

Министерство образования и науки Российской Федерации
Сибирский федеральный университет

ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ СТАНЦИИ 1Л117

Рекомендовано ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина» (г. Воронеж) в качестве учебника для курсантов (студентов) учебных военных центров (военных кафедр, факультетов военного обучения) при высших учебных заведениях Министерства образования и науки Российской Федерации, обучающихся по специальностям: 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы», 11.05.02 «Специальные радиотехнические системы», 11.05.03 «Применение и эксплуатация средств и систем специального мониторинга, рег. № 31 от 28 июня 2017 г.

Под общей редакцией кандидата технических наук
доцента полковника *А. Н. Фомина*

Красноярск
СФУ
2017

УДК 621.396.967(075.8)

ББК 32.95-5

О-753

Авторы:

В. Н. Ратушняк, В. Н. Тяпкин, А. Б. Гладышев,
Д. Д. Дмитриев, С. Н. Гриценко, В. В. Лой, А. В. Андронов

О-753 Основы построения радиолокационной станции 1Л117 :
учебник / В. Н. Ратушняк, В. Н. Тяпкин, А. Б. Гладышев [и др.] ;
под общ. ред. А. Н. Фомина. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т,
2017. – 386 с.

ISBN 978-5-7638-3709-4

В учебнике излагаются основы материальной части РЛС 1Л117, даются практические рекомендации по боевому применению РЛС с целью приобретения обучаемыми объема военно-технических знаний, отражающих основные принципы функционирования систем РЛС, способы и средства достижения заданных тактико-технических характеристик, а также для освоения ими профессиональных компетенций, направленных на решение задач эффективного боевого применения радиолокационного вооружения и военной техники.

Предназначен для курсантов (студентов) учебных военных центров (военных кафедр) высших учебных заведений, обучающихся по специальностям: 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы», 11.05.02 «Специальные радиотехнические системы», 11.05.03 «Применение и эксплуатация средств и систем специального мониторинга».

Электронный вариант издания см.:
<http://catalog.sfu-kras.ru>

УДК 621.396.967(075.8)
ББК 32.95-5

ISBN 978-5-7638-3709-4

© Сибирский федеральный
университет, 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	7
Глава 1. Назначение, состав и боевые возможности радиолокационной станции 1Л117	10
1.1. Назначение РЛС 1Л117	10
1.2. Боевые возможности и технические характеристики РЛС	11
1.3. Состав РЛС 1Л117	21
1.4. Устройство и работа аппаратуры РЛС	27
Глава 2. Передающие устройства радиолокационной станции 1Л117	41
2.1. Назначение и технические данные передающих устройств	41
2.2. Устройство и работа передающих устройств	41
2.3. Устройство и работа составных частей передающих устройств	52
2.3.1. Высоковольтный выпрямитель 39БВ01	52
2.3.2. Формирующая линия	53
2.3.3. Тиратронный блок ТС-3М	54
2.3.4. Импульсный трансформатор	57
2.3.5. Магнетронный генератор	59
2.3.6. Магнитная система	60
2.3.7. Система регулировки и стабилизации токов магнетронов	61
Глава 3. Антенные устройства радиолокационной станции 1Л117	67
3.1. Назначение и состав антенных устройств	67
3.2. Устройство и работа составных частей	68
3.2.1. Отражатели	68
3.2.2. Система качания отражателей	69
3.2.3. Облучатели (блоки 395ВВ01М и 395ВВ02М)	72
3.3. Высокочастотные тракты антенно-фидерной системы	76
3.3.1. Назначение и состав	76
3.3.2. Элемент сопряжения с магнетроном СМС	76
3.3.3. Жесткий волновод ВЖС	79
3.3.4. Антенный переключатель сантиметрового диапазона АПС	79
3.3.5. Гибкий волновод СГС	84
3.3.6. Волноводный тракт	85
Глава 4. Приемные устройства радиолокационной станции 1Л117	88
4.1. Назначение и технические данные	88
4.2. Состав приемных устройств сантиметровых каналов	89
4.3. Устройство и работа приемных устройств	90

4.3.1. Принцип работы приемного устройства по функциональной схеме	90
4.3.2. Волноводно-кабельный переход	93
4.3.3. Защитное устройство и малошумящий усилитель высокой частоты (блок 174УВ01Л)	93
4.3.4. Местный гетеродин, преселектор, преобразователь частоты (блок 174ПС01Л)	94
4.3.5. Зонд АПЧ	98
4.3.6. Приемник амплитудного и когерентного трактов (блок 394ПУ01)	99
Глава 5. Аппаратура вычитания селекции движущихся целей радиолокационной станции 1Л117	115
5.1. Назначение и технические характеристики СДЦ	115
5.2. Состав аппаратуры СДЦ	115
5.3. Устройство и работа аппаратуры СДЦ	116
5.3.1. Работа системы СДЦ по функциональной схеме	116
5.3.2. Устройство и работа канала обработки	117
5.3.3. Фазовый детектор (ячейка Д2ДФ10)	120
5.3.4. Аналогово-цифровой преобразователь (ячейка Д2ПВ3)	123
5.3.5. Цифровой фильтр (ячейка Д2ИП27)	125
5.3.6. Сумматор цифроаналоговый преобразователь (ячейка Д2ИМ15)	127
5.3.7. Система стабилизации уровня ложной тревоги (ячейка Д2СП16)	130
5.3.8. Фильтр несинхронной импульсной помехи (ячейка Д2ХК26М)	132
5.4. Устройство и структура объединителя эхо-сигналов	135
5.4.1. Состав объединителя эхо-сигналов (ячейка Д2УП17)	135
5.4.2. Формирователь синхросигналов и контрольных последовательностей сигналов (ячейка Д2ГП7)	136
5.4.3. Объединитель каналов (ячейка Д2УП17)	141
5.4.4. Формирователь комплексного контрольного сигнала (ячейка Д2ХК27М)	143
5.4.5. Кабельный усилитель (ячейка Д2УБ14)	146
5.5. Устройства питания, автоматики и вентиляции	146
5.6. Панель управления СДЦ	150
Глава 6. Система синхронизации и обработки сигналов радиолокационной станции 1Л117	153
6.1. Назначение и состав системы синхронизации и обработки сигналов (шкаф 395УА01М)	153

6.2. Устройство и работа системы синхронизации и обработки сигналов (шкаф 395УА01М).....	153
6.3. Устройство и работа блока 394УФ03	157
6.3.1. Назначение и технические характеристики блока 394УФ03	157
6.3.2. Состав блока 394УФ03	158
6.3.3. Устройство синхронизации (блок 394УФ03).....	159
6.4. Устройство формирования азимутальных меток и специальных режимов	178
6.4.1. Технические данные УФАМСР	178
6.4.2. Устройство и работа УФАМСР	179
6.4.3. Устройство и работа ячейки Д2ИД10	187
6.5. Объединитель и коммутатор эхо-сигналов, ячейка Д2УБ18	189
6.6. Устройство стабилизации уровня ложных тревог	191
6.7. Устройство межобзорной обработки (карта помех)	196
6.8. Формирователь запусков (ячейка Д2ГГ7)	202
6.9. Устройства вторичного электропитания	204
Глава 7. Система вращения и синхронной передачи углового вращения радиолокационной станции 1Л117.....	207
7.1. Аппаратура синхронно-следающей передачи.....	207
7.2. Электропривод.....	212
7.3. Система синхронной передачи сигналов вращения	213
7.3.1. Состав и работа системы.....	213
7.3.2. Блок 394СУ01М.....	215
Глава 8. Аппаратура управления и сигнализации радиолокационной станции 1Л117	220
8.1. Назначение и технические данные блока ТУ-ТС 39ЮУ51	220
8.2. Устройство и работа блока ТУ-ТС 39ЮУ51	221
8.3. Пульт дистанционного управления 394ЮП01	230
8.4. Устройство формирования сигналов опознавания	234
8.5. Шкаф управления ШУ-6-01М.....	235
8.5.1. Устройство и работа шкафа ШУ-6-01М	236
8.5.2. Блок 394БН06	238
8.6. Блок 394БК03	241
8.7. Блок 394БН03	243
Глава 9. Система отображения и обработки информации радиолокационной станции 1Л117	245
9.1. Назначение и состав шкафа 395РР01	245
9.2. Устройство и работа аппаратуры шкафа 395РР01	245
9.3. Блок индикатора кругового обзора 394РИ01	248

9.4. Блок 394ЮП04	280
9.5. Пульт оператора – блок 394ЮП03	283
9.6. Стойка цифровой обработки информации 394ЦЦ01	290
9.6.1. Принцип работы	291
9.6.2. Блок 394ИП01	293
9.6.3. Блок БИВ 394ЦГ01.....	299
9.7. Протокол взаимодействия программы вторичной обработки информации с техническими средствами РЛС 1Л117.....	332
9.8. Блок табло 394РУ01М	343
Глава 10. Выносной индикаторный пост ВИП-117 радиолокационной станции 1Л117.....	352
10.1. Состав и принцип работы ВИП-117	352
10.2. Устройство и работа пункта съема информации (шкаф 174ЦЦ01)	356
Заключение	376
Библиографический список	378
Основные сокращения	379
Приложение	383

ВВЕДЕНИЕ

Для эффективного использования радиолокационных станций (РЛС) в современных условиях ведения боевых действий необходимо, чтобы инженерный состав радиотехнических войск (РТВ) имел высокий уровень оперативно-тактической и специальной технической подготовки. Усложнение и постоянная модернизация радиолокационных комплексов (РЛК) и РЛС, а также расширение задач, решаемых при её применении, привели к тому, что в состав РЛС (РЛК) входят сотни сложнейших технических устройств и узлов.

В этой связи инженерному составу РТВ требуются глубокие технические знания конкретного образца РЛС, соответствующие умения и навыки с целью поддержания её в готовности к применению по назначению, эффективного боевого применения, грамотной технической эксплуатации и ремонта в различных условиях.

Необходимость написания учебника вызвана тем, что известные учебники и учебные пособия, разработанные вузами в прошедшие годы, не в полной мере соответствуют программам военно-специальных дисциплин. Поэтому потребовалось обобщить ряд важных научно-технических и прикладных вопросов построения материальной части РЛС 1Л117, не нашедших достаточно полного отражения в известной литературе. В данном издании авторами сделана попытка охватить все аспекты этапов технической эксплуатации, использования по назначению и ремонта РЛС 1Л117. Особое внимание уделено описанию физического смысла процессов, происходящих при работе систем РЛС. Работа отдельных систем и устройств рассмотрена в объеме структурных и функциональных схем, а в необходимых случаях дополнена и элементами принципиальных схем.

