

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

Военный факультет

Кафедра радиоэлектронной техники ВВС и войск ПВО

**УСТРОЙСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ  
МАЛОВЫСОТНОГО РАДИОЛОКАЦИОННОГО  
КОМПЛЕКСА «РОСА-РБ»**

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

Минск БГУИР 2023

УДК 621.396.96(075)

ББК 32.95я73

У82

Авторы:

О. А. Хожевец, В. В. Навойчик, Д. Г. Назаров,  
А. Б. Маргель, С. Н. Ермак

Рецензенты:

кафедра тактики и вооружения радиотехнических войск  
факультета противовоздушной обороны учреждения образования  
«Военная академия Республики Беларусь»  
(протокол № 11 от 03.06.2019);

профессор кафедры тактики и вооружения радиотехнических войск  
факультета противовоздушной обороны учреждения образования  
«Военная академия Республики Беларусь»  
кандидат технических наук, доцент В. И. Кардаков

У82

**Устройство** и эксплуатация маловысотного радиолокационного  
комплекса «Роса-РБ» : учеб. пособие / О. А. Хожевец [и др.]. – Минск :  
БГУИР, 2023. – 168 с. : ил.  
ISBN 978-985-543-678-3.

Разработано в соответствии с учебной дисциплиной «Радиолокационные системы  
военного назначения» и является специализированным учебным пособием,  
посвященным МРЛК «Роса-РБ». В учебном пособии изложены основы построения,  
функционирования и эксплуатации РЛК.

**УДК 621.396.96(075)**  
**ББК 32.95я73**

**ISBN 978-985-543-678-3**

© УО «Белорусский государственный  
университет информатики  
и радиоэлектроники», 2023

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	6
<b>1. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О РАДИОЛОКАЦИОННОМ КОМПЛЕКСЕ ОБНАРУЖЕНИЯ МАЛОВЫСОТНЫХ ЦЕЛЕЙ «РОСА-РБ» .....</b>	<b>7</b>
1.1. Назначение радиолокационного комплекса .....	7
1.2. Состав радиолокационного комплекса.....	7
1.3. Характеристики радиолокационного комплекса.....	9
<b>2. ОПИСАНИЕ И РАБОТА МРЛС .....</b>	<b>10</b>
2.1. Назначение МРЛС .....	10
2.2. Состав МРЛС .....	10
2.3. Характеристики МРЛС .....	11
2.4. Устройство и работа МРЛС.....	14
2.4.1. Режимы работы МРЛС.....	15
2.4.2. Структурная схема МРЛС .....	15
2.4.3. Принцип работы МРЛС по структурной схеме .....	18
<b>3. ОПИСАНИЕ И РАБОТА СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ МРЛС .....</b>	<b>22</b>
3.1. Блок цифровых приемопередатчиков.....	22
3.1.1. Блок преобразователя сигнала БПС-9 .....	23
3.1.2. Характеристики и параметры зондирующего сигнала .....	27
3.1.3. Блок питания БП-24.....	28
3.1.4. Делитель мощности ДМ-1-2.....	28
3.1.5. Делитель мощности ДМ-8-2.....	29
3.1.6. Модуль цифровых формирователей.....	30
3.1.7. Модуль вторичного питания .....	32
3.2. Шкаф обработки сигналов .....	34
3.2.1. Блок генераторов гетеродинных сигналов.....	34
3.2.2. Блок обработки сигналов .....	36
3.3. Шкаф аппаратуры связи и управления (ШАСиУ) .....	39
3.3.1. Блок вычислителя .....	40
3.3.2. Периферийная станции пассивной системы определения координат воздушных объектов, оборудованных ответчиками IFF/SIF .....	45
3.3.2.1. Общие сведения о периферийной станции пассивной системы определения координат воздушных объектов, оборудованных ответчиками IFF/SIF .....	45
3.3.2.2. Описание и работа составных частей станции.....	49
3.4. Антенная система .....	54

3.4.1. Основная антенна МРЛС .....	54
3.4.2. Элемент антенны выносной.....	59
3.5. Система автономного электропитания .....	60
<b>4. СИСТЕМА ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ РАДИОЛОКАЦИОННЫМ КОМПЛЕКСОМ.....</b>	<b>62</b>
4.1. Состав СДУ.....	62
4.1.1. Вычислительное устройство СДУ .....	65
4.1.2. Автоматизированное рабочее место оператора РЛК.....	67
4.1.3. Технологическое рабочее место.....	69
4.1.4. Средства связи и передачи данных для организации информационного канала между МРЛС, СДУ и КСА.....	71
4.1.4.1. Аппаратура передачи данных.....	71
4.1.4.2. Аппаратура цифровой радиорелейной станции МИК-РЛ400.....	75
4.1.4.3 Аппаратура оперативно-командной связи между АРМ СДУ и КСА .....	82
4.1.4.4. Аппаратура связи для организации прямого кабельного подключения СДУ к МРЛС.....	84
4.1.4.5. Аппаратура для организации служебного канала связи между СДУ и МРЛС.....	85
4.2. Работа СДУ .....	86
4.3. Алгоритмы третичной обработки информации, реализованные в СДУ .....	88
<b>5. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МРЛС ПО НАЗНАЧЕНИЮ .....</b>	<b>94</b>
5.1. Эксплуатационные ограничения .....	94
5.2. Порядок размещения и установки.....	94
5.2.1. Необходимые сведения перед развертыванием.....	94
5.2.2. Указания по выбору позиции для размещения и установки МРЛС.....	95
5.2.3. Указания по подготовке подъездных путей, площадок.....	97
5.3. Развертывание МРЛС на позиции.....	98
5.4. Свертывание МРЛС .....	105
5.5. Автономное включение МРЛС с ТРМ.....	106
5.6 Подготовка к включению РЛК .....	108
5.7. Включение СДУ РЛК .....	109
5.8. Дистанционное включение МРЛС РЛК .....	110
5.9. Органы АРМ СДУ для управления, контроля и настройки МРЛС .....	113
5.10. Автоматизированный и автоматический контроль МРЛС.....	114
5.11. Автоматический функциональный контроль РЛК .....	119

5.12. Элементы интерфейса для настройки параметров МРЛС .....	120
5.13. Управление МРЛС с технологического рабочего места .....	125
5.14. Элементы интерфейса для настройки режимов и параметров РЛК.....	134
5.15. Режимы отображения информации на АРМ.....	141
<b>6. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ РЛК .....</b>	<b>145</b>
6.1. Общие указания .....	145
6.2. Система технического обслуживания и ремонта РЛК .....	145
6.3. Основные виды работ при различных видах технического обслуживания МРЛС .....	146
6.4. Порядок проведения ежедневного технического обслуживания .....	149
<b>7. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ РЛК.....</b>	<b>153</b>
7.1. Меры безопасности при эксплуатации электроустановок .....	154
7.2. Особые меры безопасности при эксплуатации АМУ МРЛС РЛК .....	155
7.3. Обеспечение сохранения государственных секретов .....	155
<b>8. ТРАНСПОРТИРОВКА МРЛС.....</b>	<b>158</b>
8.1. Упаковка .....	158
8.2. Маркировка и пломбирование.....	161
8.3. Средства измерения, инструмент и принадлежности.....	162
Перечень сокращений.....	163
Список использованных источников.....	167

## **ВВЕДЕНИЕ**

МРЛК «Роса-РБ» является уникальным радиолокационным комплексом отечественной разработки, стоящим в одном ряду с современными российскими комплексами «Подлет», «Струна», «Барьер» и «Каста 2-2», предназначенными для обнаружения в первую очередь маловысотных целей. Разработка подобных комплексов стала значительным шагом в развитии современной радиолокации.

Начиная с РЛС РУС-2 последующие поколения РЛС получили классическое строение с отдельно выполненными передающим и приемным устройствами и механически вращающейся антенной системой.

Характерными признаками современного локатора стали его твердотельная (полупроводниковая) база, возможность цифровой обработки и выдачи РЛИ в трассовом виде, автоматизированный контроль состояния и диагностика неисправностей.

Уникальной особенностью МРЛК «Роса-РБ» производства КБ «Радар» является совмещение приемопередающей аппаратуры и ее модульное построение, формирование четырех одновременно вращающихся диаграмм направленности. В отличие от РЛК «Струна» и «Барьер», использующих метод бистатической локации «на просвет», МРЛК «Роса-РБ» создает круговую зону обнаружения, что значительно повышает ее эффективность. МРЛК «Роса-РБ» обеспечивает выдачу трассовой информации в цифровом виде по проводным, оптоволоконным и радиорелейным каналам. Кроме того, в МРЛК «Роса-РБ» применяется низкоуровневый ЛЧМ-сигнал, что значительно снижает возможности РТР противника и, соответственно, вероятность подавления помехами.

Изложенные в учебном пособии основы построения, функционирования и эксплуатации МРЛК «Роса-РБ» предназначены для обучения широкого круга инженерно-технического состава, в первую очередь курсантов и студентов военных учебных заведений и факультетов.

# **1. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О РАДИОЛОКАЦИОННОМ КОМПЛЕКСЕ ОБНАРУЖЕНИЯ МАЛОВЫСОТНЫХ ЦЕЛЕЙ «РОСА-РБ»**

## **1.1. Назначение радиолокационного комплекса**

Индекс комплекса: 5P05РБ.

Наименование комплекса: «Роса-РБ».

Радиолокационный комплекс обнаружения маловысотных целей (МРЛК) предназначен:

- для автоматического обнаружения, измерения первичных координат (азимут, дальность) и радиальной скорости воздушных объектов (ВО);
- автоматического обнаружения и сопровождения трасс ВО при воздействии активных и пассивных помех и выдачи радиолокационной информации (РЛИ) внешним потребителям;
- автоматического распознавания классов ВО (самолет, вертолет, крылатая ракета, воздушный шар, нераспознанная цель);
- определения азимута постановщиков активных шумовых помех (АШП);
- обнаружения, декодирования и отображения информации из сообщений ответчиков, работающих в режимах «S»;
- определения координат источников радиоизлучений по сигналам ответчиков ВО, оборудованных ответчиками IFF/SIF, разностно-дальномерным методом при наличии в комплексе не менее четырех радиолокационных станций обнаружения маловысотных целей (МРЛС) с пассивным каналом приема сигналов ответчиков IFF/SIF;
- отображения трасс движения обнаруженных воздушных объектов на картографическом фоне по результатам измерения координат с использованием разностно-дальномерного метода.

## **1.2. Состав радиолокационного комплекса**

МРЛК включает:

- от одной до пяти радиолокационных станций обнаружения маловысотных целей (МРЛС);
- систему дистанционного управления (СДУ).

МРЛС может функционировать автономно и в составе МРЛК «Роса-РБ».

В зависимости от состава МРЛК и решаемых задач можно выбрать оптимальный вариант размещения МРЛС на местности (рис. 1.1).

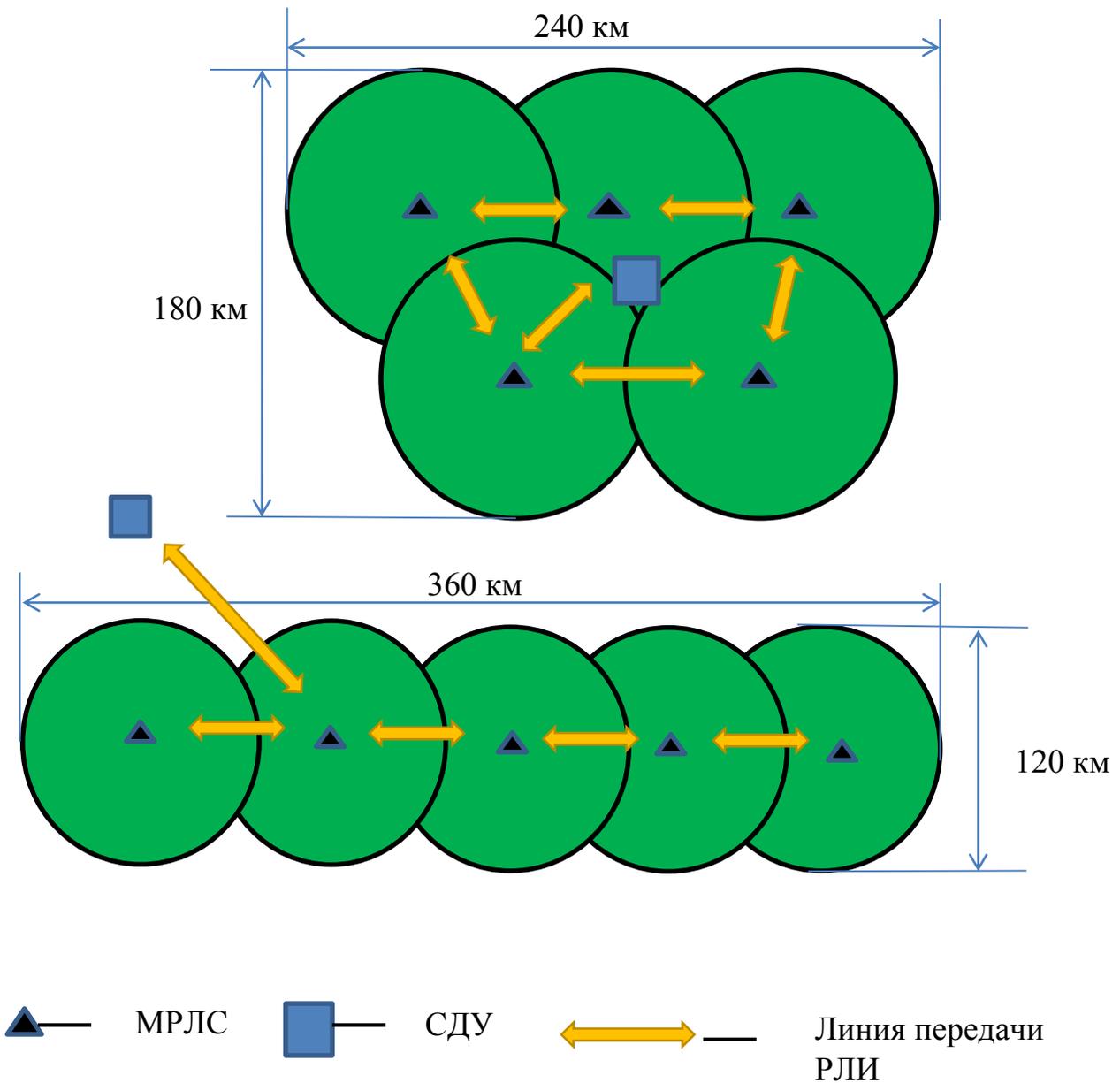


Рис. 1.1. Зоны обнаружения МРЛК при различных вариантах размещения МРЛС

### 1.3. Характеристики радиолокационного комплекса

Радиолокационное поле МРЛК создается радиолокационными станциями обнаружения маловысотных целей.

МРЛК обеспечивает следующие характеристики сопровождения ВО:

а) среднеквадратические ошибки определения координат:

- азимута –  $0,45^\circ$ ;
- дальности – 50 м;

б) количество одновременно сопровождаемых ВО – не менее 30;

в) количество одновременно выдаваемых трасс ВО – не менее 30;

г) разрешающая способность МРЛК в режиме автоматического обнаружения не хуже:

- по азимуту –  $2,1^\circ$ ;
- по дальности – 300 м;
- по радиальной скорости – 2 м/с;

д) темп обновления информации РЛК – не более 10 с;

е) расчет МРЛК – от пяти до семи человек.

Для использования по назначению РЛК в составе пяти МРЛС необходим расчет из семи человек: начальника комплекса, старшего инженера, инженера, старшего оператора и трех операторов. При минимальной конфигурации комплекса расчет может быть сокращен до пяти человек.

