющие напряжения с фазовых детекторов

Модуляторы собраны по схемам генераторов пилообразного напряжения и под действием входных напряжений вырабатывают четыре пилообразных напряжения, промодулированных по амплитуде управляющими напряжениями (одна пара - по закону синуса, другая - по закону косинуса). Промодулированные напряжения поступают на схемы симметрирования относительно нулевого уровня.

Напряжения со схем симметрирования подаются на усилители тока, катушками которых являются катушки отклоняющей системы по углу места. В катушках будут протекать токи, изменяющиеся по закону входных напряжений усилителей тока. Результирующее магнитное поле катушек отклоняет луч в направлении, перпендикулярном отклонению луча по дальности, и, таким образом, на экране индикатора создается растровая развертка, вращающаяся синхронно с вращением антенны по азимуту. Формирование импульсов подсвета осуществляется элементами панели У28-5. Для подсвета растровой развертки необходимо осуществить подсвет каждой развертки дальности в пределах прямого хода луча. Прямой ход раstra соответствует качанию луча антенны по углу места сверху вниз. Элементы панели У28-5 представляют собой двухкаскадный смеситель импульсов. Лампы обоих каскадов имеют

общую анодную нагрузку R_n . Лампа первого каскада закрыта по защите и управляющей сеткам. На управляющую сетку этой лампы подаются положительные импульсы дальности с панели У28-1. На защитную сетку лампы подаются положительные импульсы угла места с панели У28-4. В совпадении обоих импульсов на R_n будут выделяться прямоугольные отрицательные импульсы длительностью 100 мкс. Усилитель собран на лампе Л2, на управляющую сетку которой подаются импульсы с блока опознавания из блока Т-70. Эти импульсы усиливаются и выделяются в общем сопротивлении нагрузки R_n . Смешанные сигналы с анода лампы прикладываются к потенциометру «ЯРКОСТЬ» и с его движка подаются на катод трубки. С помощью потенциометра «ЯРКОСТЬ» можно изменять амплитуду смешанного сигнала, а значит и яркость развертки и отметки опознавания на экране индикатора повсеха.

Канал имеет следующие органы регулировки и контроля:

1. Два потенциометра «УСТ. ЦЕНТРА» предназначены для установления симметричности раstra относительно визирной линии. Потенциометры расположены на шасси блока и обеспечивают регулировку симметричности пилообразных напряжений относительно нулевого уровня на выходах схем симметрирования.

2. Контрольные гнезда Г28-1, Г28-2, Г28-3, Г28-4 «УПРАВЛЯЮЩИЕ НАПРЯЖЕНИЯ» предназначены для обеспечения контроля управляющих напряжений, поступающих на модуляторы разверток радиально-криволинейной и угломестной.

2.5.5. Канал формирования импульсов визира, масштабных стробных меток

Канал предназначен для формирования:

- положительных импульсов визира, характеризующих момент прохождения диаграммой направленности антенны середины сканирования по углу места;
- масштабных меток дальности, представляющих собой положительные прямоугольные импульсы с временным интервалом 33,5 мкс (5 км);
- двух стробных меток, соответствующих переднему и заднему фронтам импульса строб I.

Кроме того, канал обеспечивает высвечивание на индикаторе пилотных яркостных отметок от целей.

В состав канала входят

- 1) катодный повторитель Л6а;

- 2) генератор масштабных меток (У28-10);
- 3) генератор стробных меток (У28-11);
- 4) катодный повторитель Л7;
- 5) смеситель;
- 6) видеоусилитель и ограничитель (У28-12);

Лампа катодного повторителя Л6а в исходном состоянии закрыта. На нее управляющую сетку поступают импульсы визира с угломестного датчика через контакты реле Р28-2. С помощью потенциометра R 28-47 «РКОСТЬ ВИЗИРА» можно изменять уровень запирания лампы. При этом будет изменяться амплитуда импульсов визира на выходе катодного повторителя, а значит будет изменяться яркость визирной линии на экране индикатора поиска (рис.36). При постановке тумблера «КРУГОВОЙ — УСКОР.КРУГОВОЙ» в положение «УСКОР.КРУГОВОЙ» срабатывает реле Р28-2, импульсы визира на вход катодного повторителя подаваться не будут. На экране индикатора поиска будет наблюдаться только радиально-круговая развертка дальности. С выхода катодного повторителя импульсы визира подаются на панель У28-12.

Для формирования масштабных меток дальности с генератора прямоугольных импульсов (У28-1) подаются отрицательные импульсы длительностью 100 мкс на генератор масштабных меток (У28-10). Элементы панели У28-10 представляют собой генератор с контуром ударного возбуждения, усилитель-ограничитель и ждущий блокинг-генератор. При поступлении отрицательных прямоугольных импульсов дальности длительностью 100 мкс генератор ударного возбуждения вырабатывает пачку синусоидальных колебаний, период которых равен 3,3 мкс. Эти колебания усиливаются, ограничиваются сверху и снизу усилителем-ограничителем и дифференцируются. После дифференцирования положительными импульсами, соответствующими началу периода синусоидальных колебаний, запускается блокинг-генератор. Таким образом, блокинг-генератор вырабатывает четыре положительных импульса масштабных меток.

Блокинг-генератор имеет два выхода: с одного выхода импульсы поступают на панель У28-1 для синхронизации длительности прямоугольных импульсов дальности; с другого выхода импульсы подаются на вход катодного повторителя. В состав нагрузки лампы катодного повторителя входит потенциометр R 28-44 «ЯРКОСТЬ МАСШ. МЕТОК». С движка потенциометра импульсы масштабных меток подаются на вход панели У28-12.

Для формирования стробных меток из блока Т-21М1 подаются импульсы СТРОБ I на генератор стробных меток (У28-11)

В состав панели У28-11 входят:

- 1) дифференцирующий усилитель;
- 2) два запускающих усилителя;
- 3) блокинг-генератор.

При поступлении импульса СТРОБ I с выхода дифференцирующего усилителя снимаются два остроконечных положительных импульса. Первый импульс поступает на вход первого запускающего усилителя, усиливается и запускает блокинг-генератор. При этом формируется первая стробная метка. Второй импульс поступает на вход второго запускающего усилителя, усиливается и запускает тот же блокинг-генератор. При этом формируется вторая стробная метка. Импульсы стробных меток с выхода блокинг-генератора поступают на вход катодного повторителя. В цепи нагрузки левой половины лампы Л28-7 находится потенциометр R28-47 «ЯРКОСТЬ СТРОБНЫХ МЕТОК». С движка этого потенциометра импульсы стробных меток подаются на вход панели У28-12. На панели У28-12, состоящей из видеоусилителя, ограничителя и смесителя, поступают импульсы визира, масштабных и стробных меток, эхо-сигналы. Отрицательные эхо-сигналы от целей и местных предметов подаются на вход видеоусилителя через диод, который ограничивает поступающие сигналы и шумы сверху на нулевом уровне. Усиленные видеосигналы положительной полярности подаются на сетки ламп смесителя и выделяются на R_с. На этой же нагрузке выделяются импульсы стробных масштабных меток, подаваемых через диоды, и импульсы анзирра.

Смешанные импульсы подаются на модулятор трубки, создавая на растре яркостные отметки от целей, масштабных и стробных меток визира.

Канал имеет следующие органы регулировки и контроля.

1. Потенциометр R28-47 «ЯРКОСТЬ ВИЗИРА» предназначен для регулировки яркости визирной линии на растре, расположен на первой панели блока Т-28М и обеспечивает изменение амплитуды импульсов визира.
2. Потенциометр R28-44 «ЯРКОСТЬ МАСШ.МЕТОК» предназначен для регулировки яркости масштабных меток, расположен на передней панели блока Т-28М и обеспечивает изменение амплитуды импульсов масштабных меток.

3. Потенциометр Р 28-43 «ЯРКОСТЬ СТРОБНЫХ МЕТОК» предназначен для регулировки яркости стробных меток, расположен на передней панели блока Т-28М и обеспечивает изменение амплитуды импульсов стробных меток

4. Контрольное гнездо Г28-8 «ВИЗИР» предназначено для обеспечения контроля импульса визира, поступающего на вход катодного повторителя Л6а с угломестного датчика

2.5.6. Канал видеоусилителя—ограничителя и смесителя

Обеспечивает:

- усиления и ограничения входного эхо-сигнала;
- смешивание его с импульсами масштабных меток дальности с узла У28-10, стробных меток дальности с узла У28-11 и визира;
- подаст смешанные сигналы на управляющий электрод ЭЛТ Л28-5 и модулирует луч по яркости.

Конструктивно представляет собой узел У28-12 и состоит из видеоусилителя (лампа Л1) и смесителя сигналов (лампы Л2 и Л3).

Отрицательные сигналы от целей и местных предметов подаются на управляющую сетку лампы Л1. В качестве ограничителя поступающих сигналов и шумов используется диод Д1. Усиленные видеосигналы положительной полярности подаются на сетки ламп смесителя Л2 и Л3. Видео сигналы, а также импульсы стробных и масштабных меток дальности, и импульсы визира выделяются на катодной нагрузке R10. Смешанные импульсы подаются на модулятор ЭЛТ, создавая на угломестном растре яркостные отметки от целей масштабных и стробных меток и визира.

2.5.7. Панель электронно-лучевой трубки

В системе поиска применяется электронно-лучевая трубка с электромагнитным управлением луча типа 23ЛМ34В. Отклонение и фокусировка луча осуществляются с помощью отклоняющих и фокусирующих систем.

Для предохранения трубки от влияния магнитных полей и наводок она расположена в металлическом кожухе. Отклоняющие и фокусирующие системы установлены также в кожухе.

На электроды трубки подаются следующие напряжения:

~6,3В – на накал трубки;

+250В – на первый анод;

+250В и +150В – на фокусирующую катушку;

+6,5 кВ – на аквадаг.

Величину тока в фокусирующей катушке можно изменять реостатом «ФОКУС».

2.5.8. Контроль функционирования системы

Для проверки функционирования системы поиска необходимо производить следующее:

1. Включить станцию без включения высокого напряжения.

Проверить наличие развертки, визира, масштабных и стробных меток на индикаторе поиска, устанавливая поочередно переключателем «МАСШТАБ» в два положения.

2. Потенциометрами «ФОКУС» и «ЯРКОСТЬ» установить удобную для работы развертку.

3. Проверить центровку развертки, она должна начинаться в центре экрана и совпадать с точкой на светофильтре экрана. В случае необходимости установить потенциометрами «ЦЕНТРОВКА».

4. Проверить длину развертки, которая должна быть такой, чтобы границы раstra касались обрамления экрана. В случае необходимости установить потенциометром «АМПЛИТУДА РАЗВЕРТКИ».

5. Проверить и установить яркость масштабных, стробных меток и визира они должны быть примерно одинаковы и ярче всего раstra. В случае необходимости установить потенциометрами «ЯРК. ВИЗИРА», «ЯРК. МАСШ. МЕТОК», «ЯРКОСТЬ СТРОБ. МЕТОК».

2.6. Система измерения дальности

2.6.1. Назначение, состав и принцип работы системы СИД

Система измерения дальности (СИД) предназначена для измерения дальности до цели и выдачи этих данных в СРП, а также синхронизации по времени работы систем РЛС.

Конструктивно система состоит из:

- 1) блока дальности Т-21М1 (рис.39);
- 2) блока механизма дальности Т-22М1 (рис.41);
- 3) блока индикатора дальности Т-23М2 (рис.40);
- 4) осциллографической приставки Т-23А (рис.42).

Функционально система измерения дальности включает следующие каналы (вклейка 2):

- 1) индикатора дальности;
- 2) формирования эталонного и калибровочного напряжения;

- 3) формирования импульсов запуска II;
- 4) формирования импульсов запуска передатчика ЧПК и ТРУ;
- 5) формирования развертки грубой дальности;
- 6) формирования развертки точной дальности;
- 7) формирования строб-импульсов,
- 8) эхо-сигнала;
- 9) автодальномера.

Рассмотрим взаимодействие каналов системы по обеспечению согласованной во времени работы всех систем станции. Для решения этой задачи необходимо в каждом периоде повторения РЛС выработать ряд импульсов, которые позволили бы синхронно сформировать:

- импульс запуска передатчика;
- развертку грубой дальности (РГД) с подвижным однокилометровым стробом на ней;
- развертку точной дальности (РТД) с дырочным визиром на ней;
- развертку индикатора поиска со стробными метками на ней;
- развертки на потенциало스코пах системы СДЦ;
- импульс стробирования КУА;
- импульс сброса ДОГ

Первичные синхронизирующие импульсы запуска I поступают из системы СДЦ в канал формирования импульсов запуска II. Для обеспечения реализации фазометрического метода измерения дальности в канале импульсов запуска передатчика, ЧПК и ТРУ вырабатываются импульсы, временное положение которых жестко связано с определенной фазой эталонного напряжения.

Импульсы запуска II поступают в канал формирования импульсов запуска передатчика (ИЗП), ЧПК и ТРУ, а также в канал формирования строб-импульсов. Рассмотрим последовательно работу этих каналов. В начале формируется импульс запуска ЧПК, который запускает развертку потенциалоскопов. Такой упрежденный запуск необходим, чтобы исключить из работы начальный участок спиральной развертки потенциалоскопов, на котором происходит некачественная компенсация массивных помех.

Затем вырабатывается импульс запуска ТРУ, который используется для синхронизации работы ТРУ с РЛС, а также для формирования развертки грубой дальности.

Последним в канале импульсов запуска передатчика, ЧПК вырабатывается импульс запуска передатчика. Кроме передатчика же импульсом запускается развертка на индикаторе поиска.

Опережающий запуск развертки грубой дальности по сравнению с передатчиком позволяет увидеть на индикаторе дальности зондирование импульс, который используется при проверке СИД.

Под воздействием ИЗ II в канале строб-импульсов формируются:

- строб I;
- строб II,
- ультраузкий строб (УУС);
- импульс сброса ДОГ

Все эти импульсы подвижны во времени и их положение определено установленной по шкалам блока Т-22М, дальностью.

Импульс «строб I» подается на вертикально отклоняющие пластины электронно-лучевой трубки и высвечивается на развертке РГД дальности (РГД) в виде «пьедестала». Кроме того, «строб I» подается в канал РГД, канал автодальномера и в систему поиска. В канале РГД используется для формирования развертки точной дальности. В канале автодальномера «строб I» обеспечивает получение на РГД дымовизора и выработку двух полустроби. В систему поиска «строб I» поступает для высвечивания на индикаторе поиска стробных меток.

Строб II и УУС используются для стробирования КУА ПРС, а УУС применяется в случае групповой цели. Импульс сброса приводит в исходное состояние ДОГ, подготавливая его к приходу следующего видеосигнала.

Импульс запуска ГРУ поступает на канал РГД, который вырабатывает положительный прямоугольный импульс и два пилообразных парафазных импульса длительностью 90,5–107,2 мкс, что соответствует дальности

15–16 км. Пилообразные импульсы поступают на отклоняющие пластины и под их воздействием формируется РГД. Прямоугольные импульсы подаются на управляющий электрод электронно-лучевой трубки и открывают ее на время прямого хода луча РГД.

Под воздействием «строба II», поступающего в канал РГД, формируются два пилообразных парафазных импульса длительностью 6 мкс, что соответствует дальности 1 км. Эти напряжения подаются на горизонтально-отклоняющие пластины электронно-лучевой трубки и под их воздействием формируется РГД.

Измерение дальности производится следующим образом. Сигналы, полученные от целей, поступают в канал эхо-сигналов, где усиливаются и подаются на вертикально отклоняющие пластины электронно-лучевой трубки. На развертке грубой дальности будут видны отметки от целей, находящихся в зоне радиолуча РЛС.

Оператор, вращая штурвал дальности, изменяет по времени задержку «строба I». Задержка «строба I» на один период эталонного напряжения, то есть на $6,7 \text{ мкс}$ ($F_{\text{эт}} = 150 \text{ кГц}$), соответствует дальности 1000 м. Совместив «пьедестал» на РГД с отметкой, оператор грубо определяет дальность до цели. Следует иметь в виду, что при совмещении «пьедестала» с отметкой цели, последняя появляется на РТД. И это вполне логично, так как по своему устройству РТД — это «вырезанный» стробом I участок развертки грубой дальности, который растянут на такую же длину, как и сама РГД. Вращая штурвал, оператор совмещает отметку от цели с измерительным изображением — дырочным визиром, осуществляя точное измерение дальности до цели. Для точного измерения задержки эхо-сигнала в этом случае используется фазовращатель, который входит в состав автодальномера. Кроме этого можно переводить автодальномер в автоматический режим работы. Измеряемая дальность в виде напряжения подается из СИД в блок ИМЗ — преобразователь координат СРП.

2. Канал индикатора дальности

В индикаторе дальности применена двухлучевая электронная трубка типа 10ЛО43И. На ней создаются две развертки:

развертка грубой дальности длительностью 15–16 км;

развертка точной дальности длительностью 1 км.

Положение разверток на экране трубки, яркость и фокусировка регулируются отдельно потенциометрами с индексом I для РГД и индексом II — для РТД. Потенциометр «Астигматизм» — общий. С его помощью регулируется фокус по всей длине обеих разверток.

Индикатор дальности работает в следующих режимах, определяемых положениями переключателя В23-1:

режим I — «РАБОТА»;

режим II — «КАЛИБРОВКА»;

режим III — «ОСЦИЛЛОГРАФ».

Режим I применяется при боевой работе. В этом режиме на вертикально-отклоняющие пластины трубки поступают эхо-сигналы. На горизонтально-отклоняющие пластины развертки грубой дальности подается

подвижный строб. На катод ЭЛТ поступают положительные импульсы визира, которые создают дырочный визир на развертке точной дальности.

Режим II используется при проверке и настройке СИД. В этом режиме на вертикально отклоняющие пластины трубки подается синусоидальное напряжение частотой 600 кГц с выхода калибратора.

Режим III применяется при работе совместно с осциллографической приставкой для наблюдения сигналов в системах РПК.

2.6.3. Канал формирования эталонного и калибровочных напряжений

Канал предназначен для выработки эталонного напряжения с частотой 150 кГц, импульсов напряжения «пиков», жестко привязанных определенной фазе эталонного напряжения, и синусоидальное калибровочное напряжение частотой 600 кГц.

Состав:

- кварцевый генератор (У23-7);
- обостритель и катодный повторитель (У23-3),
- калибратор (У23-9)

Кварцевый генератор представляет собой автогенератор, собранный по схеме Шембеля на лампе Л1. На лампе Л2 собран усилитель. Автогенератор вырабатывает непрерывные синусоидальные колебания частотой 150 кГц, которые прикладываются к управляющей сетке лампы Л2, усиливаются каскадом и с обмотки 1-4 трансформатора Тр1 подаются

- к гнезду Г23-8 «СИНУСОИДА 150 кГц»;
- в блок Т-22М1 на схему фазовращателя;
- на вход панели У23-3.

Панель У23-3 состоит из:

- 1) катодного повторителя (Л1);
- 2) лампы запуска (Л2);
- 3) ждущего блокинг-генератора (Л3).

Через катодный повторитель поступают импульсы визира в электронно-лучевую трубку. Лампа запуска в исходном состоянии открыта. На ее управляющую сетку поступает напряжение кварцевого генератора через диод Д1. Во время действия положительного полупериода входного напряжения Л2 остается открытой и не воздействует на схему блокинг-генератора.

Во время действия отрицательного полупериода входного напряжения, когда напряжение на управляющей сетке лампы становится бол

напряжения отсечки, Л2 закрывается. В обмотке 1-2 трансформатора возникает ЭДС взаимной индукции, которая плюсом приложена к управляющей сетке лампы Л3 и лампа открывается. Блок-генератор вырабатывает кратковременный импульс напряжения «пиков», которые жестко связаны с определенной фазой эталонного напряжения.

С катодной нагрузки лампы Л3 «пики» подаются на вход панелей:

- генератора импульсов запуска передатчика (У21-4);
- генератора импульсов запуска ЧПК (У21-3);
- генератора селектирующего импульса (У23-2);
- генератора импульсов запуска П (У23-4);
- калибратора (У23-9).

Эти импульсы можно проконтролировать на гнезде Г23-4 «ПИКИ НЕПОДВИЖНЫЕ».

Калибратор представляет собой двухкаскадный резонансный усилитель, работающий в режиме умножения частоты. Контуры усилителей настроены на четвертую гармонику частоты 150 кГц, то есть на частоту 600 кГц. Поэтому калибратор выделяет и усиливает только колебания с частотой 600 кГц. Колебания с выхода калибратора через контакты переключателя В23-1 «РАБОТА-КАЛИБРОВКА-ОСЦИЛЛОГРАФ» в положении «КАЛИБРОВКА» подаются на вертикально-отклоняющие пластины трубки.

Калибратор работает только при постановке переключателя В23-1 в положение «КАЛИБРОВКА». В остальных положениях переключателя калибратор не работает, так как питающее напряжение +120 В не подается. Для контроля напряжений в квинале имеются контрольные гнезда:

Г23-8 «СИНУСОИДА 150 кГц» — для контроля напряжения на выходе панели У23-7;

Г23-4 «ПИКИ НЕПОДВИЖНЫЕ» — для контроля импульсов на выходе панели У23-3.

2.6.4. Канал формирования импульсов запуска П

Канал формирования импульсов запуска П предназначен для выработки импульсов запуска П, временное положение которых жестко связано с определенной фазой эталонного напряжения.

В состав канала входят:

- 1) генератор селектирующего импульса (У23-2);
- 2) генератор импульсов запуска П (У23-4).

На генератор селективирующего импульса поступают импульсы запуска I положительной полярности амплитудой не менее 30 В и длительностью 1,2 мкс и неподвижные «пики» частотой 150 кГц. Генератор селективирующего импульса представляет собой два ждущих мультивибратора. Первый ждущий мультивибратор запускается импульсом запуска I и срывается первым пиком, следующим за импульсом запуска I. Задним фронтом выработанного импульса запускается ждущий мультивибратор, который вырабатывает селективирующий импульс длительностью 8 мкс, амплитудой не менее 30 В. Этот импульс подается на генератор импульсов запуска II, куда также поступают неподвижные «пики» частотой 150 кГц. Генератор представляет собой ждущий блокинг-генератор с лампой запуска, которая выполняет также роль временного селектора.

В момент совпадения селективирующего импульса с одним из импульсов генератор вырабатывает импульс запуска II длительностью 1,5 мкс амплитудой не менее 40 В, который задерживается на 13,5 мкс в блоке Т-70 и подается на генератор селективирующего импульса (У21-1) и генератор грубой задержки (У21-5). Так как работу канала формирования импульса запуска II обеспечивают два несинхронных генератора (кварцевый генератор и генератор импульса запуска I), то период повторения импульсов запуска II может изменяться относительно периода импульсов запуска I в пределах 6,7 мкс. Для контроля импульсов запуска I и запуска II имеются контрольные гнезда Г23-1 и Г23-2.

2.6.5. Канал формирования импульсов запуска передатчика, ЧПК и ТРУ

Канал предназначен для выработки импульсов запуска ЧПК, импульсов запуска ТРУ и импульсов запуска передатчика.

В состав канала входят:

- 1) генератор селективирующего импульса (У21-1);
- 2) катодный повторитель (У21-2);
- 3) линия задержки (ЛЗ21-1);
- 4) генератор импульсов запуска ЧПК (У21-3);
- 5) генератор импульсов визира и запуска ТРУ (У21-13);
- 6) генератор импульсов запуска передатчика (У21-4);

На вход генератора селективирующего импульса подается импульс запуска II, задержанный в блоке Т-70 на 13,5 мкс. Генератор представляет собой ждущий блокинг-генератор с лампой запуска. Под действием импульсов запуска II он вырабатывает селективирующие импульсы

тельностью 6,7 мкс, которые через катодный повторитель подаются на линию задержки.

Катодный повторитель обеспечивает согласование выходного сопротивления генератора с входным сопротивлением линии задержки. Селектирующий импульс, задержанный линией задержки на 9 – 11 мкс, поступает на генератор импульсов запуска ЧПК, куда поступают также «пики» напряжения частотой 150 кГц. Генератор импульсов запуска ЧПК представляет собой ждущий блокинг-генератор с лампой запуска, выполняющей одновременно роль временного селектора. В момент спада селектирующего импульса с третьим «пиком» генератор вырабатывает импульс запуска ЧПК длительностью 1,5 мкс, амплитудой 10 В, задержанный относительно импульса запуска П на 13,4 мкс. С выхода генератора импульс запуска ЧПК поступает в блок Т-18М на запуск генератора импульсов на масштабе 15 км и на запуск канала контрольного сигнала.

С другого выхода линии задержки селектирующий импульс, задержанный на 25 мкс, подается на генератор импульсов визира и запуска У, который представляет собой ждущий блокинг-генератор с лампой запуска. Под действием селектирующего импульса генератор вырабатывает импульс запуска ТРУ длительностью не более 1,5 мкс и амплитудой не менее 75 В. Эти импульсы подаются в блок Т-23М2 на запуск генератора пилообразного напряжения и через высокочастотный трансформатор Ф21-1 – на запуск тренировочного устройства.