Данный учебник разработан на основе учебной программы подготовки кадровых офицеров и офицеров запаса в Военно-инженерном институте по военно-учетной специальности «Эксплуатация и ремонт радиолокационных комплексов ПВО ВВС», вошедшей в сборник учебных программ военно-профессиональных учебных дисциплин ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет».

При изучении учебных дисциплин курсанты (студенты) должны приобрести следующие знания, умения и навыки:

Знать:

- понятия и методы расчета частотных и переходных характеристик цепей, колебательные контуры и их свойства, длинные линии, фильтры низких и высоких частот;

- основы процедурного и объектно-ориентированного программирования;
- принципы и методы радиолокации;
- принципы построения основных систем и устройств РЛС различного боевого назначения;
- технические характеристики систем и устройств РЛС;
- алгоритмы обработки радиолокационной информации (РЛИ), реализованные в существующих и перспективных радиотехнических средствах;
- принципы, методы и устройства селекции радиолокационных сигналов на фоне внешних помех;
- основы построения системы воздушно-космической обороны РФ;
- боевые возможности и способы боевого применения средств воздушно-космического нападения (СВКН) и оценки их как объектов радиолокационной разведки;
- назначение, общие принципы построения системы радиолокационной разведки;
- назначение, задачи и организационную структуру РТВ;
- боевые возможности РТВ и их показатели.

Уметь:

- применять методы расчёта характеристик частотных и переходных характеристик цепей, колебательных контуров, длинных линий, фильтров низких и высоких частот;
- производить расчёты характеристик согласованных фильтров сигналов;
- производить расчет и оценку тактических и технических характеристик обзорной РЛС;
- оценивать возможности применения СВКН;
- оценивать обстановку, боевые возможности подразделения РТВ, проводить тактические расчеты и принимать решение на боевое применение подразделения РТВ;
- управлять боевыми расчетами и подразделением при подготовке и в ходе выполнения боевой задачи;
- оформлять документы подразделения РТВ.

Владеть навыками:

- решения дифференциальных уравнений, определенных и неопределенных интегралов;
- расчётов характеристик согласованных фильтров радиолокационных сигналов;
- расчетов показателей качества обнаружения и точностных характеристик радиолокационных систем;

- разработки структурных схем устройств и систем обработки сигналов;
- оборудования боевой позиции подразделения РТВ;
- работы должностных лиц радиолокационной роты по управлению подразделением при совершении марша;
- работы должностных лиц боевого расчета пункта управления (командного пункта) радиотехнического подразделения при несении боевого дежурства;
- проведения тактических расчётов и принятия решения на боевое применение радиотехнического подразделения.

Учебник предназначен для курсантов (студентов) учебных военных центров (военных кафедр) высших учебных заведений, обучающихся по специальностям: 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы», 11.05.02 «Специальные радиотехнические системы», 11.05.03 «Применение и эксплуатация средств и систем специального мониторинга».

НАЗНАЧЕНИЕ, СОСТАВ И БОЕВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ СТАНЦИИ 1Л117

РЛС 1Л117 является следующим логическим этапом в развитии целой серии РЛС дециметрового диапазона. В 1949 г. была принята на вооружение трехкоординатная РЛС П-20 «Перископ». Дальность обнаружения воздушных целей составлял 190 км. Впервые измерение высоты производилась методом V-луча. Следующей разработкой стала РЛС П-30 «Хрусталь», у которой были значительно улучшены многие технические параметры, усовершенствована индикаторная аппаратура, аппаратура радиолинии трансляции радиолокационной информации «Фаза», было принято новое распределение рабочих частот по каналам, увеличены отражатели антенн, осуществлено сопряжение с системой опознавания и аппаратурой активного ответа «Глобус».

В 1957 г. появилась двухкоординатная РЛС П-35, в которой предусмотрено пять частотных каналов, аппаратура защиты от пассивных помех, аппаратура защиты от несинхронных импульсных помех (НИП) и ответных импульсных помех (ОИП). Дальность обнаружения воздушных целей составила 250 км.

На базе РЛС П-35, как наиболее совершенной из серии РЛС, в 1967 г. началась разработка РЛС П-37 «Дренаж», в которой дополнительно имелась поляризационная селекция, более совершенная аппаратура цифровой селекции движущихся целей (ЦСДЦ).

В 1995 г. принята на вооружение РЛС 1Л117, у которой в отличие от РЛС П-37, увеличена дальность обнаружения до 320 км, реализована цифровая обработка информации, касающаяся автоматического обнаружения, захвата на сопровождение, более совершенное подавление помех и значительно повышена надежность.

1.1. Назначение РЛС 1Л117

РЛС 1Л117 – это трехкоординатная мобильная РЛС обнаружения, целеуказания и опознавания. Может работать автономно или в сопряжении с другими РЛС, подвижными радиовысотомерами (ПРВ), комплексами средств автоматизации (КСА).

Подвижная трехкоординатная РЛС предназначена для обзора воздушного пространства вокруг точки стояния и определения координат (азимут, наклонная дальность и высота) обнаруженных воздушных целей.

РЛС позволяет осуществлять обнаружение и сопровождение как одиночных целей, так и групповых, а также производить их опознавание.

РЛС обеспечивает сохранение параметров при следующих условиях эксплуатации:

- ветре со скоростью не более 25 м/с;
- дожде и снегопаде;
- высоте над уровнем моря не более 1 000 м;
- окружающей температуре от -40 до $+50$ °С.

Состав боевого расчета РЛС 1Л117.

Полный боевой расчет: начальник РЛС, начальник смены (дежурный техник), первый и второй операторы, электромеханик и операторы выносных ВИП-117.

1.2. Боевые возможности и технические характеристики РЛС

Боевые возможности РЛС – это основные количественные показатели, характеризующие ее способность выполнять поставленные задачи. Боевые возможности радиодальномера характеризуются:

- составом выдаваемой информации;
- формой и размерами зоны обнаружения;
- точностью определения координат целей;
- разрешающей способностью;
- дискретностью выдачи данных;
- помехозащищенностью;
- мобильностью;
- живучестью.

Диапазон – 10-сантиметровый (6 фиксированных частот).

Максимальная дальность обнаружения целей при высоте от 12 000 м до 28 000 м ($\text{ЭПР} \geq 10 \text{ м}^2$, $P_{\text{обн}} = 0,5$, $P_{\text{лт}} \leq 10^{-6}$) – 320 км.

Определение высот обнаруженных целей ($\text{ЭПР} \geq 10 \text{ м}^2$, $P_{\text{обн}} = 0,5$, $P_{\text{лт}} \leq 10^{-6}$) – до 17 000 м.

Точность определения координат (среднеквадратическое значение ошибки):

- при съеме информации с индикатора кругового обзора (ИКО) рабочих мест РЛС:
 - азимут – не более 60 мин,
 - дальность – не более 1 000 м;
- при съеме вторичной обработки информации (ВОИ) с выхода экстрактора:

- азимут – не более 10 мин,
- дальность – не более 300 м,
- высота – не более 400 м.

Разрешающая способность:

- по азимуту – не хуже $1,5^\circ$ для углов места от $20'$ до 5° и не хуже 2° – для углов места от 5° до 28° ;
- по дальности – не хуже 1 000 м;
- по высоте – не хуже 1 000 м в зоне по углу места от $20'$ до 5° на расстоянии до 200 км и не хуже 1 800 м в зоне по углу места от 5° до 28° .

Период обновления информации – 10 или 20 с.

Частота передающих каналов:

- 1-й канал (Г) – $2\,980 \pm 15$ МГц;
- 2-й канал (Б) – $3\,100 \pm 15$ МГц;
- 3-й канал (Д) – $2\,830 \pm 15$ МГц;
- 4-й канал (К) – $2\,860 \pm 15$ МГц;
- 5-й канал (В) – $3\,010 \pm 15$ МГц;
- 6-й канал (Ж) – $2\,710 \pm 15$ МГц;

Средняя мощность передатчиков, кВт:

- для каналов Г, Д, К, В, Ж – не менее 700 Вт;
- для канала Б – не менее 600 Вт.

Коэффициент шума приемных каналов – не более 5.

Коэффициент подавления отражений от местных предметов:

- в режиме РЕДКИЙ – не менее 15 дБ;
- в режиме ЧАСТЫЙ – не менее 25 дБ.

Коэффициент подавления от НИП:

- в амплитудном канале – не менее 20;
- в когерентном канале – не менее 10.

Длительность зондирующих импульсов:

- в режиме редкого запуска, – 2,4–3,1 мкс;
- в режиме частого запуска, – 0,9–1,2 мкс.

Частота повторения:

- в режиме редкого запуска – 300–375 Гц (6-периодная вобуляция);
- в режиме частого запуска – 800–1 200 Гц (18-периодная вобуляция).

Имеются устройства первичной и вторичной (трассовой) обработки.

Имеется устройство межобзорной обработки со стабилизацией уровня ложных тревог и адаптацией к эхо-сигналам от местных предметов и метео.

Потребляемая мощность по сети 220 В 50 Гц – не более 50 кВт.

Среднее время наработки на отказ – не менее 110 ч.

Время включения из холодного состояния – не более 5 мин.

Состав выдаваемой информации.

РЛС 1Л117 выдает азимут, дальность, высоту и производит опознавание целей с помощью наземного приемного оборудования системы активного ответа, входящего в состав РЛС (изделие НРЗ 1Л23-бд). Кроме того, с помощью РЛС можно приблизительно определить состав групповой цели, ее боевой порядок, тип, курс и скорость.

Форма и размеры зоны обнаружения.

Зоной обнаружения называется область воздушно-космического пространства, в пределах которой обеспечивается обнаружение целей, определение их координат и характеристик.

Антенная система РЛС 1Л117 излучает электромагнитную энергию и ведет прием энергии эхо-сигналов в узком секторе по азимуту шириной $1-1,5^\circ$ и в достаточно широком секторе по углу места в пределах от $+20'$ до $+28^\circ$.

Форма зоны обнаружения определяется формой диаграммы направленности антенны (ДНА) РЛС в вертикальной плоскости и характером перемещения антенны в пространстве (рис. 1.1). РЛС 1Л117 осуществляет обзор окружающего пространства вращением антенны вкруговую. Таким образом, пределы обзора по азимуту у РЛС 1Л117 составляют 360° .