## **2. ОПИСАНИЕ И РАБОТА МРЛС**

### **2.1. Назначение МРЛС**

Радиолокационная станция обнаружения маловысотных целей (МРЛС) сантиметрового диапазона предназначена:

- для формирования и излучения зондирующих сигналов;
- приема отраженных от целей сигналов;
- первичной и вторичной обработки;
- анализа помеховой обстановки;
- контроля работоспособности радиолокационной станции;
- выдачи радиолокационной информации и результатов контроля технического состояния аппаратуры МРЛС на СДУ.

### **2.2. Состав МРЛС**

МРЛС включает в свой состав:

- шестнадцать блоков цифровых приемопередатчиков (БЦП) с интегрированным антенным полотном;
- восемь элементов антенных выносных (ЭАВ);
- шкаф обработки сигналов (ШОС);
- систему автономного электропитания (САЭ), состоящую из дизель-генератора (ДГ), источника бесперебойного питания (ИБП), системы жизнеобеспечения и шкафа аппаратуры связи и управления (ШАСиУ) в контейнере;
- сборно-разборную перевозную унифицированную мачту высотой 36 м;
- технологические леса (для развертывания, ремонта и технического обслуживания (ТО));
- комплект кабелей;
- комплект запасных частей и принадлежностей одиночный (ЗИП-О);
- комплект эксплуатационной документации (ЭД) МРЛС.

Функционально в МРЛС входит технологическое рабочее место (ТРМ), являющееся элементом РЛК «Роса-РБ».

### 2.3. Характеристики МРЛС

Зона обнаружения МРЛС:

- по азимуту – в заданном секторе размером от 0 до 360°;
- по дальности от 300 до 60 000 м;
- по углу места – от 0 до 30°;
- по высоте – до 3000 м;
- по скорости – до  $\pm 500$  м/с.

Зона обнаружения МРЛС для различных типов воздушных объектов приведена на рис. 2.1.

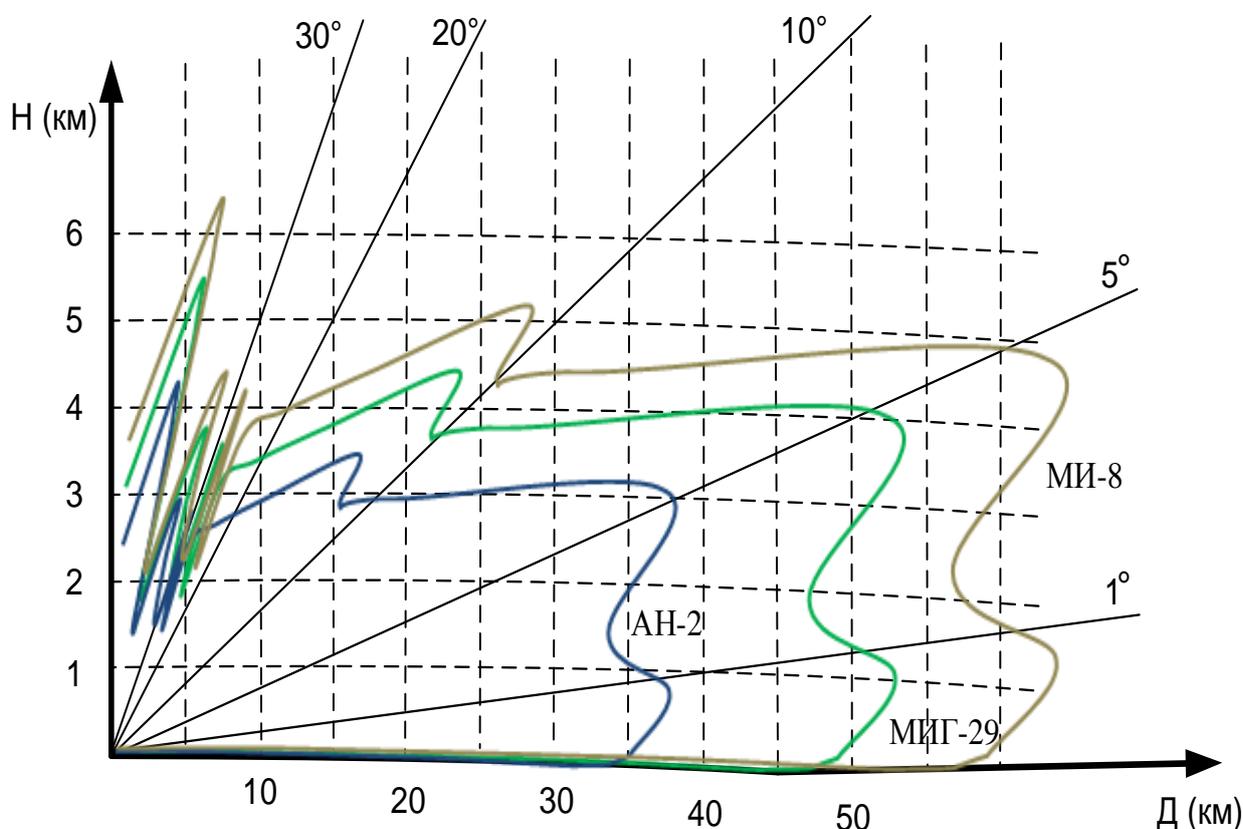


Рис. 2.1. Зона обнаружения МРЛС для различных типов воздушных объектов

В зоне действия МРЛС обеспечивается обнаружение ВО на дальности 30 км, движущихся на высоте 25 м с радиальной скоростью не ниже 25 км/ч (6,94 м/с), эффективной отражающей поверхностью (ЭОП) 1 м<sup>2</sup>, с вероятностью правильного обнаружения  $P_{обн} = 0,5$  и вероятностью ложной тревоги на элемент разрешения  $P_{лт} = 10^{-5}$ .

МРЛС обеспечивает следующие характеристики сопровождения ВО:

а) среднеквадратические ошибки определения координат:

- азимута –  $0,45^\circ$ ;
- дальности – 50 м;

б) количество одновременно сопровождаемых ВО – не менее 30;

в) количество одновременно выдаваемых трасс ВО – не менее 30;

г) разрешающая способность МРЛС в режиме автоматического обнаружения не хуже:

- по азимуту –  $2,1^\circ$ ;
- по дальности – 300 м;
- по радиальной скорости – 2 м/с;

д) темп обновления информации в МРЛС – не более 10 с;

е) время развертывания (свертывания) МРЛС расчетом из восьми человек – не более 24 ч;

ж) время включения МРЛС с проведением функционального контроля с СДУ – не более 5 мин;

з) время перевода МРЛС из дежурного режима в боевой – не более 10 с;

и) время непрерывной работы МРЛС от автономной системы электроснабжения (с дозаправкой) – не менее 48 ч;

к) время непрерывной работы МРЛС с электроснабжением от промышленной сети – не менее 10 сут.

Внешний вид МРЛС приведен на рис. 2.2.

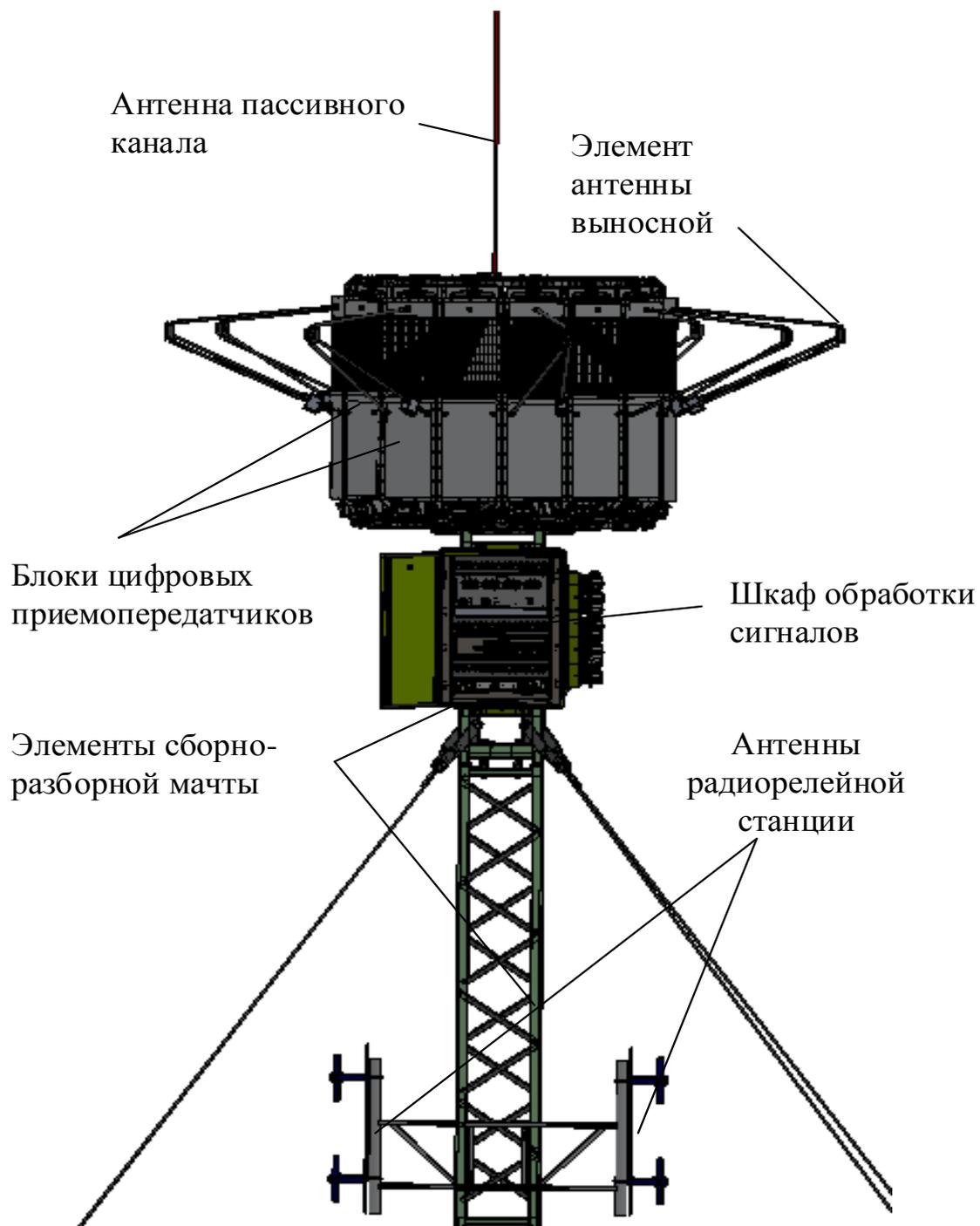


Рис. 2.2. Внешний вид основных систем МРЛС

## 2.4. Устройство и работа МРЛС

В МРЛС реализованы следующие способы обзора зоны обнаружения:

- обзор по азимуту – последовательно-параллельный;
- обзор по дальности и радиальной скорости – одновременный.

Последовательно-параллельный обзор зоны действия МРЛС по азимуту производится с помощью четырех парциальных диаграмм направленности антенной системы, сдвинутых относительно друг друга на  $90^\circ$  и осуществляющих линейное сканирование от  $0$  до  $360^\circ$  каждый.

Использование четырех парциальных диаграмм направленности при заданном периоде обзора по азимуту позволяет в четыре раза снизить скорость перемещения диаграммы направленности и, следовательно, увеличить время наблюдения. За счет увеличения времени наблюдения повышается эффективность когерентной компенсации мешающих отражений, а также эффективность когерентного накопления.

Измерение азимута производится с использованием метода линейного сканирования (рис. 2.3). Измерение дальности осуществляется по времени задержки отраженного от цели сигнала. Оценка скорости выполняется по частоте Доплера отраженного сигнала.

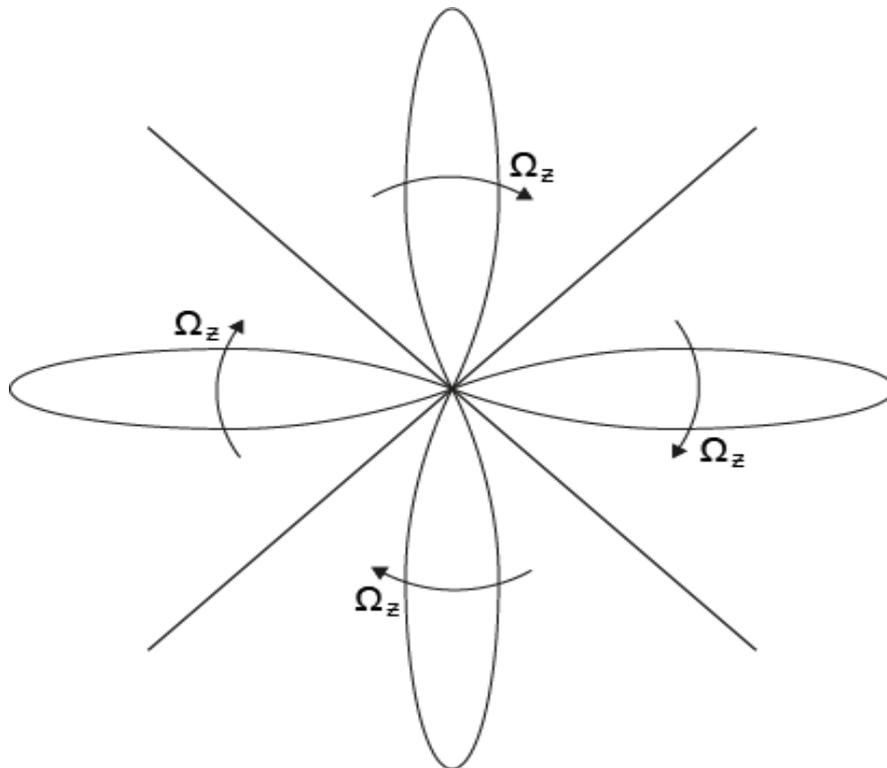


Рис. 2.3. Обзор по азимуту

### **2.4.1. Режимы работы МРЛС**

В МРЛС реализованы следующие режимы работы:

- «Боевой» – аппаратура МРЛС включена, осуществляется круговой (секторный) обзор по азимуту. В процессе обзора осуществляется автоматическое обнаружение воздушных объектов, первичная оценка их азимута, дальности, радиальной скорости, автоматическое обнаружение и сопровождение трасс ВО при воздействии активных и пассивных помех, автоматическое распознавание классов ВО (самолет, вертолет, крылатая ракета, воздушный шар, нераспознанная цель). Полученная информация о трассах сопровождаемых целей и их классах поступает на аппаратуру средств связи и передается на СДУ;

- «Дежурный» – аппаратура МРЛС включена, передающие устройства не работают на излучение;

- «Функциональный контроль» – автоматическая проверка функционирования МРЛС с выдачей результатов функционального контроля МРЛС на автоматизированное рабочее место системы дистанционного управления или технологическое рабочее место (ТРМ).

Управление режимами работы МРЛС осуществляется дистанционно с автоматизированного рабочего места (АРМ) СДУ.

В режиме работы «Боевой» МРЛС осуществляет автоматическое обнаружение ВО.

Технические параметры МРЛС (период обзора  $T_{\text{обз}}$ , период повторения  $T_{\text{п}}$ , длительность импульса  $T_0$ , число импульсов в пачке  $N$ , число когерентно накапливаемых импульсов  $N_{\text{FFT}}$  и др.) устанавливаются в закладках программного интерфейса АРМ СДУ или технологического рабочего места.

### **2.4.2. Структурная схема МРЛС**

Структурная схема МРЛС приведена на рис. 2.4. На данной схеме приведены основные модули и устройства МРЛС и показана взаимосвязь основных узлов станции.