Селектирующий импульс, задержанный линией задержки на 28 – 31 мкс, поступает на генератор ИЗП, куда подаются также «пики» частотой 150 кГц. Генератор ИЗП представляет собой ждущий блокинг-генератор с лампой запуска, выполняющей одновременно роль временного селектора. В момент совпадения селектирующего импульса с шестым «пиком» генератор вырабатывает импульс запуска передатчика. Генератор ИЗП имеет два выхода. С одного выхода импульс подается на запуск передатчика. С другого выхода импульс подается:

- на запуск системы поиска при масштабе 15 км;
- на запуск генератора импульсов блока Т-18М – при работе системы поиска на масштабе 20 км;
- на запуск блока Т-71.

Блок Т-71 предназначен для формирования импульсов бланкирования канала приема радиостанции Р-123М.

Состав этого блока: накальный трансформатор Тр1;

- генератор бланкирующих импульсов (У1), который представляет собой ждущий блокинг-генератор с лампой запуска и ограничителем амплитуды выходных импульсов;
- элементы фильтра С1, С2, R1, R2.

На разъем Ф1 блока поступает ИЗП через разъем Ф37-Ц. С разъемов блока снимается бланкирующий импульс отрицательной полярности длительностью 2–8 мкс, амплитудой 40–50 В, и поступает на панель «БЛАНКИР. Р-123М». При этом канал приема радиостанции закрыт на время действия зондирующего импульса РЛС 1РЛ33М3. Капитан питания блока подсоединяется к разъему Ш37-5 шкафа Т-37М2.

Для контроля импульсов запуска передатчика ЧПК и ТРУ на выходных панелях имеются соответствующие контрольные гнезда в блоке Т-21М.

2.6.6. Канал формирования развертки грубой дальности

Канал предназначен для формирования двух пилообразных напряжений, необходимых для создания развертки грубой дальности прямоугольных импульсов положительной полярности, необходимых для подсвета прямого хода луча развертки грубой дальности.

Состав:

- генератор пилообразного напряжения (У23-1);
- усилитель грубой развертки (У23-10).

Для запуска канала поступают импульсы запуска ТРУ с панели У21 и генератор пилообразного напряжения. Основными элементами панели являются: триггер, генератор пилообразного напряжения и сброс. При поступлении запускающего импульса генератор пилообразного напряжения вырабатывает положительные прямоугольные импульсы положительной полярности той же длительности.

Прямоугольные импульсы через контакты переключателя В23 в положении «РАБОТА» подаются на управляющий электрод ЭЛТ и создают ее на время прямого хода луча развертки грубой дальности. Импульсы пилообразного напряжения через контакты переключателя В23-1 в положении «РАБОТА» поступают на усилитель грубой развертки. Усилитель грубой развертки представляет собой двухкаскадный усилитель напряжения. С его выходов снимаются два импульса пилообразной формы. Оба импульса одинаковой амплитуды, противоположной полярности прикладываются к горизонтальным управляющим пластинам трубки. Под действием этих напряжений электронный луч создает на экране трубки развертку грубой дальности.

Для контроля напряжений на выходе усилителя грубой развертки используются гнезда Г23-9 «ПИЛА ГРУБАЯ 1» и Г23-10 «ПИЛА ГРУБАЯ 2». С помощью потенциометра «ДЛИТ» можно изменять длительность выходных импульсов панели У23-1, а значит длительность развертки грубой дальности. Длительность развертки должна быть такой, чтобы при тановке дальности 15 – 16 км по шкалам дальности блока Т22-М1 подвижный визир на развертке грубой дальности находился на ее правом конце.

С помощью потенциометра R22 «АМПЛ. ПИЛЫ» изменяется амплитуда пилособразного напряжения, поступающего с выхода панели У23-1 на усилитель грубой развертки, и изменяется длина развертки грубой дальности. Длина развертки должна быть такой, чтобы концы ее совпали с обрамления экрана.

6.7. Канал формирования строб-импульсов

Канал предназначен для формирования подвижных импульсов сброса строка I, строка II, ультразвукового строка (УУС).

В состав канала входят:

- генератор грубой задержки (У21-5);
- генератор импульса сброса (У21-6);
- катодный повторитель (У21-2, Л2);
- линии задержки (Лз21-4 и Лз21-6);
- генератор импульса строка I (У21-7);
- генератор импульса строка II (У21-8);
- линии задержки (Лз21-2 и Лз21-3);
- генератор импульса УУС (У21-20),
- потенциометр дальности (R22-34);
- катодный повторитель (У23-8, Л2);

Канал запускается импульсами запуска II, которые поступают на генератор грубой задержки, представляющий собой генератор линейно-падающего напряжения со схемой сравнения. При поступлении импульса запуска II фантастрон вырабатывает линейно-падающее напряжение, которое подается на схему сравнения, куда подается также постоянное управляющее напряжение с потенциометра дальности, величина которого обратно-пропорциональна дальности, установленной по шкалам дальности блока Т22-М1. В момент равенства этих напряжений генератор грубой задержки вырабатывает подвижный селектирующий импульс длительностью 6,7 мкс., амплитудой не менее 50 В, временное положение которого грубо определяет дальность до цели, если электрические визиры

на развертках дальности совмещены с отметкой от цели. Этот сигнал подается на генератор импульсов сброса, куда подаются также подмагничивающие «пики» 150 кГц с блока Т22-М1. Генератор импульса сброса представляет собой ждущий блокинг-генератор с лампой запуска, выполняющий одновременно роль временного селектора. В момент совпадения подвижного селекторного импульса с одним из «пиков» генератор формирует импульс сброса длительностью примерно 1,5 мкс., амплитудой не менее 60 В, который поступает на временной дискриминатор, а также на катодный повторитель (У21-2) по схеме ДОГ блока Т-9М и на цепи задержки Л321-4 и Л321-6. Линии задержки имеют два вывода. С одного из выводов импульс сброса, задержанный на 3,4 мкс., поступает на запуск генератора импульса строба I. С другого вывода импульс сброса, задержанный на 4,4 мкс., поступает на запуск генератора строба 2. Структура обоих генераторов одинакова и представляет собой ждущие блокинг-генераторы с лампами запуска и ограничителями выходных импульсов.

Генератор импульса строба I вырабатывает положительный импульс длительностью 6,7 мкс, амплитудой порядка 100 В, который поступает на генератор импульсов дальности (У21-9) и на катодный повторитель панели У23-8 (Л2). С выхода катодного повторителя импульс строба I подается:

- в блок Т-28М для создания подвижных стробных меток дальности;
- через контакты переключателя В23-1 в положении «РАБОТА» на вертикально-отклоняющие пластины для создания электрических меток визира на развертке грубой дальности;
- на управляющий электрод электронно-лучевой трубки для переключения пучка прямого хода развертки точной дальности;
- через контакты переключателя В23-1 в положениях «РАБОТА» и «КАЛИБРОВКА» на запуск генератора развертки точной дальности.

Генератор импульса строба II вырабатывает положительный импульс длительностью не более 3,9 мкс, амплитудой не более 70 В, которые подаются к контактам реле Р21-1. Реле управляется тумблером «СТРОБ – УУС» и кнопкой «АВТОМ.» на рукоятке управления блоком Т-55М. Если тумблер поставлен в положение «СТРОБ», то независимо от того, нажата или нет кнопка «АВТОМ.», импульс строба II не поступает на следующий каскад УПЧ канала условной автоматики блока Т-55М (реле обесточено).

Если нажата кнопка «АВТОМ.» и тумблер поставлен в положение «УУС», то реле Р21-1 срабатывает и импульс строба II поступает на канал

задержки ЛЗ21-2 и ЛЗ21-3, которые имеют 2 вывода с различным временем задержки. Импульс, задержанный на 1,3 мкс, запускает генератор УУС, который собран по схеме ждущего блокинг-генератора с точной запуски, каскадом срыва и ограничителем выходного напряжения. Импульс строга II, задержанный на 1,6 мкс, поступает на срыв генератора импульса УУС. Таким образом, генератор импульса УУС вырабатывает импульс положительной полярности длительностью не более 1,3 мкс, амплитудой не более 100 В, который через контакты реле Р21-1 поступает на блок Т-9М.

Для контроля напряжений на выходах генератора грубой задержки, генератора импульса сброса, генератора импульса строга I, генератора импульса строга II и генератора импульса УУС предусмотрены гнезда Г21-4, Г21-6, Г21-5.

6.8. Канал формирования развертки точной дальности

Канал предназначен для формирования двух пилообразных напряжений одинаковой амплитуды, противоположной полярности, длительностью 6,7 мкс., необходимых для создания развертки точной дальности.

В состав канала входят генератор линейно падающего напряжения, собранный на лампе Л1, и усилитель-инвертор, собранный на лампе Л2.

На вход генератора линейно-падающего напряжения (на экранную сетку лампы Л1) поступают импульсы «строга I» через контакты печатной платы В23-1 в положениях «РАБОТА» и «КАЛИБРОВКА». Генератор вырабатывает линейно-падающее напряжение, которое с анода лампы Л2 подается:

- на вертикально отклоняющую пластину 5 электронно-лучевой трубки;
- через делитель R4, R6 – на управляющую сетку лампы усилителя – инвертора.

Коэффициент деления делителя равен коэффициенту усиления усилителя-инвертора.

Поэтому с анода лампы усилителя снимается такое же по амплитуде пилообразное напряжение, как и с анода лампы Л1. Это напряжение поступает на горизонтально отклоняющую пластину 4.

Канал имеет следующие органы регулировки и контроля:

- Потенциометр «АМПЛИТУДА», с помощью которого изменяется режим работы лампы Л1 (величина напряжения на управляющей сетке лампы в исходном состоянии). Это приводит к тому, что изменяется амплитуда пилообразного напряжения на аноде лампы и изменяется

длина развертки точной дальности. Длина развертки должна быть такой, чтобы концы развертки касались обрамления экрана.

2 Контрольные гнезда Г23-6 «ПИЛА ТОЧНАЯ1» и Г23-7 «П ТОЧНАЯ 2»

2.6.9. Канал эхо-сигналов

Канал предназначен для амплитудно-временной обработки эхо-сигналов, необходимой для обеспечения нормальной работы дальномера, индикатора дальности и индикатора поиска.

Состав канала (рис.):

- видеоусилитель (У21-16);
- оконечный видеоусилитель в панели У23-8,
- линия задержки (ЛЗ21-7).

На вход видеоусилителя подаются эхо-сигналы: в амплитудном режиме из приемной системы через линию задержки ЛЗ21-7, кон реле Р21-2, а в режиме СДЦ – из блока Т-19М через контакты реле Р2

Дополнительная задержка в амплитудном режиме необходима обеспечения одинакового времени задержки эхо-сигналов в обоих режимах работы, поскольку в режиме СДЦ происходит дополнительная задержка эхо-сигналов в системе СДЦ. Реле Р21-2 управляется тумблером «АМПЛ – СДЦ»

Видеоусилитель имеет два разнополярных выхода. Эхо-сигналы отрицательной полярности подаются в систему поиска, а положительной полярности – на дискриминатор (У21-14) и на оконечный видеоусилитель в панели У23-8. С выхода У23-8 эхо-сигналы отрицательной полярности подаются на ЭЛТ

2.6.10. Канал автодальномера

Канал предназначен для точного и непрерывного определения дальности до цели, выбранной для сопровождения. Кроме того, в нем вырабатываются импульсы дальности, импульсы электрического сигнала развертки точной дальности и подвижные «пики» напряжения с частотой 150 кГц, задержанные относительно неподвижных «пииков» на пропорциональное дальности, установленной по шкалам блока Т-21М1. Элементы канала размещены в блоках Т-21М1 и Т-22М1.

В состав канала входят:

- 1) индукционный фазовращатель ФВ22-1;
- 2) обостритель (У22-4),

катодные повторители (У22-7);
 генератор импульсов дальности (У21-9);
 линия задержки ЛЗ21-5;
 генератор импульсов визира и запуска ТРУ (У21-13);
 генератор полустроба I (У21-11);
 генератор полустроба II (У21-12);
 временной дискриминатор (У21-14);
 балансный усилитель (У21-15);
 усилитель постоянного тока (У22-1);
 фильтр сигнала ошибки и фильтр обратной связи;
 магнитный усилитель (У22-2);
 демодулятор обратной связи (У22-3);
 выгатель;
 механизм дальности.

При рассмотрении взаимодействия элементов канала выделим два элемента:

При формировании импульсов визира и полустробов на вход фазовращателя через катодный повторитель панели У22-7 подается синусоидальное напряжение с частотой 150 кГц с кварцевого генератора (У23-7). С выхода фазовращателя синусоидальное напряжение, сдвинутое по фазе, подается через катодный повторитель панели У22-7 на обостритель. Сдвиг фазы выходного напряжения фазовращателя пропорционален углу поворота ротора. За один оборот ротора фаза выходного напряжения фазовращателя изменяется на 360, что соответствует перемещению шкалы дальности на 1000м.

Катодные повторители согласуют малые входное и выходное сопротивления фазовращателя с большим выходным сопротивлением кварцевого генератора и входным сопротивлением генератора меток.

Обостритель аналогичен генератору меток (У23-3). Под действием синусоидального напряжения он вырабатывает «пики» напряжения, жестко связанные с той же фазой выходного напряжения фазовращателя, что и «пики» панели У23-3.

Подвижные «пики» с выхода панели У22-4 подаются на:

- генератор импульсов сброса (У21-6);
- генератор импульсов дальности (У21-9).

На другой вход генератора импульсов дальности подается импульс с панели У22-6. Генератор импульсов дальности представляет собой ждущий триггер-генератор с лампой запуска, выполняющей одновременно роль импульсного селектора. При совпадении импульса строб I с одним из

подвижных «пиков» генератор вырабатывает положительный видеоимпульс, который поступает в блок Т-18М для формирования контрольных импульсов и на линию задержки ЛЗ21-5. Эта линия имеет пять выводов с различным временем задержки.

Импульс дальности, задержанный на 0,1 мкс, поступает на генератор импульсов визира, который представляет собой аналоговый блокинг-генератор с лампой запуска. Он вырабатывает положительный импульс длительностью 0,15 мкс и амплитудой не менее 90В, который поступает на катод электронно-лучевой трубки непосредственно и на линию задержки и катодный повторитель, где задерживается на 0,4 мкс. Эти импульсы закрывают электронно-лучевую трубку и создают на развертке точной дальности два затемненных участка с временным интервалом 0,4 мкс.

С четырех других выводов линии задержки импульсы дальности поступают на запуск и срыв генераторов полустрелов I и II. Генераторы собраны по одинаковым схемам и представляют собой аналоговые блокинг-генераторы с лампами запуска, каскадами срыва и делителями амплитуды выходного сигнала. Запуск генератора полустрелы I осуществляется импульсом дальности, задержанным на 0,05 мкс, а срыв — задержанным на 0,3 мкс. Запуск генератора полустрелы II осуществляется импульсом дальности, задержанным на 0,25 мкс, а срыв — задержанным на 0,5 мкс. Таким образом, генераторы полустрелов вырабатывают импульсы полустрелы I длительностью по 0,25 мкс, амплитудой не более 70В и временным стыком на уровне 0,5–0,7 от амплитуды импульсов полустрелов. Эти импульсы поступают на временный дискриминатор.

Указанная задержка импульсов полустрелов относительно импульса дальности обеспечивает совпадение стыка полустрелов с стыком отраженного сигнала на входе дискриминатора, если на развертке точной дальности дырочный визир точно совмещен с отметкой от цели.

2. Измерение дальности до цели в режиме сопровождения производится автоматически или вручную.

Для включения режима автоматического сопровождения по дальности необходимо совместить отметку от цели с дырочным визиром развертки точной дальности и нажать кнопку «АВТОМ» на рукоятке управления блоком Т-55М1. В работе будут принимать участие все элементы и представляет собой следящую систему автоматического регулирования астатизмом I порядка.

На временной дискриминатор при этом поступают импульсы полустрелов, эхо-сигналы и импульс сброса. Импульс сброса опережает

длительность сигнала примерно на 7 мкс, и каждый раз подготавливает схему дискриминатора к приходу следующего эхо-сигнала от сопровождаемой цели. Дискриминатор формирует два напряжения постоянного тока различной полярности, величины которых определяются временным смещением центра эхо-сигнала относительно стыка полустрелов. Если стык полустрелов не совпадает с центром эхо-сигнала, то постоянные напряжения на выходе дискриминатора будут иметь различные значения.

Эти напряжения подаются на балансный усилитель, который выделяет и усиливает разность выходных напряжений дискриминатора, которая является сигналом ошибки автосопровождения цели по дальности. Полученный сигнал ошибки сглаживается фильтром сигнала ошибки и поступает на один из входов двухкаскадного усилителя постоянного тока, собранного по балансной схеме. Напряжение сигнала ошибки усиливается и поступает на магнитный усилитель, который собран по дифференциальной схеме с внутренней положительной обратной связью. Магнитный усилитель производит усиление сигнала ошибки по мощности его преобразование в напряжение переменного тока частотой 400 Гц, амплитуда и фаза которого зависят от величины и полярности напряжения сигнала ошибки.

Выходное напряжение частотой 400 Гц подается на управляющую обмотку двигателя, на обмотку возбуждения которого подается переменное напряжение 110 В 400 Гц. Вращение от двигателя через дифференциал и редуктор передается на ротор фазовращателя, потенциометра дальности, вращающийся трансформатор передачи данных о дальности в СРП и шкалы дальности. При перемещении движка потенциометра дальности и повороте ротора фазовращателя изменяется временное напряжение импульса строб I и подвижных «пиков», что приводит, в конечном счете, к такому смещению полустрелов, когда стык их будет совпадать с серединой эхо-сигнала. Тогда выходные напряжения переменного дискриминатора становятся одинаковыми и напряжение сигнала ошибки на выходе балансного усилителя будет равно нулю. Таким образом, стык полустрелов автоматически следит за центром эхо-сигнала. Данные о дальности до сопровождаемой цели в виде напряжения с выдающего трансформатора подаются в преобразователь координат СРП. Значение дальности может быть отсчитано по шкалам дальности.

Для уменьшения колебательности системы предусмотрена цепь отрицательной обратной связи. Напряжение обратной связи частотой 400 Гц снимается с тахометрической обмотки двигателя. Амплитуда этого напряжения пропорциональна скорости вращения ротора двигателя, а фаза

определяется направлением его вращения. Это напряжение погашено демодулятором обратной связи, где преобразуется в постоянное напряжение, величина которого определяется амплитудой, а полярность — полярностью переменного напряжения обратной связи. Выходное напряжение демодулятора сглаживается фильтром обратной связи и подается на вход УПТ, который суммирует его с напряжением сигнала. Таким образом, на выходах УПТ действует результирующее управляющее напряжение.

Для того чтобы в режиме автосопровождения вращение двигателя не раскладывалось на дифференциале в сторону ручного управления, в цепи штурвала установлен фрикционный механизм постоянного действия.

В режиме ручного сопровождения по дальности канал размыкается, если последней была нажата кнопка «НАВЕДЕНИЕ» на ручке управления блока Т-55М. При этом реле Р22-2 и электромагнит будут обесточены. Реле своими контактами подключает выход балансового усилителя к корпусу и размыкает цепь подачи напряжения на обмотку возбуждения двигателя. В работе принимают участие мост фазовращателя, фазовращатель, усилитель, генератор подвижных меток, генератор импульсов дальности, генератор импульсов визира и механизм дальности. Канал представляет собой полуавтоматическую систему регулирования.

Для измерения дальности в этом режиме оператор одновременно совмещает визир развертки точной дальности с отметкой цели. Вращение от штурвала дальности через дифференциал передается на потенциометру дальности, вращающемуся трансформатору, ротору фазовращателя и шкалам дальности. Данные о дальности, как и в предыдущем случае, поступают с вращающегося трансформатора преобразователь координат СРП и могут быть сосчитаны с помощью дальности. Штурвал дальности имеет две цены оборота 400 м и 2500 м. Если он утоплен, то цена оборота 2500 м. Для включения цены оборота 400 м. штурвал необходимо подать на себя.

Органы управления, контроля и регулировки

1. Переключатель В22-2 «РАБОТА-БАЛАНС ДМ-БАЛАНС» обеспечивает балансировку автодальномера. Для балансировки необходимо, чтобы дальномерный визир не был совмещен с отметкой цели и последней была нажата кнопка ««АВТОМАТ»». В положении «РАБОТА УПТ» выход фильтра сигнала ошибки соединен с корпусом, а выход фильтра обратной связи отключен от входа УПТ. С помощью

потенциометра «БАЛАНС УПТ» добиваются отсутствия напряжения на выходе УПТ, а это значит, что шкалы дальности вращаться не будут. В положении «БАЛАНС ДМ» УПТ подключен только фильтр обратной связи. Потенциометром «БАЛАНС ДМ» добиваются, чтобы напряжение обратной связи на выходе демодулятора было равно нулю. Значит, и в этом случае шкалы дальности не должны вращаться. В положении «МОТА» к входам УПТ подключены оба фильтра. Потенциометрами «СИММЕТРИЯ ТОЧНО», «СИММЕТРИЯ ГРУБО» добиваются, чтобы напряжение сигнала ошибки на входе УПТ было равно нулю. В этом случае не допускается вращение шкал дальности со скоростью не более 20

об/мин. Микровыключатель В22-1 предназначен для замыкания цепи питания лампы возбуждения двигателя на максимальной и минимальной частотах.

Потенциометры «БАЛАНС I» и «БАЛАНС II» панели У21-14 служат для балансировки схем временного дискриминатора.

Потенциометр «УРОВЕНЬ ОТСЕЧКИ» предназначен для установки уровня ограничения выходных напряжений временного дискриминатора на уровне 0,5 В. Этим достигается независимость выходных напряжений дискриминатора от шумов ламп.

Потенциометр «СИММЕТРИЯ» панели У21-15 предназначен для выравнивания коэффициента усиления балансного видеоусилителя при положительном и отрицательном напряжениях С0.

Потенциометры «УСИЛЕНИЕ» и «ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ» предназначены для регулировки величин напряжений сигнала ошибки и обратной связи, подаваемых на УПТ. Они устанавливаются согласно записи в формуляре в определенное положение, при котором цель сопровождается плавно без рывков.

Потенциометр «ФАЗА» панели У22-7 предназначен для регулировки выходного напряжения фазовращателя.

Потенциометр «БАЛАНС МУ» панели У22-1 предназначен для балансировки магнитного усилителя.

Потенциометр «УРОВЕНЬ тока МУ» предназначен для выбора оптимальной рабочей точки магнитного усилителя, обеспечивающей максимальный коэффициент усиления при положительном и отрицательном влияющих напряжениях.

Шлиц «УСТАНОВКА НУЛЯ» предназначен для разворота статора фазовращателя при регулировке нуля дальности.

11. Потенциометр «СРЕДНЯЯ ТОЧКА» предназначен для обеспечения равенства нулю напряжения на управляющей обмотке двигателя при отсутствии напряжения на входе магнитного усилителя.

12. Потенциометры «НАЧАЛО» и «КОНЕЦ» предназначены для обеспечения плавного перемещения строки на развертке грубой дальности при вращении штурвала дальности.

13. Контрольные гнезда предназначены для контроля напряжений действующих в канале.

2.6.11. Контроль функционирования системы

Для проверки функционирования системы необходимо произвести следующее:

1. Включить станцию без включения высокого напряжения и тумблер «ПИТАНИЕ ДВИГАТЕЛЕЙ» на блоке Т-2МЗ.
2. Проверить наличие разверток на экране индикатора дальности и положение. Грубая развертка должна находиться в середине экрана, точная – на 15 – 20 мм ниже грубой. При необходимости установить такое положение разверток на экране индикатора с помощью потенциометров «ВЕРТИКАЛЬНОЕ СМЕЩЕНИЕ» и «ГОРИЗОНТАЛЬНОЕ СМЕЩЕНИЕ», отдельных для каждой развертки. Проверить и при необходимости отрегулировать яркость и фокусировку разверток потенциометрами. Проверить наличие визира на развертках.
3. Проверить отсутствие перескоков визира на развертке грубой дальности и пропадания визира на развертке точной дальности при вращении штурвала дальности. Если перескоки строки наблюдаются, необходимо устранить их с помощью потенциометров «НАЧАЛО» и «КОНЕЦ». Порядок регулировки будет рассмотрен позже. Здесь следует лишь учесть, что после регулировки линейности перемещения строки необходимо обязательно проверить 0 дальности.
4. Проверить балансировку автодальномера. Нажать кнопку «АТОМАТ». Установить переключатель В22-1 в положение «БАЛАНС УПТ». Шкалы дальности при этом не должны вращаться. Если шкалы дальности вращаются, то потенциометром «БАЛАНС УПТ» остановить вращение. Установить переключатель В22-1 в положение «БАЛАНС ДМ». Шкалы дальности, как и ранее, не должны вращаться. При необходимости остановить вращение потенциометром «БАЛАНС ДМ». Установить переключатель В22-1 в положение «РАБОТА». При этом допускается вращение шкал со скоростью

- более 20 м/с. При необходимости отрегулировать потенциометрами «СИММЕТРИЯ ТОЧНО» и «СИММЕТРИЯ ГРУБО» Повторить указанные операции несколько раз до получения желаемого результата
5. Нажать кнопку «НАВЕДЕНИЕ», включить тумблеры «ПИТАНИЕ ДВИГАТЕЛЕЙ», высокое напряжение и установить требуемое значение тока генератора. Проверить отработку автодальномером сигнала рассогласования. Для этого:
- навести антенну на одиночный местный предмет, совместить визир развертки точной дальности с отметкой от местного предмета и нажать кнопку «АВТОМАТ»;
 - тумблер «ПОИСК – ПЕЛЕНГ» поставить в положение «ПЕЛЕНГ»;
 - выключить тумблеры «ПИТАНИЕ ДВИГАТЕЛЕЙ»;
 - нажать кнопку «НАВЕДЕНИЕ»;
 - отвести визир развертки точной дальности на +20 м по шкалам дальности и нажать кнопку «АВТОМАТ»;
- автодальномер должен энергично отработать рассогласование, совершив не более 2-3 колебаний;
- регулировка при необходимости производится потенциометрами «УСИЛЕНИЕ» и «ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ»;
- проделать указанные операции, отведя визир развертки точной дальности на -20 м.
- 6 Выключить станцию.