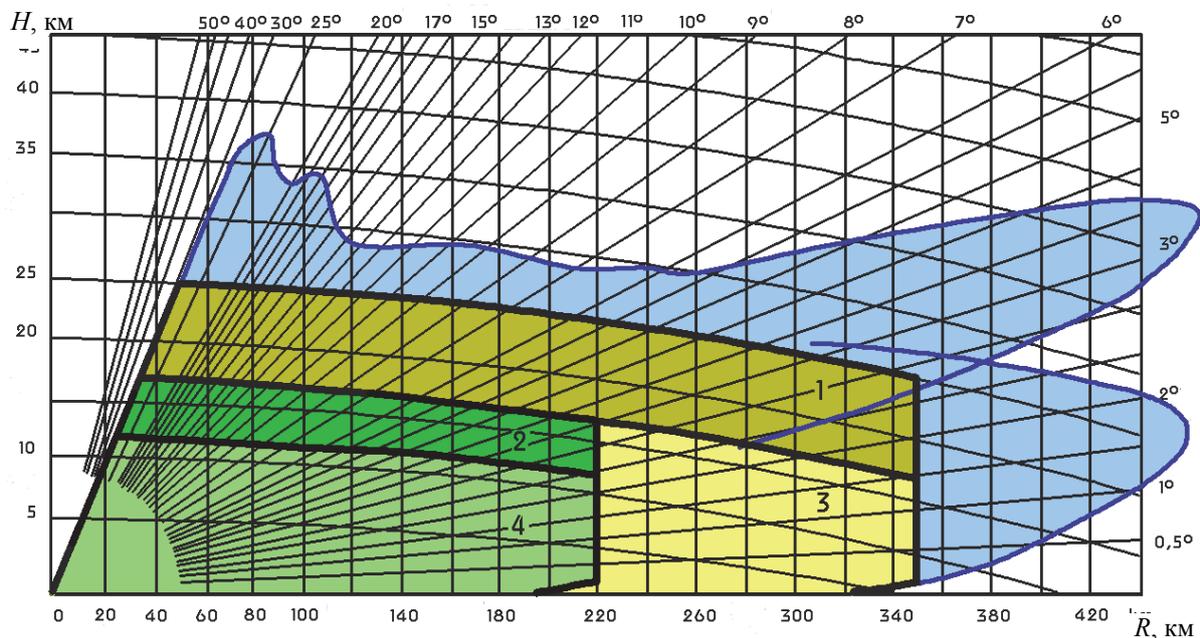


Рис. 1.1. Зоны обнаружения РЛС 1Л117: 1 – зона обнаружения РЛС 1Л117М целей с эффективной площадью рассеяния (ЭПР) 10 м^2 ; $P_0 = 0,8$; $P_{\text{лт}} = 10^{-6}$; 3 – с измерением высоты; 2 – зона обнаружения РЛС 1Л117М целей с ЭПР 2 м^2 ; $P_0 = 0,5$; $P_{\text{лт}} = 10^{-6}$; 4 – с измерением высоты

Пределы обзора по углу места могут быть увеличены за счет использования механизмов наклона нижней и верхней антенн. Фокальную ось нижней антенны можно поднимать и опускать от исходного положения в пределах $\pm 4,5^\circ$, а верхней антенны – поднять до $+4,5^\circ$ и опустить до $-7,75^\circ$ от исходного положения. Радиус «мертвой воронки» (не просматриваемой области пространства над РЛС) равен примерно удвоенной высоте цели.

Максимальная дальность обнаружения целей с эффективной отражающей поверхностью (ЭОП) = 10 м^2 составляет 340 км.

Высота обнаружения – 50–25 000 м.

Максимальный угол места – 28° .

Определение высоты целей – до 17 000 м.

Значения дальности обнаружения целей в зависимости от высоты и режима работы приведены в табл. 1.1.

Таблица 1.1

ЭОП, м^2	Режим		Высота, м				
			50	500	3 000	8 000	12 000–25 000
10	Редкий I, II	Д, км	25	70	160	280	320
1,0	Амплитудный редкий I, II	Д, км		70	160	180	
0,1	Когерентный частый	Д, км		70		130	

Точность определения координат целей.

Для характеристики точности определения координат принята максимальная ошибка в 80 % измерений. Это такая величина ошибки, при которой из 100 измерений 80 не превышают данной величины.

Чем точнее будут выданы координаты целей, тем успешнее будет обеспечено наведение самолетов-перехватчиков на цель.

Разрешающая способность.

Под разрешающей способностью понимают способность РЛС раздельно наблюдать сигналы от близкорасположенных друг к другу целей.

Разрешающей способностью по дальности называется наименьшее расстояние между двумя целями, находящимися на одном и том же азимуте и угле места, при котором их отметки раздельно наблюдаются на экране индикатора.

Разрешающая способность по дальности тем лучше (выше), чем меньше длительность зондирующего импульса РЛС, чем крупнее масштаб по дистанции на индикаторе, чем больше диаметр экрана и выше качество фокусировки изображения на индикаторе.

Разрешающей способностью по азимуту называется тот наименьший азимутальный угол между двумя целями, находящимися на одинаковом расстоянии от РЛС, при котором они раздельно наблюдаются на экране индикатора. Она тем выше, чем уже ДНА в горизонтальной плоскости, чем крупнее масштаб по азимуту, чем больше размер экрана индикатора и чем качественнее фокусировка электронного луча индикатора.

Высокие разрешающие способности РЛС 1Л117 позволяют оператору весьма точно определять состав и боевой порядок групповых целей, своевременно фиксировать разделение целей, пуск крылатых ракет, что, в свою очередь, предоставляет возможность командованию более точно оценить воздушную обстановку и принять решение на боевые действия.

Дискретность выдачи данных.

Данные о целях (координаты, принадлежность, состав и др.) выдаются оператором через определенные интервалы времени, т. е. дискретно. Эта дискретность определяется скоростью вращения антенны РЛС, количеством целей, находящихся одновременно в зоне обнаружения РЛС, квалификацией оператора.

Скорость вращения антенны РЛС 1Л117 составляет 3 или 6 об/мин. При этом минимально возможный интервал времени между двумя соседними донесениями об одной и той же цели (т. е. дискретность) составляет в первом случае 20 с, во втором – 10 с. Чем меньше дискретность выдачи координат целей, тем точнее определяется маршрут полета и маневр цели, качественнее обеспечивается наведение перехватчиков на цель.

По точности, разрешающей способности и дискретности выдачи координат РЛС 1Л117 можно отнести к РЛС точной информации, удовлетворяющей требованиям наведения истребительной авиации и целеуказания зенитным ракетным войскам (ЗРВ).

Помехозащищенность.

Под помехозащищенностью понимается способность РЛС обнаруживать цели, определять их координаты и характеристики в условиях радиопомех.

Радиопомехи могут быть неорганизованные и организованные, активные и пассивные. Примерами *неорганизованных активных помех* являются промышленные помехи, взаимные помехи при работе нескольких близкорасположенных РЛС. Примерами *неорганизованных пассивных помех* являются засветы экрана индикатора отражениями от местных предметов и облачности.

Организованные помехи создаются противником для противодействия работе РЛС. *Активные помехи* создаются специальными передатчика-

ми помех, а *пассивные* – за счет сброса с самолетов отражателей (например, в виде металлизированных лент – диполей). Наиболее часто из активных помех используются шумовые помехи, оказывающие маскирующее действие. Они вызывают появление на экранах индикаторов РЛС секторов засвета, на фоне которых затруднительно или невозможно обнаружение целей. Размеры и интенсивность засвета тем больше, чем больше мощность передатчика помех, чем меньше расстояние между постановщиком помехи и РЛС, чем шире ДНА РЛС в горизонтальной плоскости и больше уровень боковых ее лепестков.

Противник также использует ОИП, оказывающие на РЛС дезинформирующее действие, так как эти помехи воспроизводятся на экране индикатора в таком же виде, как и эхо-сигналы от целей. При этом затруднительно определить, где истинные, а где ложные цели.

Для защиты от активных шумовых помех (АШП) РЛС имеет следующие средства:

- шесть приемно-передающих каналов, каждый из которых работает на своей частоте в диапазоне 2 700–3 100 МГц;
- возможность выключения каналов и отдельных приемников, забытых помехой;
- возможность наклона нижней и верхней антенн;
- аппаратуру защиты от НИП;
- схему мгновенной автоматической регулировки усиления (МАРУ) в каждом приемном канале;
- схему шумовой автоматической регулировки усиления (ШАРУ);
- возможность определения азимута одиночного постановщика активной шумовой помехи всеми приемными каналами с использованием аппаратуры пеленгации;
- возможность регулировки усиления приемных каналов и яркости изображения для ослабления воздействия помехи.

Однако каждое из перечисленных средств защиты от активных радиопомех не является радикальным и в каждом конкретном случае помеховой обстановки необходимо комплексное использование различных средств защиты.

Для защиты от пассивных радиопомех РЛС 1Л117 имеет следующие средства:

- когерентно-компенсационную систему цифровой селекции движущихся целей (ЦСДЦ) на фоне пассивных помех в каждом приемном канале;
- систему поляризационной селекции целей на фоне отражений от гидрометеоров (капель дождя, тумана, снега);
- схемы МАРУ и дифференцирования в каждом приемном канале.

Дальность обнаружения в когерентном режиме составляет не менее 75 %.

Помехозащищенность радиодальномера от **дипольных пассивных помех** характеризуется предельной линейной плотностью их, при которой еще возможно обнаружение целей с заданной ЭОП на фоне этих помех. Аппаратура ЦСДЦ РЛС обеспечивает обнаружение и определение координат бомбардировщика при линейной плотности помехи до 0,6 стандартной пачки на 100 м пути. Ослабление отражений от местных предметов с помощью аппаратуры ЦСДЦ находится в пределах 32–100 раз. Ослабление отражений от облачности и снега при использовании поляризационной селекции – в пределах 10–25 раз.