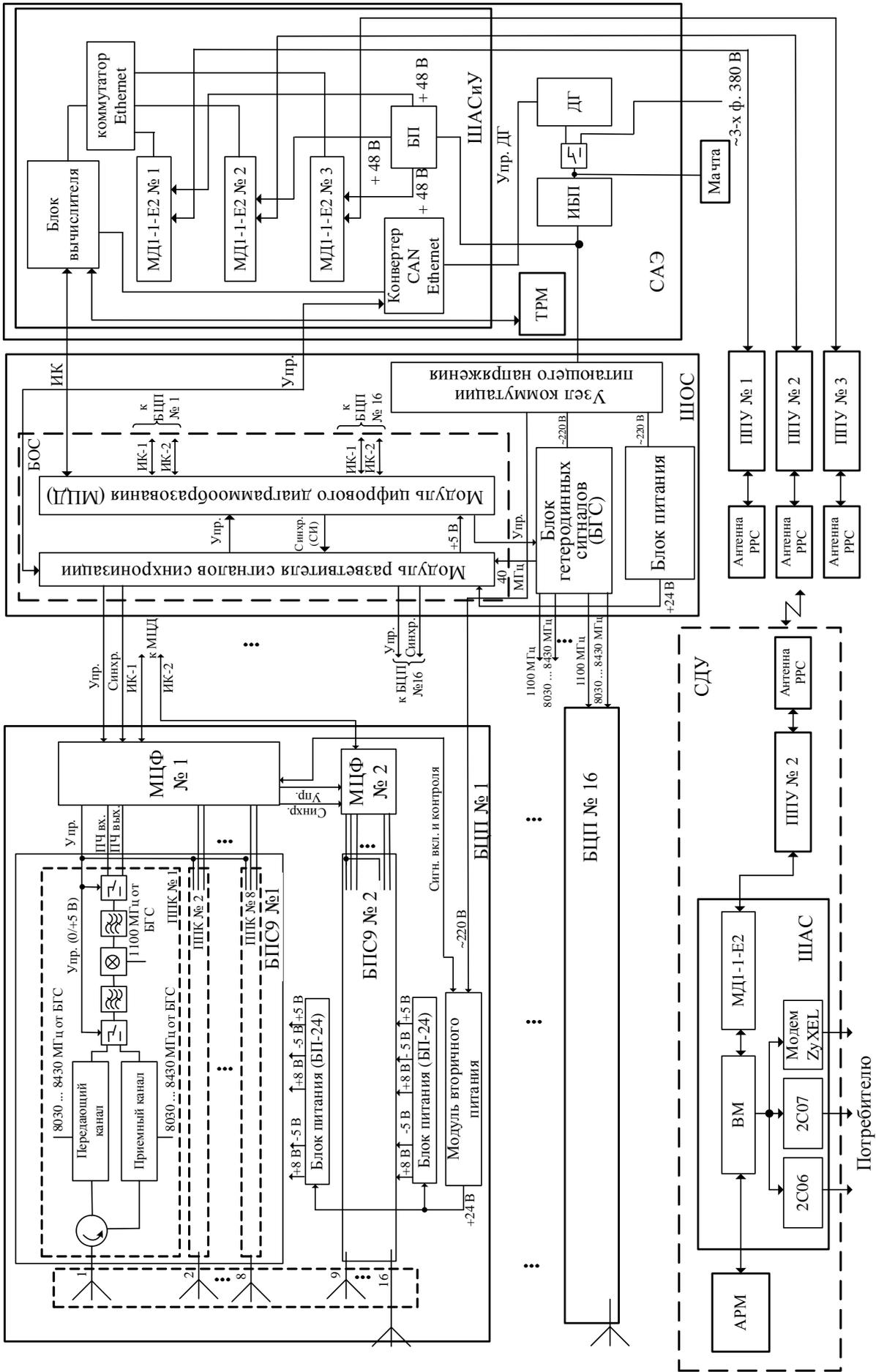


Рис. 2.4 Структурная схема МРЈС

Два блока преобразования сигналов (БПС-9), два модуля цифровых формирователей, антенное полотно, выполненное печатным способом, и модуль вторичного питания собраны в едином корпусе. Они представляют единый конструктивный элемент – блок цифровых приемопередатчиков (БЦП).

Модуль разветвителя сигналов синхронизации и модуль цифрового диаграммообразования (МЦД) объединены в один блок – блок обработки сигналов (БОС). БОС и блок гетеродинных сигналов (БГС) размещены в шкафу обработки сигналов (ШОС), в котором установлен блок питания данных модулей и узел коммутации питающего напряжения, выполняющий функцию распределения трехфазного напряжения по блокам МРЛС и защиты питающего напряжения от короткого замыкания. Внешний вид ШОС приведен на рис. 2.5.

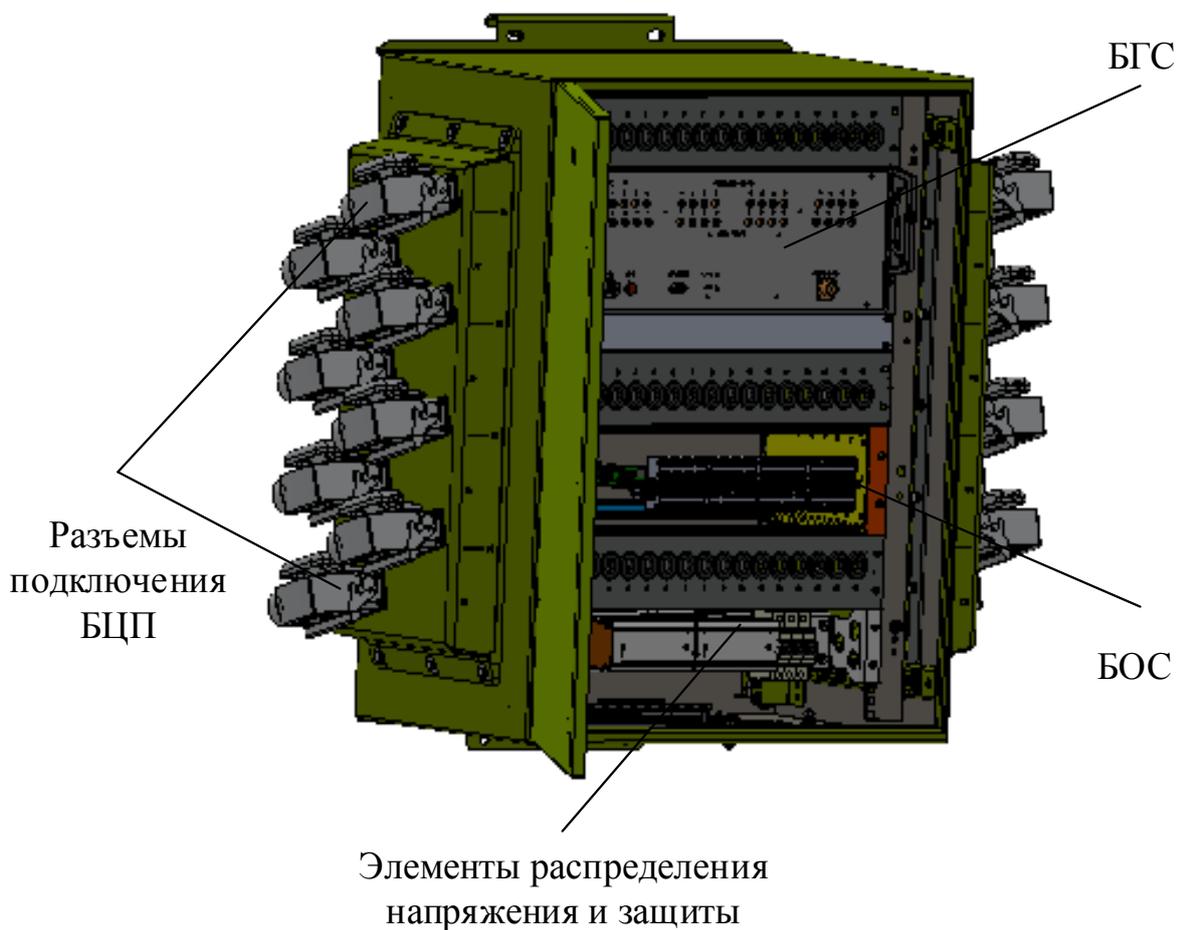


Рис. 2.5. Шкаф обработки сигналов

Основные системы МРЛС расположены на антенно-мачтовом устройстве (АМУ). В верхней точке АМУ на каркасе антенной системы

расположены шестнадцать БЦП. На БЦП 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13 и 15 закреплены элементы антенн выносных. Под каркасом антенной системы расположен ШОС, к входным разъемам которого подключены кабели питания, управления и оптико-волоконной сети. Внутри каркаса установлен блок пассивного канала приема сигналов ответчиков IFF/SIF БР-01 с антеннами. На раме, прикрепленной к АМУ, расположены элементы выносного оборудования радиорелейной станции (ЦРРС) МИК РЛ 400 – антенны (от одной до трех, в зависимости от конфигурации радиолокационного комплекса) и приемопередающее устройство (ППУ).

Система автономного электропитания, включающая дизель-генератор и ИБП, и шкаф аппаратуры связи и управления размещены в контейнере на позиции МРЛС.

### **2.4.3. Принцип работы МРЛС по структурной схеме**

*Работа МРЛС на излучение зондирующего сигнала.* Работой МРЛС управляют автоматически загружающиеся при подаче питания программы `ctlmgr`, `hwserv`, `switcher` и `adu`.

Программа `switcher` осуществляет управление включением МРЛС и взаимодействует с программой `hwserv`, осуществляющей управление аппаратурой и мониторинг состояния.

Программа `adu` осуществляет подготовку структур данных для отправки в ШОС и обработку принятых структур от ШОС.

Координацию программ специального программного обеспечения ШАСиУ осуществляет менеджер `ctlmgr`.

Трехфазное напряжение 380 В с выходной коробки контейнера через контакторы шкафа автоматического ввода резерва (АВР) поступает на источник бесперебойного питания. ИБП обеспечивает защиту подключенного оборудования МРЛС от скачков напряжения и позволяет поддерживать станцию во включенном состоянии в течение 7 мин (при нагрузке 32 кВт) при отключении промышленной сети или при переходе с промышленной сети на питание от дизель-генератора и обратно.

Стабилизированное трехфазное напряжение ИБП поступает на шкаф ШАСиУ и через выходную коробку контейнера – на узел коммутации питающего напряжения шкафа ШОС.

После загрузки компьютера блока вычислителя шкафа ШАСиУ автоматически запускаются программы `ctlmgr`, `hwserv`, `switcher` и `adu`.

Команда о включении (выключении) МРЛС с технологического рабочего места или СДУ через аппаратуру ЦРПС поступает на блок вычислителя ШАСиУ через коммутатор Ethernet. По данной команде программы `switcher` и `hwserv` производят включение блока питания ШОС по тракту «Упр.» (блок вычислителя ШАСиУ → конвертер CAN Ethernet → модуль разветвителя сигналов синхронизации → модуль цифрового диаграммообразования → блок питания ШОС) и включение модулей вторичного питания БЦП 1–16 (по тракту «Упр.» блок вычислителя ШАСиУ → конвертер CAN Ethernet → модуль разветвителя сигналов синхронизации → МЦФ № 1 каждого БЦП 1–16 → модуль вторичного питания каждого БЦП 1–16 (по сигналу «Сигн. вкл. и контроля»)).

Если в поступившей информации содержится команда на включение МРЛС от резервного источника питания, то система автономного электропитания перейдет на питание от дизель-генератора по сигналу «Упр. ДГ» (блок вычислителя ШАСиУ → конвертер CAN Ethernet → ДГ). Включение того или иного модуля питания или блока осуществляется в соответствии с адресом данного устройства.

По тракту «Упр.» осуществляется мониторинг состояния включаемых (выключаемых) модулей, состояние которых отображается на ТРМ или АРМ СДУ.

При запуске программы `adu` по информационному каналу (ИК) осуществляется передача данных, необходимых для включения МРЛС в режиме регулярного обзора. Параметры режима (период повторения, тип и параметры зондирующего сигнала, частота излучения и т. д.) определены в конфигурационном файле, используемом программой `adu`. Переданные по ИК данные поступают на модуль цифрового диаграммообразования. На основании полученных данных МЦД формирует команду на установку частоты блока гетеродинных сигналов («Упр.») и генерирует информационные сигналы (СИ) с заданными параметрами (длительностью и количеством зондирующих сигналов, излучаемых в азимутальном направлении). Сигналы СИ и сигнал частотой 40 МГц (F40) в модулях блока БЦП используются как синхронизирующие – передача данных сигналов на шестнадцать БЦП осуществляется модулем разветвителя сигналов синхронизации по каналу «Синхр.».

Структура данных, передаваемых блоком вычислителя ШАСиУ по ИК, содержит поправочные коэффициенты, временные параметры пачки и т. д.

На основании принятых данных модули цифровых формирователей для каждого приемопередающего канала формируют зондирующий сигнал с определенными параметрами на промежуточной частоте, который поступает на входы блоков БПС-9 (ПЧ<sub>вх</sub>).

Передающий тракт приемопередающего канала осуществляет двойное преобразование частоты и усиление входного сигнала по мощности. Гетеродинные частоты для ППК формируются блоком гетеродинных сигналов (БГС). Вторая гетеродинная частота БГС фиксированная и составляет 1100 МГц. Первая гетеродинная частота изменяется в диапазоне рабочих частот от 8030 до 8430 МГц с шагом перестройки по частоте 2,5 МГц. Таким образом, на выходе приемопередающего канала БПС-9 формируется зондирующий сигнал в диапазоне частот от 9200 до 9600 МГц с импульсной мощностью не менее 6 Вт.

Зондирующий сигнал с выхода передающего канала через ферритовый циркулятор поступает на вход антенного полотна, которое представляет собой пятнадцать волноводно-щелевых антенн. Антенны выполнены в виде единой конструкции на ламинированном материале Rogers и в совокупности образуют единую антенную систему.

Антенны предназначены для формирования четырех диаграмм направленности (лучи 0, 1, 2 и 3), с помощью которых производится обзор пространства (см. рис. 2.3). Шестнадцатые каналы БЦП предназначены для подключения элементов антенных выносных.

ЭАВ предназначены для калибровки (определения набега фаз в каналах при работе на прием или передачу) приемопередающих каналов МРЛС.

*Работа МРЛС на прием сигналов.* Принятый антенной системой сигнал усиливается каналами БПС-9 путем двойного преобразования частоты и переводится на промежуточную частоту 70 МГц. С выходов приемопередающих каналов БЦП (ПЧ<sub>вых</sub>) отраженные сигналы (или контрольные сигналы при проведении калибровки антенной системы) поступают на входы модулей цифрового формирования. МЦФ осуществляют оцифровку на промежуточной частоте входных сигналов, формирование квадратур сигналов с использованием тактовой частоты 40 МГц и передачу квадратур сигналов в модуль цифрового диаграммообразования БОС.

БОС осуществляет суммирование квадратур сигналов приемопередающих каналов, участвующих в формировании диаграммы направленности в определенном азимутальном направлении и определенном луче. БОС формирует

до 8 сумм по 90 квадратур сигналов с различными фазовыми добавками, поступающими в информационном пакете, сформированном программой *adu*.

С БОС информация по оптоволоконной линии передается на блок вычислителя ШАСиУ, где осуществляется обработка поступающих пакетов (пачек).

Блок вычислителя ШАСиУ осуществляет дискретное преобразование поступивших пачек, пороговую обработку (в вычислителе реализована стабилизация уровня ложных тревог (СУЛТ) по дальности с настраиваемым «скользящим» окном), обнаружение отметок, превысивших порог, определение координат отметок относительно строительного нуля и с учетом поправки ориентирования, завязку и сопровождение трасс объектов, распознавание целей и передачу трассовой информации и признаков распознавания на СДУ РЛК. Передача информации осуществляется аппаратурой ЦРРС МИК-РЛ400.

Оптоволоконный кабель ОРТОКОН50 подключается к разъему «РЛИ» САЭ и «Х30» ШОС и осуществляет передачу информационных пакетов с ШАСиУ на ШОС и обратно.