2.6.12. Осциллографическая приставка

Осциллографическая приставка предназначена для контроля и определения неисправностей систем станции. Функционально блок Т-23А связан с блоком дальности Т-23М1, на экране электроно-лучевой трубки которого просматриваются контролируемые сигналы. Блок Т-23А дает возможность наблюдать импульсы амплитудой от 0,5 до 200 В различной формы и длительностью от 0,2 до 500 мкс, синусоидальные напряжения амплитудой более 2 мВ частотой 50–500 Гц, измерять амплитуды импульсов и синусоидальных напряжений более 0,5 В с точностью 20 %. В состав блока входят следующие узлы:

- 1) аттенуатор усилителя вертикального отклонения;
- 2) катодный повторитель;

- 3) усилитель вертикального отклонения;
- 4) усилитель синхронизации,
- 5) блокинг-генератор импульсов синхронизации;
- 6) генератор развертки;
- 7) калибратор амплитуды;
- 8) выпрямитель;

Аттенюатор усилителя вертикального отклонения представляет собой делитель напряжения с коэффициентами деления 1:1, 1:10, 1:100. Катодный повторитель служит для развязки цепей исследуемого сигнала и усилителя вертикального отклонения. Усилитель вертикального отклонения состоит из семи каскадов. Регулировка усиления осуществляется потенциометром «УСИЛЕНИЕ». Контролируемые сигналы можно подавать непосредственно на пластины электронно-лучевой трубки через гнездо «КОНТРОЛЬ», расположенное на лицевой панели блока Т-23М1. Усилитель синхронизации предназначен для усиления синхронизирующих импульсов. Запуск ждущей развертки осуществляется импульсами амплитудой не менее 4 В. Синхронизация может быть внутренней или внешней. Выбор синхронизации осуществляется с помощью переключателя «РОД РАБОТЫ». Импульс внешней синхронизации подается на вход усилителя синхронизации через гнезда «ВХОД СИНХР.» Г2 и Г3. При внешней синхронизации сигнал может быть уменьшен с помощью аходного делителя в 10 раз. Блокинг-генератор импульсов синхронизации предназначен для обеспечения устойчивой синхронизации генератора развертки. Генератор развертки предназначен для выработки пилообразного напряжения и импульсов подсвета. Основными элементами его являются генератор пилообразного напряжения и мультивибратор с двумя устойчивыми состояниями в ждущем режиме и одним устойчивым состоянием в периодическом режиме. Поступающие импульсы синхронизации в периодическом режиме на генератор развертки с блокинг-генератора импульсов синхронизации определяют начало обратного хода пилы. С выхода генератора развертки пилообразное напряжение и положительные прямоугольные импульсы через контакты переключателя В23-1 в положении «ОСЦИЛЛОГРАФ» подаются на усилитель грубой развертки У23-10 и управляющий электрод электронно-лучевой трубки блока Т-23М1. Длительность развертки можно изменять скачкообразно с помощью переключателя путем изменения зарядных емкостей и плавно с помощью потенциометра «ДЛИТЕЛЬНОСТЬ». Калибратор напряжения предназначен для измерения амплитуды контролируемого сигнала методом сравнения. Он состоит из

обмотки трансформатора, делителя на резисторах и микровыключателя КН-1, с помощью которого напряжение калибровки подается на вход усилителя вертикального отклонения. Выпрямитель собран по двухполупериодной схеме со стабилизацией вырабатываемого напряжения +250 В. Напряжения -1-0 В, +150 В, +350 В поступают с блока питания Т-27М1

Порядок работы со встроенным осциллографом

Исходное положение органов управления и включения осциллографа.

В исходном положении тумблеры «СЕТЬ» и «АНОД» выключены, а остальные органы управления находятся в произвольном положении. Для включения осциллографа необходимо:

- включить тумблеры «НАКАЛ» и «АНОДНОЕ» на панели шкафа Т-23М (если они не были включены ранее);
- включить тумблер «СЕТЬ» блока Т-23А;
- через 40-60 с после включения тумблера «СЕТЬ» включить тумблер «АНОД» блока Т-23А;
- поставить переключатель «РОД РАБОТЫ» блока Т-23М1 в положение «ОСЦИЛЛОГРАФ».

Выбор рода работы и длительности развертки.

Для контроля импульсных сигналов следует поставить переключатель «РОД РАБОТЫ» в положение «ЖДУЩ. ВНЕШН.» при внешней синхронизации и в положение «ЖДУЩ. ВНУТР.» при синхронизации исследуемым сигналом, для контроля синусоидальных сигналов – в положение «ПЕРИОД». При работе в режиме «ЖДУЩ. ВНУТР.» или «ПЕРИОД.» устойчивое изображение достигается вращением ручки «СИНХР».

Поставить переключатель «ДЛИТ. РАЗВ.мкс» в положение, соответствующее длительности контролируемого участка осциллограммы. Плавную регулировку длительности развертки в каждом диапазоне производить ручкой «ДЛИТ. РАЗВ».

При контроле импульсных сигналов переключатель «РЕЖИМ УСИЛ.» Поставить в положение 1:1, 1:10 или 1:100 в зависимости от амплитуды контролируемого сигнала. При контроле милливольтовых сигналов низкой частоты (порядка 400 Гц) переключатель «РЕЖИМ УСИЛ.» Поставить в положение ГЧ I или ГЧ II. Сигналы амплитудой

более 30 В можно подавать непосредственно на вертикальные отклоняющие пластины трубки – гнездо «КОНТРОЛЬ» блока Т-23М1.

Выбор импульсов синхронизации и положений переключателей блока Т-23А при контроле основных импульсов 1РЛ33М3 проводить согласно таблице ИНСТРУКЦИИ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗСУ-23-4М3.

Калибровка чувствительности тракта вертикального отклонения измерения амплитуды

Для измерения амплитуды исследуемого сигнала необходимо установить шкалу из ЗИПа на обрамление арматуры электронно-лучевой трубки и для сигналов до 30 В откалибровать тракт вертикального отклонения при отключенном сигнале. Для калибровки переключатель «РОД РАБОТЫ» поставить в положение «ПЕРИОД».

Калибровку выполнять в следующей последовательности:

- установить переключатель «РЕЖИМ УСИЛ» в положение 1:1;
- нажать кнопку «КАЛИБР» ручкой «УСИЛЕНИЕ» установить размер калибрационного сигнала 10 мм.

Положение ручки «УСИЛЕНИЕ» до конца измерений не изменять.

После произведенной калибровки чувствительность всего тракта вертикального отклонения $K = 0,2 \text{ В/мм}$.

При измерении амплитуды сигналов в положениях переключателя «РЕЖИМ УСИЛ.» 1:10 и 1:100 чувствительность тракта вертикального отклонения будет соответственно $K = 2 \text{ В/мм}$ и $K = 20 \text{ В/мм}$. Амплитуда сигнала будет определяться по формуле

$$U = K * S [\text{В}],$$

где S – величина контролируемого сигнала в мм по шкале обрамления экрана.

Если сигнал подается непосредственно на отклоняющие пластины трубки, то для определения его амплитуды необходимо вертикальный размер изображения S в/мм умножить на чувствительность трубки, равную 5 В/мм.

Измерение длительности импульсов.

Для измерения длительности импульса синхронизирующий импульс должен быть подвижен относительно контролируемого импульса при вращении штурвала дальности блока Т-22М. Совмещая с помощью штурвала дальности передний, а затем и задний фронт импульсов с какой-либо горизонтальной линией сетки экрана, замерить соответствующие показания шкалы дальности в метрах Д1, Д2 и определить длительность по

формуле:

$$t = (D2 - D1) / 150 \text{ [мс]}.$$

2.7. Система управления антенной

2.7.1. Назначение, состав и краткая характеристика системы

Система управления антенной предназначена для управления движением антенны по азимуту и углу места при поиске и сопровождении цели.

Для обеспечения движения антенны используются двигатели переменного тока, скорость вращения которых постоянна.

Так как скорость изменения угловых координат цели имеет широкие пределы, необходимо обеспечить изменение скорости движения антенны по азимуту и углу места в этих же пределах. Для обеспечения этого передача вращения от двигателей к антенне осуществляется через магнито-порошковые муфты в каждом канале. Управление положением антенны сводится к управлению работой магнито-порошковых муфт путем изменения управляющих напряжений на их обмотках. При равенстве напряжений на муфтах вращение от двигателей к антенне не передается. Если управляющие напряжения разные, то вращение будет передаваться той муфтой, напряжение на которой больше. Следовательно, управление положением антенны сводится к выработке меняющихся по величине управляющих напряжений.

Принцип получения этих напряжений зависит от режима работы СУА. СУА имеет следующие режимы работы:

1. Ручное управление антенной по азимуту и углу места.
2. Полуавтоматическое управление антенной по азимуту неограниченно, по углу места в пределах от $-01-10$ до $+14-50$, с постоянной скоростью 20 град./с или с переменной скоростью от 0 до 45-60 град./с по азимуту и от 0 до 32 град./с по углу места.
3. Круговой поиск цели со скоростью 20 град./с.
4. Ускоренный круговой поиск цели со скоростью 45-60 град./с
5. Секторный поиск цели, ширина которого может плавно изменяться по азимуту в пределах 30 - 100 град.
6. Автоматическое сопровождение цели.
7. Полуавтоматическое сопровождение цели по визирному устройству
8. Управление антенной от КПН.

Конструктивно система состоит из следующих блоков:

- Блок сопровождения по угловым координатам Т-13М2

(Рис.43), предназначенный для выделения сигнала ошибки в режиме автосопровождения цели, усиления его и преобразования в управляющее напряжение по азимуту и углу места;

- блок управления антенной Т-55М2 (рис.45), предназначенный для выработки сигнала ошибки (СО) по азимуту и углу места во всех режимах, кроме автоматического сопровождения и управления антенной от КПН;
- антенная колонка Т-2М3 (рис.46), предназначенная для вращения антенны по азимуту и углу места, определения, преобразования и передачи угловых координат в счетно-решающий прибор и визирный преобразователь координат; сельсин-индикатор (шкальный механизм), расположенный на пульте управления оператора поиска.

В состав блоков входят следующие основные узлы:

- 1) блок Т-13М2;
- 2) быстродействующая автоматическая регулировка усиления – БАРУ (лампа Л1);
- 3) субблок выделения сигнала ошибки Т-13М1-1 (У-1);
- 4) субблок усиления и преобразования сигнала ошибки по азимуту Т-13М1-П (У3);
- 5) субблок усиления и преобразования сигнала ошибки по углу места Т-13М1-П (У4).
- 6) Блок Т-55М2;
- 7) кнопки (на рукоятках управления) и тумблеры;
- 8) редуктор У-1 дифференциальных сельсинов азимута и угла места;
- 9) сервоусилители азимута и угла места;
- 10) сельсин-трансформаторы М1 и М2;
- 11) электрические мосты азимута и угла места;
- 12) датчик секторного поиска
- 13) Блок Т-2М3: механизмы приводов;
- 14) редуктор подъема;
- 15) блок Г-В1М3 – антенна;
- 16) визир блока Т-2М3,
- 17) выпрямитель.

2.7.2. Работа СУА в поисковых режимах

Ручное управление антенной

Режим ручного управления используется для точного наведения антенны на цель перед переходом на автосопровождение.

Режим включается с включением РЛС. Если после включения РЛС включается любой другой режим работы СУА, то для перехода в режим ручного управления необходимо нажать кнопку «НАВЕДЕНИЕ» на рукоятках блока управления антенной Т-55М2.

Ручное управление осуществляется поворотом рукояток управления оловк Т-55М2 в пределах $+18^{\circ}$. Антенна при этом будет поворачиваться по угловым координатам на угол, прямо пропорциональный углу поворота рукояток блока Т-55М2.

В работе принимают участие следующие элементы (вклейка 3):

- сельсин-датчики ручного управления М2-32 и М2-33 блока Т-2М3;
- дифференциальные сельсины М55-1 и М55-2 блока Т-55М2;
- сельсин-трансформаторы М55-2, М55-1 блока Т-55М2;
- субблоки усиления и преобразования сигнала ошибки по азимуту (У13-3) и по углу места (У13-4) блока Т-13М2;
- таходинамо М2-24 и М2-23 блока Т2-М3;
- механизмы приводов.

Схема СУА при работе в ручном режиме управления по азимуту и углу места аналогична, поэтому рассмотрим работу только по азимуту.

Сигнал ошибки получается вследствие рассогласования двух сельсинов, включенных по трансформаторной схеме. Сельсин-датчик М2 33 расположен в блоке Т-2М3. Статор сельсина неподвижен, ротор кинематически соединен с осью стабилизированного азимута. На однофазную роторную обмотку сельсин-датчика подается напряжение 115 В, 400 Гц, а его трехфазная обмотка через дифференциальный сельсин соединена с трехфазной статорной обмоткой сельсин-трансформатора М55-1. Статор М55-1 неподвижен, в ротор через кинематическую передачу связан с рукоятками управления блокв Т55-М2.

При повороте рукояток управления поворачивается ротор сельсин-трансформатора. Он окажется в несогласованном положении с ротором сельсин-датчика. Поэтому в роторной обмотке сельсин-трансформатора возникает напряжение сигнала ошибки переменного тока, величина которого будет зависеть от величины угла поворота рукояток управления, а фаза – от направления поворота.

Это напряжение прикладывается к переменному резистору «АЗИМУТ УСИЛЕНИЕ РУЧНОЕ» и с его движка через контакты реле Р55-15, Р36-3, Р13-4 поступает на усилитель и катодный повторитель сигнала ошибки

субблока У13-3, где усиливается однокаскадным усилителем на резисторах и через катодный повторитель, согласующий большое выходное сопротивление усилителя с малым входным сопротивлением фазочувствительного выпрямителя, поступает на вход ФЧВ.

На второй вход ФЧВ через контакты реле Р13-4 с трансформатора Тр44-1 подается опорное напряжение 110 В, 400 Гц.

Фазочувствительный выпрямитель преобразует переменное напряжение сигнала ошибки в управляющее напряжение постоянного тока, величина которого зависит от амплитуды сигнала ошибки, а полярность — от соотношения фаз между опорным напряжением и напряжением сигнала ошибки. Управляющее напряжение сглаживается фильтром прямого канала и подается на один из выходов УПТ, усиливается и с двух выходов УПТ подается на усилитель мощности. Усилитель мощности собран по двухтактной схеме, нагрузками его являются обмотки магнито-порошковых муфт ЭМ2-11, ЭМ2-12.

При поступлении на вход УПТ напряжения сигнала ошибки одно из его входных напряжений увеличивается, а другое — уменьшается, поэтому ток в управляющей обмотке одной из муфт увеличивается, а в другой — уменьшается.

Та муфта, в обмотке которой ток увеличился, будет передавать вращение от двигателя на ось стабилизированного азимута, поворачивая через дифференциалы антенну, а вместе с ней и ротор сельсин-датчика М2-33 до тех пор, пока он не займет согласованное положение с ротором сельсин-трансформатора М55-1. При этом сигнал ошибки будет равен нулю, на выходах УПТ будут действовать два равных напряжения, в управляющих обмотках магнито-порошковых муфт будут протекать равные токи, а значит вращение от двигателей на ось стабилизированного азимута передаваться не будет, т. е. антенна, отработав заданное рассогласование, остановится.

Вращение оси стабилизированного азимута передается также на другие электрические машины:

- таходинамо М2-24;
- сельсин доворота М2-43;
- сельсин секторного поиска М2-34;
- вращающийся трансформатор тренажера М2-3;
- вращающийся трансформатор СНТ М2-7;
- вращающийся трансформатор поиска М2-42;

- дифференциал Б, на котором происходит суммирование угла поворота оси стабилизированного азимута с углом q , поступающим с системы стабилизации линии визирования.

С дифференциала Б вращение передается на дифференциал А.

Для удержания антенны по азимуту в определенном положении, независимо от вращения башни ЗСУ, предусмотрена механическая обкатка антенны относительно башни в противоположную сторону на такой угол, на который развернулась башня. Вращение от редуктора обкатки, связанного с погонным зубчатым колесом, передается на дифференциал А, где суммируется с углом поворота выходного вала дифференциала Г. С дифференциала А вращение передается на сельсин-датчик КРН М2-37, на вращение антенны по азимуту, на валик визирного устройства и дифференциал В, обеспечивающий развязку антенны по углам. Для получения необходимых динамических свойств в СУА применяется отрицательная обратная связь. Напряжение обратной связи, пропорциональное скорости вращения оси стабилизированного азимута, вырабатывается таходинамо М2-24. Полярность этого напряжения противоположна полярности сигнала ошибки. Оно поступает на второй вход УПТ, где суммируется с напряжением сигнала ошибки.

Для проверки и настройки СУА в режиме ручного управления антенной используются следующие органы управления, контроля и регулировки:

1. Миллиамперметр ИП13-1, предназначенный для проверки и регулировки блока Т-13М2, путем подключения его к различным участкам схемы с помощью переключателя В13-1 «РАБОТА-БАЛАНС УПТ-НАЧ.ТОКИ – КОНТРОЛЬ».
2. Переключатель В13-1 в положениях:
 - «РАБОТА» – прибор ИП13-1 отключен, схема блока Т-13М2 скоммутирована для работы во всех режимах работы СУА.
 - «БАЛАНС УПТ АЗ» или «БАЛАНС УПТ УМ» – схема блока Т-13М2 перекоммутирована для балансировки УПТ азимута или угла места. При этом входы фазочувствительных выпрямителей подключаются к корпусу, а прибор ИП13-1 сначала подключается к анодам ламп усилителя мощности азимута, затем – угла места. Балансировка УПТ осуществляется соответствующими переменными резисторами «БАЛАНС УПТ». При выключенных приводных двигателях и нажатой кнопке «АВТОМАТ» движок

переменного резистора устанавливается в такое положение, чтобы показания прибора ИП13-1 были равны нулю.

- «НАЧ.ТОКИ» – в этом положении вход ФЧВ остается подключенным к корпусу, а прибор ИП13-1 по очереди подключается параллельно обмотке каждой магнито-порошковой муфты. Начальные токи, протекающие через обмотки муфт, устанавливаются переменными резисторами «НАЧ. ТОКИ АЗ» и «НАЧ. ТОКИ УМ». Движок соответствующего переменного резистора устанавливается в такое положение, чтобы прибор ИП13-1 показывал 0,45 – 0,7 мА.
- «КОНТРОЛЬ АЗ» или «КОНТРОЛЬ УМ» – прибор подключается между анодами ламп усилителей мощности, а аноды фазочувствительных выпрямителей с корпусом не соединяются.

3. Переменные резисторы «АЗИМУТ УСИЛ. РУЧН.», «УГОЛ МЕСТА УСИЛ. РУЧН.» предназначены для регулировки величин напряжений сигналов ошибки, снимаемых с роторных обмоток сельсин-трансформаторов М55-1 и М55-2.

4. Тумблер «ПИТАНИЕ ДВИГАТЕЛЕЙ» предназначен для замыкания цепи подачи напряжения 220В 400Гц на приводные двигатели М2-21 и М2-19

5. Контрольные гнезда на передней панели блока Т-13М2 предназначены для контроля напряжений на анодах усилителя и катодного повторителя канала азимута и угла места, на выходах фазочувствительных выпрямителей и усилителей мощности, напряжения обратной связи и напряжения на входе субблока выделения сигнала ошибки

Полуавтоматическое управление

Режим полуавтоматического управления с постоянной скоростью используется для быстрого переброса антенны по азимуту и углу места.

Режим включается установкой рукояток управления блока Т-55М2 в одно из крайних положений. В работе принимают участие (вклейка 3):

1. Электрические мосты азимута и угла места, состоящие из вторичной обмотки трансформатора, переменных резисторов и резисторов.
2. Сервоусилители азимута и угла места (Л55-2 и Л55-1).
3. Двигатели полуавтоматического управления М55-4 и М55-3.
4. Элементы, участвующие в работе при ручном управлении антенной.

Схемы полуавтоматического управления по азимуту и углу места аналогичны, поэтому рассмотрим работу схемы только по каналу азимута).

При повороте рукояток управления вращение через дифференциал передается к микровыключателю В55-10 и движку переменного резистора R55-13. В крайнем положении рукояток срабатывает микровыключатель В55-10, а движок переменного резистора находится в одном из крайних положений. Электрический мост разбалансируется. С движка переменного резистора R55-13 напряжение переменного тока постоянной амплитуды частотой 400 Гц, фаза которого определяется направлением поворота рукояток управления, через контакты реле P55-2, P55-12, P55-6, переменный резистор «ПОЛУАВТ. ПОСТ. СКОР. АЗ», контакты тумблера «КРУГОВОЙ – УСКОР. КРУГОВОЙ» в положении «КРУГОВОЙ», контакты микровыключателя В55-10, контакты реле P55-1 и тахометрическую обмотку двигателя M55-4 будет подано на вход сервоусилителя азимута. Сервоусилитель представляет собой двухтактный усилитель, собранный по трансформаторной схеме. Нагрузкой его является управляющая обмотка двигателя полуавтоматического управления M55-4.

На обмотку возбуждения двигателя подается переменное напряжение 36 В, 400 Гц. Под воздействием приложенных напряжений ротор двигателя начинает вращаться. Так как амплитуда напряжения, приложенного к управляющей обмотке, постоянна, то скорость вращения ротора также будет постоянной. Направление вращения ротора двигателя определяется фазой напряжения, поступающего с сервоусилителя

На тахометрической обмотке двигателя будут действовать напряжение обратной связи, пропорциональное скорости вращения ротора двигателя и напряжение, поступающее с движка переменного резистора R55-13. Благодаря воздействию этих напряжений, вращение ротора двигателя стабилизируется.

Ротор двигателя через редуктор поворачивает ротор дифференциального сельсина M55-2 и поэтому он оказывается все время рассогласованным с сельсин-датчиком M2-33 и сельсин-трансформатором M55-1. На роторной обмотке сельсин-трансформатора будет действовать напряжение сигнала ошибки, которое через переменный резистор «АЗИМ. УСИЛ. РУЧН.» поступает на усилитель и катодный повторитель панели управления

Для включения режима полуавтоматического управления движением антенны по углу места необходимо повернуть рукоятки управления до упора в верхнее или нижнее положение. При этом сработает микровыключатель В55-1 и замкнет цепь подачи напряжения с электрического моста угла места (движка переменного резистора R55-10) на вход сервоусилителя.

Так как перемещение антенны по углу места ограничено в пределах от минус 01–50 до плюс 14–30, в схеме управления антенной по углу места предусмотрено ограничение пределов работы. При подходе антенны к нижнему или верхнему упорам срабатывают микровыключатели, замыкающие цепь подачи напряжения +27 В или –27 В на один из входов УПТ канала угла места.

В результате этого антенна отбрасывается от упоров, а напряжение 27 В снимается.

Регулировка скорости вращения антенны осуществляется переменными резисторами «ПОЛУАВТ. ПОСТ. СКОР. АЗ» и «ПОЛУАВТ. ПОСТ. СКОР. УМ». Они устанавливаются так, чтобы скорость движения антенны составляла 20 град/с. Режим выключается отделением рукояток управления от крайних положений.

Режим полуавтоматического управления с переменной скоростью используется как для обнаружения, так и для сопровождения целей по визульному устройству. В этом режиме работают те же элементы, что и в режиме полуавтоматического управления с постоянной скоростью. Работа по азимуту и углу места одинакова, поэтому рассмотрим работу канала азимута.