Для обнаружения целей на фоне помех в РЛС применяется различная аппаратура, которая снижает уровень мешающих сигналов. Для этого необходимо правильно выбрать сигналы, которые будут отображаться на экране ИКО. Они определяются выключателями на ПКВ – 1. С помощью выключателей ПКВ можно подключить сигналы для отображения с выходов различных устройств обработки эхо-сигналов:

ЭХО-НОРМИР нижних или верхних антенн – верхнее положение включено, нижнее положение – выключено (производится подключение сигналов, прошедших обработку в схеме стабилизации уровня ложных тревог (СУЛТ)). Для обнаружения целей на фоне АШП целесообразно использовать когерентный режим нормированный);

ЭХО-КОГЕР нижних или верхних антенн – верхнее положение включен нормированный сигнал, нижнее положение – аналоговый сигнал (производится подключение сигналов, прошедших обработку в ЦСДЦ);

ЭХО-АМПЛ нижних или верхних антенн – верхнее положение включен аналоговый сигнал, а при включении тумблера НОРМИР включается нормированный сигнал, нижнее положение выключает сигнал (подключаются сигналы с выхода амплитудного детектора);

КАРТА ПОМЕХ нижних или верхних антенн – включает на отображение на ИКО эхо-сигналов с выхода устройства межобзорной обработки (производится подключение сигналов, прошедших обработку в устройстве межобзорной обработки, и применяется, как правило, в амплитудном режиме по защите от местных предметов).

Умело используя имеющиеся средства и способы защиты РЛС от активных и пассивных помех, можно обеспечить обнаружение и проводку целей в условиях применения противником радиопомех.

Мобильность.

Мобильность РЛС определяется возможностью перебазирования его на новую позицию, условиями транспортирования, сроками развертывания (свертывания) и подготовки к боевой работе.

РЛС 1Л117 является подвижным и состоит из шести транспортных единиц. Машина № 2 (индикаторная) смонтирована на автомобиле ЗИЛ-131 и может транспортировать машину № 6. Для транспортирования машины № 1 используется тягач КрАЗ-255Б, для оставшихся прицепов (машин № 3, 4, 5) и контейнеров привлекаются транспортные средства автомобильной службы части. Допустимая скорость транспортирования по шоссе составляет до 35 км/ч. Для перевозки по железной дороге требуется восемь двухосных платформ.

Время развертывания и свертывания РЛС на подготовленной позиции не должно превышать 8 ч, время включения – 7 мин, а экстренного включения – 4–5 мин.

Живучесть.

Живучестью называется возможность вести боевую работу в условиях различных поражающих воздействий со стороны противника. В частности, она характеризуется радиусом поражения машин и устройств РЛС, развернутых на открытой местности, от воздействия ударной волны, вызванной ядерным взрывом. Этот радиус тем больше, чем больше тротиловый эквивалент ядерного взрыва. Например, при тротиловом эквиваленте взрыва, равном 10 000 т, радиус поражения составит 2,2 км, при 100 000 т – 5 км, при 1 000 000 т – 10 км.

Основным способом повышения живучести является всестороннее инженерное оборудование позиций: укрытия для техники и личного состава, кабельного хозяйства, маскировка и оборудование ложных позиций.

Для нанесения удара по позициям РЛС вероятный противник использует противорадиолокационные ракеты (ПРЛР).

Для защиты от ПРЛР на РЛС 1Л117 используется аппаратура специальных режимов, позволяющая обеспечить следующие режимы излучения:

- М (мерцание), при котором циклы излучения чередуются с циклами отсутствия излучения (паузами);
- С (секторный), при котором излучение происходит лишь в выбранном азимутальном секторе шириной от 30 до 330°;
- С, М (секторный с мерцанием), являющийся сочетанием режимов М и С;
- ПОЗ (периодический сдвиг фазы зондирующих импульсов), при котором меняется период повторения зондирующих импульсов.

Время развертывания (свертывания) составляет не более 8 ч.

В целом требования к позиции определяются требованиями к позиции РЛС сантиметрового диапазона.

Подготовка позиции к развертыванию РЛС заключается в сооружении горки для машины № 1 и укрытий для машин № 2, 3, 4 и боевых расчетов.

Наилучшей позицией для реализации боевых возможностей РЛС является горизонтальная площадка размером 60×60 м с углами закрытия $\leq 6'$.

Отдельно растущие деревья на расстоянии > 100 м и кустарники на формирование ДНА существенного влияния не оказывают.

При размещении РЛС на высоких обрывах в ДНА в вертикальной плоскости могут появляться провалы.

При размещении РЛС на позиции, имеющей подъемы в отдельных секторах, дальность обнаружения снижается на 5–7 % при подъеме в 1° .

Надежность.

Под надежностью РЛС понимается свойство изделия сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования.

Важность такого свойства как надежность обуславливается, прежде всего, тем, что она в значительной степени определяет эффективность применения техники по назначению.

Требуемая надежность техники обеспечивается комплексом конструктивно-технологических и эксплуатационных мероприятий на всех стадиях жизненного цикла.

Надежность является комплексным свойством, которое в зависимости от назначения объекта и условий его применения может включать: безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость или определенные сочетания этих свойств

Под *комплексностью надежности* понимается неограниченный набор свойств техники, влияющих на ее надежность: безотказность, ремонтпригодность, сохраняемость, долговечность и др.

В зависимости от назначения технического устройства (образец в целом или его составная часть) и условий его эксплуатации надежность может включать все показатели надежности или часть из них.

Наработка на отказ РЛС 1Л117 составляет 100 ч.

Выносной индикаторный пост – ВИП-117 обеспечивает:

- прием информации от радиолокационной позиции в составе РЛС 1Л117 и НРЗ;
- первичную обработку РЛИ по двум каналам РЛС: каналу наземного радиолокационного запросчика (НРЗ) и метеоканалу;
- вторичную обработку РЛИ с формированием трассовой информации (до 200 трасс) с отождествлением информации по каналам РЛС и НРЗ;
- оперативный ввод графической информации;
- документирование трассовой информации непрерывно в течение не менее трех суток. Возможно документирование первичной РЛИ, при

этом время документирования уменьшается при увеличении поступающей информации;

- воспроизведение ранее записанной информации с произвольного момента времени (и в ускоренном режиме);
- отображение:
 - картографической и метеорологической информации;
 - отметок целей в псевдоаналоговом виде со следами послесвечения или в режиме «синтетика»;
 - трасс целей с формулярами;
 - помех;
 - векторов экстраполяции;
 - метеоинформации;
 - масштабных отметок;
 - оконного меню и маркера;
- вычисление и отображение предполагаемого местонахождения воздушного объекта через заданное время;
- вычисление, обработку и отображение статистической информации во время полета, выбранного оператором воздушного объекта (ВО);
- измерение расстояния между любыми типами объектов, курса и времени полета до заданной точки для ВО;
- передачу обработанной или всей информации через модем по 2-проводной линии связи на выносные рабочие места оператора (РМО), находящиеся на расстоянии до 1 км от пункта съема информации (ПСИ), и/или по локальной вычислительной сети, находящейся на расстоянии до 150 м;
- привлечение внимания оператора с использованием звуковой и цветовой сигнализации к ситуациям, требующим его внимания.

Технические характеристики РЛС 1Л117.

Боевые возможности РЛС определяются техническими характеристиками (параметрами) ее систем и устройств. Основными из них являются следующие:

- импульсная мощность передатчика каждого из пяти каналов – не менее 700 кВт;
- режимы запусков: РЕДКИЙ-I, при котором период повторения соответствует дальности 400 км; РЕДКИЙ-II, при котором период повторения соответствует дальности 450 км; ЧАСТЫЙ-I и ЧАСТЫЙ-II, при которых период повторения является переменным и соответствует дальностям 210 и 190 км поочередно;
- коэффициент шума приемных устройств – не более 5;
- источник электропитания (переменное трехфазное напряжение 220 В 50 Гц и 400 Гц мощностью по цепям 50 Гц – не более 50 кВт, по цепям 400 Гц – не более 25 кВт).

Метеоусловия, необходимые для нормальной работы РЛС 1Л117:

- температура окружающего воздуха от –40 до +50 °С;
- относительная влажность воздуха до 95 % при температуре +20 °С;
- допустимая скорость ветра до 25 м/с;
- высота над уровнем моря не более 1 000 м.

1.3. Состав РЛС 1Л117

В состав РЛС входят следующие транспортные единицы:

- машина № 1: кабина 636 А с приемо-передающей аппаратурой на платформе 52-У-415М;
- машина № 2: автомобиль ЗИЛ-131Н с аппаратурой управления, хронизации, обработки, отображения и передачи РЛИ;
- машины № 3, 4: электростанция 1Э9М2;
- машины № 5А и 6: – прицеп к грузовому автомобилю 83412-0000010 (2 шт.) для транспортировки антенных устройств, запасных инструментов и принадлежностей (ЗИП) и другого вспомогательного оборудования РЛС.

На внештатных транспортных единицах и контейнерах в специальных ящиках транспортируется запасное имущество.

Аппаратура РЛС размещена в специальных брызгозащищенных кузовах, обеспечивающих нормальную работу всех систем и агрегатов в условиях дождя и снега, на транспортных единицах, обеспечивающих транспортирование по дорогам с грунтовым и булыжным покрытием. Для уменьшения ударных нагрузок при транспортировании аппаратура устанавливается на амортизаторах.

Общий вид машины № 1 в походном положении показан на рис. 1.2, схема размещения аппаратуры – на рис. 1.3.

На платформе типа 52-У-415М смонтирована поворотная кабина 636А, на которой устанавливается:

- антенно-волноводная система;
- 6 шкафов передающей аппаратуры сантиметрового диапазона ПС-5 с приемниками сантиметрового диапазона 394ПУ01;
- шкаф управления и автоматики ШУ-6-01М;
- шкаф с аппаратурой ЦСДЦ 39КО2П;
- токосъемник ТК-03/2;
- блок главных датчиков 394РД01М;
- блок ТУ-ТС 39ЮУ51;
- НРЗ 1Л23-6д;
- электропривод вращения кабины;

- блок 394БН07;
- блок контроля 394БК03;
- вспомогательное оборудование (кабельные коробки вентиляторов, аккумуляторов, плафоны освещения и др.).