ЦРРС обеспечивает автоматический обмен РЛИ, командами и донесениями между группой МРЛС и СДУ, передачу выходной трассовой информации от МРЛС на СДУ. Аппаратура ЦРРС (за исключением приемопередающего устройства и антенны) размещена в шкафу ШАСиУ.

Выдача информации о воздушных объектах, трассах сопровождения на СДУ осуществляется с блока вычислителя через коммутатор локальной вычислительной сети Ethernet (ЛВС) и модуль доступа МД1-1-Е2.

### 3. ОПИСАНИЕ И РАБОТА СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ МРЛС

#### 3.1. Блок цифровых приемопередатчиков

Каждый из шестнадцати блоков цифровых приемопередатчиков (БЦП) состоит из следующих элементов:

- двух блоков преобразования сигнала БПС-9;
- двух блоков питания БП-24;
- двух модулей цифровых формирователей;
- модулей делителей мощности (ДМ-1-2 и ДМ-8-2);
- модуля вторичного питания (МВП);
- антенного полотна.

Внешний вид БЦП представлен на рис. 3.1.

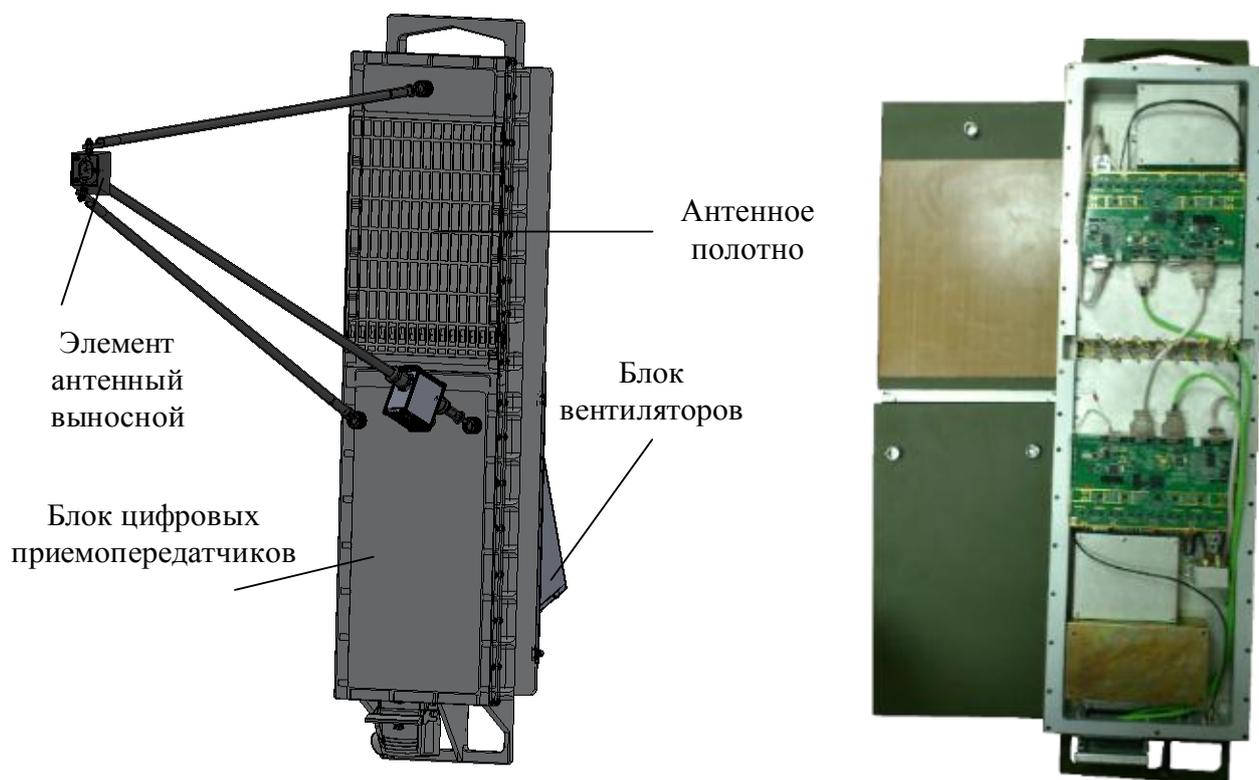


Рис. 3.1. Внешний вид блока цифровых приемопередатчиков с установленным элементом антенны выносным

Модули конструктивно закреплены внутри алюминиевого корпуса БЦП, одновременно являющегося радиатором двух БПС-9 и МВП, и закрыты двумя

алюминиевыми крышками. На ребрах корпуса-радиатора крепится вентилятор, осуществляющий обдув радиатора при превышении температуры корпуса более 50 °С. В верхнюю крышку встроено антенное полотно. В нижней части корпуса блока цифровых приемопередатчиков установлены розетка приборная наборная ODUMACDIN, розетка приборная Amphenol PTO2A-8-4S и переход Radiall R191.381.000.

Блоки цифровых приемопередатчиков идентичные и отличаются только адресами установленных в них МЦФ (адрес МЦФ соответствует его заводскому номеру). Ремонт блока БЦП выполняется только в заводских условиях.

### **3.1.1. Блок преобразователя сигнала БПС-9**

Блок преобразователя сигнала БПС-9 представляет собой восемь идентичных приемопередающих каналов, собранных в одном корпусе. Он обеспечивает усиление и преобразование зондирующего сигнала с промежуточной частоты 70 МГц на радиочастоту 9200–9600 МГц (по тракту передачи) и обратно (по тракту приема).

Приемопередающие каналы имеют защиту по мощности в случае обрыва или КЗ по входу/выходу БПС-9.

Основные технические характеристики канала БПС-9 приведены в табл. 3.1.

Напряжения питания БПС-9:

- постоянное  $(8 \pm 0,2)$  В, подается с задержкой относительно  $-5$  В;
- постоянное  $(5 \pm 0,2)$  В;
- постоянное  $-(5 \pm 0,2)$  В.

Масса БПС-9 – не более 3,5 кг.

Время непрерывной работы БПС-9 – не менее 48 ч.

БПС-9 осуществляет контроль входной мощности сигнала гетеродина и синтезатора частоты и контроль температуры корпуса блока.

Каждый канал блока состоит из платы УПЧ-70, платы ФП-1170, платы УМ-9, платы МШУ-9, платы УЗО-9 и ферритового циркулятора ФПЦН2-100-9,4. Общими элементами блока являются плата управления, плата ССЧ-8 и плата ССЧ-1.

Функциональная схема блока приведена на рис. 3.2.

На вход каждого канала БПС-9 поступает сигнал на частоте 70 МГц с модуля цифровых формирователей. Длительность и период повторения сигнала зависят от режима работы МРЛС. Фаза входного сигнала определяется

калибровочной поправкой фазы канала на передачу и необходимым направлением формирования луча.

Таблица 3.1

Основные технические характеристики канала БПС-9

Наименование параметра	Значение
Диапазон рабочих частот (радиочастота), МГц	9200–9600
Первая промежуточная частота сигнала, МГц	70
Частота первого гетеродина (сигнал от гетеродина БГС), МГц	1100
Вторая промежуточная частота, МГц	1170
Частота второго перестраиваемого гетеродина (сигнал от синтезатора частоты БГС), МГц	8030–8430
$P_{\text{вых}}$ на радиочастоте, Вт	не менее 6
$K_{\text{ш}}$ по входу (на радиочастоте), дБ	не более 3
Уровень входного сигнала первой ПЧ, р-р, мВ	$(80 \pm 5)$
Максимальный уровень выходного сигнала первой ПЧ, р-р, В	не менее 2
Коэффициент усиления по тракту приема от входа на радиочастоте до выхода первой ПЧ, дБ	$(53 \pm 5)$
Ширина полосы пропускания трактов приема и передачи по уровню 3 дБ, МГц	не менее 2,1
Подавление сигналов трактов приема и передачи при отстройке 10 МГц от центральной частоты, дБ	не менее 45
Динамический диапазон приемного тракта, дБ	не менее 70
Длительность импульса сигнала передатчика, мкс	128
Длительность периода повторения импульсов сигнала передатчика, мкс	500

Отфильтрованный входной сигнал усиливается на плате УПЧ-70 БПС-9 и поступает на ключ платы, который управляется строб-импульсом «Управл. (0/+5 В)» и определяет режим работы канала на прием или на передачу. На смесителе платы УПЧ-70 осуществляется повышение частоты сигнала до 1170 МГц.

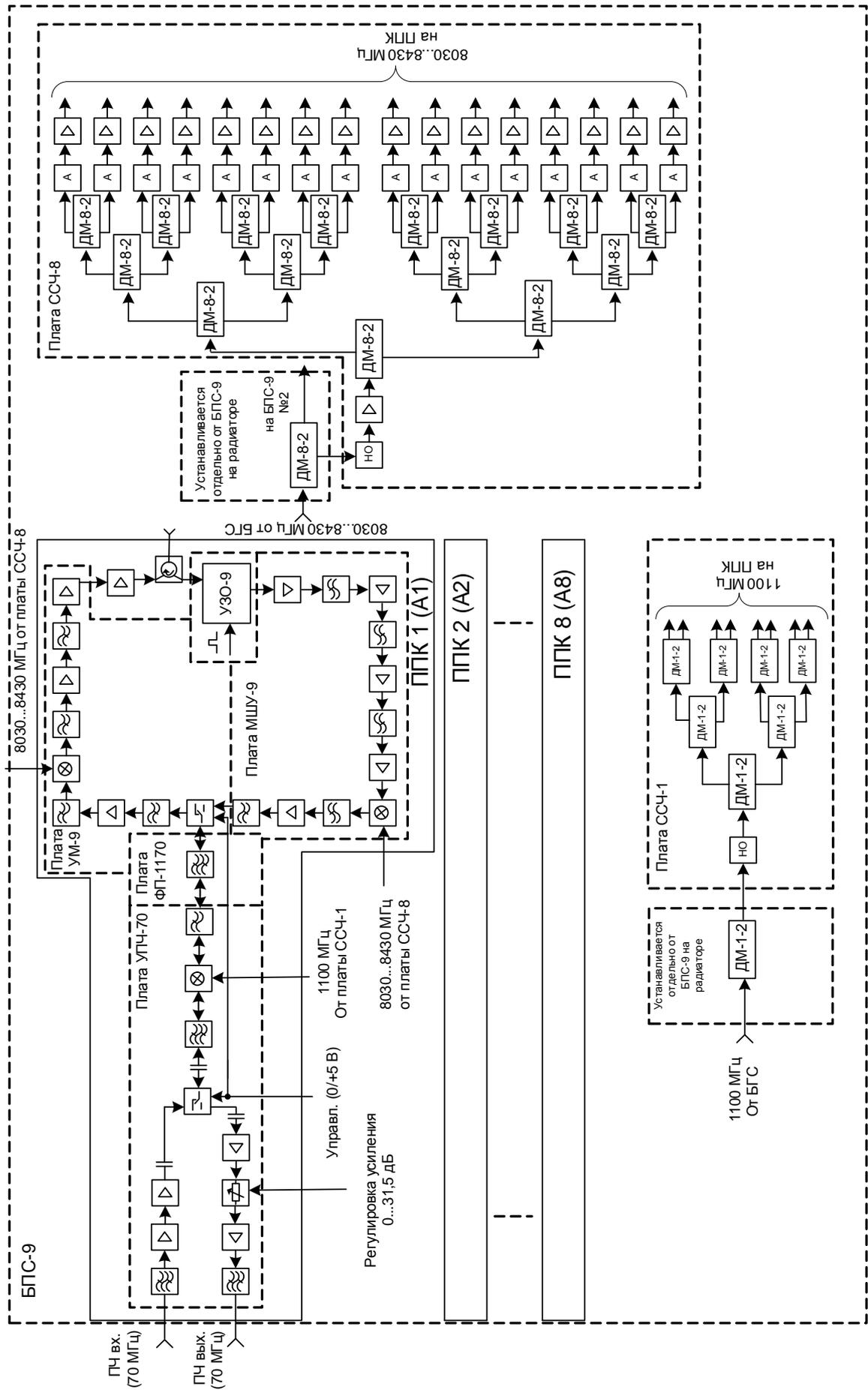


Рис. 3.2 Функциональная схема БПС-9

В качестве гетеродинного напряжения смесителя используется напряжение частотой 1100 МГц, поступающее с модуля делителя (ДМ-1-2) платы ССЧ-1. Отфильтрованный на плате ФП-1170 сигнал частотой 1170 МГц поступает на ключ платы УМ-9, управляемый строб-импульсом, где усиливается и переносится на частоту зондирующего сигнала на втором смесителе. В качестве второго гетеродинного напряжения используется напряжение с высокостабильной частотой 8030–8430 МГц, поступающее с платы ССЧ-8 блока БПС-9.

Плата ССЧ-8 осуществляет деление и усиление гетеродинного напряжения, сформированного блоком генераторов гетеродинных сигналов для восьми каналов БПС-9 (по два гетеродинных сигнала на канал). Частота гетеродинного напряжения устанавливается от 8030 до 8430 МГц, меняется с дискретностью 2,5 МГц и зависит от выбранного номера частоты (№) оператором МРЛС (всего существует 160 фиксированных частот).

На выходе смесителя сигнал на частоте 9200–9600 МГц усиливается и поступает на оконечный каскад усиления, собранный на усилителе мощности ХР1006-ФА и осуществляющий усиление сигнала по мощности до 10 Вт. С выхода усилителя ХР1006-ФА сигнал через переключатель «ПРИЕМ – ПЕРЕДАЧА» (микрораспределительный Y-циркулятор ФПЦН2-100-9,4) поступает на излучатель антенного полотна.

Отраженный сигнал, принятый излучателем антенного полотна, через переключатель «ПРИЕМ – ПЕРЕДАЧА» поступает на устройство защиты (плата УЗО-9), предназначенное для защиты приемного тракта от просачивающейся мощности зондирующего сигнала, а с него – на малошумящий усилитель (первый каскад платы МШУ-9). Усиленный, отфильтрованный и перенесенный на смесителе на частоту 1170 МГц сигнал поступает на ключ, открытый строб-импульсом на прием, а с него через фильтр платы ФП-1170 на смеситель платы УПЧ-70. На второй вход смесителя подается напряжение частотой 1100 МГц. С выхода смесителя принятый сигнал после фильтрации и усиления поступает на каскад временной регулировки усиления, предназначенный для уменьшения коэффициента усиления приемного тракта в начале рабочей дистанции МРЛС. Уровень уменьшения (от 0 до 31,5 дБ) и длительность изменения коэффициента усиления выставляются для каждого канала в соответствии с наличием мощных отражений от объектов на местности для расширения динамического диапазона приемного тракта до 90 дБ. С выхода

каскада временной регулировки усиления принятый сигнал на частоте 70 МГц поступает на выход блока БПС-9.

Питание блока осуществляется блоком питания БП-24, формирующим напряжения +8 В, +5 В и –5 В.

### 3.1.2. Характеристики и параметры зондирующего сигнала

Частота зондирующего сигнала МРЛС находится в диапазоне от 9200 до 9600 МГц. Такой диапазон частот необходим для отстройки от прицельных и заградительных помех.

В МРЛС используется импульсный зондирующий сигнал. При этом интервал однозначного измерения дальности  $r_{tr}$  соответствует максимальной дальности действия МРЛС, заданной на АРМ СДУ. Значение периода повторения выбирается так, чтобы обеспечить требуемую максимальную дальность действия МРЛС:

$$T_r = \frac{2r_{tr}}{c}.$$

В МРЛС мощность зондирующего сигнала диаграммообразующего канала обеспечивается суммированием в пространстве сигналов подканалов. Выходная импульсная мощность одного подканала составляет от 8 до 10 Вт. Число используемых для формирования зондирующего сигнала подканалов равно 60.