Режим включается при вытягивании на себя ручек «ПОЛУАВТ. АЗ» и «ПОЛУАВТ. УМ». При выдвигании на себя ручки «ПОЛУАВТ. АЗ» срабатывает микровыключатель В55-12 и замыкает цепь питания реле Р55-12, рукоятки управления блока Т-55М2 устанавливаются в среднее положение и подпружиниваются.

Реле Р55-12 своими контактами подключает движок переменного резистора R55-13, входящего в состав электрического моста азимута, через нормально замкнутые контакты реле Р55-1 и тахометрическую обмотку двигателя М55-4 ко входу сервоусилителя. При среднем положении рукояток управления электрический мост сбалансирован, напряжение, снимаемое с движка R55-13, равно нулю. При повороте рукояток управления движок переменного резистора R55-13 будет так же перемещаться, напряжение, снимаемое с него, будет пропорционально углу поворота рукояток, а фаза определяется направлением поворота. Это напряжение усиливается сервоусилителем и прикладывается к управляющей обмотке двигателя. Дальнейшая работа схемы аналогична работе в режиме полуавтоматического управления с постоянной скоростью. При отпускании рукояток управления они самостоятельно устанавливаются в среднее положение и движение антенны прекращается.

При выдвижении на себя рукоятки «ПОЛУАВТ УМ» срабатывает микровыключатель В55-13 и замыкает цепь питания реле Р55-13. Работа схемы происходит так же, как и по азимуту.

Для выключения режима необходимо ручки «ПОЛУАВТ. АЗ» и «ПОЛУАВТ. УМ» утопить.

Полуавтоматическое сопровождение цели по визирному устройству используется при работе ЗСУ во втором режиме

При работе в этом режиме дальность до цели определяется РЛС автоматически, угловые координаты – с помощью визирного устройства путем точного совмещения перекрестия основного визира с целью. Управление положением головки основного визира, а значит и антенны, осуществляется рукоятками управления блока Т-55М2. СУА при этом работает в режиме полуавтоматического управления с переменной скоростью.

Для получения требуемой величины отраженных сигналов на входе автодальномера, обеспечивающих автосопровождение цели по дальности, необходимо, чтобы АВС работала на пененговый облучатель.

Таким образом, для обеспечения нормальной работы ЗСУ в этом режиме необходимо:

осуществлять автосопровождение цели по дальности;
непрерывно удерживать антенну в направлении на цель,
включать режим полуавтоматического управления антенной с переменной скоростью,

к волноводному устройству подключать пененговый облучатель и осуществлять доворот антенны

Эти задачи решаются следующим образом:

1. Тумблер В55-7 «I РЕЖИМ – II РЕЖИМ» ставится в положение «II РЕЖИМ» При этом к волноводному устройству подключается пененговый облучатель, разрывается цепь подачи сигнала «АВТОМАТ» в СУА и срабатывают реле Р2-2 и Р55-15. В результате этого происходит доворот антенны, как и в случае перехода на автосопровождение, на угол порядка $3,7^\circ$.

2. Ручки «ПОЛУАВТ. АЗ» и «ПОЛУАВТ. УМ» вытягиваются на себя.

3. Нажимается кнопка «АВТОМАТ» и включается режим автоматического сопровождения по дальности, система управления антенной при этом в режим автосопровождения не переходит, а работает в полуавтоматическом режиме.

Режим полуавтоматического сопровождения по визирному устройству используется в случае невозможности автоматического сопровождения цели по угловым координатам

Круговой и ускоренный круговой поиски

Круговой поиск используется для обнаружения целей в случае отсутствия целеуказания.

Режим включается нажатием кнопки «КРУГОВОЙ». С включением режима антенна начинает вращаться по азимуту с постоянной скоростью 20 град/с по ходу часовой стрелки, если смотреть на антенну сверху. Положение антенны по углу места устанавливается рукоятками управления.

При круговом поиске в работе принимают участие те же элементы, что и в режиме полуавтоматического управления с постоянной скоростью по азимуту.

При нажатии кнопки «КРУГОВОЙ» замыкается цепь питания обмотки реле В55-6. Реле срабатывает и своими контактами подключает одно плечо электрического моста азимута к переменному резистору «ПОЛУАВТ. ПОСТ. СКОР.», а его движок — ко входу сервоусилителя через тахометрическую обмотку двигателя М55-4. Таким образом, работа схемы в этом режиме не отличается от работы системы в режиме полуавтоматического управления с постоянной скоростью.

Для выключения режима необходимо нажать кнопку «НАВЕДЕНИЕ».

Включение режима ускоренного кругового поиска производится постановкой тумблера В55-4 в положение «УСКОР. КРУГ.» и нажатием кнопки «КРУГОВОЙ».

В этом режиме, в отличие от кругового поиска, на сервоусилитель будет подано все напряжение с переменного резистора «ПОЛУАВТ. ПОСТ. СКОР. АЗ.» и антенна будет вращаться со скоростью 45–60 град/с в том же направлении, что и при круговом поиске, а на индикаторе поиска вместо раstra будет высвечиваться и вращаться линия с масштабными метками.

Для выключения режима необходимо тумблер В55-4 поставить в положение «КРУГОВОЙ» и нажать кнопку «НАВЕДЕНИЕ».

Секторный поиск

Секторный поиск используется для поиска целей при наличии целеуказания.

Режим включается нажатием кнопки «СЕКТОРНЫЙ» при условии, что тумблер «КРУГОВОЙ – УСКОР КРУТ» поставлен в положение «КРУГОВОЙ». Антенна совершает колебания по азимуту в секторе 30–100°. Скорость движения антенны при любой ширине сектора постоянна и равна 20 град/с. Перенос сектора по азимуту и углу места осуществляется с помощью рукояток управления блока Т-55М2.

В работе принимают участие:

1. Схема секторного поиска.
5. Сельсин-датчик секторного поиска М2-34.
6. Сельсин-трансформатор секторного поиска М55-3.
7. Электромагнитная муфта ЭМ55-1.
5. Элементы, участвующие в работе при полуавтоматическом управлении антенной с постоянной скоростью.

Во всех режимах работы СУА, кроме секторного поиска, ротор сельсин-трансформатора М55-3 расторможен. На одну из роторных обмоток его через контакты реле Р55-16 подается переменное напряжение 36 В 400Гц с трансформатора блока Т-55М2. Статорные обмотки М55-3 соединены со статорными обмотками сельсин-датчика М2-34. На роторную обмотку М2-34 подается переменное напряжение 115 В 400 Гц. Ось ротора сельсин-датчика механически связана с осью стабилизированного азимута. Поэтому эта пара сельсинов работает в индикаторном режиме, т.е. ротор сельсина М55-3 постоянно подслеживает за положением антенны.

При нажатии кнопки «СЕКТОРНЫЙ» замыкается цепь подачи напряжения на обмотки реле Р55-5, Р55-9, Р55-16 и электромагнитную муфту ЭМ55-1. Реле Р55-5 своими контактами замыкает цепь подачи напряжения +27В на обмотку Р55-6.

Реле Р55-6 и Р55-9 своими контактами через контакты реле Р55-7 подключают переменный резистор «ПОЛУАВТ.ПОСТ СКОР.АЗ» к плечу один электрического моста азимута, а реле Р55-6, кроме того, подключает движок этого резистора через тахометрическую обмотку двигателя М55-4 к сервоусилителю азимута.

Реле Р55-16 разрывает цепь подачи напряжения 36 В 400 Гц на роторную обмотку сельсин-трансформатора, а электромагнитная муфта затормаживает ротор сельсин-трансформатора. Таким образом, сельсинная пара М2-34 и М55-3 будет переведена в трансформаторный режим работы.

Под действием напряжения, снимаемого с плеча один электрического моста азимута, двигатель М55-4 будет разворачивать ротор дифференциального сельсина с постоянной скоростью в одну сторону.

Это приведет, в конечном счете, к повороту антенны. При повороте антенны разворачивается ротор сельсин-датчика М2-34. На выходе сельсин-трансформатора М55-3 появляется напряжение, которое будет тем больше, чем на больший угол повернется антенна от середины сектора качания. Середина сектора соответствует согласованному положению сельсиннов.

Напряжение с М55-3 поступает на схему секторного поиска, которая состоит из 2-х мостиковых выпрямителей и триггера, в одно из плеч которого включена обмотка реле Р55-7.

В схеме секторного поиска переменное напряжение рассогласования преобразуется одним из выпрямителей в постоянное напряжение и сравнивается с напряжением, снимаемым с движка переменного резистора «ШИРИНА СЕКТОРА».

Результирующее напряжение поступает на вход схемы триггера. При определенном соотношении этих напряжений триггер переходит в другое устойчивое состояние, что приводит к срабатыванию реле Р55-7, которое своими контактами отключает от переменного резистора «ПОЛУАВТ ПОСТ СКОР.АЭ.» плечо один электрического моста, а подключает плечо два. Это приведет к изменению фазы напряжения, снимаемого с движка переменного резистора, а значит антенна будет вращаться в другую сторону. Напряжение, снимаемое с роторной обмотки М55-3, начнет уменьшаться, перейдет через значение равное нулю, а затем снова будет возрастать.

При достижении определенных значений напряжений, снимаемых с роторной обмотки сельсин-трансформатора и переменного резистора «ШИРИНА СЕКТОРА», триггер возвращается в исходное положение, обмотка реле Р55-7 обесточится и оно своими контактами подключит опять плечо один электрического моста. Антенна начнет поворачиваться в обратную сторону. В дальнейшем работа схемы повторяется.

Таким образом, антенна будет совершать колебания в определенном секторе с постоянной скоростью.

Ширина сектора может устанавливаться с помощью переменного резистора «ШИРИНА СЕКТОРА».

Управление антенной от КПН

Командирский прибор наведения (КПН) предназначен для визуирования воздушных целей и выдачи целеуказания оператору поиска путем полуавтоматического наведения антенны на цель.

При наведении антенны от КПН сигнал ошибки образуется за счет рассогласования сельсинов:

по азимуту – М1 КПН и М2-37;

по углу места – М2 КПН и М2-36,

включенных по трансформаторной схеме. Роторы сельсинов М2-37 и М2-36 механически соединены с осями $q_{мс}$, $e_{мс}$ антенной колонки. Роторы сельсинов М1 КПН и М2 КПН кинематически соединены с рукоятками управления КПН. Режим включается постановкой тумблера «РАБОТА» в положение «ВКЛ» и одновременным нажатием кнопок «БАШНЯ» и «ЦЕЛЬ». При этом напряжение +27 В подается на реле Р36-3, сигнальную лампу ЛН36-5 «ЦУ» (целенуказание), а так же в блок Т-55М2 для включения режима подслеживания, как и при автосопровождении цели. Лампа «ЦУ» загорается, сигнализируя о включении режима наведения антенны от КПН.

Реле Р36-3 срабатывает и своими контактами отключает движки переменных резисторов «АЗИМУТ. УСИЛ. РУЧН.» и «УГОЛ МЕСТА УСИЛ.РУЧН.» от усилителей и катодных повторителей субблоков У13-3 и У13-4 и подключает к ним движки потенциометров «УСИЛ.АЗ.КПН» и «УСИЛ. УМ.КПН». Далее СУА работает так же, как и в режиме ручного управления.

При повороте рукояток КПН поворачиваются роторы сельсин-трансформаторов, в их обмотках возникают напряжения рассогласования, под воздействием которых антенна будет поворачиваться до тех пор, пока сельсин-датчики антенной колонки не займут согласованное положение с сельсин-трансформаторами КПН.

Таким образом, командир установки с помощью КПН может принудительно наводить антенну на цель в пределах по углу места от -5° до $+30^\circ$, по азимуту $+20^\circ$. Для введения цели в поле зрения КПН предусмотрена возможность управления башней от КПН. Управление башней осуществляется постановкой рукояток КПН в одно из крайних положений при нажатых кнопках «БАШНЯ» и «ЦЕЛЬ».

Переменные резисторы «УСИЛ.АЗ.КПН» и «УСИЛ.УМ.КПН», распо-

ложенные под левой откидной панелью шкафа Т-36, предназначены для регулировки скорости вращения антенны в режиме управления от КПН.

2.7.3. Работа СУА при автосопровождении цели

Принцип получения напряжения сигнала ошибки

При автоматическом сопровождении цели сигнал ошибки получается в результате непрерывного вращения (сканирования) диаграммы направленности антенны (электромагнитного луча) вокруг электрической оси антенны. Ось диаграммы направленности антенны отклонена от электрической оси антенны на $0,5^\circ$. Если направление на цель не совпадает с электрической осью антенны, то отраженные от цели эхо-сигналы, поступающие на вход приемной системы, будут модулированы по амплитуде частотой сканирования. Глубина амплитудной модуляции отраженных эхо-сигналов зависит от угла между осью антенны и направлением на цель, а фаза огибающей определяется направлением смещения оси антенны от цели по азимуту и углу места. Таким образом, информация об отклонении электрической оси антенны от направления на цель заключается в огибающей эхо-сигналов. Эта огибающая выделяется в канале угловой автоматики приемной системы на детекторе огибающей (ДОГ) в виде пульсирующего напряжения. Так как управление антенной по угловым координатам осуществляется отдельными каналами, то необходимо из общего напряжения СО выделить азимутальную и угломестную составляющие, а затем разделить и усилить до необходимой величины.

Выделение составляющих СО происходит на ФЧВ с помощью напряжения, снимаемого с генератора опорных напряжений (ГОН).

Опорные напряжения азимута и угла места равны по величине и сдвинуты по фазе относительно друг друга на 90° .

Сканирование по углу места диаграммы направленности антенны (электромагнитного луча) создается при работе АВС на облучатель поиска, который из конструктивных соображений смещен относительно облучателя пеленга и центра рефлектора антенны на $3,7^\circ$ в горизонтальной плоскости. Поэтому при переходе на автоматическое сопровождение цели, для исключения потери цели, необходимо повернуть антенну на угол $3,7^\circ$.

При автоматическом сопровождении цели одновременно с вращением антенны будут разворачиваться и роторы сельсин-датчиков М2-33 и М2-32. Поэтому, если не принять мер, то при переходе с автоматического управления в ручной режим работы роторы сельсин-датчиков и сельсин-трансформаторов могут оказаться в рассогласованном положении, что приведет к появлению большого напряжения сигнала ошибки, а это, в свою очередь, — к резкому рывку антенны. Для исключения этого

необходимо, чтобы сельсины блока Т-2М3 и блока Т-55М2 постоянно находились в согласованном положении, т. е. необходимо осуществлять подслеживание

Таким образом, для обеспечения нормальной работы СУА в режиме автосопровождения цели необходимо:

произвести доворот антенны на угол $3,7^{\circ}$;

разделить общий сигнал ошибки, поступающий с выхода КУА приемной системы на угломестную и азимутальную составляющие и усилить их до необходимой величины;

удерживать в согласованном положении сельсины блоков Т-2М3 и Т55М2.

Автоматическое сопровождение цели

Режим включается нажатием кнопки «АВТОМАТ» при застробированной отметке от цели по дальности. При этом срабатывают реле:

Р2-2 – отключает статорную обмотку сельсин-датчика ручного управления азимута М2-3 от статорной обмотки дифференциального сельсина М55-2, а подключает статорную обмотку сельсин-датчика доворота М2-43, статор которого развернут на $3,7^{\circ}$ относительно статора сельсин-датчика ручного управления;

Р55-15 – отключает от входа усилителя и катодного повторителя сигнала ошибки по азимуту (субблок У13-3) движок переменного резистора «АЗИМУТ УСИЛ.РУЧНОЕ», а подключает движок переменного резистора «УСИЛ.ДОВОРОТА».

Так как статоры сельсин-датчика и сельсина доворота развернуты один относительно другого, то сельсин доворота и сельсин-трансформатор М55-1 оказываются в рассогласованном положении. С роторной обмотки сельсин-трансформатора напряжение U_0 , пропорциональное углу рассогласования через переменный резистор «УСИЛ. ДОВОРОТА», контакты реле Р36-3 и Р13-4 поступает на усилитель и катодный повторитель сигнала ошибки азимута. Под действием этого напряжения антенна поворачивается по азимуту на угол $3,7^{\circ}$ против хода часовой стрелки, если смотреть на антенну сверху. Скорость доворота антенны регулируется переменным резистором «УСИЛ. ДОВОРОТА».

Через 0,5 с после нажатия кнопки «АВТОМАТ» (0,5 с – время, необходимое для подключения пленочного облучателя к волноводному тракту) срабатывают реле:

P55-1 – подключает роторные обмотки сельсин-трансформаторов **M55-1** и **M55-2** через тахометрические обмотки двигателя полуавтоматического управления к входам сервоусилителей азимута и угла места. Таким образом, в случае рассогласования сельсин-датчиков блока **T-2M3** с сельсини трансформаторами блока **T-55M2** напряжения, пропорциональные углам рассогласования, с роторных обмоток сельсин-трансформаторов будут поступать на входы сервоусилителей, где усиливаются и прикладываются к управляющим обмоткам двигателей полуавтоматического управления. Под воздействием этого напряжения двигателя будут разворачивать роторы дифференциальных сельсини, стремясь напряжение рассогласования свести к нулю, поддерживая тем самым в согласованном положении сельсин-датчики блока **T-2M3** и сельсин-трансформаторы блока **T-55M2**.

P13-4 – разрывает цепи подачи напряжения сигнала ошибки поисковых режимов на усилители и катодные повторители и подключает усилитель и катодный повторитель **CO** азимута к входу усилителя (**Л3а У13-1**), в угла места – к катодному повторителю (**Л1 У13-1**). Кроме того, контакты этого реле разрывают цепь подачи опорных напряжений **110 В**, **400 Гц** и замыкают цепи подачи опорных напряжений азимута и угла места от **ГОН** на фазочувствительные выпрямители.

В режиме автоматического сопровождения цели по угловым координатам принимают участие все элементы блока **T-13M2**, некоторые элементы блока **T-55M2** и элементы блока **T-2M3**, относящиеся к **СУА**.

Схема управления движением антенны в этом режиме представляет собой автоматическую следящую систему с астатизмом первого порядка.

Напряжение сигнала ошибки автосопровождения цели с выхода схемы **ДОГ** приемной системы поступает на схему **БАРУ**, которая предназначена для выделения переменной составляющей выходного напряжения **ДОГ** и устранения влияния на амплитуду переменной составляющей пульсаций отраженного сигнала, обусловленные изменениями величины эффективной отражающей поверхности цели.

Для точной работы системы необходимо, чтобы напряжение сигнала ошибки автосопровождения цели по угловым координатам определялось только величиной и направлением отклонения оптической оси антенны от направления на цель и не зависело от дальности до цели и флуктуации эффективной отражающей поверхности цели. Медленные изменения напряжения на выходе **ДОГ**, возникающие за счет изменения дальности устраняются вследствие работы схемы **АРУ** блока **T-9M**, а схема **БАРУ**

реагирует на быстрые изменения среднего значения выходного напряжения схемы ДОГ.

Схема БАРУ представляет собой усилитель на резисторах, собранный на лампе с удлиненной характеристикой типа К. Схема БАРУ, кроме компенсации быстрых изменений выходного напряжения схемы ДОГ, выделяет переменную составляющую этого напряжения

С выхода схемы БАРУ переменная составляющая напряжения сигнала ошибки поступает на резонансный усилитель, который выделяет и усиливает первую гармонику этого напряжения. Усилитель собран по схеме RC резонансного усилителя. Точная настройка на частоту первой гармоники 63 Гц осуществляется переменным резистором «ЧАСТОТА».

С выхода резонансного усилителя через переменные резисторы «УСИЛ. I» или «УСИЛ. II», что зависит от того на I или II фиксированной частоте работает РЛС, напряжение сигнала ошибки прикладывается к переменным резисторам «УСИЛ. АВТ АЗ» и «УСИЛ. АВТ УМ» и с их движков поступает на катодные повторители, собранные на лампах Л26 и Л3 субблока У13-1.

С катодного повторителя на лампе Л1 напряжение сигнала ошибки поступает через усилитель и катодный повторитель на ФЧВ угла места. Нагрузкой катодного повторителя на лампе Л36 является переменный резистор R2-4, движок которого кинематически связан с осью стабилизированного угла места. Этот переменный резистор предназначен для изменения коэффициента передачи канала азимута в зависимости от величины угла места (с ростом угла места возрастает коэффициент передачи), чтобы исключить срыв автосопровождения, так как при больших значениях угла места скорость изменения азимута значительно возрастает

С переменного резистора R2-4 напряжение сигнала ошибки через усилитель, собранный на лампе Л2а субблока У13-1 и усилитель, и катодный повторитель сигнала ошибки подается на ФЧВ азимута. Дальнейшая работа системы по каналу азимута и каналу угла места аналогична.

На ФЧВ, кроме напряжений сигнала ошибки, подаются опорные напряжения азимута и угла места с ГОН. На ФЧВ выделяются азимутальный и угломестный составляющие сигнала ошибки и преобразуются в напряжения сигнала ошибки постоянного тока, полярность и величина которых определяется направлением и величиной отклонения оптической оси антенны от направления на цель.

Далее СУА работает так же, как и в режиме ручного управления антенной.

Антенна будет поворачиваться по азимуту и углу места таким образом, чтобы цель постоянно находилась на равносигнальном направлении

Для настройки СУА в режиме автоматического сопровождения цели используются следующие органы контроля и регулировки:

- Переменные резисторы «УСИЛ. АВТ. АЗ» и «УСИЛ. АВТ. УМ» предназначены для изменения коэффициента передачи напряжения сигнала ошибки по каналам азимута и угла места соответственно. Устанавливаются в положения, соответствующие записи в формуляре.
- Переменные резисторы «УСИЛ I» и «УСИЛ II» предназначены для регулировки величины напряжения сигнала ошибки на выходе резонансного усилителя. Они устанавливаются в такое положение, чтобы независимо от того, на какой фиксированной частоте работает РЛС величина напряжения была неизменной
- Гнездо П13-1 предназначено для контроля напряжения, поступающего с выхода КУА приемной системы на вход схемы БАРУ.

2.7.4. Контроль функционирования СУА

Для проверки функционирования системы необходимо проводить следующее:

1. Включать станцию, не включая высокое напряжение и тумблеры «ПИТАНИЕ ДВИГАТЕЛЕЙ» на блоке Т-2М3.

2 Включить СРП.

3. Проверить величину коэффициента усиления канала угловой автоматки приемной системы. Для этого измерить величину отрицательного напряжения на гнезде «ВХОД АВТ.» Блока Т-13М2 с помощью прибора Ц4313. Величина напряжения должна быть в пределах 0,3-5 В. При необходимости отрегулировать потенциометром «УСИЛ. КУА».

4 Проверить балансировку и регулировку блока Т-13М2. Для этого необходимо:

- нажать кнопку «АВТОМАТ»;
- поставить поочередно переключатель В13-1, в положения «БАЛАНС УПТ АЗ», «БАЛАНС УПТ УМ» и с помощью соответствующих потенциометров установить стрелку прибора на нуль,

- поставить поочередно переключатель «РОД РАБОТЫ» в положения «НАЧ.ТОКИ АЗ I», «НАЧ. ТОКИ АЗ II», «НАЧ. ТОКИ УМ I», «НАЧ. ТОКИ УМ II» и проверить показания прибора ИП13-1. Токи должны быть в каждом положении переключателя в пределах 0,45 – 0,7 мА. При необходимости установить данные значения потенциометрами «НАЧ.ТОКИ АЗ» и «НАЧ.ТОКИ УМ».

5. Установить переключатель «РОД РАБОТЫ» в положение «РАБОТА», нажать кнопку «НАВЕДЕНИЕ», включить тумблеры «ПИТАНИЕ ДВИГАТЕЛЕЙ» и проверить управление антенной во всех режимах поиска:

- убедиться в том, что антенна управляется по азимуту и углу места при повороте рукояток управления блока Т-55М, а при нажатии кнопки «АВТОМАТ» антенна, совершив доворот, останавливается, при необходимости с помощью потенциометра «УСИЛЕНИЕ ДОВОРОТА» добиться остановки или незначительного движения антенны после доворота;
- повернуть поочередно рукоятки управления в крайнее правое и крайнее левое положения, антенна должна вращаться по азимуту с постоянной скоростью 20 град/с, скорость движения антенны регулируется потенциометром «ПОЛУАВТ.ПОСТ. СКОР. АЗ»;
- повернуть поочередно рукоятки управления в крайнее верхнее и крайнее нижнее положения, антенна должна двигаться вверх (вниз) с постоянной скоростью 20 град/с, скорость движения антенны регулируется потенциометром «ПОЛУАВТОМАТ. ПОСТ. СКОР. УМ», от верхнего и нижнего упоров антенна должна отбрасываться;
- вытянуть рукоятки «ПОЛУАВТ.АЗ» и «ПОЛУАВТ.УМ» на себя, антенна не должна перемещаться, убедиться, что скорость движения антенны по азимуту и углу места тем больше, чем больший угол поворота рукояток управления, утопить рукоятки,
- нажать кнопку «КРУГОВОЙ», антенна должна вращаться по азимуту со скоростью 20 град/с;
- тумблер «КРУГОВОЙ – УСКОР.КРУГОВОЙ» поставить в положение «УСКОР. КРУГОВОЙ», антенна должна вращаться по азимуту со скоростью 45 – 60 град/с;
- тумблер «КРУГОВОЙ – УСКОР. КРУГОВОЙ» поставить в положение «КРУГОВОЙ» и нажать кнопку «СЕКТОРНЫЙ», антенна должна двигаться в секторе, величина которого изменяется с помощью ручки потенциометра «ШИРИНА СЕКТОРА»;

- нажать кнопку «НАВЕДЕНИЕ».