Рис. 1.2. Машина № 1. Общий вид

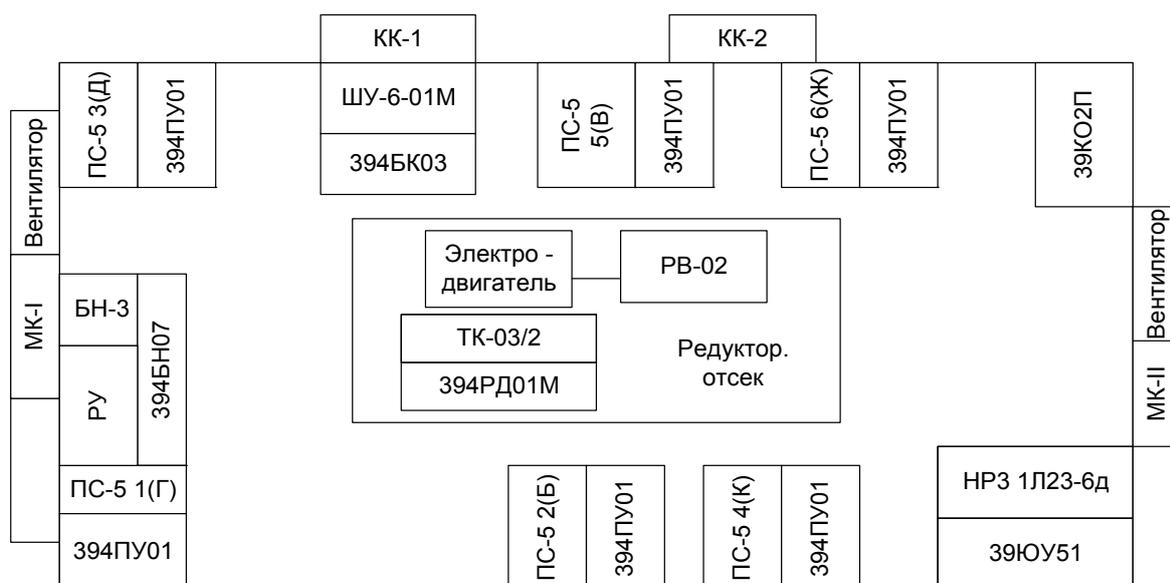


Рис. 1.3. Схема размещения аппаратуры в машине № 1



Рис. 1.4. Машина № 2. Общий вид

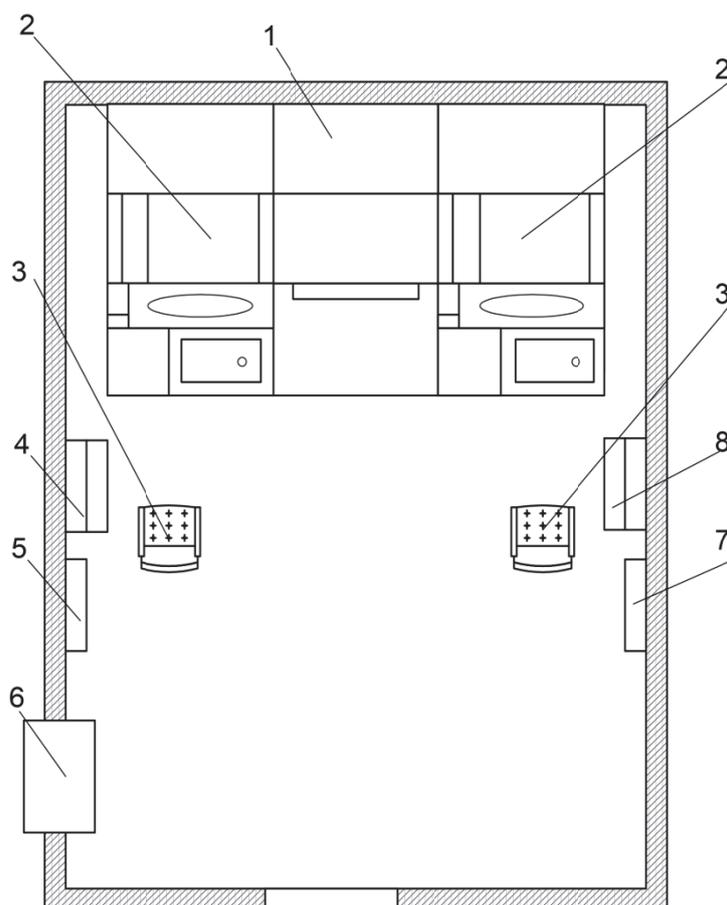


Рис. 1.5. Схема размещения аппаратуры в машине № 2:
1 – шкаф 395УА01М; 2 – шкаф 395РР01; 3 – кресло оператора; 4 – щит РЦ-3У-4М-Р; 5 – блок 394БН06; 6 – кондиционер; 7 – кабельная коробка 39ЯШ54-Р; 8 – щит РЦ-4У-2-Р

Общий вид машины № 2 показан на рис. 1.4, схема размещения аппаратуры – на рис. 1.5.

В кузове машины КУНГ-1, смонтированном на шасси автомобиля ЗИЛ-131Н, установлены:

- шкаф дистанционного управления 395УА01М;
- два одинаковых шкафа рабочего места оператора 395РР01(1) и 395РР01(2) с индикаторами кругового обзора (ИКО);
- распределительный шкаф 394БН06;
- аппаратура связи (пульт ПА, коммутатор П-193, ТА-57);
- вспомогательное оборудование (кабельные коробки, вентиляционно-отопительные устройства, плафоны освещения, контрольно-измерительная аппаратура, ЗИП, кресла операторов, кондиционер и др.).

В кузове машины № 3 и 4 установлены (рис. 1.6):

- две дизель-генераторные установки (ДГУ) типа Д60С-Т400-Р;
- преобразователь ВПЛ-30Д-М1У2;
- трансформатор ТСМЗМ-40-74ОМ;
- распределительный щит питания (РШП);
- баки для горючего;
- отопительная установка;
- аккумуляторные батареи и другое вспомогательное оборудование.



Рис. 1.6. Машина № 3 (№ 4). Общий вид

Машина № 5А – прицеп 2-П5,5 модели ГКБ-817 (рис. 1.7).

На платформе прицепа устанавливаются и крепятся в транспортном положении ящики с имуществом РЛС.

Машина № 6 – прицеп 2-П5,5 модели ГКБ-817 (рис. 1.7).

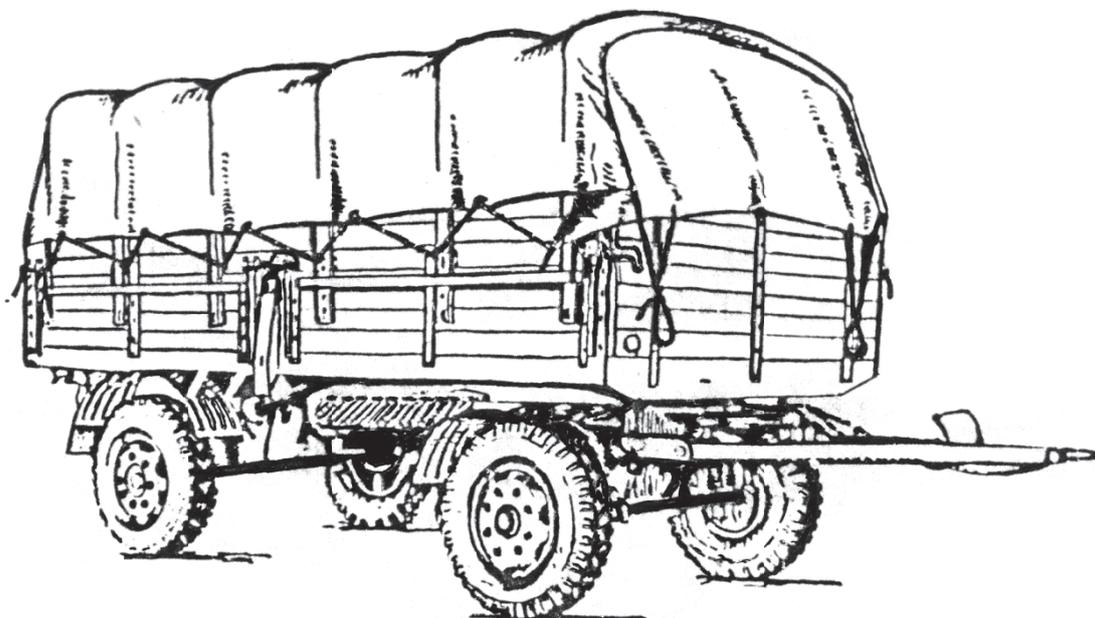


Рис. 1.7. Машина № 5А (№ 6). Общий вид

На платформе прицепа транспортируются:

- контейнер со щитами отражателя;
- центральные и концевые части каркасов отражателей и др.

Состав изделия 1Л117 приведен в табл. 1.2.

Таблица 1.2

Наименование	Индекс	Обозначение (чертежный номер)	Кол. шт.	Место установки
Машина № 1 (приемо-передающая), в нее входят:	М1	ЦИВР.464727.007	1	
Облучатель нижний	395ВВ01М	ЦИВР.468587.006	1	Машина № 1
Облучатель верхний	395ВВ02М	ЦИВР.468587.007	1	то же
Шкаф передатчика	ПС-5-Г (Б, В, Д, Ж, К)	ЦИВР.464223.001-01/05	6	«
Антенный переключатель	АПС-Б2 (В2, Г2)	ЦИВР.468341.014-01/02	3	«
	АПС-Д2 (Ж2, К2)	ЦИВР.468341.013-01/02	3	

Наименование	Индекс	Обозначение (чертежный номер)	Кол. шт	Место установки
Волноводно-коаксиальный переход	ВКП	ЦИВР.468564.015	6	«
Гибкое сочленение	СГС	ЯБ2.060.904/905	6	«
Блок	394ПУ01	ЦИВР.464339.001	6	Машина № 1
Блок	174УВ01Л	ЦИВР.468714.023-02	6	то же
Блок	174ПС01Л	ЦИВР.469646.002	6	
Блок ТУ-ТС	39ЮУ51	ЦИВР.465615.001	1	«
НРЗ	НРЗ 1Л23-6д	ЦИВР.468916.013	1	«
Извещатель пожара	ИП-212	Дв2.402.013 ПС ТУ951856-89	1	«
Сигнализатор открывания дверей	СОД	ЯБ2.000.129	1	«
Шкаф управления	ШУ-6-01М	ЦИВР.468361.006	1	«
Шкаф с аппаратурой СДЦ	39КО2П	ЦИВР.468812.005	1	«
Блок главных датчиков	394РД01М	ЦИВР.421254.001-01	1	«
Механизм качания	МК-I	ЕА4.039.005	1	«
Блок	394БН07	ЦИВР.436748.007	1	«
Блок контроля	394БК03	ЦИВР.468162.001	1	«
Механизм качания	МК-II	ЦИВР.303191.002	1	«
Блок нагрузок	БН-3	ЦИВР.469333.001	1	«
Токоъемник	ТК-03/2	ЦИВР.468556.003	1	«
Машина № 2, в нее входят:	М2	ЦИВР.462418.009	1	«
Шкаф дистанционного управления	395УА01М	ЦИВР.468361.008-01	1	Машина № 2
Шкаф РМО	395РР01(1) 395РР01(2)	ЦИВР.467814.002 ЦИВР.467814.002	1 1	то же
Распределительная коробка	РК	ЕА3.622.180	1	«
Распределительный щит	РЩ-3У-4М-Р	ЦИВР.468359.001	1	«
Распределительный щит	РЩ-4М-2-Р	ЦИВР.468359.002	1	«
Распределительный щит питания, освещения и вентиляции	394БН06	ЦИВР.436728.003	1	«
Кабельная коробка сопряжения с НРЗ 1Л23-6д	39ЯШ54-Р	ЦИВР.468359.003	1	«