При низкой мощности недостаток энергии зондирующего сигнала компенсируется путем увеличения длительности зондирующего импульса, а также повышением эффективности обработки принятого сигнала. По мере уменьшения заданной максимальной дальности действия МРЛС необходимость в повышении энергии сигнала снижается и поэтому длительность импульса уменьшается.

Длительность зондирующего сигнала выбрана с учетом обеспечения необходимой дальности действия МРЛС.

В МРЛС используются сложные импульсные зондирующие сигналы с линейной частотной модуляцией (ЛЧМ), а также простые прямоугольные радиоимпульсы.

При использовании ЛЧМ-сигналов для снижения уровня взаимных помех в близкорасположенных МРЛС используются ЛЧМ-сигналы с возрастающим и убывающим законами изменения частоты.

Ширина спектра зондирующего сигнала выбрана исходя из требования обеспечения заданной разрешающей способности по дальности  $\Delta r = 300$  м.

Ширина спектра ЛЧМ-сигнала с учетом расширения отклика фильтра сжатия на 33 % при весовой обработке принятого сигнала с помощью окна Хемминга равна  $\Delta f_0 = 665$  кГц.

Ширина спектра зондирующего простого прямоугольного радиоимпульса равна  $\Delta f_0 = 500$  кГц, а его длительность –  $T_0 = 2$  мкс.

### 3.1.3. Блок питания БП-24

Блок питания БП-24 обеспечивает работоспособность блока преобразования сигналов БПС-9 и представляет собой устройство, преобразующее постоянное напряжение +24 В в постоянные напряжения:

- +8 В – два отдельных канала;
- +5 В – четыре отдельных канала;
- –5 В – один канал.

Основные технические характеристики блока питания БП-24 приведены в табл. 3.2.

Таблица 3.2

Основные технические характеристики БП-24

Наименование параметра	Значение
Постоянное напряжение на входе блока, В	$+(24 \pm 1)$
Постоянное напряжение на выходах блока, В:	
- цепь –5 В	$-(5 \pm 0,2)$
- цепь +5 В	$+(5 \pm 0,2)$
- цепь +8 В	$+(8 \pm 0,2)$
Максимальный ток нагрузки на выходах блока, А:	
- цепь –5 В	1,5
- цепь +5 В	2
- цепь +8 В	10,5
Масса БП-24, кг	не более 0,95

### 3.1.4. Делитель мощности ДМ-1-2

Делитель мощности ДМ-1-2 предназначен для разделения высокочастотного сигнала гетеродина 1100 МГц на два равных сигнала. Уровень

входного непрерывного сигнала – не более 1 Вт. Основные технические характеристики делителя мощности ДМ-1-2 приведены в табл. 3.3. Типы соединителей делителя – переходы СРГ-50-751 ФВ.

Таблица 3.3

Основные характеристики ДМ-1-2

Наименование параметра	Значение
Диапазон рабочих частот, МГц	1050–1150
Коэффициент передачи по мощности в диапазоне рабочих частот, дБ	не менее –4
Неравномерность коэффициента передачи по мощности в диапазоне рабочих частот, дБ	не более $\pm 0,5$
Разбалансировка уровней мощности между каналами, дБ	не более 1,0
Коэффициент стоячей волны по напряжению (КСВН) входа/выхода	не более 1,5/1,5
Масса ДМ-1-2, кг	не более 0,05

### 3.1.5. Делитель мощности ДМ-8-2

Делитель мощности ДМ-8-2 предназначен для разделения высокочастотного сигнала гетеродина 8030–8430 МГц на два равных сигнала. Уровень входного непрерывного сигнала – не более 1 Вт. Основные технические характеристики делителя мощности ДМ-1-2 приведены в табл. 3.4. Типы соединителей делителя – переходы СРГ-50-751 ФВ.

Таблица 3.4

Основные характеристики ДМ-1-2

Наименование параметра	Значение
Диапазон рабочих частот, МГц	8000–8450
Коэффициент передачи по мощности в диапазоне рабочих частот, дБ	не менее –4,5
Неравномерность коэффициента передачи по мощности в диапазоне рабочих частот, дБ	не более $\pm 0,5$
Разбалансировка уровней мощности между каналами, дБ	не более 1,0
Коэффициент стоячей волны по напряжению входа/выхода	не более 1,5/1,5
Масса ДМ-8-2, кг	не более 0,05

### 3.1.6. Модуль цифровых формирователей

Модуль цифровых формирователей предназначен:

- для приема команд управления;
- управления приемопередающим модулем БПС-9 и формирования кодов временной регулировки усиления (ВРУ) для каналов;
- формирования и выдачи восьми зондирующих сигналов на частоте 70 МГц;
- приема, оцифровки и предварительной обработки восьми отраженных сигналов на частоте 70 МГц;
- выдачи по Ethernet-каналу квадратур оцифрованных сигналов;
- включение источника питания БЦП;
- формирование «пилот-сигнала» для 16-го канала ППМ;
- контроль работоспособности ППМ БПС-9.

В каждом БЦП установлено два модуля цифровых формирователей.

Управление и синхронизация второго МЦФ осуществляется транзитом через первый. Модули идентичны и взаимозаменяемы, устанавливаются на корпусе модуля БПС-9. Выходы и входы МЦФ соединены с входами и выходами БПС-9 через адаптеры. Структурная схема МЦФ приведена на рис. 3.3.

Информационный пакет, принятый с ШОС, содержит цифровые отсчеты для формирования зондирующего сигнала (две цифровые квадратуры). После преобразования (интерполятор → ФНЧ → цифровой смеситель) сигнал в цифровом виде поступает на 14-разрядный 2-канальный цифроаналоговый преобразователь (ЦАП), реализованный на DAC5672IPFB2 (одна микросхема используется на два канала). На выходе ЦАП формируется аналоговый сигнал, имеющий параметры, заданные блоком вычислителя ШАСиУ и квадратуры на частотах 10, 30, 50, 70, 90 МГц и т. д. Выделение полезной гармоника (70 МГц) осуществляется входным фильтром приемопередающего модуля БПС-9.

Отраженный сигнал после усиления и преобразования в БПС-9 на частоту 70 МГц поступает на вход 14-разрядного аналого-цифрового преобразователя (АЦП). В МЦФ используется микросхема AD925AVCPZ-50, содержащая восемь АЦП в одном корпусе. После преобразования (бланкирования начала дистанции, выделения квадратур, децимации) отсчеты на частоте 2,5 МГц по каналу Ethernet поступают на ШОС.

Передача статусов (состояния и работоспособности), управление блоком питания и включением вентиляторов БЦП осуществляется формирователем команд МЦФ по каналу CAN.

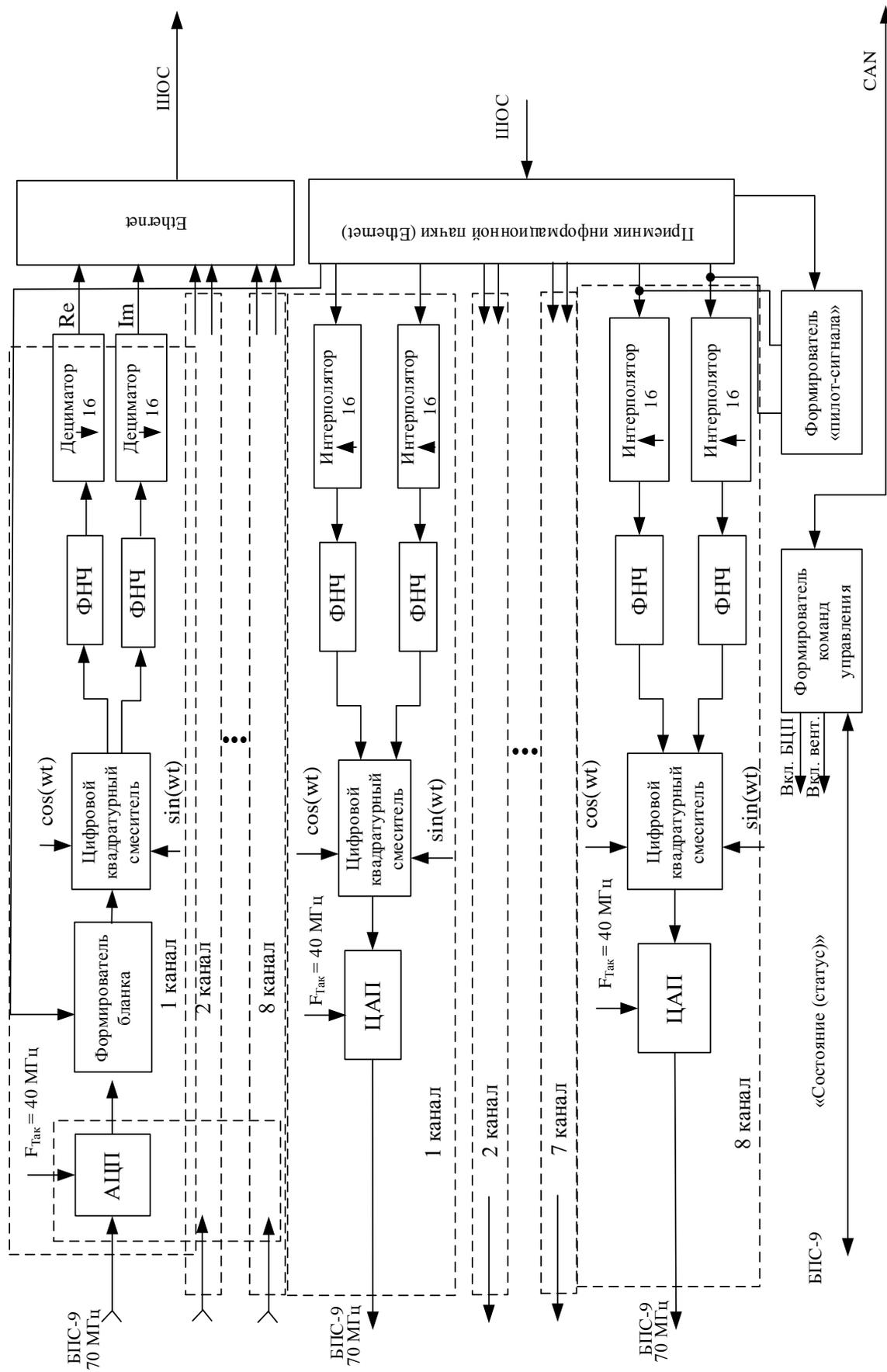


Рис. 3.3. Структурная схема МЦФ

### 3.1.7. Модуль вторичного питания

Модуль вторичного питания (МВП) (рис. 3.4) предназначен для преобразования переменного напряжения 220 В в постоянное стабилизированное напряжение +24 В и питания данным напряжением элементов блока цифровых приемопередатчиков. Основным элементом модуля является AC/DC-преобразователь серии PFE1000F-28 выходной мощностью 1000 Вт. AC/DC-преобразователь имеет универсальный вход 85–265 В переменного тока и встроенный корректор коэффициента мощности, что позволяет МВП работать при предельных отклонениях входного напряжения от 150 до 265 В (пределы изменения частоты сети 47–63 Гц) с высоким коэффициентом полезного действия в широком температурном диапазоне (от –40 до +100 °С). Модуль обладает комплексом защит от короткого замыкания, перегрузки по току, превышения выходного напряжения и перегрева. Максимальная температура основания корпуса – +100 °С. Габариты корпуса преобразователя PFE1000F-28 – 100 × 13,5 × 160 мм, отвод тепла осуществляется через верхнюю поверхность преобразователя на общий радиатор блока БЦП.

Устойчивая работа модуля вторичного питания обеспечивается внешними пассивными компонентами преобразователя PFE1000F-28, осуществляющими фильтрацию и сглаживание входного и выходного напряжения. Настройка выходного напряжения ( $24 \pm 0,5$ ) В осуществляется подстроечным резистором R2 на заводе-изготовителе.

Дистанционное включение (выключение) МВП осуществляется коммутацией (разрывом) 5-го и 6-го вывода разъема XP12, производимой в модуле цифровых формирователей БЦП. Информация о статусе МВП («ИСПРАВЕН/ОТКАЗ») выдается на вывод 2 (IOG) разъема XP12 и используется для диагностики отказов модуля. Характеристики модуля приведены в табл. 3.5.

Таблица 3.5

Характеристики МВП

Наименование параметра	Значение
Номинальное выходное напряжение, В	28
Диапазон регулировки выходного напряжения, В	22,4–33,6
Максимальный ток нагрузки, А	36
Максимальная мощность в нагрузке, Вт	1008
Нестабильность выходного напряжения, мВ	56
КПД, %	86

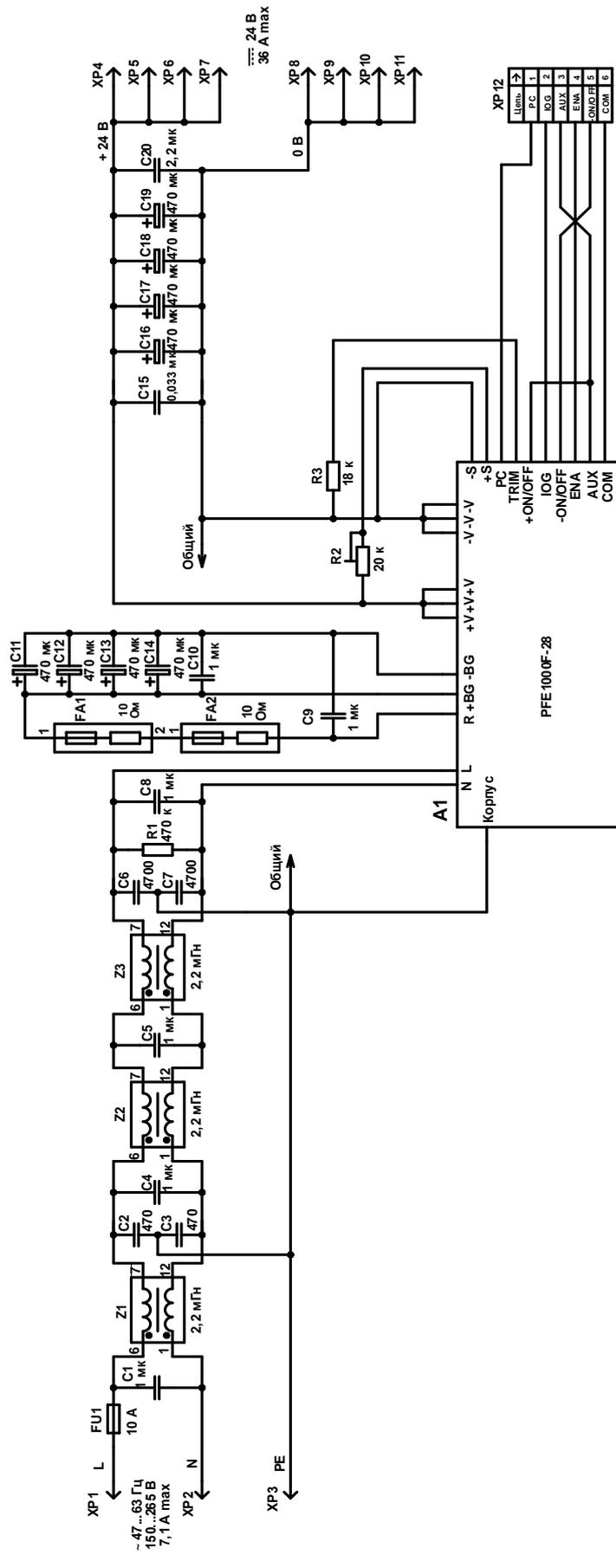


Рис. 3.4. Принципиальная схема модуля вторичного питания

### 3.2. Шкаф обработки сигналов

Шкаф обработки сигналов (ШОС) предназначен для формирования гетеродинных сигналов и диаграммообразования.