6. Включить высокое напряжение, установить требуемое значение тока генератора, навести антенну на одиночный местный предмет, застробировать отметку от местного предмета и нажать кнопку «АВТОМАТ».

Местный предмет должен запеленговаться.

7 Проверить работу СУА в режиме автосопровождения:

тумблер «ПОИСК – ПЕЛЕНГ» поставить в положение «ПЕЛЕНГ» и нажать кнопку «НАВЕДЕНИЕ»;

включить тумблеры на СРП;

отводить поочередно с помощью рукояток управления блока Т-55М влево, вправо, вверх от местного предмета на 0–10–0–15 по шкалам на СРП и нажать кнопку «АВТОМАТ» Антенна должна обрабатывать рассогласование, совершив при этом 2–3 колебания.

8. Выключить станцию.

2.8. Система селекции движущихся целей

2.8.1. Назначение, технические характеристики и состав системы СДЦ

Система СДЦ предназначена для защиты канала дальности приемной системы от пассивных помех и для выработки импульсов запуска I.

Технические характеристики:

- уровень нескомпенсированных остатков сигналов помех – не более 15 %;
- селекция эхо-сигналов цели осуществляется во всем диапазоне скоростей целей от 0 до 450 м/с;
- пределы возбуждения частоты повторения 4750–3650 Гц.

Конструктивно в состав системы СДЦ входят:

- элементы блока основного усилителя Т-9М (КД).
- блок когерентного гетеродина Т-8М
- блок видеоусилителей и запуска Т-17М (рис.48).
- блок разверток потенциалоскопов Т-18М (рис.49).
- блок ЦПК Т-19М (рис.52).

Функционально система СДЦ включает (вклейка 4):

- канал формирования импульсов запуска;

- канал когерентного гетеродина;
- КД приемной системы в режиме СДЦ;
- канал формирования разверток потенциалоскопов и импульсов подсвета;
- канал ЧПК;
- канал контрольного сигнала

2.8.2. Канал формирования импульсов запуска

Канал формирования импульсов запуска предназначен для формирования импульсов запуска I (ИЗ-I) с постоянной или переменной частотой повторения.

Функционально в состав канала входят генератор импульсов запуска (У17-2) и генератор управляющего напряжения (У17-1). Конструктивно элементы канала размещены в блоке видеоусилителей и запуска Т-17М

Канал включается в работу при включении тумблеров «НАКАЛ» и «АНОДНОЕ» на пульте управления оператора дальности. При этом с блоков питания Т-20М и Т-24М на элементы канала подаются стабилизированные напряжения +120 В, +250 В и -150 В. Питание накальных цепей канала осуществляется от накального трансформатора, расположенного в блоке Т-17М.

Канал формирования импульсов запуска работает в двух режимах: с постоянной частотой повторения и с переменной частотой повторения.

Режим с постоянной частотой повторения.

Канал включается в данный режим работы при постановке тумблера В37-10 «ВОБУЛЯЦИЯ-ВЫКЛЮЧЕНО» в положение «ВЫКЛЮЧЕНО». Реле Р17-1 обесточено. В работе канала принимает участие только генератор импульсов. Он представляет собой блокинг-генератор, работающий в автоколебательном режиме.

При подаче питающих напряжений блокинг-генератор вырабатывает видеоимпульсы положительной полярности амплитудой 30 В и длительностью 2 мкс. Частота повторения этих импульсов постоянная и определяется величиной управляющего напряжения, снимаемого с потенциометра Р17-5 «ШТАТНЬИ».

Режим с переменной частотой повторения

Канал включается в данный режим работы при постановке тумблера В37-10 «ВОБУЛЯЦИЯ-ВЫКЛЮЧЕНО» в положение «ВОБУЛЯЦИЯ».

На реле Р17-1 подается напряжение +27 В, оно срабатывает и подключает выход генератора управляющего напряжения ко входу генератора импульсов. Генератор управляющего напряжения собран по схеме мультивибратора с формирующей цепью. При подаче питающих напряжений он вырабатывает пилообразное напряжение амплитудой 30В и частотой повторения 250 Гц. Это напряжение подается на генератор импульсов и определяет частоту повторения ИЗ-1.

Таким образом, исходя из сущности работы канала формирования импульсов запуска, назначение его элементов можно определить следующим образом:

1 Генератор управляющего напряжения предназначен для формирования управляющего напряжения, обеспечивающего работу канала формирования импульсов запуска в режиме возбуждения частоты повторения.

2 Генератор импульсов предназначен для формирования импульсов запуска I в штатном режиме и в режиме возбуждения частоты повторения.

Органы управления, контроля и регулировки

1 Тумблер В37-10 «ВОБУЛЯЦИЯ-ВЫКЛЮЧЕНО» предназначен для управления режимами работы канала формирования импульсов запуска. Управление сводится к включению или выключению цепи подачи напряжения +27 В на реле Р17-1, которое своими контактами обеспечивает включение элементов канала в соответствующий режим работы. Исходное положение тумблера – «ВЫКЛЮЧЕНО».

2 Потенциометр R17-5 «ШТАТНЫЙ» предназначен для установки номинального значения частоты повторения импульсов запуска в режиме постоянной частоты повторения. С потенциометра R17-5 снимается положительное напряжение и подается на управляющую сетку лампы блокинг-генератора. При увеличении напряжения, снимаемого с потенциометра R17-5, частота повторения генерируемых импульсов повышается. Двухжок потенциометра R17-5 ставится в такое положение, чтобы частота повторения ИЗ-1 была в пределах 4500-4750 Гц.

3. Потенциометр R17-9 «УСТАНОВКА ЧАСТОТЫ» предназначен для установки уровня ограничения максимальной частоты повторения ИЗ-1. Напряжение с потенциометра R17-9 подается на схему генератора импульсов и определяет максимальное значение положительного напряжения, которое можно подать с потенциометра R17-5 на сетку блокинг-генератора, а, следовательно, максимальное значение частоты

повторения ИЗ-1 Движок потенциометра устанавливается в такое положение, чтобы частота повторения ИЗ-1 не превышала 4750 Гц.

4. Потенциометр R17-2 «ВЧП» предназначен для установки среднего значения частоты повторения ИЗ-1 при работе канала формирования импульсов запуска в режиме с переменной частотой повторения. Напряжение с потенциометра R17-2 подается на генератор управляющего напряжения и определяет среднее значение управляющего напряжения, а следовательно, и среднее значение частоты повторения ИЗ-1 в режиме возбуждения.
5. Потенциометр R5 «ВЧП-1» предназначен для установки пределов изменения частоты повторения ИЗ-1 при работе канала формирования импульсов запуска в режиме с переменной частотой повторения. При перемещении движка потенциометра R5 изменяется пилообразное напряжение на выходе генератора управляющего напряжения и пределы изменения частоты повторения ИЗ-1. Потенциометры R17-2 «ВЧП» и R5 «ВЧП-1» устанавливаются в такое положение, чтобы частота повторения ИЗ-1 в режиме возбуждения изменялась в пределах 3650–4750 Гц.
6. Контрольное гнездо Г17-5 «ИМП. ЗАП.» предназначено для контроля напряжения на выходе генератора импульсов.

2.8.3. Канал когерентного гетеродина

Канал когерентного гетеродина предназначен для генерирования непрерывных синусоидальных колебаний промежуточной частоты, начальная фаза которых жестко связана с начальной фазой зондирующего сигнала или изменяется относительно начальной фазы зондирующего сигнала по определенному закону. Здесь под начальной фазой понимается фаза колебаний в момент начала генерации зондирующего сигнала.

Функционально в состав канала входят:

- 1) усилитель промежуточной частоты (Л1);
- 2) первый кварцевый генератор, вырабатывающий непрерывные колебания частотой 13 МГц, изменяющейся в пределах ± 2 кГц (Л5);
- 3) смеситель фазирующего импульса с контуром, настроенным на частоту 47 МГц (Л2);
- 4) усилитель фазирующего импульса частоты 47 МГц (Л3, Л4);
- 5) когерентный гетеродин (Л6);
- 6) второй кварцевый генератор, вырабатывающий непрерывные колебания частотой 13 МГц (Л9);

- 7) смеситель когерентного напряжения с контуром, настроенным на частоту 60 МГц (Л8);
- 8) усилитель когерентного напряжения (Л10);
- 9) контрольный фазовый детектор (Л7).

Конструктивно элементы канала расположены в блоке когерентного гетеродина Т-8М.

Канал включается в работу при включении тумблеров «НАКАЛ», «АНОДНОЕ», кнопки «ВЫСОКОЕ» и постановке тумблера «АМПЛ-СДЦ» в положение «СДЦ» на пульте управления оператора дальности. При этом с блока питания Т-10М на элементы канала подаются питающие напряжения +120 и -150 В, а с блока Т-35М1 на усилитель промежуточной частоты 60 МГц — фазирующий импульс с начальной фазой, равной начальной фазе зондирующего сигнала.

Напряжение +120 В подается через контакты реле Р8-1 только в режиме «СДЦ», поэтому в амплитудном режиме канал когерентного гетеродина не работает.

Фазирующий импульс усиливается усилителем промежуточной частоты и подается на один из входов смесителя, на другой вход подаются непрерывные синусоидальные колебания с первого кварцевого генератора. При подаче на вход смесителя только напряжения кварцевого генератора колебания на выходе смесителя будут отсутствовать, так как контур его настроен на частоту 47 МГц, а частота колебаний генератора равна 13 МГц + 2 кГц. При одновременном воздействии напряжения первого кварцевого генератора и фазирующего импульса промежуточной частоты на нагрузке смесителя будет выделяться фазирующий импульс с частотой 47 МГц + 2 кГц, начальная фаза которого будет жестко связана с фазой импульса магнетрона. Этот импульс усиливается двумя каскадами усилителя и воздействует на когерентный гетеродин, навязывая его колебаниям свою частоту и фазу. После окончания фазирующего импульса когерентный гетеродин генерирует колебания на частоте 47 МГц + 2 кГц с навязанной этим колебаниям фазой. Эти колебания поступают на смеситель когерентного напряжения, куда подаются также колебания со второго кварцевого генератора. На нагрузке смесителя когерентного напряжения выделяются колебания с суммарной частотой, то есть с частотой 60 МГц + 2 кГц. Это напряжение усиливается и по кабелю поступает в блок Т-9М.

Напряжение на выходе блока Т-8М можно записать, как

$U_{\text{вн}} = U_{\text{кн}} \sin(\omega_{\text{пр}} t + f + nT_n \Delta\omega)$, где f — начальная фаза фазирующего импульса;

$n = 1, 2, 3 \dots$ – номер периода повторения станции;

T_r – период повторения станции;

ΔW – расстройка первого кварцевого генератора относительно частоты 13 МГц. (положительная или отрицательная).

Для компенсации отражений от местных предметов при неподвижной установке фаза когерентного напряжения должна быть жестко связана с фазой импульса магнетрона. Для этого расстройка

$$\Delta W = W_{\text{д.ген}} - W_{\text{п.ген}}$$
 должна быть равна нулю

Для компенсации отражений от движущейся под действием ветра пассивной помехи фаза когерентного напряжения должна скачкообразно изменяться от периода к периоду работы РЛС на величину $\Delta W T_p$ пропорциональную скорости движения помехи. Точно так же должно происходить изменение фазы когерентного напряжения при компенсации отраженных сигналов от местных предметов при движущейся установке. Величину расстройки ΔW выбирает оператор с помощью ручки «ЧАСТОТА КОМПЕНСАЦИИ» в процессе компенсации отраженных сигналов от местных предметов или пассивных помех.

Колебания с кварцевых генераторов подаются на контрольный фазовый детектор, который выделяет огибающую биений. Частота огибающей равна разности частот напряжений кварцевых генераторов

Таким образом, исходя из сущности работы канала когерентного гетеродина, назначение его элементов можно определить следующим образом:

1. Усилитель (Л1) предназначен для усиления фазирующего импульса до величины, обеспечивающей нормальную работу смесителя.
2. Кварцевый генератор (Л5) предназначен для генерирования непрерывных колебаний частотой 13 МГц + 2 кГц.
3. Смеситель (Л2) предназначен для преобразования частоты фазирующего импульса с 60 МГц до 47 МГц + 2 кГц.
4. Усилители (Л3, Л4) предназначены для усиления фазирующего импульса до величины, обеспечивающей нормальную работу когерентного гетеродина.
5. Когерентный гетеродин предназначен для генерирования непрерывных колебаний частотой 47 МГц + 2 кГц и начальной фазой, равной начальной фазе фазирующего импульса в каждом периоде повторения станции
6. Кварцевый генератор (Л9) предназначен для генерирования непрерывных колебаний частотой 13 МГц.

потенциометр «АМПЛИТУДА РАЗВЕРТКИ» подается на фазорасщепители, которые собраны по схеме катодного повторителя с трансформаторным выходом. Каждый фазорасщепитель преобразует входное напряжение в четыре напряжения с линейно-нарастающими амплитудами и сдвинутые по фазе последовательно на 90° . Равенство амплитуд выходных напряжений фазорасщепителей и требуемый сдвиг фаз устанавливаются потенциометрами «АМПЛИТУДА ПО ГОРИЗОНТАЛИ», «ФАЗА $+90^\circ$ », «ФАЗА -90° ».

Попарно противофазные напряжения с выходов фазорасщепителя подаются на входы усилителей тока, нагрузкой которых являются отклоняющие катушки потенциалоскопов. До подачи входных напряжений на усилители тока в отклоняющих катушках протекают постоянные токи. Результирующее магнитное поле катушек равно нулю.

В момент действия напряжений на входах усилителей в катушках будут протекать токи, изменяющиеся по закону входных напряжений. Эти токи создают линейно-нарастающее вращающееся магнитное поле, под действием которого электронный луч потенциалоскопа движется по развертывающейся спирали. Так как начальное результирующее магнитное поле катушек было равно нулю, то начало спиральной развертки совпадает с центром экрана.

Таким образом, исходя из сущности работы канала формирования разверток потенциалоскопов и импульсов подсвета, назначение его элементов можно определить следующим образом:

1. Генератор импульсов предназначен для выработки положительных прямоугольных видеопульсов, которые поступают на потенциалоскопы и используются для подсвета прямого хода спиральной развертки и отрицательных прямоугольных видеопульсов, которые обеспечивают работу генератора напряжения развертки.

2. Генератор напряжения развертки предназначен для формирования «пачки» синусоидальных колебаний, модулированных по пилообразно возрастающему закону.

3. Фазорасщепитель предназначен для формирования четырех «пачек» синусоидальных колебаний, модулированных по пилообразному закону и сдвинутых по фазе относительно друг друга на 90° .

4. Усилители тока предназначены для формирования в отклоняющих катушках потенциалоскопов синусоидальных токов, модулированных по пилообразному закону и создающих на мишенях спиральную развертку.

Органы контроля и регулировки:

- 1. Потенциометр R7 «ДЛИТЕЛЬНОСТЬ»** предназначен для регулировки длительности выходных импульсов панели У18-1. При перемещении движка потенциометра изменяется постоянная времени цепи разряда храниющего конденсатора ждущего мультивибратора, на котором собран генератор импульсов, в результате чего изменяется длительность прямоугольных импульсов на выходе панели. Движок потенциометра устанавливается в такое положение, при котором длительность импульса на выходе генератора импульсов составляет 125 мкс. При этом длительность спиральной развертки на мишени потенциалоскопа будет составлять 3,5–4 витка.
- 2. Потенциометр R1 «ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ»** предназначен для регулировки крутизны линейного нарастания амплитуды синусоидальных колебаний на выходе панели У18-2. Регулировка крутизны линейного нарастания амплитуды синусоидальных колебаний производится путем изменения величины обратной связи генератора напряжения разверток. Движок потенциометра ставится в такое положение, чтобы крутизна нарастания амплитуды синусоидальных колебаний соответствовала шагу спиральной развертки 2 мм на крайнем витке спирали.
- 3. Потенциометры R18-5 «АМПЛ.РАЗВ. I» и R18-2 «АМПЛ.РАЗВ. II»** предназначены для регулировки диаметра спиральной развертки. Регулировка диаметра спиральной развертки производится путем изменения величины напряжений, подаваемых на фазорасщепители. Для этого потенциометры устанавливаются в такое положение, при котором диаметр наружного витка спирали будет составлять $30 + 6$ мм.
- 4. Потенциометры панелей фазорасщепителей R1, R5, R7 «АМПЛ. ПО ГОРИЗОНТАЛИ», «ФАЗА +90°», «ФАЗА -90°»,** с помощью которых устанавливаются одинаковые величины выходных напряжений фазорасщепителей и их последовательный сдвиг по фазе на 90°. В этом случае форма спиральной развертки будет близка к концентрической.
- 5. Потенциометры R18-8, R18-11, R18-14, R18-17 «ГОРИЗ.СМЕЩЕНИЕ» и «ВЕРТИК.СМЕЩЕНИЕ»** предназначены для установки разверток в центре мишени. С помощью этих потенциометров добиваются равенства токов ламп усилителей токов в исходном режиме.

6. Контрольные гнезда Г1 и Г2 предназначены для контроля напряжений на входах усилителей тока.

Регулировка канала разверток и импульсов подсвета производится при использовании прибора ЛН-14К.

2.8.5. Канал контрольного сигнала

Канал контрольного сигнала предназначен для формирования подвижных во времени контрольных видеоимпульсов, необходимых для проверки и регулировки канала ЧПК.

Функционально в состав канала входят:

- 1) блокинг-генератор деления (У18-9);
- 2) триггер с усилителем (У18-10);
- 3) блокинг-генератор с селектором (У18-11).

Конструктивно элементы канала размещены в блоке разверток потенцианоскопов Т-18М.

Канал включается в работу при включении тумблеров «НАКАЛ» и «АНОДНОЕ» на пульте управления оператора дальности. При этом с блоков питания Т-20М, Т-24М подаются питающие напряжения -75 В, -150 В, $+120$ В и $+250$ В. Кроме того, на вход канала подаются с блока Т-21М1 импульсы запуска ЧПК и подвижные во времени импульсы дальности.

Канал может вырабатывать непрерывную последовательность контрольных сигналов или «пачки» контрольных сигналов в зависимости от положения тумблера В18-1 «ПАЧКИ-НЕПРЕРЫВ.», который замыкает или размыкает цепь подачи напряжения $+120$ В на триггер с усилителем.

Тумблер В18-1 установлен в положение «ПАЧКИ»

На вход блокинг-генератора деления поступают импульсы запуска ЧПК, следующие с частотой повторения зондирующих импульсов станции.

Блокинг-генератор вырабатывает видеоимпульсы длительностью 8 мкс. и амплитудой 30 В, период повторения которых превышает период повторения импульсов запуска ЧПК. Эти видеоимпульсы поступают на триггер, который под воздействием каждого импульса переходит из одного устойчивого состояния в другое. Таким образом, триггер вырабатывает положительные и отрицательные видеоимпульсы, длительность которых равна периоду повторения запускающих его импульсов.

Отрицательные видеоимпульсы усиливаются видеоусилителем панели У18-10, изменяется их полярность и они подаются на блокинг-генератор с

селектором, куда также подаются подвижные импульсы дальности. В момент совпадения импульсов блокинг-генератор с селектором вырабатывают положительные импульсы длительностью 0,3 мкс. и амплитудой порядка 1,5В, которые поступают к контактам тумблера В19-1.

Тумблер В18-1 установлен в положение «НЕПРЕРЫВ.»

В этом случае на триггер с усилителем напряжение +120 В не подается. Сам триггер не работает, а с усилителя панели У18-10 на блокинг-генератор с селектором все время подается положительное напряжение. Поэтому с приходом каждого подвижного импульса дальности блокинг-генератор с селектором вырабатывают положительный импульс.

Органы управления, контроля и регулировки

1 Тумблер В18-1 «ПАЧКИ-НЕПРЕРЫВН.» предназначен для переключения режимов работы канала. При постановке тумблеров В18-1 в положение «ПАЧКИ» и В19-1 в положение «КОНТРОЛЬ» на вход потенциалоскопа подаются пачки контрольных сигналов, при переключении тумблера В18-1 в положение «НЕПРЕРЫВН.» На вход потенциалоскопа подается непрерывная последовательность контрольных сигналов.

При подаче на вход потенциалоскопа пачек контрольных сигналов осциллограмма выходного сигнала имеет вид (рис.51).

Оценка качества работы потенциалоскопа производится путем оценки его параметров: коэффициента перезаряда, коэффициента подавления и динамического диапазона.

Коэффициент перезаряда характеризует запоминающие свойства потенциалоскопа и показывает, на сколько успеет перезарядиться мишень за время действия одного импульса. Этот коэффициент определяется соотношением

$$K_{пер} = (V_{c1} - V_{c2}) / V_{c1}$$

Коэффициент подавления характеризует качество вычитания потенциалоскопа и определяется соотношением

$$U_{c1} / U_{c2}$$

Динамический диапазон характеризует максимально возможный диапазон изменения амплитуд сигналов и определяется соотношением

$$2U_{сг}/U_{шр}$$

Исходное положение тумблера В18-1 – «ПАЧКИ».

2. Потенциометр R8 «ЧАСТОТА ПОВТОРЕНИЯ» предназначен для регулировки коэффициента деления блокинг-генератора. Движок потенциометра устанавливается в такое положение, чтобы коэффициент деления был равен 10–20.
3. Потенциометр R18-23 «АМПЛ. КОНТР. СИГН.» предназначен для установки амплитуды контрольных сигналов. Движок потенциометра устанавливается в такое положение, чтобы амплитуда контрольных сигналов была не менее 1,5 В.

2.8.6. Канал ЧПК

Канал ЧПК предназначен для череспериодного вычитания эхосигналов и формирования сигналов, поступающих в систему измерения дальности.

Функционально в состав канала входят:

- 1) генератор модулирующих напряжений (У19-3), состоящий из кварцевого генератора частотой 16,5 МГц и двух резонансных умножителей частотой 33 МГц;
- 2) два пятикаскадных видеоусилителя (У17-3, У17-4);
- 3) два потенциалоскопа (У19-1 и У19-4);
- 4) два резонансных усилителя (У19-2, У19-5), состоящих из четырехкаскадных резонансных усилителей на 33 МГц, фазового детектора и видеоусилителя;
- 5) формирующий видеоусилитель (У19-6).

Конструктивно элементы канала размещены в блоках видеоусилителей и запуска Т-17М и череспериодной компенсации Т-19М.

Канал включается в работу при включении тумблеров «НАКАЛ» и «АНОДНОЕ», кнопки «ВЫСОКОЕ» и постановке тумблера «АМПЛ.-СДЦ» в положение «СДЦ» на пульте управления оператора дальности. При этом с блоков питания Т-20М, Т-24М, Т-54М, Т-59 на элементы канала подаются питающие напряжения +120 В, +250 В, -150 В, -2000 В

и 220 В, 400 Гц. Кроме того, в отклоняющих катушках потенциалоскопов формируются синусоидальные токи с линейно-нарастающей амплитудой, а на управляющие электроды потенциалоскопов подаются импульсы подзвста.

При подаче питающих напряжений электронные лучи потенциалоскопов перемещаются по мишеням по разворачивающейся спирали. Генератор модулирующего напряжения вырабатывает непрерывные синусоидальные колебания с частотой 33 МГц, которые подаются:

амплитудой 50–60 В на управляющие электроды потенциалоскопов для модуляции тока луча;

амплитудой 2 В на вторые каскады высокочастотных усилителей для обеспечения работы фазового детектора.

Эхо-сигналы с выхода КД приемной системы, работающего в режиме «СДЦ», через контакты тумблера В19-1 «РАБОТА-КОНТРОЛЬ» в положении «РАБОТА» поступают на аудиоусилитель У17-3, усиливаются и далее поступают на сигнальную пластину потенциалоскопа У19-1

Запись величины потенциала входного сигнала осуществляется на мишени, представляющей собой слой диэлектрика. Электронный луч, отклоняемый магнитной отклоняющей системой, поочередно проходит по спирали различные участки мишени и заряжает их, создавая потенциальный рельеф.

Каждый участок поверхности мишени можно рассматривать, как отдельный элементарный конденсатор. Потенциал заряда этого конденсатора зависит от величины входного сигнала.

При наличии постоянных по амплитуде входных сигналов (эхо-сигналов помехи) элементарные конденсаторы заряжены до определенного потенциала, а в цепях коллектора и барьерной сетки протекает постоянный по амплитуде ток вторичной электронной эмиссии (1 В). На выходе потенциалоскопа сигналов не будет.