Наименование	Индекс	Обозначение (чертежный номер)	Кол. шт	Место установки
Машина № 3 (электростанция)	1Э9М2	ЦИВР.561852.002-01	1	
Машина № 5А (монтажный комплект)	М5А	ЯБ4.050.023 ЦИВР.304319.002	1 1	
Машина № 6	М6	ЯБ4.050.023	1	
Выносной индикаторный пост, в который входят:	ВИП-117	ЦИВР.468362.008	1	
шкаф ПСИ	175ЦЦ01	ЦИВР.467814.012	1	
панель		ЦИВР.301413.135	1	
РМО	РМО 175ЦЦ02	ЦИВР.467814.013	2	

1.4. Устройство и работа аппаратуры РЛС

В состав РЛС входит следующая аппаратура:

- антенные устройства;
- передающая аппаратура сантиметрового диапазона;
- приемная аппаратура сантиметрового диапазона;
- аппаратура опознавания НРЗ 1Л23-6д;
- аппаратура управления и сопряжения с изделием НРЗ 1Л23-6д;
- аппаратура телеуправления и телесигнализации ТУ-ТС;
- аппаратура ЦСДЦ;
- аппаратура хронизации;
- индикаторная аппаратура;
- аппаратура первичной и вторичной обработки;
- аппаратура электропитания напряжением 220 В 50 Гц, 220 В 400 Гц;
- контрольно-измерительная аппаратура.

Антенные устройства предназначены для излучения и приема высокочастотной энергии в сантиметровом и дециметровом диапазоне волн. В состав антенных устройств входят два параболических отражателя с облучателями.

Передающая аппаратура предназначена для формирования высокочастотных импульсных колебаний сантиметрового диапазона.

В состав передающей аппаратуры входят 6 шкафов ПС-5 каналов 1(Г), 2(Б), 3(Д), 4(К), 5(В), 6(Ж).

В качестве генератора высокочастотных колебаний используется резонаторный магнетрон типа МИ-446 (МИ-503).

Приемная аппаратура сантиметрового диапазона предназначена для усиления и преобразования принятых антенной отраженных высокочастотных эхо-сигналов.

В состав приемной аппаратуры входят шесть блоков З94ПУ01, в которых осуществляется амплитудная и когерентная обработка эхо-сигналов.

Аппаратура опознавания НРЗ 1Л23-6д предназначена для определения государственной принадлежности воздушных целей.

Аппаратура управления и сопряжения обеспечивает совместную работу РЛС с изделием НРЗ 1Л23-6д.

Аппаратура телеуправления и телесигнализации (ТУ-ТС) предназначена для уплотнения команд управления и сигнализации исполнения команд дистанционного управления аппаратуры приемо-передающей кабины (ППК).

Аппаратура ЦСДЦ предназначена для выделения эхо-сигналов, отраженных от подвижных целей, и подавления эхо-сигналов, отраженных от неподвижных предметов (организованные помехи, отражения от местных предметов и др.).

Аппаратура хронизации предназначена для синхронного запуска приемо-передающей, индикаторной аппаратуры, аппаратуры опознавания, аппаратуры первичной и вторичной обработки.

Индикаторная аппаратура РЛС предназначена для отображения воздушной обстановки в системе координат «азимут – наклонная дальность».

Аппаратура первичной и вторичной обработки предназначена для определения координат обнаруженных воздушных целей и сопряжения выбранных оператором целей с отображением их координатной информации (азимут, дальность и высота) на информационном табло.

Для первичной и вторичной обработки радиолокационной информации РЛС 1Л117, передачи ее по узкополосной (телефонной) линии связи и отображения на цветных мониторах высокого разрешения с целью обеспечения контроля воздушного пространства в зоне обзора и решения ряда других задач, связанных с управлением воздушным движением, предназначена аппаратура ВИП-117.

Аппаратура электропитания напряжением РЛС производится от электростанции 1Э9М2 или от промышленной трехфазной сети 220 В 50 Гц.

Напряжение 220 В 50 Гц подается для питания индикаторной аппаратуры, аппаратуры ВИП-117 и вспомогательных устройств.

Питание аппаратуры ЦСДЦ, модуляторов, передатчиков сантиметрового диапазона и приемных устройств производится напряжением 220 В 400 Гц от преобразователя ВПЛ1-30Д-М1У2. Преобразователь ВПЛ-30Д-М1У2 питается напряжением 380 В 50 Гц и находится в составе электростанции.

Для удобства изучения устройства и работы РЛС целесообразно по отдельности рассматривать функциональные схемы машины № 1, машины № 2, комплекта аппаратуры ВИП-117, а в функциональных схемах выделить следующие основные системы, тракты прохождения сигналов и устройства:

по машине № 1:

- система электропитания;
- передающая система сантиметрового диапазона;
- приемная система сантиметрового диапазона;
- аппаратура опознавания;
- аппаратура синхронной передачи угла вращения;
- система вращения кабины;
- тракт хронизации;
- тракт эхо-сигналов и аппаратура обработки;

по машине № 2:

- система электропитания;
- система синхронизации;
- тракт эхо-сигналов и аппаратуры обработки;
- тракт опознавания и аппаратура сопряжения с НРЗ 1Л23-6д;
- индикаторная аппаратура;
- аппаратура первичной и вторичной обработки;
- аппаратура синхронной передачи угла вращения;
- система управления и контроля;
- аппаратура сопряжения с изделием 1РЛ14;
- тракт азимутальных и масштабных отметок.

Для синхронизации аппаратуры машины № 1 от машины № 2 поступают импульсы запуска ЗАП160-1, ЗАП1-Р и ЗАП1-Ч. Импульсы ЗАП160-1, опережающие импульсы ЗАП1-Р и ЗАП1-Ч на 162 ± 10 мкс, используются для НРЗ 1Л23-6д. Импульсы ЗАП1-Р и ЗАП1-Ч используются для синхронизации приемо-передающей аппаратуры и аппаратуры ЦСДЦ.

При дистанционном включении машины № 1 импульсы запуска ЗАП1-Р и ЗАП1-Ч поступают из машины № 2 через кабельную коробку КК-2 и токосъемник ТК-03/2 в шкаф ШУ-6-01М на ячейку Д2ГГ7, с выхода которой они (уровнем ТТЛ) поступают далее на ячейку Д2ГП7 шкафа обработки сигналов 39КО2П (ЦСДЦ). На выходе ячейки Д2ГП7 формируются импульсы запуска, передний фронт которых совпадает с тактовыми импульсами шкафа 39КО2П. Эти импульсы снова поступают на ячейку Д2ГГ7 шкафа ШУ-6-01М, где преобразуются в уровень 25 В и далее поступают последовательно по двум цепям на ячейки Д2ГП018 каждого приемо-передающего канала. С выхода 6-го канала 25 В импульсы запуска поступают в шкаф ШУ-6-01М на согласованную нагрузку.

При местном включении машины № 1 по команде со шкафа МЕСТ/ДИСТ ШУ-6-01М отключаются внешние импульсы запуска ЗАП1-Р, ЗАП1-Ч, ЗАП160-1 и подключается схема формирования местных запусков ячейки Д2ГГ7.

Переключение режима работ приемо-передающей аппаратуры (ППА) и ЦСДЦ осуществляется 4-разрядным кодом (команда Р-Р), поступающим при дистанционном включении через шкаф ШУ-6-01М на ячейки Д2ГП018 каждого приемо-передающего канала и ячейку Д2ГП7 ЦСДЦ. Первый разряд управляет работой ППС первого канала, второй разряд – ППС второго и третьего каналов, третий разряд – ППС четвертого канала, четвертый разряд – ППС пятого и шестого каналов. При этом возможны три режима работы каналов:

- Р1 – режим редкого запуска для лучей 1 и 2 с фиксированной частотой повторения, устанавливаемой оператором в диапазоне 300–375 Гц;
- Р2 – режим редкого запуска для лучей 1 и 2 с шестипериодной вобуляцией;
- Ч – режим частого запуска для лучей 1 и 2 с 18-периодной вобуляцией.

При местном управлении все приемо-передающие каналы и ЦСДЦ работают в режиме ЧАСТЫЙ либо в режиме РЕДКИЙ в зависимости от команды Р-Р, поступающей со шкафа ШУ-6-01М.

Команда Р-Р уровнем 27 В со шкафа ШУ-6-01М поступает на вход ячеек управления Д2ГП018 шести каналов ППС, объединенных в две группы.

Ячейка управления разрешает работу канала ППС в частом или редком запуске, коммутируя импульсы запуска ЗАП1-Р или ЗАП1-Ч и выдавая команду переключения режима работ на передатчик и приемник.

Со шкафа ШУ-6-01М команда Р-Р двухразрядным кодом выдается на блок З9БН01 для формирования определенного уровня опорного напряжения и напряжения обратной связи, поступающих после коммутации в шкаф ШУ-6-01М на вход ПС-5.

Для управления режимами работы ЦСДЦ поступающая 4-разрядным кодом со шкафа ШУ-6-01М команда Р-Р ограничивается в ячейке местных запусков до уровня транзисторно-тиристорной логики (ТТЛ).

Передающая система сантиметрового диапазона состоит из шести передатчиков ПС-5 каналов 1, 2, 3, 4, 5, 6 с литерами Г, Б, Д, К, В, Ж и волноводных трактов.

Передатчики ПС-5 отличаются одни от другого частотой генерируемого сигнала. Поэтому на функциональной схеме подробно раскрыт только передающий тракт первого канала Г, по которому и будет вестись дальнейшее описание.