#### 3.2.1. Блок генераторов гетеродинных сигналов

Блок генераторов гетеродинных сигналов (БГС) представляет собой устройство, состоящее из гетеродина и синтезатора частоты, каждый из которых имеет шестнадцать выходных каналов, а также генератора опорного сигнала.

БГС предназначен для совместной работы с блоками преобразования сигналов БПС-9. Основные технические данные гетеродина БГС по шестнадцати каналам приведены в табл. 3.6. Основные технические данные синтезатора частоты по шестнадцати каналам и генератора опорного сигнала БГС приведены в табл. 3.7.

Шаг перестройки по частоте синтезатора частоты – 2,5 МГц.

Управление частотой БГС осуществляется дистанционно по протоколу RS-232.

Напряжение питания БГС – переменное ( $220 \pm 10\%$ ) В, частотой 50 Гц.

Масса БГС – не более 12 кг.

Таблица 3.6

Основные технические данные гетеродина БГС

Наименование параметра	Значение
Частота выходного сигнала, МГц	1100
Мощность выходного сигнала, мВт	не менее 8
Уровень фазовых шумов выходного сигнала гетеродина в полосе анализа 1 Гц при отстройке от несущей 10 кГц, дБн/Гц	не более –83
Уровень фазовых шумов выходного сигнала гетеродина в полосе анализа 1 Гц при отстройке от несущей 100 кГц	не более –93
Уровень второй гармоники, дБн	не более –25
Уровень побочных дискретных составляющих в спектре выходного сигнала при отстройке от несущей от 100кГц до 10 МГц, дБн	не более –55
Уровень побочных дискретных составляющих в полосе частот $\pm 10$ МГц при отстройке от несущей на $\pm 70$ МГц, дБн	не более –60

Таблица 3.7

## Основные технические данные синтезатора частоты

Наименование параметра	Значение
Диапазон перестройки частоты выходного сигнала, МГц	8030–8430
Мощность выходного сигнала, мВт	не менее 40
Уровень фазовых шумов выходного сигнала гетеродина в полосе анализа 1 Гц при отстройке от несущей 10 кГц, дБн/Гц	не более –80
Уровень фазовых шумов выходного сигнала гетеродина в полосе анализа 1 Гц при отстройке от несущей 100 кГц	не более –83
Уровень побочных дискретных составляющих в спектре выходного сигнала при отстройке от несущей от 100 кГц до 10 МГц, дБн	не более –55
Частота генератора опорного сигнала, МГц	20
Мощность опорного сигнала на выходе 40 МГц, дБм	не менее 4

Блок генераторов гетеродинных сигналов состоит из следующих элементов:

- двух блоков питания (БП-220 и БП-24);
- платы управления;
- блока гетеродинов (БГ-1);
- четырех делителей мощности (ДМ-1-4);
- генератора кварцевого (ГК-20);
- генератора (Г-3);
- синтезатора (СЧ-8);
- делителя мощности (ДМ-8-4);
- четырех усилителей мощности (УМ-8-4).

Блок питания БП-220 предназначен для формирования постоянного напряжения +24 В из переменного напряжения 220 В, 50 Гц для питания блока БП-24 и формирования постоянного напряжения +5 В для питания платы управления.

БП-24 из напряжения 24 В формирует питающие напряжения +12 и +5 В для внутренних блоков блока генераторов гетеродинных сигналов.

Установка частоты и контроль частоты, вырабатываемой синтезатором частот, осуществляются платой управления по RS-232. Плата управления также осуществляет включение БГС и контроль его работоспособности с выдачей

информации о состоянии через модуль цифрового диаграммообразования на ШАСиУ.

Высокостабильный кварцевый генератор ГК-20 формирует напряжение опорной частоты 20 МГц для внутренних модулей блока и напряжение частотой 40 МГц для синхронизации модулей МРЛС, которое подается на модуль разветвителя сигналов синхронизации, а с него – на блоки цифровых приемопередатчиков.

Гетеродинное напряжение частотой 1100 МГц формируется блоком гетеродина БГ-1 и через делители ДМ-1-4 подается на шестнадцать выходов БГС, подключенных к шестнадцати входам БЦП.

Генератор Г-3 и синтезатор частоты СЧ-8 с шагом 2,5 МГц по частоте формируют управляемое высокостабильное гетеродинное напряжение частотой 8030–8430 МГц, которое через делитель мощности ДМ-8-4 и четыре усилителя мощности, имеющих по четыре выхода каждый, поступает на выход блока генераторов гетеродинных сигналов.

Питающее переменное напряжение 220 В, 50 Гц на вход блока БГС поступает через предохранитель «3,15 А», установленный на лицевой панели блока. Там же установлен светодиод «ВКЛ», сигнализирующий о наличии 220 В, 50 Гц на входе блока, и светодиод «+24V», сигнализирующий о включении блока БГС.

### **3.2.2. Блок обработки сигналов**

Блок обработки сигналов (БОС) состоит из модуля разветвителя сигналов синхронизации и модуля цифрового диаграммообразования (МЦД). Модули конструктивно объединены в единый блок.

Модуль разветвителя сигналов синхронизации осуществляет размножение синхроимпульсов (строб «Имп.»), сформированных синхронизатором модуля цифрового диаграммообразования, и синхронизирует напряжения для шестнадцати блоков БЦП (40 МГц с временной привязкой к опорному напряжению 40 МГц, формируемому блоком гетеродинных сигналов).

Длительность строба «Имп.» определяется из информационного пакета, полученного по оптоволоконной линии связи, и определяет длительность зондирующего сигнала.

Модуль формирования диаграммы направленности на передачу формируемому цифровые отсчеты, несущие информацию о длительности

зондирующего сигнала (ЗС), законе его модуляции и начальной фазе, для каждого из 240 рабочих и 16 калибровочных передающих цифровых каналов. Начальная фаза сигнала формируется с учетом компенсации набега фаз в канале. Компенсация набега фаз вызвана неидентичностью каналов или различными тепловыми уходами фаз в каналах. Также начальная фаза определяется необходимым направлением установки луча. Отсчеты ЗС с учетом фазовых поправок по каналу Ethernet передаются на вход МЦФ блока цифровых приемопередатчиков.

Модуль формирования диаграммы направленности на прием осуществляет прием цифровых отсчетов в каждом дискрете дальности со всех приемных каналов, доворот фазы принятого сигнала в соответствии с калибровочными поправками и доворот фазы в соответствии с заданным азимутальным направлением. Полученные значения цифровых отсчетов каналов суммируются с учетом доворота фаз. В формировании суммы участвуют только те каналы, которые определены алгоритмом формирования диаграммы направленности (как правило это каналы, «закрываемые» эквивалентной апертурой с данного азимутального направления). Модуль формирования диаграммы направленности на прием может формировать до восьми сумм (т. е. формировать до восьми лучей), а с учетом изменения азимутального направления – до восьми диаграмм направленности одновременно. Сформированные суммы в каждом азимутальном направлении передаются в блок вычислителя ШАСиУ по оптическому каналу (происходит т. н. «развертка дальности» для определенного азимутального направления). Величины доворота фаз для каждого канала и каждого луча на прием и на передачу поступают в БОС с блока вычислителя ШАСиУ в информационном пакете.

Кроме этого, БОС осуществляет управление блоком гетеродинных сигналов, т. е. осуществляет включение и выключение блока, формирует команды на изменение частоты гетеродина в пределах от 8030 до 8430 МГц с шагом 2,5 МГц и осуществляет контроль за состоянием БГС. Структурная схема БОС приведена на рис. 3.5.

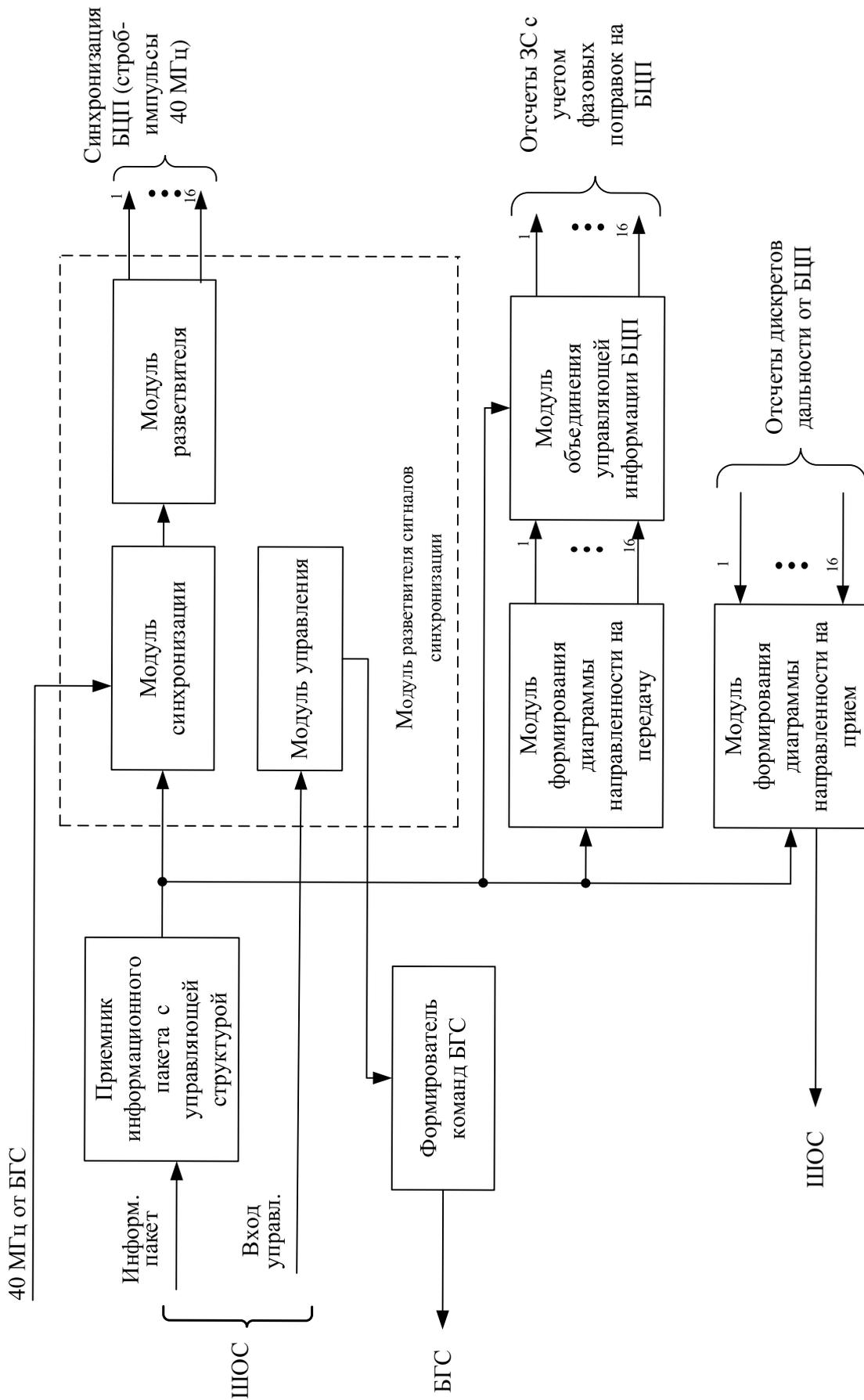


Рис. 3.5. Структурная схема БОС

### 3.3. Шкаф аппаратуры связи и управления (ШАСиУ)

Шкаф аппаратуры связи и управления (ШАСиУ) расположен в контейнере и конструктивно объединяет элементы внутреннего оборудования ЦРРС (МД1-1 и ИБЭП-220/48В-12А), блок БОС пассивной системы определения координат воздушных объектов и блок вычислителя МРЛС. Остальные элементы шкафа являются функционально обеспечивающими работоспособность вышеперечисленных устройств: источник питания ВИП100-220АС24ТС, коммутатор ЛВС Advantech ЕК1-2528-АЕ и т. д. Внешний вид ШАСиУ представлен на рис. 3.6.

Питание шкафа осуществляется ИБП САЭ с гарантированным напряжением 220 В, 50 Гц.



Рис. 3.6. Внешний вид шкафа аппаратуры связи и управления

### 3.3.1. Блок вычислителя

Блок вычислителя предназначен для реализации функций управления МРЛС (формирование и отправка команд на системы МРЛС, прием информации о состоянии систем), сбора и обработки данных, получаемых от блока обработки, выдачи обработанных данных на систему дистанционного управления по проводному или радиорелейному каналу.

Блок вычислителя включает:

- модуль центрального процессора SAMC-512-220-4-64-B;
- модуль обработки данных SAMC-715;
- submodule интерфейсный SFM-2F1G;
- шасси ELMA 1U Micro TCA System Platform blu!one.

Основным элементом блока вычислителя является модуль центрального процессора SAMC-512-220-4-64-B, технические характеристики которого приведены в табл. 3.8.

Таблица 3.8

Технические характеристики модуля центрального процессора

Наименование параметра	Значение
Тип процессора	Intel Core i7
Количество ядер процессора	2
Тактовая частота процессора, ГГц	2,2
Тип ОЗУ	DDR3-1333
Номинальная частота ОЗУ, МГц	1333
Объем ОЗУ, Гбайт	4
Тип накопителя	встроенный SSD
Объем накопителя, Гбайт	до 128
Тип графической подсистемы (GPU)	Intel HD Graphics 3000
Номинальная тактовая частота GPU, МГц	650
Максимальный ток потребления:	
по цепи «+12В», А	3,3
по цепи «+3,3В», мА	80
Максимальная потребляемая мощность, Вт	45
Масса изделия, кг	не более 0,35

Модуль SAMC-512-220-4-64-B представляет собой одноплатный x86-совместимый компьютер форм-фактора AdvancedMC Single Mid-Size. Функциональная блок-схема модуля показана на рис. 3.7.

Принцип работы и выполняемые функции используемого модуля полностью аналогичны принципам работы и функционирования любого современного персонального компьютера, построенного на x86-совместимой архитектуре. Основные отличия заключаются в специфическом конструктивном исполнении, применении компонентов, рассчитанных на жесткие условия эксплуатации, и особом наборе интерфейсов ввода/вывода.

На передней панели модуля расположены светодиодные индикаторы, кнопки «POWER» и «RESET», разъем HDMI, два разъема RJ-45 (Gigabit Ethernet), два разъема microUSB (USB 2.0).