При наличии на входе потенциалоскопа изменяющихся по амплитуде эхо-сигналов цели в каждом периоде происходит перезаряд элементарных конденсаторов, так как потенциальный рельеф мишени изменяется от периода к периоду. Вследствие этого на выходной нагрузке потенциалоскопа выделяется сигнал, пропорциональный разности входных сигналов, поступивших в предыдущий и последующий периоды повторения

Таким образом, потенциалоскоп производит запоминание амплитуды сигналов и череспериодное вычитание их. При наличии эхо-сигналов

помехи, когда амплитуды сигналов равны, сигнал на выходе первого потенциалоскопа отсутствует.

В случае эхо-сигналов цели на выходе потенциалоскопа в каждом периоде имеется остаток, равный разности амплитуд видеопулсов предыдущего и последующего периодов от одной цели. Вследствие модуляции луча потенциалоскопа этот остаток преобразуется в радиопульс с частотой заполнения 33 МГц, амплитуда которого определяется амплитудой остатка, а фаза – полярностью остатка.

Выходной радиопульс потенциалоскопа, снимаемый с барьерной сетки, поступает на первый каскад резонансного усилителя (У19-2), усиливается каскадом и суммируется на входе второго каскада с опорным напряжением. Если амплитудный остаток положительный, то радиопульс и опорное напряжение на входе второго каскада будут в фазе, а если амплитудный остаток отрицательный, то они будут в противофазе. Таким образом, на входе второго каскада будет действовать результирующее напряжение, которое в момент действия радиопульса изменяется по амплитуде. Это напряжение усиливается тремя каскадами высокочастотных усилителей и поступает на фазовый детектор (рис.24).

Фазовый детектор преобразует результирующее напряжение в видеопульсы положительной или отрицательной полярности. Эти видеопульсы после усиления видеоуслителем панели У19-2 через контакты 2, 1 переключателя В19-2 поступают на вход видеоусилителя У17-4, усиливаются и подаются на сигнальную пластину потенциалоскопа У19-4

Дальнейшая работа канала до выхода видеоусилителя У19-5 аналогична рассмотренной для первого потенциалоскопа. Положительные и отрицательные видеопульсы с выхода У19-5 через контакты 6-5 переключателя В19-2 поступают на формирующий видеоусилитель, который преобразует их в положительные видеопульсы и усиливает до необходимой величины

С выхода формирующего видеоусилителя видеопульсы подаются в блок Т-21М.

Таким образом, исходя из сущности работы канала ЧПК, назначение его элементов можно определить следующим образом:

- 1 Генератор модулирующих напряжений предназначен для формирования модулирующего напряжения частотой 33 МГц, обеспечивающего работу потенциалоскопов и резонансных усилителей

2. Видеоусилитель предназначен для усиления эхо-сигналов до величины,обеспечивающей нормальную работу потенциалоскопов.
3. Потенциалоскоп предназначен для череспериодного вычитания эхо-сигналов.
4. Резонансный усилитель предназначен для усиления и преобразования сигналов остатка, снимаемых с выхода потенциалоскопа, до величины, обеспечивающей нормальную работу видеоусилителя или формирующего видеоусилителя.
5. Формирующий видеоусилитель предназначен для преобразования разнополярных видеоимпульсов в положительные однополярные ограниченные и усиления их до величины, обеспечивающей нормальную работу СИД.

Органы управления, контроля и регулировки:

1. Тумблер В19-1 "РАБОТА-КОНТРОЛЬ" предназначен для включения различных режимов работы канала ЧПК. При постановке тумблера В19-1 в положение "РАБОТА" на вход канала подаются эхо-сигналы с КД приемной системы, работающей в режиме "СДЦ". При постановке тумблера В19-1 в положение "КОНТРОЛЬ" на вход канала ЧПК подаются контрольные импульсы с блока Т-18М, по которым производится проверка и регулировка канала ЧПК. Исходное положение тумблера В19-1 "РАБОТА"

2. Переключатель В19-2 "РАБОТА-ПОТЕНЦИАЛОСКОП I-ПОТЕНЦИАЛОСКОП II" предназначен для включения в работу различных элементов канала ЧПК. При установке переключателя в положение "РАБОТА" отраженные от цели или контрольные сигналы проходят через оба потенциалоскопа, то есть осуществляется двойное вычитание сигналов.

При установке переключателя в положение "ПОТЕНЦИАЛОСКОП I" или "ПОТЕНЦИАЛОСКОП II" сигналы проходят только через первый или второй потенциалоскоп соответственно. Коэффициент подавления пассивных помех в этом случае меньше. В это положение переключатель устанавливают, когда выходит из строя один из потенциалоскопов. Исходное положение тумблера В19-2 - "РАБОТА".

3. Потенциометры "УСИЛЕНИЕ I" и "УСИЛЕНИЕ II" предназначены для регулировки коэффициента усиления видеоусилителей блока Т-17М. Коэффициент усиления должен быть таким, чтобы при подаче на вход видеоусилителей сигнала амплитудой 15 В на его выходе сигнал был амплитудой 40 В

4. Потенциометры "ТОК ЛУЧА", "ФОКУС", "АНОДНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ", "СЕТОЧНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ" и реостат "ТОК МАГНИТА" обеспечивают установку режима работы потенциалоскопов.

5. Потенциометр "АМПЛИТУДА ОПОРНОГО НАПРЯЖЕНИЯ" предназначен для установки амплитуды опорного напряжения, подаваемого на второй каскад резонансного усилителя. Амплитуда опорного напряжения должна быть больше амплитуды выходного радиосигнала потенциалоскопа и вместе с тем исключать ограничение результирующего напряжения в каскадах резонансного усилителя.

6. Потенциометр "УСИЛЕНИЕ В.Ч." предназначен для регулировки коэффициента усиления резонансного усилителя, который должен быть не менее 200.

7. Потенциометр "АМПЛИТУДА МОДУЛИРУЮЩЕГО НАПРЯЖЕНИЯ I" предназначен для установки амплитуды модулирующего напряжения, поступающего на первый потенциалоскоп и первый резонансный усилитель.

8. Потенциометр "АМПЛИТУДА МОДУЛИРУЮЩЕГО НАПРЯЖЕНИЯ II" предназначен для установки амплитуды модулирующего напряжения, поступающего на второй потенциалоскоп и второй резонансный усилитель.

9. Потенциометр "УСИЛЕНИЕ" предназначен для регулировки коэффициента усиления формирующего видеусилителя, который должен быть не менее четырех.

10. Контрольные гнезда "ТОК КОЛЛЕКТОРА" предназначены для контроля работы потенциалоскопов по току коллектора. Величина тока должна быть порядка 2-10 мкА.

11. Контрольные гнезда предназначены для контроля напряжений на входах и выходах панелей канала.

2.8.7. Контроль функционирования системы СДЦ

Для проверки функционирования системы необходимо:

1. Включить станцию, управляя движением антенны, добиться появления на индикаторах отметок от местных предметов.

2. Тумблер "АМПЛ-СДЦ" поставить в положение "СДЦ".

3. Вращая ручку потенциометра "ЧАСТОТА КОМПЕНСАЦИИ", добиться компенсации сигналов от местных предметов, при этом

нескомпенсированные остатки не должны превышать 15 % от уровня сигнала.

4. Повернуть поочередно ручку "ЧАСТОТА КОМПЕНСАЦИИ" направо и влево до получения максимальной амплитуды сигнала, при этом величины сигналов должны быть приблизительно такими же, как и в амплитудном режиме. Если сигналы на индикаторе дальности от местных предметов в режиме "СДЦ" меньше 10 мм, то необходимо проверить режимы работы блоков Т-17М, Т-18М, Т-19М и приемной системы по методике, изложенной в инструкции КРАС.

5. Скомпенсировать сигналы от местных предметов, поворачивая ручку "ЧАСТОТА КОМПЕНСАЦИИ".

6. Поставить тумблер "АМПЛ.-СДЦ" в положение "АМПЛ."

7. Выключать станцию.

2.9. Система вторичных источников электропитания

2.9.1. Общие сведения

Система вторичных источников электропитания состоит из блоков Т-10М, Т-20М, Т-24М, Т-27М1, Т-29М, Т-52М1, Т-59, Т-54М и служит для обеспечения блоков и систем изделия РЛС выпрямленными токами стабилизированных и нестабилизированных напряжений и переменным стабилизированным напряжением 220 В, 400 Гц.

В состав блоков системы входят стабилизированные выпрямители на напряжения +75, -75, +120, +150, -150, +250, -250, +350, -370, -2000 В; нестабилизированные выпрямители на напряжения $(+/-)6,3$, +400, -700, +1200, +4500, +6500 В, а также стабилизированный источник электропитания 220 В, 400 Гц.

Приборы встроенного контроля стабилизированных напряжений расположены в блоках Т-52М1 и Т-54М.

Прибор ИП52-1 блока Т-52М1 предназначен для контроля напряжений, выдаваемых блоком Т-10М.

Стабилизированные напряжения блоков Т-20М, Т-24М, Т-27М1 и Т-54М контролируются прибором ИП54-1 блока Т-54М

Контроль стабилизированного напряжения 220 В, 400 Гц и нестабилизированного напряжения +400 В производится с помощью вольного прибора на контрольных гнездах блока Т-59.

2.9.2. Функциональная схема вторичных источников электропитания

Блоки вторичного электропитания размещены в шкафах Т-40М1 (блок Т-59), Т-42М (блоки Т-24М и Т-54М), Т-43М (блоки Т-10М, Т-29М и Т-52М1), Т-46М1 (блоки Т-20М и Т-27М1) и соединяются с ними при помощи разъемов, расположенных на задней стенке шасси.

Общая функциональная схема приведена на рис.53. Электропитание РЛС осуществляется от системы электропитания ЗСУ. Напряжения 220 В, 400 Гц трехфазной сети и +27 В бортсети с распределительного щита ЗСУ поступают в шкаф Т-44М1. При включении выключателя НАКАЛ на откидной панели шкафа Т-37М2 напряжение подается к шкафам Т-42М, Т-40М1, Т-43М, Т-46М1 и к соответствующим блокам вторичных источников электропитания. Одновременно напряжение 220 В, 400 Гц поступает к мажорным цепям всех блоков, а напряжение +27 В — ко всем элементам коммутации РЛС. При появлении на выходе стабилизированных выпрямителей отрицательных напряжений срабатывают блокировочные реле в блоках Т-10М, Т-24М, Т-27М1. Через 3 мин (+/-)20 с срабатывает реле времени блока Т-27М1, и напряжение +27 В поступает на контакты выключателя АНОДНОЕ и на сигнальную лампу пульта оператора дальности. Загорание сигнальной лампы указывает на готовность включения выпрямителей анодных напряжений. Время выдержки, необходимое для самопрогрева мощных ЭВП, устанавливается по шкале реле времени. Для включения РЛС в аварийном режиме (без выдержки времени) на передней панели блока Т-27М1 имеется кнопка ГОТОВНОСТЬ АВАРИЙНО, при нажатии которой срабатывает блокировочное реле блока Т-27М1, и напряжение +27 В поступает на контакты выключателя АНОДНОЕ и сигнальную лампу пульта оператора дальности. При установке этого выключателя в положение АНОДНОЕ контактор шкафа Т-44М1 срабатывает, в электропитание подается на анодные выпрямители блоков питания, а при нажатии кнопки ВЫСОКОЕ — на блок Т-29М. По цепи переменного тока РЛС потребляет мощность не более 10,5 кВ·А, по цепи постоянного тока с напряжением +27 В — не более 1 кВт.

2.9.3. Выпрямители

Стабилизированные выпрямители

Стабилизированные выпрямители выполнены по функциональной схеме рис.55. Выпрямительные элементы на напряжения +75, -75, +120.

+150, -150, +250, -250, +350, -370, +1200 В собраны по мостовым схемам, а выпрямитель на напряжение -2000 В собран по двухполупериодной схеме. В зависимости от величины обратного напряжения в плечи моста включены один или последовательно несколько диодов. В последнем случае для выравнивания обратного напряжения на диодах параллельно им включены резисторы.

Электронный стабилизатор напряжения состоит из управляющей лампы и усилителя постоянного тока; он служит для поддержания высокой стабильности выпрямленного напряжения при изменении величины тока нагрузки и напряжения сети, осуществления регулируемого стабилизированного напряжения в заданных пределах и снижения напряжения переменной составляющей. Для уменьшения переменной составляющей выпрямленного напряжения на выходе выпрямительных элементов включается Г-образный или емкостный фильтр. Управление регулирующей лампой осуществляется с помощью усилителя постоянного тока. УПТ унифицированы и по принципу работы делятся на две группы.

- УПТ с посторонним источником опорного напряжения;
- УПТ с собственным источником опорного напряжения.

УПТ всех групп, в зависимости от величины выходного напряжения, имеют по несколько вариантов (УПТ15-1, УПТ15-2 и т.д.).

Усилители постоянного тока стабилизаторов на -370 и -2000 В собраны по двухкаскадным схемам и обеспечивают высокую стабильность выходного напряжения и малую величину пульсаций.

Для защиты блоков вторичного электропитания от случайных перегрузок и коротких замыканий в цепях переменных и выпрямленных токов с напряжениями до 350 В включены илланки предохранители.

Параллельно предохранителям включены неоновые лампы с ограничительными резисторами, сигнализирующие о перегорании предохранителя или об отключении нагрузки от соответствующего источника электропитания

Выходные напряжения стабилизированных выпрямителей имеют следующие минимальные пределы регулировки:

- по цепям (+/-)75 В от (+/-)71 до (+/-)79 В;
- по цепи +120 В от +114 до +126 В,
- по цепям (+/-)150 В от (+/-)142 до (+/-)158 В;
- по цепям (+/-)250 В от (+/-)237 до (+/-)263 В;
- по цепи +350 В от +332 до +368 В;
- по цепи -370 В от -350 до -390 В;

- по цепи -2000 В от -1900 до -2100 В
Напряжение пульсаций не превышает:
- по цепям $(+/-)75\text{ В}$ - 10 мВ ;
- по цепи $(+/-)120\text{ В}$ - 15 мВ ;
- по цепям $(+/-)150\text{ В}$ - 15 мВ ;
- по цепям $(+/-)250\text{ В}$ - 25 мВ ;
- по цепи $+350\text{ В}$ - 35 мВ ;
- по цепи -370 В - $2,5\text{ мВ}$;
- по цепи -2000 В - $4-5\text{ мВ}$.

При изменении напряжения сети 220 В , 400 Гц на $(+/-)5\%$ величина напряжения на нагрузках стабилизированных выпрямителей изменяется от номинального значения не более:

- $(+/-)0,15\text{ В}$ - по цепям $(+/-)75\text{ В}$;
- $(+/-)0,3\text{ В}$ - по цепи $+120\text{ В}$;
- $(+/-)0,45\text{ В}$ - по цепям $(+/-)150\text{ В}$;
- $(+/-)0,75\text{ В}$ - по цепям $+250\text{ В}$ и -250 В ;
- $(+/-)1,0\text{ В}$ - по цепи $+350\text{ В}$;
- $(+/-)0,5\text{ В}$ - по цепи -370 В ;
- $(+/-)10\text{ В}$ - по цепи -2000 В .

Нестабилизированные выпрямители

Функциональная схема нестабилизированных выпрямителей приведена на рис.54. Назначение элементов схемы аналогично назначению таких же элементов схемы стабилизированного выпрямителя. Выпрямительные элементы выпрямителей $+1200$, $+4500\text{ В}$ выполнены по мостовым схемам, выпрямитель $+6,3\text{ В}$ - по двухполупериодной схеме, выпрямитель $+6500\text{ В}$ по схеме удвоения

Стабилизированный источник электропитания 220 В , 400 Гц

Функциональная схема стабилизатора напряжения 220 В , 400 Гц приведена на рис 56.

Сигнал рассогласования со сравнивающего устройства поступает на полупроводниковый усилитель постоянного тока.

Усиленный сигнал поступает на обмотку управления дросселя Др59-1 и изменяет его сопротивление переменному току таким образом, что выходное напряжение трансформатора Тр59-2 поддерживается стабильным с

точностью не хуже (+/-)1% при изменении напряжения питающей сети на (+/-)5%.

Выходное напряжение регулируется в пределах от 210 до 230 В

2.9.4. Блоки вторичных источников электропитания

Блок Т-10М

В блок Т-10М входят стабилизированные выпрямители на напряжения:

- +120 В (I) на ток нагрузки 400 мА,
- +120 В (II) на ток нагрузки 400 мА;
- 150 В на ток нагрузки 100 мА.

Реле Р10-1 предназначено для блокировки цепей включения анодных выпрямителей. При неисправности выпрямителя на напряжение -150 В напряжение +27 В, коммутируемое реле Р10-1, не поступает на выключатель АНОДНОЕ пульта оператора дальности, и цепь анодных выпрямителей остается разомкнутой. Резистор R10-4 служит для ограничения тока через катушку реле Р10-1.

Блок Т-20М

В блок Т-20М входят стабилизированные выпрямители на напряжения:

- +250 В (I) на ток нагрузки 380 мА,
- +250 В (II) на ток нагрузки 280 мА;
- +250 В (III) на ток нагрузки 420 мА;
- +150 В на ток нагрузки 200 мА;
- +120 В на ток нагрузки 300 мА;
- 75 В на ток нагрузки 100 мА.

Стабилизированные выпрямители на напряжения -75 и +120 В имеют УПТ с посторонним источником опорного напряжения, а выпрямители на напряжения +150, +250 (I), +250 (II), +250 В (III) имеют УПТ с собственным источником опорного напряжения

Блок Т-24М

В блок Т-24-М входят стабилизированные выпрямители на напряжения:

- +350 В на ток нагрузки 80 мА;
- +250 В (I) на ток нагрузки 110 мА,
- +250 В (II) на ток нагрузки 530 мА;

- +150 В на ток нагрузки 110 мА;
- +120 В на ток нагрузки 330 мА,
- 150 В на ток нагрузки 250 мА.

Выпрямитель на напряжение +120 В имеет УПТ с посторонним источником опорного напряжения, а выпрямители на напряжения +350, +250 (I), +250 (II), +150, -150 В имеют УПТ с собственным источником опорного напряжения.

Блок Т-27М1

В блок Т-27М1 входят стабилизированные выпрямители на напряжения: +150 В на ток нагрузки 180 мА; +75 В на ток нагрузки 180 мА; -150 В на ток нагрузки 180 мА; -75 В на ток нагрузки 80 мА; -250 В на ток нагрузки 80 мА.

Электромагнитное реле времени типа ЭМРВ-27Б предназначено для блокировки включения анодных напряжений РЛС.

Стабилизированные выпрямители на напряжения +75 и -75 В имеют УПТ с посторонним источником опорного напряжения, а стабилизированные выпрямители на напряжения +150, -150 и -250 В - УПТ с собственным источником опорного напряжения.

Блок Т-29М

Блок Т-29М представляет собой высоковольтный нестабилизированный выпрямитель на напряжение +4500 В и на ток нагрузки 190 мА. Напряжение предназначено для электропитания модулятора блока Т-3М1.

Особенностью выпрямителя является то, что в первичную цепь повышающего трансформатора Тр29-1 включен дроссель насыщения Др29-2, с помощью которого осуществляется регулирование выходного напряжения в пределах от +2200 до +4700 В.

Управляющая обмотка дросселя подмагничивания питается напряжением +27 В, которое регулируется потенциометром РЕГУЛИР. ТОКА ГЕНЕР., расположенным на пульте оператора дальности.

Для обеспечения безопасности при эксплуатации в блоке предусмотрен механический разрядник РИ29-1. Разряд конденсаторов фильтра при отключенной нагрузке осуществляется через разрядные резисторы R29-3 и R29-4.

Блок Т-52М1

В блок Т-52М1 входят:

стабилизированный выпрямитель на напряжение -370 В и на ток нагрузки 55 мА;

нестабильные выпрямители на напряжения $+6,3$ и -700 В;

устройство контроля выходных напряжений блока Т-10М.

Особенностью выпрямителя на напряжение -700 В является то, что напряжение -700 В получается из суммирования стабилизированного напряжения -370 В и напряжения, снимаемого с выпрямителя вольтдобавки, собранного на диодах Д52-5–Д52-8.

Напряжение для питания отражателя клистрона снимается с делителей напряжения -700 В и контролируется на контрольном гнезде НАПР. ОТР. Регулировка производится соответствующими потенциометрами НАПР. ОТР. I и НАПР. ОТР. II.

Контроль выходных напряжений блока Т-10М производится по прибору ИП52-1 с помощью переключателя В52-1

Блок Т-54М

В блок Т-54М входят:

нестабильный выпрямитель на напряжение $+6500$ В,

стабилизированный выпрямитель на напряжение -2000 В и на ток нагрузки 15 мА;

устройство контроля выходных напряжений блоков Т-20М, Т-24М,

Т-27М1 и выпрямителя на напряжение -2000 В блока Т-54М.

Разряд конденсаторов выпрямителя на напряжение $+6500$ В при выключении блока происходит через резисторы, включенные на выходе этого выпрямителя.

Регулирование напряжения $+6500$ В производится с помощью резистора, включенного в первичную цепь трансформатора (при заводской настройке блока).

Особенностью стабилизированного выпрямителя на напряжение -2000 В является то, что к аноду второго каскада усилителя постоянного тока включена зарядная цепь (С54-6 и R54-3), служащая для плавного подъема напряжения 2000 В.

Устройство контроля выходных напряжений, поступающих из блоков Т-20М, Т-24М, Т-27М1, и напряжения -2000 В блока Т-54М состоит из прибора ИП54-1, переключателя В54-1 и делителя напряжения -2000 В.

Надписи измеряемых напряжений на шкале переключателя В54-1 распределены поочередно в два ряда. Контроль напряжения производится следующим образом.

На шкале находится маркировка нужного напряжения и определяется ее ряд. Переключатель В54-2 устанавливается в положение 1-й или 2-й ряд, а переключатель В54-1 – на маркировку контролируемого напряжения. По прибору ИП54-1 отсчитывается показание величины этого напряжения.

Блок Т-59

В блок Т-59 входят:

- нестабилизированный выпрямитель на напряжение $(+/-)1200$ $(+/-)100$ В и на ток нагрузки 10 мА с делителем напряжения на +400 В от 5 до 15% при токе нагрузки 0,5 мА;
- стабилизированный источник электропитания 220 В, 400 Гц на ток нагрузки 0,5 А.

Особенностью блока является резервирование по цепи 220 В, 400 Гц. Это достигнуто за счет включения напряжения на нагрузку тумблером СТАБ.-НЕСТАБ., находящимся на блоке Т-59, или от источника стабилизированного напряжения 220 В, 400 Гц, или от общей сети 220 В, 400 Гц. Для контроля напряжения 220 В, 400 Гц служат контрольные гнезда, выведенные на переднюю панель блока. Контроль напряжения +1200 В производится косвенным путем за счет измерения напряжения +400 В на делителе.

Конструкция

Все блоки выполнены на частично унифицированных сборных шасси с передней панелью, на которой расположены предохранители, органы регулирования выходных напряжений и две ручки для удобства установки блока в шкаф. Монтаж блоков – объемный. На верхней части шасси со стороны передней панели каждого блока предусмотрен специальный ключ, исключающий возможность установки блока в другие ячейки шкафа.

Для защиты от поломок все элементы, выведенные на переднюю панель, расположены в углублениях.

2.10. Система управления и контроля РЛС

2.10.1. Общие сведения

Система управления и контроля предназначена для управления работой РЛС и контроля необходимых режимов, обеспечивающих бесперебойную работу РЛС.

К системе управления и контроля РЛС относятся следующие органы управления:

- пульт управления оператора поиска;
- пульт управления оператора дальности;
- органы управления и контроля, расположенные на блоках Т-2МЗ, Т-13М2, Т-27М1, Т-28М, Т-35М1, Т-44М1, Т-52М1, Т-54М, Т-55М2.

В передней части отсека башни установлен шкаф Т-36М1 с пультом управления оператора поиска и шкаф Т-37М2 с пультом управления оператора дальности.

Описание работы системы управления и контроля РЛС производится по схеме коммутации.

2.10.2. Устройство и работа пульта управления оператора дальности

Конструктивно пульт выполнен в виде откидной панели шкафа Т-37М2, на которой расположены органы управления и контроля (рис.65):

- включения и выключения РЛС;
- регулировки и контроля тока магнетрона;
- контроля токов смесителей;
- сигнальные лампы.

Включение РЛС производится в такой последовательности: включение накапа, включение анодного и высокого напряжений

Выключение производится в обратной последовательности.

При установке выключателя В37-2 шкафа Т-37М2 в положение НАКАЛ напряжение +27 В подается на сигнальную лампу ЛН37-5 и контактор Р44-4. При срабатывании контактора Р44-4 напряжения +27 и ~ 220 (II), ~ 220 В (III) подаются на блоки РЛС и вентиляторы. Кроме того, напряжение ~ 220 В (III) поступает на счетчик времени ИП44-1 работы РЛС и на трансформатор Тр3-3.

Напряжение ~ 220 В (II) подается через контакты 2, 1 реле Р44-5, контакты 4, 3, 7, 8 реле Р3-1 на трансформатор Тр3-3.