Напряжение 220 В 400 Гц от ВПЛ-30Д-М1У2 поступает на блок 39БВ01, высоковольтный выпрямитель шкафа ПС-5, вырабатывающий постоянное напряжение положительной полярности порядка 12–14 кВ. Это напряжение подается на формирующую линию, предназначенную для формирования модулирующих импульсов напряжения приблизительно трапецеидальной формы.

Импульсы запуска ЗАП1-Р (при работе канала в режиме редкого запуска) или ЗАП1-Ч (при работе канала в режиме частого запуска) с ячейки управления поступают на тиратронный блок ТС-3М, где они после усиления подаются на импульсный тиратрон ТГИЗ-500/16, являющийся коммутирующим элементом. При поджиге тиратрона формирующая линия разряжается через импульсный трансформатор, который обеспечивает согласование волнового сопротивления линии с сопротивлением магнетрона, а также повышает напряжение модулирующих импульсов, подаваемых на катод магнетрона.

Для работы системы регулировки и стабилизации токов магнетронов с блока 39БН01 через схему управления шкафа ШУ-6-01М на блок ТС-3М поступает опорное напряжение и постоянная составляющая напряжения обратной связи. При дистанционном управлении опорное напряжение устанавливается с панели дистанционного управления 394ЮП01 машины № 2, а при местном управлении – со шкафа ШУ-6-01М. Постоянная составляющая напряжения обратной связи складывается с зарядным напряжением модулятора шкафа ПС-5 и сравнивается с опорным напряжением. При этом в результате сравнения устанавливается определенная величина высокого напряжения блока 39БВ01, а следовательно, и тока магнетрона.

Магнетронный генератор, включающий в себя импульсный магнетрон МИ-503 (МИ-446) и систему постоянных магнитов, является источником высокочастотных колебаний, передаваемых по волноводному тракту в антенну.

Переключение режима работы передатчика РЕДКИЙ, ЧАСТЫЙ происходит по команде Р-Ч, поступающей со шкафа ШУ-6-01М на высоковольтный выключатель (ВВ-20).

При работе ПС-5 в режиме РЕДКИЙ включены 16 звеньев формирующей линии, при работе в режиме ЧАСТЫЙ – 6 звеньев.

Все шесть передатчиков связаны с блоком нагрузок БН-3, который предназначен для рассеивания энергии, запасенной в магнитном поле зарядных дросселей модуляторов.

Передача высокочастотной энергии от магнетронного генератора осуществляется через антенный переключатель сигналов (АПС), который обеспечивает возможность работы каждого из высокочастотных трактов как на передачу, так и на прием.

В режиме передачи осуществляется передача энергии от магнетрона к антенне и защита приемного тракта от высокого уровня мощности.

Высокочастотная энергия передатчиков каналов 1, 2 и 3, образуя луч 1, излучается через нижний облучатель 395ВВ01М и нижний отражатель в эфир. Энергия передатчиков каналов 4, 5 и 6, образуя луч 2, излучается через верхний облучатель 395ВВ02М и верхний отражатель. Нижняя антенная система используется также для работы НРЗ 1Л23-бд, для чего на нижнем облучателе 395ВВ01М размещены вибраторные устройства ШДи VID, а на нижнем зеркале установлена антенна подавления боковых лепестков.

Приемная система сантиметрового диапазона РЛС состоит из приемных устройств шести каналов Г, Б, Д, К, Ж, В, отличающихся друг от друга в основном частотами местных гетеродинов. Поэтому на функциональной схеме подробно раскрыто только приемное устройство первого канала, по которому и будет вестись дальнейшее описание.

Приемное устройство каждого канала выполнено по супергетеродинной схеме с однократным преобразованием частоты, автоматической подстройкой частоты (АПЧ) местного гетеродина и обеспечивает работу с амплитудной и когерентной обработкой эхо-сигналов.

Эхо-сигналы, принятые антенной, через переключатель АПС, работающий на прием, волноводно-коаксиальный переход (ВКП) и защитное устройство поступают на усилитель высокой частоты (УВЧ).

Усиленные высокочастотные сигналы подаются на преселектор и далее на балансный смеситель сигнала, расположенные в блоке 174ПС01Л.

Преселектор, обеспечивает необходимую избирательность по зеркальному каналу. В смесителе сигнала происходит преобразование высокочастотных эхо-сигналов в сигналы промежуточной частоты и их предварительное усиление. К смесителю сигнала подводится также сигнал от местного гетеродина, работающего в режиме непрерывных колебаний.

После предварительного усиления на промежуточной частоте эхо-сигналы поступают для усиления и дальнейшей обработки в ячейки Д2УР038, Д2ГС017 приемника сантиметрового канала (блок 394ПУ01).

В ячейке Д2УР038 осуществляется усиление на промежуточной частоте и амплитудное детектирование эхо-сигналов.

Для работы схемы ШАРУ на ячейку Д2УР038 подаются импульсы ШАРУ, вырабатываемые в ячейке Д2ГП018.

Для бланкирования входа УВЧ во время работы схемы ШАРУ приемного устройства и на время зондированного импульса на УВЧ подаются импульсы БЛАНК, совпадающие по времени с импульсами ШАРУ и импульсами запуска.

В ячейке Д2ГС017 обеспечивается когерентная обработка эхо-сигналов на промежуточной частоте.

Приемное устройство каждого канала имеет систему АПЧ местного гетеродина. Система АПЧ – система дискретного действия.

Входными сигналами АПЧ являются зондирующие импульсы передатчика и сигналы гетеродина, которые поступают в смеситель АПЧ, расположенный в блоке 174ПС01Л, где преобразуются в импульсы с частотой заполнения, близкой к промежуточной. В ячейке Д2ХК149 эти импульсы воздействуют на частотный детектор (дискриминатор), выделяющий, в зависимости от расстройки частоты, сигналы, обеспечивающие подстройку частоты местного гетеродина.

Для повышения стабильности работы системы АПЧ при редком и частом запуске на схему стробирования ячейки Д2ХК149 подаются импульсы малой длительности, совпадающие по времени с импульсами запуска.

С выхода блоков 394ПУ01 каждого канала амплитудные видеосигналы и когерентные сигналы на промежуточной частоте поступают на аппаратуру ЦСДЦ (шкаф 39КО2П).

Аппаратура ЦСДЦ обеспечивает подавление эхо-сигналов от неподвижных объектов в когерентных трактах и подавление НИП в амплитудных и когерентных трактах сантиметровых каналов приемных устройств.

Аппаратура ЦСДЦ состоит из следующих функциональных узлов:

- шести каналов раздельной обработки эхо-сигналов;
- устройства синхронизации и управляемого объединителя каналов;
- видеоусилителя;
- устройства формирования контрольного эхо-сигнала.

На вход каждого канала обработки с соответствующего приемного устройства 394ПУ01 подаются когерентные эхо-сигналы и опорное напряжение на промежуточной частоте, а также видеосигналы амплитудных каналов приемных устройств.

Амплитудные эхо-сигналы (эхо-амплитудные – ЭА) каждого канала поступают на ячейку НИП Д2ХК26М, где происходит бланкирование НИП, и на ячейку Д2ХК27М. С выхода ячейки Д2ХК26М амплитудные сигналы каждого канала ЭА1-ЭА6 подаются на вход объединителя эхо-сигналов (ячейка Д2УП17). Ячейка Д2ХК26М вырабатывает также импульсы бланка для бланкирования НИП когерентных трактов. Когерентные эхо-сигналы на промежуточной частоте подаются на фазовые детекторы ячейки Д2ДФ10.

В тракте когерентной обработки осуществляется двухканальное детектирование сигналов, разделение дальности на дискреты, преобразование амплитуды сигнала в цифровой код в каждом дискрете дальности, череспериодное вычитание, объединение каналов и преобразование кода в аналоговый сигнал.

С выхода тракта когерентные аналоговые эхо-сигналы ЭКА1-ЭКА6 поступают на вход объединителя эхо-сигналов Д2УП17. Объединение когерентных и амплитудных эхо-сигналов осуществляется по лучу Л1 (каналы Г, Б, Д) и лучу 2 (каналы К, В, Ж). С выхода объединителя и усилителя эхо-сигналов амплитудные сигналы ЭАЛ1 и ЭАЛ2, а также когерентные ЭКАЛ1 и ЭКАЛ2 через токосъемник и кабельную коробку КК2 поступают на машину № 2.

В ячейке Д2ХК27М происходит объединение с разделением по дистанции амплитудных эхо-сигналов ЭА шести каналов и оформление сигнала Э_{контр}, который через токосъемник поступает на машину № 2.

Выходные сигналы аппаратуры опознавания ОО, ГО, ИО, Б поступают на блок 39ЮУ51, где осуществляется их уплотнение по амплитуде и длительности. Выходной сигнал опознавания ОП-64 через токосъемник и кабельную коробку поступает на машину № 2.

Команды управления и сигналы контроля аппаратуры НРЗ 1Л23-6д уплотняются блоком ТУ-ТС 39ЮУ51 и через токосъемник ТК-03/2 поступают на машину № 2. Уплотнение производится с целью сокращения количества используемых колец токосъемника.

Для обеспечения синхронной передачи угла вращения в машине № 1 используется блок главных датчиков 394РД01М, который вырабатывает масштабные азимутальные импульсы (МАИ) – 4 096 на один оборот и импульсы СЕВЕР. Указанные импульсы колоколообразной формы через токосъемник ТК-03/2 поступают на машину № 2.

Электропривод машины № 1 предназначен для вращения кабины со скоростью 3 об/мин и 6 об/мин.

В состав электропривода входят: четырехступенчатый редуктор вращения и асинхронный двухскоростной электродвигатель.

Электропитание аппаратуры машины № 2 осуществляется напряжением 220 В 50 Гц.

Синхронизация аппаратуры РЛС и обработка эхо-сигналов в машине № 2 осуществляется блоком 394УФ03, расположенным в шкафу 395УА01М.

Блок вырабатывает следующие сигналы синхронизации:

- ЗАП1-Р, ЗАП1-Ч – для запуска ППА машины № 1;
- ЗАП2 – для запуска аппаратуры ВИП-117;
- ЗАП3-1, ЗАП3-2 – для запуска ИКО 395РР01(1) и 395РР01(2);
- ЗАПВ, Д10-В, ЗАПК, ЗКДП, ЗАП1 РЛС2, ЗАПИ – для внешних систем;
- ЗАП160-1, ЗАП160-2 – для запуска НРЗ 1Л23-6д в машине № 1 и на ВИП-117.

Блок 394УФ03 обеспечивает возможность работы как при внутренней синхронизации, так и при внешней.