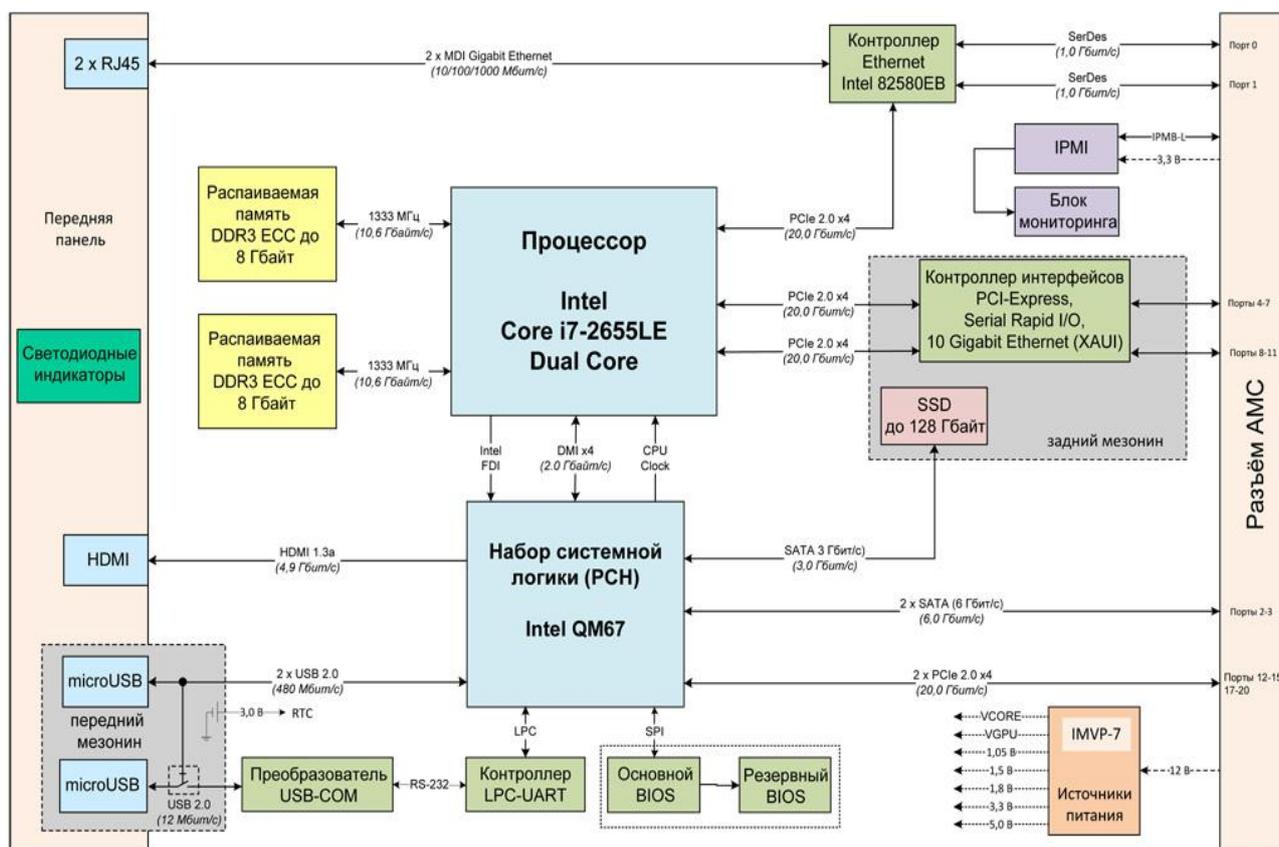


Рис. 3.7. Функциональная блок-схема модуля SAMC-512-220-4-64-B

Внешний вид модуля показан на рис. 3.8.



Рис. 3.8. Модуль SAMC-512-220-4-64-B

Модуль основан на высокопроизводительном процессоре Intel Core i7 с архитектурой Sandy Bridge, сочетает широкий диапазон межмодульных интерфейсов с большим объемом оперативной памяти.

Контроллер оперативной памяти с поддержкой контроля четности (ECC) позволяет предотвратить возникновение ошибок при обработке больших объемов данных. Наличие резервной микросхемы BIOS позволяет избежать потери работоспособности системы после некорректной настройки BIOS или повреждения одной из микросхем.

Все компоненты модуля рассчитаны на применение в сложных климатических условиях. Распаиваемая оперативная память и использование твердотельных накопителей (SSD) существенно повышает надежность системы при работе в условиях повышенных механических нагрузок.

Блок мониторинга температур и напряжений питания позволяет контролировать состояние модуля, снижая риск возникновения сбоя системы или выхода оборудования из строя.

Модуль центрального процессора SAMC-512-220-4-64-B реализует выполнение основных программ МПЛС `ctlmgr`, `hwserv`, `switcher` и `adu`.

Обмен между модулем SAMC-512-220-4-64-B и блоком обработки сигналов ШОС осуществляется по оптоволоконной линии связи через интерфейсный submodule SFM-2F1G, предназначенный для организации двухканального полнодуплексного интерфейса Gigabit Ethernet. Для

организации опто-волоконной связи в SFM-2F1G применены оптические модули стандарта SFP.

Интерфейсный submodule показан на рис. 3.9.



Рис. 3.9. Интерфейсный submodule SFM-2F1G

Выполнение функций «сжатия» сигнала, быстрого преобразования Фурье (БПФ), когерентного и некогерентного накопления реализуется модулем обработки данных SAMC-715, предназначенным для решения задач высокопроизводительной цифровой обработки данных с использованием ресурсов FPGA Xilinx семейства Virtex-6.

Конструктивно модуль выполнен в виде платы одиночной ширины (Single-width) в стандарте AdvancedMC и в соответствии со спецификацией AMC.0 R1.0. Функциональная блок-схема модуля приведена на рис. 3.10.

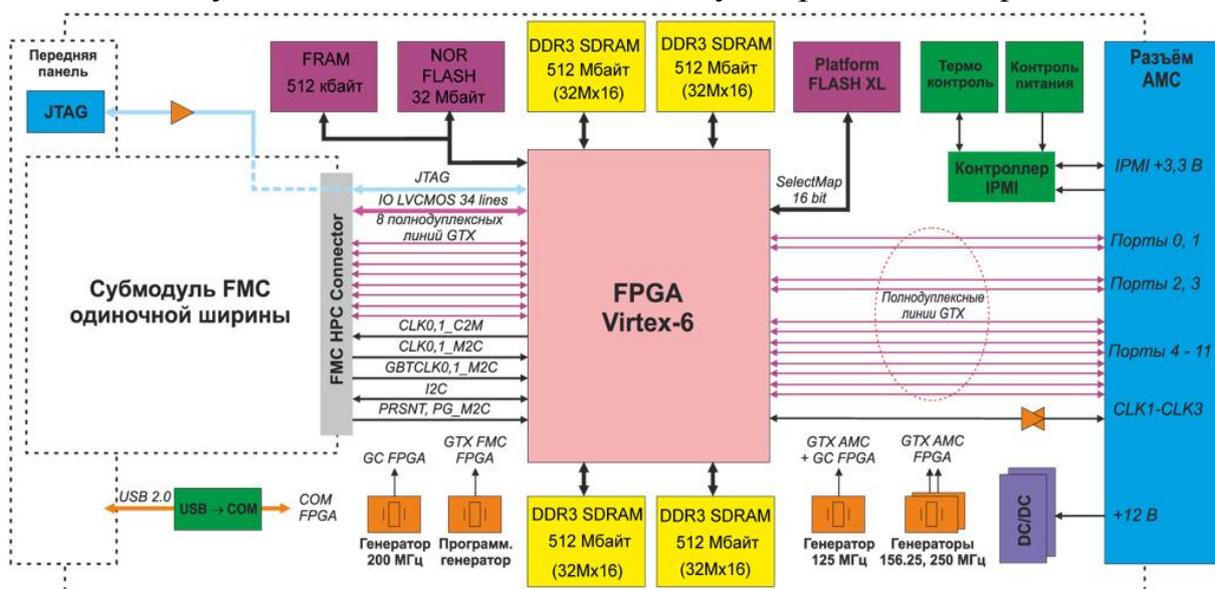


Рис. 3.10. Функциональная блок-схема модуля обработки данных

Внешний вид модуля обработки данных SAMC-715 показан на рис. 3.11.

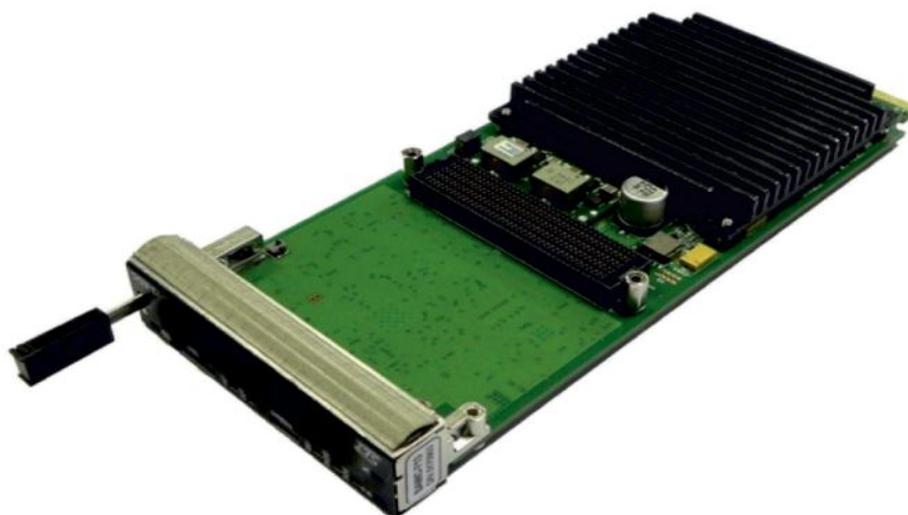


Рис. 3.11. Модуль обработки данных SAMC-715

Модули блока вычислителя установлены на шасси Elma MicroTCA blu!one, которое позволяет поддерживать до шести одномодульных АМС-плат среднего размера или трех одномодульных полноразмерных АМС-плат. Шасси имеет встроенный модуль питания, управление которым осуществляется выключателем, расположенным на задней панели. Охлаждение установленных модулей производят восемь вентиляторов. Шасси Elma MicroTCA blu!one блока вычислителя показано на рис. 3.12.



Рис. 3.12. Шасси блока вычислителя ШАСиУ

### **3.3.2. Периферийная станция пассивной системы определения координат воздушных объектов, оборудованных ответчиками IFF/SIF**

В ШАСиУ установлена периферийная станция – один из элементов системы определения координат воздушных объектов, оборудованных ответчиками IFF/SIF. Работа системы по определению координат возможна только при наличии четырех периферийных станций.

Одна периферийная станция способна выдавать положения воздушных объектов, оборудованных ответчиками, способными работать в режиме «S». В данном режиме воздушный объект передает закодированную информацию, содержащую опознавательный индекс воздушного судна, координаты, сведения о его высоте или другие данные, в зависимости от того, что запрашивается наземной станцией. Периферийная станция способна декодировать поступающую информацию и использовать ее для отображения воздушного судна на АРМ СДУ.

При работе воздушного объекта в других режимах опознавания определение координат производится разностно-дальномерным методом, принцип которого основывается на определении разности времени прихода ответного сигнала воздушного объекта на пункты приема (т. е. времени поступления сигнала на МРЛС).

Система определения координат воздушных объектов, оборудованных ответчиками IFF/SIF, является автономной и использует только каналы связи и систему отображения РЛК.

#### **3.3.2.1. Общие сведения о периферийной станции пассивной системы определения координат воздушных объектов, оборудованных ответчиками IFF/SIF**

Периферийная станция является приемной частью разностно-дальномерной системы местоопределения воздушных объектов и предназначена для приема сигналов бортовых приемоответчиков воздушных объектов системы IFF/SIF, определения режима работы приемоответчика, определения времени приема сигналов с использованием GPS-приемников, демодуляции, декодирования сигналов и передачи результатов на главную станцию.

Настройка периферийной станции, управление ею в ходе функционирования системы осуществляется дистанционно с СДУ РЛК.

Технические характеристики периферийной станции:

- частота принимаемых сигналов –  $(1090 \pm 10)$  МГц;
- синхронизация времени периферийной станции в составе системы осуществляется по сигналам GPS;

- вид связи между главной и периферийными станциями системы – радиорелейные или оптоволоконные каналы Ethernet.

Высота подъема антенной системы на мачте РЛК от уровня грунта – более 30 м.

Расстояние между оборудованием антенной системы и оборудованием, размещаемым в контейнере САЭ, – не более 50 м (определяется длиной кабеля).

Электропитание осуществляется от источника переменного тока частотой 50 Гц, напряжением  $(220 \pm 10 \%)$  В (потребляемая мощность – не более 200 Вт).

Условия эксплуатации:

- оборудования, размещенного внутри контейнера САЭ:

- а) рабочая температура окружающей среды от 5 до 40 °С;

- б) относительная влажность окружающей среды – до 80 % (при температуре 25 °С);

- в) отсутствие агрессивной окружающей среды;

- выносного оборудования:

- а) рабочая температура окружающей среды – от –40 до +50 °С;

- б) относительная влажность окружающей среды – до 98 % (при температуре 25 °С);

- в) отсутствие агрессивной окружающей среды.

Состав периферийной станции:

- антенная система (приемная антенна IFF/SIF, антенна GPS, блок радиочастотный 01 (БР-01));

- блок обработки сигналов, расположенный в ШАСиУ;

- программное обеспечение (CD-диск).

Структурная схема периферийной станции приведена на рис. 3.13.

Сигналы бортовых ответчиков IFF/SIF на частоте 1090 МГц принимаются антенной АЗ, через кабель К9 и устройство грозозащиты поступают в блок радиочастотный (БР-01), где фильтруются и усиливаются модулем усилителя.

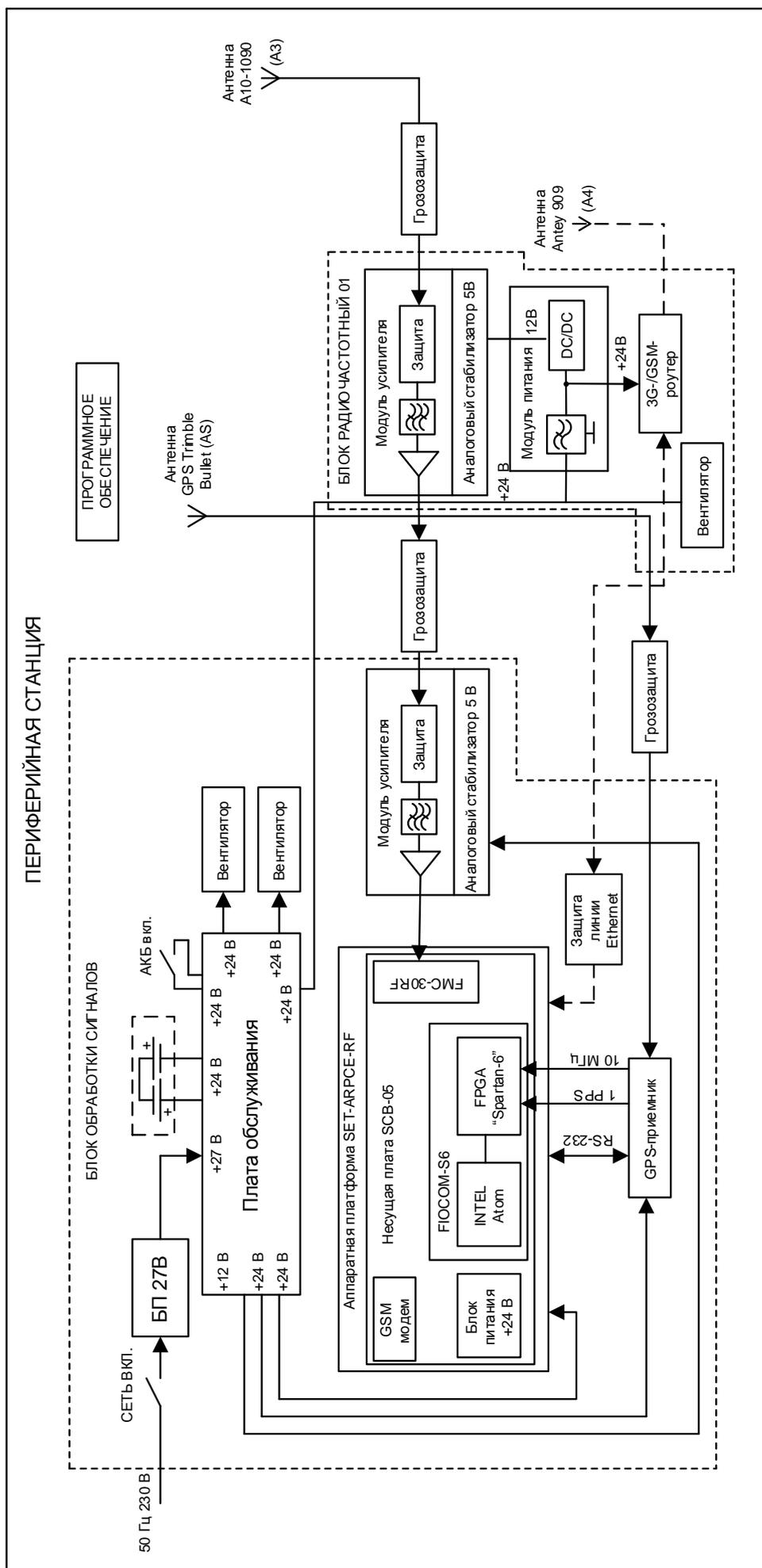


Рис. 3.13. Структурная схема периферийной станции

Далее по антенному кабелю К8 и через еще одно устройство грозозащиты сигналы подаются в блок обработки сигналов (БОС).