При отрицательном напряжении смещения -150 В в блоке Т-10М срабатывает реле Р10-1.

При этом напряжение +27 В через контакты 5, 6, 4, 7 реле Р10-1, контакты 4, 7, 3, 8 реле Р27-3 подается на реле времени Р27-2, которое срабатывает через 3 мин+20 с, и напряжение +27 В через контакты 2, 3 реле Р27-2 подается на реле Р27-3.

Через контакты реле Р27-1, Р27-4 и Р24-1 (при отрицательных напряжениях и вставленном блоке Т-3М1) напряжение +27 В подается на сигнальную лампу ЛН37-6 и выключатель В37-7. При установке этого выключателя в положение АНОДНОЕ напряжение +27 В подается на сигнальную лампу

ЛНЗ7-7, через контакты 1, 3 выключателя ВЗ7-2—на кнопку ВЗ7-9, на кнопку ВЗ7-8 и на контактор Р44-3.

При срабатывании контактора Р44-3 напряжение ~ 220 В (I) подается на блоки: РЛС, выпрямители анодных напряжений блоков питания и счетчик времени ИП44-1.

При нажатии кнопки ВЗ7-9 (ВЫСОКОЕ НАПРЯЖЕНИЕ ВКЛ.) напряжение +27 В через контакты 1, 4 подается на сигнальную лампу ЛНЗ7-8 и на реле Р44-1, которое срабатывает при замкнутой блокировке В44-2, контакт 2 которой соединяется с корпусом.

Реле Р44-1 при срабатывании самоблокируется через свои контакты 17, 18; контакты 3, 4 реле РЗ7-2 и контакты 2, 3 кнопки ВЗ7-8 (ВЫСОКОЕ НАПРЯЖЕНИЕ ВЫКЛ.)

Через контакты 5, 6; 8, 9 реле Р44-1 и контакты 1, 2; 4, 5 реле Р44-2 напряжение ~220 В (I) подается на высоковольтный выпрямитель (блок Т-29М). Необходимая величина тока магнетрона устанавливается по прибору ИПЗ7-1 при установке переключателя ВЗ7-4 (ТОК ГЕНЕР.-ТОК ВЫПР х5) в положение ТОК ГЕНЕР. с помощью потенциометра РЗ7-18 (РЕГУЛИР ТОКА ГЕНЕР).

При положении переключателя ВЗ7-4 (ТОК ВЫПР. х5) по прибору ИПЗ7-1 контролируется ток выпрямителя блока Т-29М.

Для защиты высоковольтных цепей блоков Т-3М1 и Т-29М в цепь тока выпрямителя включено реле максимального тока РЗ7-2, которое срабатывает при перегрузках и разрывает цепь питания реле Р44-1 напряжением +27 В.

Последнее разрывает цепь питания блока Т-29М.

При установке переключателя ВЗ7-2 в положение РАБОТА БЕЗ ВЫСОКОГО напряжение +27 В подается по цепи, аналогичной установке переключателя ВЗ7-2 в положение НАКАЛ, при этом дополнительно разрывается цепь включения высокого напряжения и срабатывает реле Р44-5, которое разрывает цепь питания трансформатора ТрЗ-3.

Выключение высокого напряжения производится путем нажатия кнопки ВЗ7-8 (ВЫСОКОЕ НАПРЯЖЕНИЕ ВЫКЛ.).

При этом цепь самоблокировки реле Р44-1 разрывается, снимается напряжение 220 В (I) с блока Т-29М и высокое напряжение выключается.

Перестройка РЛС с одной несущей частоты на другую производится вручную с помощью ручки "f1, f2" на механизме перестройки Т-4М2 и сигнализируется соответственно лампами ЛНЗ7-1 (ЧАСТОТА I) и ЛНЗ7-2 (ЧАСТОТА II) на откидной панели шкафа Т-37М2. Если ручка перестройки частот находится в положении "f1, то на шкафе Т-37М2 горит сигнал

ная лампочка Л1 (ЧАСТОТА I). При переводе ручки в положение Ω замыкается микровыключатель В4М2-1 и напряжение +27 В через контакты 3, 4 выключателя по цепи Ш44-1/12, Ш43-3/12, Ш43-2/24 подается на реле Р37-1, а также на реле Р52-1 и на реле Р35-2 для переключения потенциометров УСИЛ. I и УСИЛ. II.

При срабатывании реле Р37-1 напряжение +27 В через контакты 4, 5 реле подается на лампочку Л2 (ЧАСТОТА II).

Переключение режимов подстройки частот магнетрона осуществляется переключателем В37-6 (РУЧН.-АВТОМ).

При установке переключателя В37-6 в положение РУЧН. осуществляется ручная подстройка частоты магнетрона.

Через контакты 3, 4 переключателя В37-6 напряжение +27 В подается на реле Р35-1.

При этом через контакты 5, 4 этого реле сигнал рассогласования поступает с электрического моста на сигнальный вход УПТ сервоусилителя системы подстройки частоты, который управляет работой двигателя механизма перестройки частоты Т-4М2

Мост состоит из резисторов R37-11, R37-10 и R4М-1

В диагональ моста включены резисторы R35-1 и R35-2.

Ручная подстройка частоты осуществляется с помощью потенциометра R37-11 (ПОДСТРОЙКА ЧАСТОТЫ)

При установке переключателя В37-6 в положение АВТОМ снимается напряжение +27 В с реле Р35-1.

Сигнал рассогласования (ошибки) при автоматической подстройке частоты поступает с УПЧ блока Т-35М1 через контакты 4, 3 реле Р35-3 и контакты 7, 8 реле Р35-2 и подается на потенциометр R35-3 (УСИЛ I).

С подвижного контакта потенциометра R35-3 через контакты 3, 4 реле Р35-2 и контакты 4, 3 реле Р35-1 сигнал рассогласования подается на сервоусилитель системы подстройки частоты.

Включение амплитудного и СДЦ режимов осуществляется переключателем В37-3 (АМПЛ.-СДЦ).

При установке переключателя В37-3 в положение АМПЛ. через его контакты 1, 5 напряжение +27 В подается на сигнальную лампу ЛН37-3, которая сигнализирует о включении АМПЛИТУДНОГО режима.

При установке переключателя В37-3 в положение СДЦ напряжение +27 В через его контакты 2, 4 подается на реле Р21-1, У9-2Р1, У9-2Р2, Р8-1, на сигнальную лампу ЛН37-4 которая сигнализирует о включении режима СДЦ.

Включение режима ВОБУЛЯЦИЯ производится установкой выключателя В37-10 в положение ВОБУЛЯЦИЯ. При этом напряжение +27 В через контакты 3, 4 выключателя В37-10 поступает на реле Р17-1 блока Т-17М.

Выбор импульса для стробирования канала угловой автоматики приемной системы производится переключателем В37-5 (УУС-СТРОБ).

При установке переключателя В37-5 в положение УУС напряжение +27 В (при автосопровождении) через контакты 6, 2 переключателя В37-5 подается на реле Р21-2, которое коммутирует импульсы стробирования канала угловой автоматики.

Контроль токов смесителей производится по прибору ИП37-2 (ТОК СМЕСИТЕЛЯ) через переключатель В37-1 в положениях СМ1, СМ2, СМ3, СМ4.

При установке переключателя В37-1 в положения СМ1, СМ2 контролируются токи смесителей сигнала, в положениях СМ3, СМ4 контролируются токи смесителей АПЧ и фазирующего импульса соответственно.

2.10.3. Устройство и работа пульта управления оператора поиска

Общий вид пульта приведен на рис.66. Пульт управления оператора поиска имеет органы управления и контроля, расположенные на откидных панелях шкафа Т-36М1, на передней панели и рукоятках управления блока Т-55М2

С помощью пульта управления оператора поиска осуществляются следующие операции:

- переключение режимов поиска;
- управление режимами РЛС при поиске и автосопровождении цели;
- управление приемником;
- переключение режимов работы АО;
- переключение режимов силовых приводов наведения;
- включение генератора опорных напряжений;
- переключение режимов ведения огня.

Включение кругового поиска

Включение кругового поиска осуществляется тумблером В55-14 (КРУГ.-УСКОР. КРУГ) и кнопкой В55-5 (ПОИСК КРУГОВОЙ). Напряжение +27 В через контакты 1, 3 кнопки В55-9, контакты 1, 3 кнопки В55-8, контакты 1, 4 кнопки В55-5 поступает на реле Р55-6КП.

При включении реле Р55-6КП напряжение с контакта 12 трансформатора Тр55-5 поступает через контакты 8, 7 реле Р55-5СП, контакты 15, 14 реле

Р6КП, резисторы В55-31, К55-41 на потенциометр В 55-24 (АЗИМУТ ПОЛУАВТ. ПОСТ. СКОР.).

С подвижного контакта потенциометра К55-24 (АЗИМУТ ПОЛУАВТ. ПОСТ. СКОР.) через контакты 2, 4 тумблера В55-14, контакты 17, 18 реле Р55-6КП, контакты 3, 4 реле Р55-1, резистор Е15 управляющее напряжение поступает на сетку лампы ЛЧ, где складывается с напряжением тахометрической обмотки двигателя М55-4, и далее через усилитель мощности на обмотку управления.

Двигатель вращает сельсин-дифференциал азимута с постоянной скоростью, что приводит к вращению антенны по азимуту с постоянной скоростью.

Реле Р55-6КП самоблокируется через контакты 2, 3 реле Р55-6КП, контакты 3, 1 переключателя В55-8 (АВТ.), контакты 3, 1 переключателя В55-9 (НАВЕДЕНИЕ). Kontakтами 7, 8 реле Р55-6КП разрывает цепь напряжения +27 В включения СРП, а kontakтами 4, 5 разрывает цепь самоблокировки реле Р55-8 (АВТ)

Таким образом, при включении кругового поиска отключается любой другой режим (АВТ., НАВЕДЕНИЕ., СЕКТОРНЫЙ ПОИСК), в котором находилась РЛС.

Включение кругового ускоренного поиска

Включение кругового ускоренного поиска осуществляется кнопкой В55-5 (ПОИСК КРУГОВОЙ) и тумблером В55-14 (УСКОР. КРУГ. ПОИСК). При этом управляющее напряжение поступает на тахометрическую обмотку двигателя М55-4 через контакты 6, 4 тумблера В55-14 и далее по цепи, описанной выше для кругового поиска.

При включении ускоренного кругового поиска в блок Т-28М (для включения режима ЛИНИЯ индикатора поиска) подается напряжение +27 В через контакты 5, 3 тумблера В55-44.

Включение секторного поиска

Включение секторного поиска устанавливается тумблером В55-14 (КРУГОВОЙ ПОИСК) и кнопкой В55-4 (СЕКТОРНЫЙ ПОИСК).

При нажатии кнопки В55-4 напряжение +27 В через контакты 1, 3 кнопки В55-9 (НАВЕДЕНИЕ), контакты 1, 2 кнопки В55-8 (АВТ), контакты 1, 4 кнопки В55-4 поступает на реле Р55-5СП, Р55-9СП, Р55-16СП, Р55-18СП и электромагнитную муфту ЭМ55-1СП

Реле Р55-5СП срабатывает и через его контакты 4, 5, контакты 1, 3 тумблера В55-14, контакты 2, 3 кнопки В55-5 подается напряжение +27 В на

реле Р55-6КП, при срабатывании которого замыкается цепь самоблокировки реле Р55-5СП и Р55-6КП через контакты 2, 3 реле Р55-6КП.

Реле Р55-9СП срабатывает и через свои контакты 7, 6 подключает напряжение 36В, 400 Гц с трансформатора Тр55-5 к выпрямительному мосту Д55-5 и Д55-8.

Электромагнитная муфта ЭМ55-1СП срабатывает и затормаживает ротор сельсина 1455-3.

Реле Р55-16СП срабатывает и своими контактами 3, 4 разрывает цепь питания сельсина М55-3 от трансформатора Тр55-5, а через контакты 7, 6 подключает контакт Р1 сельсина к ФЧВ (Д55-1 и Д55-4). В момент включения векторного поиска с выхода ФЧВ снимается минимальное напряжение.

Напряжение, снимаемое с выпрямителя Д55-5 и Д55-8, через контакты 3, 4 и 7, 8 реле Р55-18СП подается на потенциометр Р55-17 (ШИРИНА СЕКТОРА). Правая половина лампы Л55-3 заперта. Реле Р55-7 обесточено. С подвижного контакта потенциометра 55-24 через контакты 2, 4 тумблера В55-14, контакты 17, 18 реле Р55-6КП и контакты 3, 4 реле Р55-1 напряжение сигнала поступает через контакты разъема Ш1/4С узла У55-1 на тахометрическую обмотку двигателя М55-4.

Двигатель вращает сельсин 71-112 с постоянной скоростью, а антенна начинает вращаться, как и при круговом поиске.

При определенном угле поворота антенны, который зависит от напряжения, снимаемого с подвижного контакта потенциометра Р55-17 (ШИРИНА СЕКТОРА), отрицательное напряжение на сетке левой половины лампы Л55-3 увеличивается настолько, что левая половина лампы Л55-3 запирается, а правая половина этой лампы отпирается; срабатывает реле Р55-7СП и своими контактами 6, 7 меняет фазу управляющего напряжения, а контактами 4,5 соединяет контакт 2 реле Р55-18СП с корпусом. Реле Р55-18СП срабатывает и контактами 4, 5 и 6, 7 меняет полярность опорного напряжения.

При изменении фазы управляющего напряжения двигатель М55-4 начинает вращаться в противоположную сторону. Антенна также начинает вращаться в противоположную сторону.

При вращении антенны начинает уменьшаться отрицательное напряжение на сетке левой половины лампы Л55-3 и при определенном положении антенны левая половина лампы Л55-3 отпирается, а правая запирается. Реле Р55-7СП, Р55-18СП обесточиваются, меняется фаза управляющего напряжения и направление вращения антенны. Циклы секторного поиска повторяются.

Нажатие на кнопку В55-9 (НАВЕДЕНИЕ) отключает любой из режимов (автосопровождение, круговой или секторный поиск) и включает режим НАВЕДЕНИЕ.

Полуавтоматическое управление антенной с постоянной скоростью
Рукоятки блока управления антенной устанавливаются в крайние положения.

При повороте рукояток управления по азимуту влево (вправо) до упора срабатывает микровыключатель В55-Ю

При этом на потенциометр К55-24 (АЗИМУТ ПОЛУАВТ ПОСТ. СКОР.) с подвижного контакта потенциометра R55-13 (подвижный контакт в крайнем положении) через контакты 14,13 реле P55-2ГП, контакты 13,1 реле P55-6КП, резисторы R55-31, R55-41 приложено напряжение.

С подвижного контакта потенциометра R55-24 управляющее напряжение через контакты 2, 4 тумблера В55-14 (УСКОР. КРУТ. ПОИСК), контакты 3, 4 микровыключателя В55-11, контакты 8, 7 реле P55-12, контакты 3, 4 реле P55-1 поступает на предварительный усилитель напряжения на лампе ЛЧ

При повороте рукояток от себя (на себя) до упора срабатывает микровыключатель В55-11.

При этом на потенциометр R55-19 (УГОЛ МЕСТА ПОЛУАВТ. ПОСТ СКОР.) с подвижного контакта потенциометра R55-10 (подвижный контакт в крайнем положении) через контакты 5, 4 реле P55-2ГП приложено напряжение. С подвижного контакта потенциометра К55-19 управляющее напряжение через контакты 3, 4 микровыключателя В55-11, контакты 8, 7 реле P55-13, контакты 8, 7 реле P55-1 поступает на тахеометрическую обмотку двигателя М55-3 узла У55-1.

При подходе антенны до угла места к нижнему механическому упору срабатывает микровыключатель У2-1В2 (ОГР. в СНИЗУ) блока Т-2М3

Напряжение +27 В через контакты "НЮ", "О" микровыключателя У2-1В2, контакты "НЗ", "О" микровыключателя У2-1В3 (ОГР. в СВЕРХУ) по цепи У2-1П1/2, У3-Ш2-2/Ов, контактное кольцо КП1-20, У3-Ш2-15/Оа, Ш2-9/16, Ш4-0-5/16, Ш13-2/7 поступает на реле Р13-5 и через контакты 5, 4 реле Р13-5 – на субблок У4.

Происходит отброс антенны от упора.

При подходе антенны к верхнему упору срабатывает микровыключатель У2-1В3 (ОГР. в СВЕРХУ).

Напряжение –27 В поступает так же, как и раньше на субблок У4- блока Т-13М2, и происходит отброс антенны от упора.

Полуавтоматическое управление антенной с переменной скоростью
Для включения полуавтоматического управления антенной по азимуту выдвигается ручка ПОЛУАВТ. АЗ. При этом замыкаются контакты "О", "НО" микровыключателя В55-12 и срабатывает реле Р55-12.

Управляющее напряжение с подвижного контакта потенциометра В55-13 через контакты 14, 13 реле Р55-2ГП, контакты 13, 14 реле Р55-6КП, делитель R38, R39, R40 контакты 6, 7 реле Р55-12, контакты 3,4 реле Р55-1 подается на предварительный усилитель напряжения на лампе ЛЧ.

Подвижный контакт потенциометра К55-13 механически связан с рукоятками управления блока управления антенной; антенна будет вращаться со скоростью, пропорциональной углу отклонения рукояток управления

Для включения полуавтоматического управления антенной по углу места с переменной скоростью выдвигается ручка ПОЛУАВТ. УМ. При этом замыкаются контакты "Ом, НО" микровыключателя В55-13. Реле Р55-13 срабатывает.

Управляющее напряжение с подвижного контакта потенциометра R55-10 через контакты 5, 4 реле Р55-2ГП, контакты 6, 7 реле Р55-13, контакты 8, 7 реле Р55-1 поступает на тахеометрическую обмотку двигателя М55-3.

Подвижный контакт потенциометра R55-10 механически связан с рукоятками управления блока управления антенной; антенна будет вращаться по углу места со скоростью, пропорциональной углу отклонения рукояток управления.

Режим автоматического сопровождения

Включение режима автоматического сопровождения устанавливается кнопкой АВТ. на рукоятке управления блока управления антенной.

При этом на обмотку реле Р55-8 (АВТ.) поступает напряжение +27 В через контакты 1, 3 кнопки В55-9, контакты 1, 2 кнопки В55-8.

Реле Р55-8 срабатывает и через свои контакты 6, 7, контакты 4,5 реле Р55-6КП, контакты 1, 3 кнопки В55-9 самоблокируется

Параллельно реле Р55-8 (АВТ.) включено реле Р55-15 (ДОВОРОТ), которое срабатывает и блокируется по этой же цепи.

При переходе на автоматическое сопровождение производятся следующие операции

Доворот антенны

При срабатывании реле Р55-15 (ДОВОРОТ) замыкаются его контакты 5, 4 и на вход блока Т-13М2 подается сигнал, снимаемый с подвижного кон-

такта, потенциометра R55-30 (УСИЛЕНИЕ ДОВОРОТ), по цепи: Ш55-1/17, контакты 3, 4- реле P36-3, Ш36-3/9, Ш40-3/9, Ш13-1/7
Через контакты 4,5 реле P55-8 (АВТ) напряжение +27 В поступает по цепи: Ш55-1/23, Ш36-3/24-, Ш40-3/24-, Ш40-5/24-, Ш2-9/24, контакты 4,5 реле P2-3-на контакт А реле доворота P2-2
Реле P2-2 срабатывает и своими контактами 2,3; 5,6; 8,9 подключает дифференциальный сельсин М2 блока управления антенной к сельсину доворота М2-4,3. Происходит доворот антенны.

Переключение облучателей

Напряжение +27 В через контакты 4,5 реле P55-8 поступает на контакт 1 реле P55-4, контакт 2 которого соединен с корпусом по цепи: Ш55-1/6, Ш36-3/25, Ш40-3/25, Ш40-5/18, Ш2-9/18, У3-Ш2-14/8а, контактное кольцо КП1-17, У5-Щ2-2/7В, У2-Ш2-1/15, У1-Ш81-1/15. У1-2-П1/4, контакты 4,3 микровыключателя У1-2В1

Реле P55-4 срабатывает. Напряжение +27 В через контакты 5,6 реле P55-4 поступает на обмотку реле P2-7 по цепи: Ш55-1/15, Ш36-3/2, Ш4-0-3/2, Ш4-0-5/17, Ш2-9/17, У3-Ш2-15/7а, контактное кольцо КП1-14, У3-Ш2-2/4а, У2-Ш2-1/12, У1-Ш81-1/12.

Реле P2-7 срабатывает и подает напряжение -27 В на обмотку электромагнита ЭМ2 переключателя ПОИСК-ПЕЛЕНГ.

Переключатель срабатывает, подключает пеленговую головку к волноводному тракту, замыкает контакты 4, 3 микровыключателя У1-2В2, а контакты 4,3 микровыключателя У1-2В1 размыкает. Реле P55-4 обесточивается.

Переключение системы управления антенной в режим автоматического сопровождения цели.

Напряжение +27 В через контакты 4, 6 переключателя В55-7 (РЕЖИМ I - РЕЖИМ II), контакты разъемов Ш55-1/18, Ш36-3/8, ПМЮ-3/8, Ш13-1/13 поступает через контакты 1, 2 реле P13-4 на контакт "+" реле времени P13-2 и на реле P1. Реле P13-2 срабатывает через 0,5 с после подачи на него напряжения и через свои контакты 2, 3 подает напряжение +27 В на обмотку реле P13-3.

Реле P13-3 срабатывает и самоблокируется через свои контакты 7 > 6. Через контакты 5, 4 реле P13-3 подается напряжение +27 В на обмотку реле P13-4

Реле P13-4 срабатывает и контактами 1, 2 разрывает цепь напряжения +27 В обмоток реле P13-2 и P13-1.

Контакты 16, 17 и 14, 13 реле Р13-4 – размыкаются и отключают выходы блока Т-55М2 от входа блока Т-13М2.

Через контакты 16, 18 и 15, 13 реле Р13-4 в систему управления антенной поступает сигнал ошибки из приемной системы.

Через контакты 6, 4 и 10, 12 реле Р13-4 на обмотки трансформаторов Тр13-4 и Тр13-5 подаются опорные напряжения (угломестное и взимутальное) с генератора опорных напряжений У1-1М3.

Реле Р13-1 на время доворота отключает своими контактами 3, 4 звено корректирующего фильтра в канале азимута для увеличения скорости доворота.

Подлеживание

Через контакты 1, 3 реле Р13-4 напряжение +27 В поступает (по цепи Ш13-1/12, Ш40-3/3, Ш36-3/3, диод Д36-4, Ш55-1/21) на контакты 2 реле Р55-1 (ПОДСЛЕЖИВАНИЕ) и на реле Р55-17.

Реле Р55-17 срабатывает и своими контактами 3, 4 и 7, 8 разрывает цепи соединения контакта 2 муфты ЭМ55-2 и контакта 1 муфты ЭМ55-1 с корпусом.

Реле Р55-1 срабатывает и подключает тахометрическую обмотку двигателя М3 через резистор R55-7, через свои контакты 7, 6 к контакту Р2 сельсина М55-2. Через контакты 4, 5 реле Р55-1 подается управляющее напряжение с контакта Р1 сельсина М55-1 через резисторы Ц55-5, 555-42, Е55-15 на предварительный усилитель напряжения ЛЧ.

Двигатель отработывает возникающее рассогласование между сельсинами М2-32, М2-43 антенной колонки и сельсинами М1, М2 блока Т-55М2.

Отключение высокого напряжения. Напряжение +27 В при каждом срабатывании реле Р55-3 или Р55-4 поступает по цепи: контакты 2, 3 реле Р55-3 или Р55-4, Ш55-1/16, Ш36-3/21, Ш40-3/21, Ш40-1/24, №2-5/24, Ш42-3/3, Ш44-3/3, контакт А реле Р44-2.

Реле Р44-2 срабатывает и разрывает своими контактами 1, 2 и 4, 5 цепь напряжения ~220 В (1Ф) поступающего на высоковольтный выпрямитель Т-29М.

Включение автомата дальности и АРУ

Напряжение +27 В с контакта 2 реле Р55-8 (АВТ.) по цепи Ш55-1/19, П36-2/4-, Ш36-4/8, Ш37-3/8 через контакты 6,2 переключателя В37-5 (СТРОБУУС) в положении УУС поступает: на реле Р21-2, на реле Р22-2, на электромагнит муфты Э22-1 (для включения автодальномера) и на реле У9-1Р1 блока Т-9М (для включения АРУ).

Автоматическое включение выходных систем СРП

Напряжение +27 В подается на СРП по цепи: Ш22-1/12, контакты 3, 4 переключателя В22-3 (замкнутые в пределах дальности 0-8 км), Ш22-2/13, Ш37-3/12, Ш36-4/12, контакты 2, 3 реле Р36-1 (замкнутые в режиме АВТОМАТ), Ш36-3/7, Ш40-3/7, Ш40-5/8, Ш2-9/8, Ш2-5/3, Ш1-2/3.