При работе РЛС используются следующие частоты повторения импульсов запуска:

Р1 – запуск РЕДКИЙ с основной частотой повторения 375 Гц и возможностью установки одной из шести фиксированных частот в пределах от 300 до 375 Гц;

Р2 – РЕДКИЙ запуск с 6-периодной вобуляцией в пределах от 300 до 375 Гц;

Ч – ЧАСТЫЙ запуск с 18-периодной вобуляцией со средней частотой повторения 1 000 Гц.

В зависимости от команд, поступающих с панели дистанционного управления 394ЮП01, блок по запуску может работать в одном из режимов, приведенных в табл. 1.3.

Таблица 1.3

№ п/п	Режим запуска РЛС	Режим запуска луча Л1 (каналы Г, Д, Б) ЗАП1	Режим запуска луча 2 (каналы К, В, Ж) ЗАП1	Режим запуска индикаторов 395РР01 (1, 2) ЗАПЗ-1 ЗАПЗ-2	Режим запуска ЗАП2
1	Р2-Р2	Р2	Р2	Р2	Р2
2	Ч-Ч	Ч	Ч		
3	Р1-Р1	Р1	Р1	Р1	Р1

Режимы Р2-Р2 и Ч-Ч являются основными режимами работы РЛС, а режим Р1-Р1 – дополнительным.

На распределительный щит РЦ-3У-4М-Р машины № 2 с машины № 1 поступают эхо-сигналы в аналоговом виде:

ЭАЛ1 – амплитудный эхо-сигнал луча 1;

ЭАЛ2 – амплитудный эхо-сигнал луча 2;

ЭКАЛ1 – когерентный эхо-сигнал луча 1;

ЭКАЛ2 – когерентный эхо-сигнал луча 2;

и нормированные эхо-сигналы:

ЭКНЛ1 – когерентный эхо-сигнал луча 1;

ЭКНЛ2 – когерентный эхо-сигнал луча 2.

Амплитудные эхо-сигналы поступают на блок 394УФ03, где производится их критериальная обработка. Суть обработки состоит в том, что эхо-сигналы интегрируются в нескольких (от 1 до 6) предыдущих дискретах дальности и в зависимости от уровня проинтегрированного сигнала формируются пороговые уровни, по которым производится автоматическая обработка эхо-сигналов. Выбор критерия от 1 из 6 до 6 из 6 задается с панели блока 394УФ03. Таким образом, на выходе устройства образуются эхо-сигналы ЭАНСЛ1 и ЭАНСЛ2 (эхо-сигналы амплитудные, нормированные, стабилизированные).

Кроме указанной обработки амплитудных эхо-сигналов, по команде с панели дистанционного управления 394ЮП01 может быть дополнительно включено формирование комплексного эхо-сигнала с бланкированием остатков помех в эхо-сигналах каждого луча с помощью формирования карты помех.

Устройство обеспечивает выработку сигналов БЛАНК 1, 2 на следующий период обзора РЛС, если сигнал обнаружения присутствует в элементе разрешения 1,4 км по дальности и 1,4° по азимуту. Сигналы БЛАНК 1, 2 формируются при накоплении в предыдущих обзорах коэффициента бланкирования (остатков в элементе разрешения) больше заданного. Коэффициент бланкирования наращивается или уменьшается на 1 при наличии или отсутствии сигнала обнаружения. Диапазон изменения коэффициента бланкирования от 0 до 7. Коэффициент бланкирования устанавливается в блоке 394УФ03, включение устройства карты помех осуществляется с панели 394ЮП01.

С выхода блока 394УФ03 амплитудные эхо-сигналы лучей 1 и 2, прошедшие или непрошедшие обработку с использованием карты помех, поступают на ИКО и аппаратуру первичной и вторичной обработки, расположенные в шкафах 395РР01(1) и (2).

При совместной работе с сопрягаемой РЛС 1РЛ14 через блок 394УФ03 может обеспечиваться формирование комплексного эхо-сигнала Э1-2, при этом в ближней зоне формируются эхо-сигналы РЛС 1РЛ14, а в дальней зоне – амплитудные эхо-сигналы лучей 1 и 2. Граница разделения зон может плавно регулироваться в пределах от 20 до 200 км.

Эхо-сигнал сопрягаемой РЛС (ЭХО РЛС2) через распределительную коробку (РК) подается на блок 394УФ03. С выхода блока сформированные комплексные эхо-сигналы Э1-2/1 и Э1-2/2 подаются на индикаторы 395РР01(1) и (2) и щит РЩ-4У-2-Р.

На ИКО шкафов 395РР01 (1) и (2) отображаются эхо-сигналы, сформированные в шкафу 395УА01М, комплексный эхо-сигнал и отметки опознавания, формируемые в блоках 394ЮП04 и 394УУ01.

Сигналы опознавания ОП-64 НРЗ 1Л23-6д через кабельную коробку 39ЯШ54 подаются на блок сопряжения 394УУ01 шкафа 395УА01М. В блоке 394УУ01 происходит селекция сигналов по амплитуде и длительности и формирование отметок опознавания ОПВ, ОПВН, ОПСК. С помощью указанных сигналов на экранах индикаторов формируются отметки соответствующей конфигурации, а также режимы НАВЕДЕНИЕ, КЛАПАН, СНЯТИЕ. Для этого сигналы опознавания с выхода блока 394УУ01 через пульты 394ЮП04 подаются на индикаторы 394РИ01 и на распределительный щит РЩ-4У-2Р для передачи на ВИП-117.

Для работы аппаратуры опознавания в IV и VI режимах в блоке 394УУ01 формируются сигналы ОО-4.

Общее управление и контроль работоспособности НРЗ 1Л23-6д осуществляется через блок сопряжения 394УУ01. Блок обеспечивает:

- переключение дистанционного и местного управления, включения питания в дежурном и боевом режимах работы;
- переключение передатчика с антенной системы на эквивалент;
- включение имитатора ответных сигналов;
- выключение имитостойкого режима работы;
- включение проверки работоспособности без включения МАНИП;
- переключение потенциала работы в режимы полный – пониженный;
- включение устройства стирания;
- переключение кодов;
- переключение диапазонов работы;
- уплотнение команд управления НРЗ 1Л23-6д и ППА в виде кода ТУ с частотой следования 7142 Гц;
- прием ответных сигналов о состоянии НРЗ 1Л23-6д и машины № 1 в виде кода телесигнализации (ТС) с частотой следования 7 142 Гц.

Оперативное управление работой изделия НРЗ 1Л23-6д осуществляется с пультов 394ЮП04:

- включение режимов ОПВ, НАВЕДЕНИЕ, КЛАПАН, СНЯТИЕ;
- включение режимов работы и переключение диапазонов;
- включение МАНИП и МАНИП К.

ИКО (шкафы 395РР01) предназначены для отображения воздушной обстановки в следующей системе координат:

- азимут – наклонная дальность в трех масштабах:
 - М1 – 100 км;
 - М2 – 250 км;
 - М3 – 350 км;
- в двух режимах работы:
 - кругового обзора;
 - секторного обзора (со смещенным центром).

Индикация цели производится яркостной отметкой на экране ЭЛТ 45ЛМВ с электростатической фокусировкой. Развертка ИКО формируется цифроаналоговым способом. Отклонение и вращение луча ЭЛТ осуществляется преобразованием токов координатных усилителей X , Y в суммарное вращающееся магнитное поле. Для уменьшения диаметра пятна яркостной отметки дополнительно используется постоянная магнитная фокусировка и динамическая электростатическая подфокусировка электронного луча.

На экране ИКО возможно одновременное или раздельное наблюдение:

- масштабных отметок дальности;
- отметок азимута;

- отметок отраженных сигналов, поступающих по каналам эхо-сигналов амплитудного и когерентного каналов лучей 1, 2;
- сигналов опознавания;
- границы раздела амплитудной и когерентной зон.

Для формирования масштабной сетки на экране ИКО (5- и 30-градусные азимутальные отметки, 10- и 50-км отметки дальности) используются сигналы МАИ, СЕВЕР, сигналы ЗАПЗ, ТИ-6. Координаты целей определяются визуально по положению отметок отраженного сигнала относительно масштабной сетки.

На вход ИКО подаются сигналы: ЭКАЛ1, ЭКАЛ2, ЭАНСЛ1, ЭАНСЛ2, ЭКНЛ1, ЭКНЛ2, Э1-2, ОП. Для всех сигналов имеются неоперативные регулировки усиления и отдельное включение.

В индикаторе кругового обзора расположено устройство формирования и контроля эхо-сигналов каналов Л1 и Л2: амплитудных аналоговых; амплитудных когерентных; когерентных нормированных.

Амплитудные нормированные эхо-сигналы с выхода шкафа 395УА01М поступают на вход устройства первичной и вторичной обработки в блок-стойку 394ЦЦ01, где осуществляется обработка и вычисление координат отметок, выбранных оператором по ИКО. Ввод выбранных отметок эхо-сигналов осуществляется с пульта 394ЮП03 шкафа 395РР01 путем наведения маркера на выбранную цель. Отображение координат сопровождаемых целей осуществляется на табло блока 394РУ01М шкафов 395РР01(1) и (2).

Входными сигналами системы синхронной передачи угла вращения для машины № 2 являются колоколообразные импульсы МАИ и СЕВЕР, вырабатываемые блоком главных датчиков 394РД01М машины № 1. Указанные импульсы через распределительный щит РЩ-3У-4М-Р подаются на блок 394СУ01М – имитатор вращения. Блок может работать в двух режимах: РАБОТА и ИМИТАЦИЯ. В режиме РАБОТА блок функционирует как повторитель импульсов блока 394РД01М, а в режиме ИМИТАЦИЯ импульсы МАИ и СЕВЕР формируются в блоке 394СУ01М.

Сформированные блоком 394СУ01М по амплитуде и длительности импульсы МАИ и СЕВЕР подаются на блоки 394РИ01 ИКО для обеспечения вращения развертки ИКО синхронно с вращением антенны машины № 1 и на блок синхронизации 394УФ03 для формирования отметок азимута и специальных режимов работы РЛС.

Дистанционное управление и контроль ППА машины № 1 осуществляется с блока 394ЮП01.

Блок обеспечивает:

- включение передатчиков ПС-5 и приемников 394ПУ01;
- управление режимами 394ПУ01: ШАРУ, МАРУ, дистанционной регулировки усиления (ДРУ), дифференцирования (ДИФ);