Выходные системы СРП включаются также тумблером В36-4

Подключение пеленговой головки к волноводному тракту

Переключатель В55-6 (ПОИСК-ПЕЛЕНГ) устанавливается в положение ПЕЛЕНГ. При этом напряжение +27 В через контакты 4, 3 реле Р55-8 (АВТ.), контакты 3, 5 переключателя В55-7 (РЕЖИМ I - РЕЖИМ II), контакты 4, 2 переключателя В55-6 (ПОИСК-ПЕЛЕНГ) поступает на контакт 1 реле Р55-4. Затем переключение облучателей, доворот антенны, отключение высокого напряжения на время переключения происходят так же, как и при переходе на автосопровождение.

Подключение поисковой головки

Переключатель В55-6 (ПОИСК-ПЕЛЕНГ) устанавливается в положение ПОИСК.

При этом напряжение +27 В через контакты 4, 3 реле Р55-8 (АВТ.), контакты 3, 5 переключателя В55-7 (РЕЖИМ I - РЕЖИМ II), контакты 4, 6 переключателя В55-6 (ПОИСК-ПЕЛЕНГ), поступает на контакт 1 реле Р55-3. Контакт 2 реле Р55-3 соединен с корпусом по цепи: Ш55-1/7, Ш36-3/26, Ш40-3/26, Ш40-5Л9, Ш2-9Л9, У3-Ш2-14/9а, контактное кольцо КП1-18, У3-Ш2-2/8а, У2-Ш2-1/16, У1-Ш81-1/16, У1-2-П1/5, контакты 4, 3 микровыключателя У1-2В2 (замкнутые при подключенной пеленговой головке). Реле Р55-3 срабатывает. Напряжение +27 В через контакты 5, 6 реле Р55-3 (по цепи: Ш55-1/14, Ш36-3/1, Ш40-3/1, Ш40-5/7, Ш2-9/7, У3-Ш2-15/8а, контактное кольцо КП1-15, У3-Ш2-2/5в, У2-Ш2-1/13, У1-Ш81-1/13) поступает на обмотку реле У1-Р6

Реле У1-Р6 срабатывает и подает напряжение -27 В на обмотку электромагнита Эм1 (ПОИСК-ПЕЛЕНГ), при этом размыкаются контакты 4, 3 микровыключателя У1-2В2 и замыкаются контакты 4, 3 микровыключателя У1-2В1.

Реле Р55-3 и У1-Р6 отключаются.

Кроме того, происходит отключение высокого напряжения. Доворот антенны происходит при отключении напряжения +27 В с реле Р2-2 (ДОВОРОТ).

Сельсин ручного управления М2-33 подключается контактами 1, 2; 4, 5; 7, 8 реле Р2-2 к сельсину блока управления антенной.

Антенна совершает обратный доворот на угол, равный углу рассогласования сельсинов М2-33 и М2-43.

При установке переключателя В55-7 (РЕЖИМ I-РЕЖИМ II) в положение РЕЖИМ II происходит доворот антенны, отключение высокого напряжения, подключение пеленговой головки, как и при установке переключателя В55-6 в положение ПЕЛЕНГ. При нажатии на кнопку В55-8 (АВТ.) во втором режиме включение автодальномера происходит так же, как в первом режиме

Переключение режимов ведения огня осуществляется переключателем В36-1 (КНОПКА-ПЕДАЛЬ.)

Запоминающее устройство в СРП включается выключателем В36-2 (ВКЛ. ЗУ-ВЫКЛ. ЗУ).

Команда ЗУ в режиме полуавтоматического управления антенной формируется при включенных В12 (при этом срабатывают реле РП и Р12) и В10. Сначала включается реле Р10 по цепи: Ж/4 - Р10/7, 1, 2 - Р19/2, 1 - Р12/5, 4 - В10/3, 4 - РИ/5, 3 - корпус. С его включением контактами Ч, 5 шунтируются контакты ВЮ/3, 4, а через контакты 7, 6 подается +27 В на реле времени Р19 и на выход (как команда ЗУ). После срабатывания реле Р19 команда ЗУ отключается. Продолжительность действия команды ЗУ, таким образом, определяется выдержкой, установленной на реле Р19, и составляет 8 с. Однако она может быть отключена и раньше. Для этого достаточно выключить микровыключатель В12.

Схема управления башней и антенной при работе с командирским прибором наведения рассмотрена в Техническом описании АЗП-23

2.10.4. Работа органов управления и контроля, расположенных на шкафах и блоках РЛС и не входящих в пульты операторов поиска и дальности

На шкафах и блоках РЛС дополнительно расположены следующие органы управления и контроля:

- управление режимами работы магнетрона (Т-44М1);
- контроль источников вторичного питания (Т-52М1, Т-54М);
- управление приводными двигателями (Т-2М3);
- управление подъемом и опусканием антенны (Т-2М3).

Управление режимом работы магнетрона осуществляется с помощью переключателя В44-1 (ТРЕНИРОВКА-РАБОТА I-РАБОТА II).

При установке переключателя В44-1 в положение ТРЕНИРОВКА через контакты 1, 5 переключателя В44-1 напряжение ~ 220 В (II) поступает на трансформатор накала Тр3-3 блока Т-3М1. Магнетрон работает с полным накалом. При установке переключателя В44-1 в положение РАБОТА II напряжение ~ 220 В (II) поступает на трансформатор Тр3-3 через контакты 1, 3 переключателя В44-1, резисторы Н44-1, Н44-2. Магнетрон работает с пониженным накалом около 2 В. При установке переключателя В44-1 в положение РАБОТА I напряжение ~ 220 В (II) на трансформатор Тр3-3 не подается, магнетрон работает без накала.

Во всех трех режимах рассматривается момент, когда установлена номинальная величина тока магнетрона; в этом случае реле Р5-1 сработало и разомкнуло свои контакты 7, 8 и 4, 3. Контроль работы источников вторичного питания блоков Т-10М и Т-52М1 осуществляется при помощи прибора ИП52-1, подключаемого к контролируемым цепям переключателем В52-1. Прибором ИП54-1 производится контроль напряжений блоков Т-20М, Т-24М, Т-27М1, Т-54М. Подключение контролируемых цепей производится переключателями В54-1 и В54-2.

Включение приводных двигателей антенной колонки производится выключателями У5-В4 (ПИТАНИЕ ДВИГАТ. β , ϵ , $\Delta\epsilon$) и У5-В2 (ПИТАНИЕ ДВИГАТ. Δq), расположенными на блоке Т-2М3.

При включении выключателя У5-В2 напряжения ~ 220 В (I), ~ 220 В (II) через контакты 2, 6 и 1, 5 соответственно подаются на двигатель У5-М18.

Двигатели У6-М21 и У6-М19 включаются только при расстопоренной антенной колонке. При этом напряжение $+27$ В через контакты 1, 2 микровыключателя В2-1 (НОЛЬ β) подается на обмотку реле У5-Р1.

При включении выключателя У5-В4 напряжения ~ 220 В (II) и ~ 220 В (III) через контакты 6, 5 и 3, 2 реле У5-Р1, контакты 2, 6 и 1, 5 выключателя У5-В4 подаются на двигатели У6-М19 и У6-М21. Через выключатель У5-В3 (ПИТАНИЕ ВПК) напряжения ~ 220 В (II) и ~ 220 В (I) подаются на блок Б-2М (ВПК). Напряжение $+110$ В через контакты 3, 4 выключателя У5-В3 поступает на тахогенератор У5-М25 (ТД-Ад) и далее через контакты Ш2-13/19 и 12-16/15 на тахогенератор У6-М29 (ТД-Д).

Для подъема антенны она застопоривается общим стопором. Затем рукоятки на подставках переводятся в положение ОТКР

При этом замкнутся контакты 3, 4 микровыключателей МК1 и МК2 и погаснет лампочка Л12-4 (АНТЕННА ЗАСТОПОРЕНА).

Напряжение $+27$ В с контакта П44-2/7 (по цепи Ш44-5/7, Ш2-10/7, У3-Ш2-14/4а, контактное кольцо КП1-29, У3-Ш2-4/4а, У2-Ш1-4; "НО", "О" микровыключателя У2-1В1, через контакты 3, 4 микровыключателя В2-1, У4-

П3/3, Ш2-6/17, ПЗ-1, контакты 1, 2 МК2; ПЗ/4; 1, 2 МК1, ПЗ/3; 12-6/18, контакты 2, 3 У4-КН2) подается на кнопку У4-КН1 (ПОДЪЕМ).

При нажатии кнопки У4-КН1 (ПОДЪЕМ) напряжение +27 В поступает на реле У2-Р4 через контакты 3, 2 кнопки У4-КН2 (ОПУСКАНИЕ), контакты 4, 1 кнопки У4-КН1, контакты 2, 1 микровыключателя У2-В4. (ОГР. ПОДЪЕМА).

Реле У2-Р4 – включается и через свои контакты подает напряжения ~220 В (I), ~220 В (II) на двигатель У2-М1 подъема и опускания.

Антенна начинает подниматься.

В конце подъема микровыключатель У2-В4 размыкает контакты 2, 1, контакты 4, 3 замыкает и подает напряжению +27 В на двигатель У2-М2 стопорения.

В конце стопорения срабатывает микровыключатель У2-В1 и загорается лампочка У4-Л2 (АНТЕННА ПОДНЯТА).

Для опускания антенны она поворачивается по углу места так, чтобы загорелась лампочка НОЛЬ ε и застопоривается по визуму створом. Нажимается кнопка У4-КН2 (ОПУСКАНИЕ).

При этом напряжение +27 В (см. разобранные выше цепи), а также через контакты 1, 4 кнопки У4-КН2 (ОПУСКАНИЕ) и контакты 2, 1 микровыключателя У2-В3 поступает на двигатель стопорения У2-М2. Двигатель расстопоривает антенну.

Микровыключатель У2-В1 срабатывает и размыкает контакты 3, 4. Лампочка У4-Л2 (АНТЕННА ПОДНЯТА) гаснет.

В конце расстопорения срабатывает микровыключатель У2-В3.

Контакты 2, 1 микровыключателя У2-В3 разрывают цепь питания двигателя У2-М2 стопорения.

Контакты 3, 4 микровыключателя У2-В3 замыкаются и напряжение +27 В поступает на обмотку реле У2-Р5 опускания. Реле срабатывает и через свои контакты 2, 3; 5, 6 подает напряжения ~ 220 В (I), 220 В (II) на двигатель У2-М1 подъема и опускания.

Антенна опускается.

В конце опускания срабатывает микровыключатель У2-В2. Лампочка У4-Л3 (АНТЕННА ОПУЩЕНА) загорается, так как на нее поступает напряжение +27 В через контакты 3, 4 микровыключателя У2-В2.

Контакты 1, 2 микровыключателя У2-В2 размыкаются, реле У2-Р5 разрывает цепь питания двигателя опускания.

Рукоятки на подставках переводятся в положение ЗАКР., т.е. механизм фиксации антенны переводится в походное положение.

При этом разомкнутся контакты 3, 4 и замкнутся контакты 1,2 микровыключателей МК1, МК2 и загорится лампочка Л2-4- (АНТЕННА ЗАСІОПОРЕНА).

Исходное положение органов управления ЗСУ-23-4М перед включением

Перед началом работы необходимо проверить и установить тумблеры, переключатели и ручки органов управления вооружением и аппаратурой ЗСУ в исходное положение (табл. 1).

Таблица I

Орган управления ЗСУ		Исходное положение
Вид	Наименование	
1	2	3
На пультах и блоках, расположенных в башне		
Пульт командира		
Тумблер	27,5 В - 55 В	55 В
Тумблер	КОМАНДИР-ОПЕРАТОР	КОМАНДИР
Тумблер	ЦЕПЬ СТРЕЛБЫ	ВЫКЛ.
Тумблер	ГАГ	ВЫКЛ.
АЗС5	СТРЕЛБА ВЕРХНИХ АВТ.	ВЫКЛ.
АЗС5	СТРЕЛБА НИЖНИХ АВТ.	ВЫКЛ.
Тумблер	АВАРИЙНАЯ СТРЕЛБА	Выключен и опломбирован
Тумблер	ШУНТ-СРП	СРП
Переключатель	ОГРАНИЧЕНИЕ УГЛОВ	30
Тумблер	ПАН. НАЗЕМН.	ВЫКЛ.
Переключатель	НАПРЯЖ ФАЗ	Любое положение
Переключатель	ПИРОЗАРЯЖАНИЕ	0
СРП		
Рухлятки механизмов корректуры	-	0
Тумблер	УПР.	ВКЛ.
Ручка	$\Delta V_0\%$	0

1	2	3
Тумблер	СКОРОСТЬ	ВКЛ.
Тумблер	ПИТАНИЕ =27 В, ~115 В	ВЫКЛ.
Тумблер	ЗУ	ВЫКЛ.
Тумблер	Φ, β, τ	ВКЛ.
Тумблер	α	ВКЛ.
Шкала	УСТАНОВКА ЦЕЛЕУКАЗ.	Любое положение
Тумблер	ДВИГ.К1	ВКЛ.
Шкаф Т-36М		
Тумблер	ВКЛ.ВЫХ СИСТЕМ <small>срт</small>	ВЫКЛ.
Тумблер	КНОПКА-ПЕДАЛЬ	КНОПКА
Тумблер	ГОН	ВЫКЛ
Тумблер	ПОДСВЕТ	ВКЛ
Ручка	ФОКУС	Среднее положение
Тумблер	ВКЛ.ЗУ-ВЫКЛ.ЗУ	ВЫКЛ.ЗУ
Тумблер	ПОИСК-ПЕЛЕНГ	ПОИСК
Тумблер	I РЕЖИМ-II РЕЖИМ	I РЕЖИМ
Тумблер	МАСШТАБ	15
Ручка	ЯРКОСТЬ	Крайн. левое пол.
Тумблер	ПОЛУАВТОМАТ-АВТОМАТ ГП	АВТОМАТ ГП
Ручка	УСИЛЕНИЕ ПРИЕМНИКА	Крайнее правое положение
Ручка	ШИРИНА СЕКТОРА	Любое положение
Тумблер	КРУГОВОЙ-УСКОР. КРУГОВОЙ	КРУГОВОЙ
Рукоятки		Затерты на фиксатор в поднятом полож
Визирное устройство		

Рукоятка	ВИЗИР-ДУБЛЕР	ВИЗИР
Вращающаяся часть		
Рукоятка переключения режимов по вертикали	СИЛОВАЯ- МАХОВИК	МАХОВИК
Рукоятка стопора качающейся части пушки	СТОПОР-НАВОДКА	СТОПОР
Тумблер на пульте управления обогревом	-	ВЫКЛ.
Тумблер, расположенный на пульте управления аппаратурой ориентации	-	ВЫКЛ.
Шкаф Т-37М1		
Переключатель	РОД РАБОТЫ ИНДИКАТОРА	РАБОТА
Тумблер	ВОБУЛЯЦИЯ	ВЫКЛ.
Тумблер	ТОК ГЕНЕР.- ТОК ВЫПР x5	ТОК ГЕНЕРАТОРА
Тумблер	АМПЛ.-СДЦ	АМПЛ.
Тумблер	УУС-СТРОБ	СТРОБ
Ручка	РЕГУЛИР. ТОКА ГЕНЕРАТ.	Крайнее левое положение
Переключатель	ТОК СМЕСИТЕЛЯ	Любое положение
Ручка	ПОДСТРОЙКА ЧАСТОТЫ	Среднее положение
Ручка	ЧАСТОТА КОМПЕНСАЦИИ	Среднее положение
Тумблер	НАКАЛ-ВЫКЛ.-РАБОТА БЕЗ ВЫСОКОГО	ВЫКЛ.
Тумблер	АНОДНОЕ	ВЫКЛ.
Шкала Д	-	2400 м

1	2	3
Переключатель	-	Работа
Потенциометр	УСИЛЕНИЕ	Работа
Потенциометр	Обр.связь	Должны соответствовать записи в формуляре ЗСУ
Шкаф Т-40М1		
Тумблер	НЕПРЕР - ПАЧКИ	ПАЧКИ
Переключатель	РАБОТА-КОНТРОЛЬ	РАБОТА
Переключатель	РАБОТА-ПОТЕНЦИЯ	РАБОТА
Тумблер	СТАБ.-НЕСТАБ.	СТАБ.
Тумблер	СЕТЬ	ВЫКЛ.
Тумблер	АНОД	ВЫКЛ
Шкаф Т-43М		
Тумблер	ВКЛ.-ВЫКЛ.	ВКЛ
Переключатель	-	ОТКЛ.
Пульт ПАЗ		
Тумблер	ПАЗ	ВЫКЛ.
Тумблер	ВЕНТИЛ.	ВЫКЛ
Тумблер	ЗАКР.ЗАСЛ.	АВТОМ
АЗС	ПОТРЕБ	ВКЛ.
АЗС	ЗАСЛ.	ВКЛ.
АЗС	ВЕНТИЛ	ВКЛ.
АЗС	РАЦИЯ	ВКЛ
Тумблер	ЗАСЛ.	ОТКР.
Блок Т-2М2		
Тумблер	ПИТАНИЕ ВПК	ВЫКЛ
Тумблер	ПИТАНИЕ ДВИГ АТ. Δq	ВЫКЛ.
Тумблер	ПИТАНИЕ ДВИГ АТ. β, ε, Δε	ВЫКЛ.

1	2	3
Стопор	СТОПОРЕНИЕ АНТЕННЫ	РАССТОП
Стопор системы	Δq	РАССТОП
Стопор системы	β	РАССТОП
Стопор системы	ϵ	РАССТОП
Стопор системы	$\Delta \epsilon$	РАССТОП
Шкаф Т-44М1		
Тумблер	РАБ. I - РАБ. II - ТРЕН	РАБ. П
Ручка	$f_1 - f_2$	f_1
Переключатель	н-а	А
Ручка переключения частот клистрона	$f_1 - f_2$	f_1
Стопор башни		
Маховик	Стопор башня по горизонту	Завинчен вправо до упора
Рукоятка	Уплотнение погона башни	Повернута в сторону места оператора дальности
Насосы приводов		
Рукоятка	РУЧН.-СИЛ.	РУЧН
Шкаф Т-42М		
Тумблер	ВКЛ.-ВЫКЛ	ВКЛ.
Тумблер	1 РЯД - 2 РЯД	Любое положение
Переключатель	-	ВЫКЛ.

Включение РПК-2М и проверка его работоспособности

Для обеспечения работы РПК включить СЭП.

Командир ЗСУ обязан проверить напряжение источников питания по вольтметрам.

Оператор дальности обязан включить тумблер НАКАЛ, при этом загорится сигнальная лампа, лампочка подсветки шкал дальности и целеуказания и начнет работать система вентиляции РЛС.

Командир ЗСУ обязан:

включить тумблер "ГАГ", при этом загорится сигнальная лампа "ЗАСТОПОРЕНО", которая через 3 мин. должна погаснуть, затем загорится сигнальная лампа "ОТСТОПОРЕНО";

нажать кнопку "КОНТРОЛЬ", если загорится сигнальная лампа "НЕИСПРАВНО", выключить "ГАГ", система стабилизации в этом случае работать не будет.

Включение и выключение "ГАГ", с целью облегчения режимов работы гироскопов, желательно производить на стоянке.

Оператор поиска - наводчик обязан:

включить тумблер "ПИТАНИЕ ВПК" на блоке Т-2МЗ

Оператор дальности обязан.

после загорания сигнальной лампы включить тумблер "АНОДНОЕ", при этом загорается сигнальная лампа, на экране индикатора дальности появятся развертки, прибор "ТОК СМЕСИТЕЛЯ" должен показать 0,1 – 0,3 мА.

Оператор поиска-наводчик обязан:

проверить развертку на индикаторе поиска;

установить необходимые яркость и фокус развертки на индикаторе поиска потенциометрами "ФОКУС" и "ЯРКОСТЬ" на блоке Т-26М;

установить длину и положение развертки на индикаторе поиска потенциометрами "АМПЛ. РАЗВ." и "ЦЕНТРОВКА" на блоке Т-26М;

установить необходимую яркость визира, масштабных и стробных меток потенциометрами "ЯРК ВИЗИРА", "ЯРК. МАСШ МЕТОК", "ЯРК СТРОБ. МЕТОК".

Оператор дальности обязан:

проверить токи смесительных кристаллов по прибору "ТОК СМЕСИТЕЛЯ", устанавливая ручку прибора поочередно в положения СМ1, СМ2, СМ3, СМ4; токи должны быть в пределах 0,1–0,3 мА;

установить необходимые яркость, фокус и положение развертки на индикаторе дальности потенциометрами блока Т-23М2: "ФОКУС", "ЯРКОСТЬ", "ВЕРТИК. СМЕЩ.", "ГОРИЗ. СМЕЩ".

Оператор поиска-наводчик должен:

включить тумблер "ПИТАНИЕ ДВИГАТ. Δα" и "ПИТАНИЕ ДВИГАТ. β, ε, Δε"

Оператор дальности обязан:

нажать кнопку "ВЫСОКОЕ НАПРЯЖЕНИЕ ВКЛ.", при этом загорится сигнальная лампа "ВКЛЮЧЕНИЕ ПЕРЕДАТЧИКА" и отклонится стрелка прибора "ТОК ГЕНЕРАТОРА и ВЫПРЯМИТЕЛЯ", показывающая ток магнетрона около 5 мА;

увеличить ток магнетрона до величины, указанной в формуляре, вращая ручку "РЕГУЛИР ТОКА ГЕНЕР." и при значениях тока 30 мА и более установить переключатель "РАБ. I - РАБ. II - ТРЕН." на шкафе Т-44М1 в положение "РАБ. I",

установить тумблер "ТОК ГЕНЕР.-ТОК ВЫПР.х5" в положение "ТОК ВЫПР.", при этом показание прибора "ТОК ГЕНЕРАТОРА и ВЫПРЯМИТЕЛЯ" должно соответствовать величине тока выпрямителя, записанной в формуляре (показание шкалы прибора умножается на 5);

установить тумблер "ТОК ГЕНЕР.-ТОК ВЫПР.х5" в положение "ТОК ГЕНЕР.",

при необходимости включения второй частоты установить ручки механизмов переключения в положение "f₂".

Оператор поиска-наводчик обязан:

отстопорить рукоятки управления блока Т-55М1, для чего фиксатор оттянуть вверх и повернуть на 90°;

навести антенну на местный предмет.

Оператор дальности обязан:

ручкой "ПОДСТРОЙКА ЧАСТОТЫ" добиться максимальной амплитуды сигнала на индикаторе дальности;

тумблер "ПОДСТРОЙКА ЧАСТОТЫ" поставить в положение "АВТОМ."

Командир ЗСУ обязан: включить тумблер "ПИТАНИЕ =27В ~115В."

Выключение РПК-2М

Выключение аппаратуры РПК производится в следующей последовательности:

Оператор поиска-наводчик должен нажать кнопку "НАВЕДЕНИЕ" на блоке Т-55М1.

Командир ЗСУ обязан:

выключить тумблер "ГАГ", при этом погаснет сигнальная лампа "ОТСТОПОРЕНО",

выключить тумблер "ПИТАНИЕ =27 В. ~115 В".

Оператор дальности обязан:

тумблер "ПОДСТРОЙКА ЧАСТОТЫ" поставить в положение "РУЧН.";

понизить ток магнетрона, для чего вывести влево до упора ручку "РЕГУЛИР. ТОКА ГЕНЕР.";

нажать кнопку "ВЫСОКОЕ НАПРЯЖЕНИЕ ВЫКЛ.", при этом погаснет сигнальная лампа.

Оператор поиска-наводчик должен выключить тумблеры "ПИТАНИЕ ДВИГАТ. β, ε, Δε", "ПИТАНИЕ ДВИГАТ. Δφ, "ПИТАНИЕ ВПК".

Оператор дальности должен выключить тумблеры "АНОДНОЕ" и "НАКАЛ", при этом погаснут сигнальные лампы.

Члены экипажа должны установить органы управления аппаратурой и вооружением ЗСУ в исходное положение.

**Анатолий Николаевич Моторин
Алексей Игоревич Целебровский
Дмитрий Викторович Зарывалов
Владимир Николаевич Ленский
Юрий Алексеевич Калмыков**

**УСТРОЙСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЗСУ-23-4
РПК-2М
Часть I
Учебное пособие**

Научный редактор

кандидат физико-математических наук, доцент

Редактор Р.Д. Игнатова

В.Ф. Мышкин

Подписано к печати 16.02.2005.

Формат 60x84/16. Бумага офсетная.

Печать RISO. Усл. печ. 7,02 Уч.-изд.л.6,53.

Тираж 100 экз. Заказ 295 Цена свободнал.

Издательство ТПУ 634050. Томск, пр. Ленина 30.

А.Н. Моторин, А.И. Целебровский, Д.В. Зарывалов

**УСТРОЙСТВО
И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЗСУ–23–4М
РПК–2М**

Часть 1

Устройство РЛС 1РЯЗЗМЗ

Альбом рисунков