В БОС сигналы также фильтруются и усиливаются модулем усилителя, затем отправляются в модуль FMC-30RF аппаратной платформы SET-ARPCЕ-RF, где происходят усиление, частотное квадратурное преобразование в области частот от 0 до 20 МГц и аналого-цифровое преобразование.

Далее принятые сигналы в цифровой форме поступают на несущую плату SCB-05 и обрабатываются в ПЛИС (FPGA «Spartan-6»), производится демодуляция сигналов, обнаружение и декодирование сообщений, определение типов режимов ответов, привязка момента приема сообщений к счетчику времени.

Для синхронизации счетчика времени с другими станциями комплекса применяется тайминговый GPS-приемник с антенной А5, расположенной рядом с антенной А3. В отсутствие GPS-сигналов счетчик времени работает автономно.

Работой средств аппаратной платформы SET-ARPCЕ-RF и GPS-приемника управляет процессор INTEL Atom под управлением встроенной операционной системы Microsoft Windows Embedded Standard.

Данные (время приема ответа воздушных объектов, типы режимов ответов ВО (mode «А», «С», «2», «3», «1», «S» «4»)) с помощью программного модуля передаются на главную станцию системы в соответствии с настройками каналов связи.

Каналы связи могут быть реализованы одним из следующих способов:

- с помощью радиорелейного канала Ethernet;
- с помощью оптоволоконного канала Ethernet.

Для электропитания оборудования станции используется сетевой стабилизированный источник постоянного напряжения 27 В. Возможно подключение автономных аккумуляторных батарей к буферу источника постоянного напряжения и подзарядка от него за время от 8 до 10 часов. Тип сетевого источника постоянного напряжения – сетевой блок питания SP-320-27 «Meanwell».

Для обеспечения работы устройства SET-ARPCЕ-RF используется следующее программное обеспечение:

- операционная система Microsoft Windows Embedded Standard;
- программный модуль передачи данных на главную станцию.

### 3.3.2.2 Описание и работа составных частей станции

Антенная система станции пассивной системы определения координат воздушных объектов предназначена:

- для приема и усиления сигналов бортовых приемоответчиков воздушных объектов на частоте 1090 МГц (ширина полосы частот – 20 МГц);
- приема сигналов спутниковой навигации GPS.

Антенная система крепится на кронштейн мачты РЛК. Система подключается к выходной коробке САЭ РЛК кабелями длиной 50 м, а от нее – к блоку обработки сигналов.

В состав антенной системы входят следующие основные составные части:

- антенна А3;
- антенна А5 (GPS);
- блок радиочастотный (БР-01);
- соединительные кабели.

Антенна А3 (А10-1090 «Радиал») предназначена для приема сигналов бортовых ответчиков IFF/SIF. Антенна крепится на антенную стойку, обеспечивает прием сигналов в диапазоне частот от 1065 до 1134 МГц, имеет вертикальную поляризацию, круговую диаграмму направленности в горизонтальной плоскости,  $11^\circ$  в вертикальной плоскости, усиление 10 дБ, высоту 1,8 м и массу 0,85 кг. Прочная конструкция, достаточно высокое усиление и прижатый к земле лепесток в вертикальной плоскости обеспечивают уверенный прием сигналов от самолетов во всей зоне наблюдения, определяемой только кривизной поверхности Земли. Внешний вид приемной антенны А3 приведен на рис. 3.14.



Рис. 3.14. Внешний вид приемной антенны А3

Антенна А5 (GPS Trimble Bullet) предназначена для приема сигналов спутниковой навигации GPS. Антенна имеет усиление 37 дБ, питание осуществляется по кабелю напряжением постоянного тока 5 В. Крепление

антенны производится на скобу антенной стойки с помощью болта. Внешний вид антенны А5 показан на рис. 3.15.



Рис. 3.15. Внешний вид антенны А5 на скобе антенной стойки

Блок радиочастотный 01 (БР-01) предназначен для фильтрации и усиления сигналов бортовых ответчиков IFF/SIF, содержит модуль усилителя, модуль питания, 3G-роутер XR3G442 (в станции не используется) и вентиляторы. Внешний вид БР-01 приведен на рис. 3.16.

БР-01 вместе с антеннами А3, А5 размещается на антенной мачте МРЛС.



Рис. 3.16. Внешний вид блока БР-01

Органы коммутации и управления БР-01 предназначены для следующих целей:

- коаксиальный разъем «АНТ» («ANT») – для подключения через устройство грозозащиты TP-LINK TL-ANT24SP и кабель К9 приемной антенны АЗ;

- коаксиальный разъем «АНТ 3G» («ANT 3G») – для подключения антенны А4 (не используется);

- коаксиальный разъем «ВЫХ» («OUT») – для выдачи усиленного сигнала бортовых ответчиков IFF/SIF через кабель К8 на БОС;

- разъем «ETHERNET» – для подключения интерфейса Ethernet от БОС к 3G-роутеру, находящемуся внутри БР-01, с целью передачи данных на главную станцию (не используется);

- разъем «24 V» – для подачи питания с БОС на БР-01 по кабелю К11;

- под биркой с маркировкой блока находится клапан выравнивания давления.

Блок обработки сигналов предназначен:

- для обеспечения блока БР-01 электропитанием постоянным напряжением 24 В;

- фильтрации, усиления сигналов, поступающих от блока БР-01, их цифровой обработки;

- синхронизации временных отметок по сигналам таймингового приемника GPS, а также собственного генератора;

- передачи по каналам Ethernet демодулированной и декодированной информации сигналов бортовых ответчиков IFF/SIF, а также времени их приема.

Внешний вид блока обработки сигналов показан на рис. 3.17.

Внутренние элементы БОС показаны на рис. 3.18.

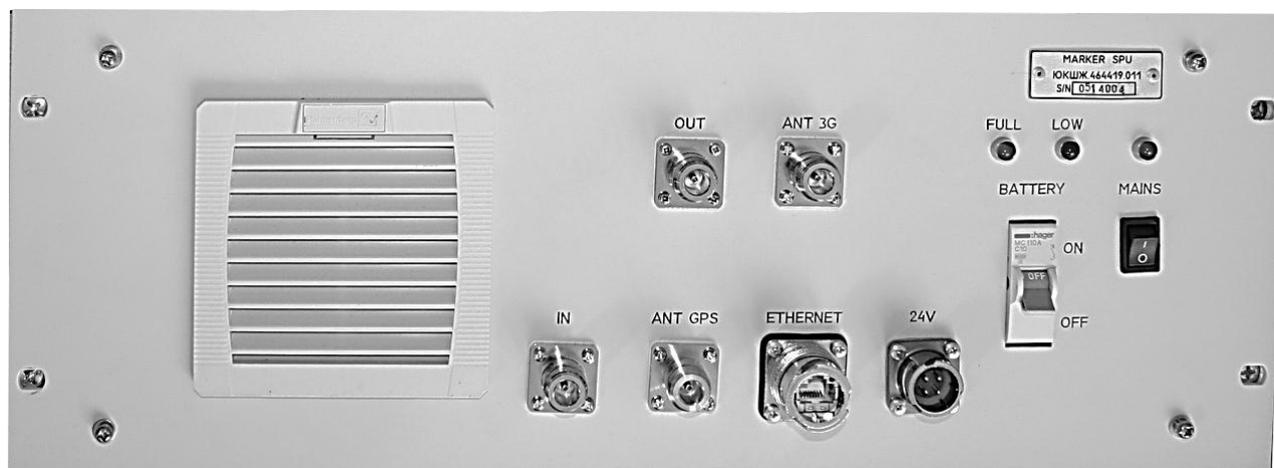


Рис. 3.17. Внешний вид БОС

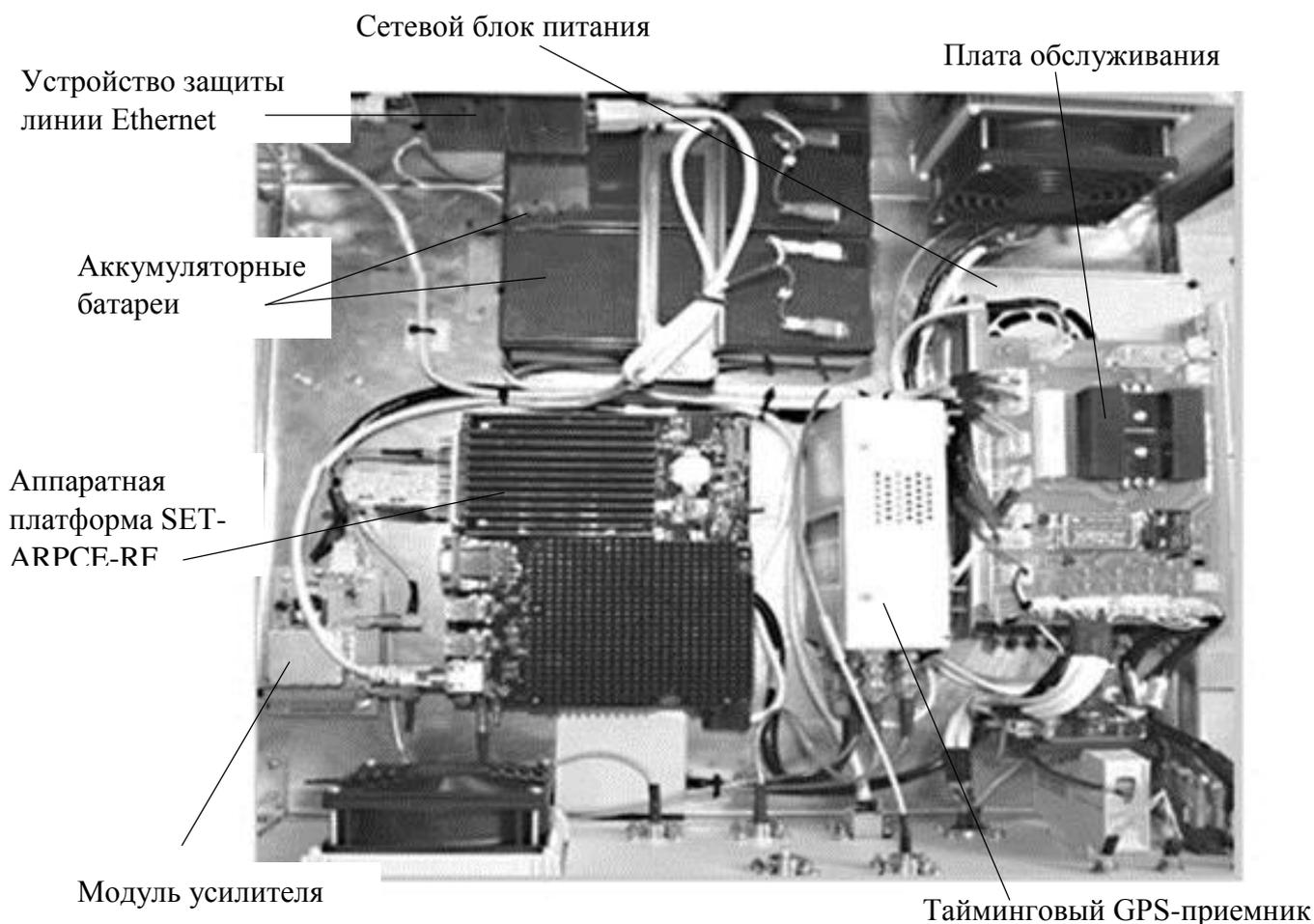


Рис. 3.18. Внешний вид содержимого БОС

На задней стенке корпуса БОС имеются:

- болт для подключения провода заземления K7 (проводить заземление обязательно);
- разъем с заземляющим контактом для подключения кабелем K5 к источнику переменного напряжением ( $220 \pm 10\%$ ) В, 50 Гц;
- вытяжной вентилятор с фильтром.

На передней стенке корпуса БОС имеются следующие органы управления и коммутации (см. рис. 3.17):

- приточный вентилятор с фильтром;

- коаксиальный разъем «ВХ» («IN») – для приема сигналов, принятых БР-01 (коммутация через устройство грозозащиты TP-LINKTL-ANT24SP и кабель K8). Устройство грозозащиты, как проходной разъем, накручивается на разъем БОС. Внешний вид устройства грозозащиты приведен на рис. 3.19.);

- коаксиальный разъем «ВЫХ» («OUT») – не используется;

- коаксиальный разъем «ANT 3G» – для подключения, при необходимости, настольной антенны А1. 3G-связь в этом случае осуществляется с помощью встроенного в аппаратную платформу SET-ARPCЕ-RF модема. При осуществлении связи с использованием других аппаратных средств указанный разъем не используется;

- коаксиальный разъем «ANT GPS» – для подключения антенны А5;

- разъем «24V» – для подачи питания на БР-01;

- разъем «ETHERNET» – для подключения аппаратной платформы SET-ARPCЕ-RF через устройство защиты линии данных UXSP-005DC10-RJ45/8 Unex к блоку вычислителя МРЛС через коммутатор ЛВС Advantech ЕКI-2528-АЕ;

- выключатель «BATTERY» (автомат токовой защиты от коротких замыканий) – для подключения аккумуляторных батарей (АКБ) к буферу сетевого источника питания 27 В. Так как весь ШАСиУ запитан от источника бесперебойного питания МРЛС, АКБ отдельно к блоку БР-01 не устанавливаются;

- индикатор зеленый «BATTERY FULL» и индикатор красный мигающий «BATTERY LOW» – показывают уровень заряда АКБ (при наличии);

- выключатель и индикатор «СЕТЬ» («MAINS») – для включения питания оборудования станции от электрической сети 220 В с соответствующей индикацией.

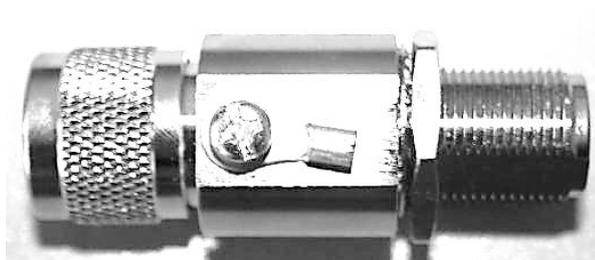


Рис. 3.19. Внешний вид устройства грозозащиты TP-LINKTL-ANT24SP

### **3.4. Антенная система**

#### **3.4.1. Основная антенна МРЛС**

Антенна МРЛС – это цифровая антенная решетка, представляющая собой совокупность аналого-цифровых каналов, в которой диаграмма направленности формируется цифровыми устройствами.

Цифровое диаграммообразование (ЦДО) осуществляется когерентным частотным и аналого-цифровым преобразованием сигналов, принимаемых каждым излучателем антенной решетки, формированием и обработкой пространственно-временной корреляционной матрицы помех и формированием наборов комплексных весовых коэффициентов по числу независимых лучей диаграммы направленности антенны (ДНА) для дальнейшей частотно-временной обработки.

В состав МРЛС входит 240 независимых приемопередающих каналов.

На рис. 3.20 показана структурная схема приемопередающих каналов МРЛС при цифровом диаграммообразовании.

Квадратурные отсчеты излучаемого сигнала на нулевой частоте поступают в информационном пакете с блока вычислителя ШАСиУ. Цифровой формирователь сигнала производит чтение отсчетов, поворот фазы в соответствии с требуемым азимутальным положением луча и перенос сигнала на промежуточную частоту. Передатчик осуществляет перенос сигнала в область рабочих частот и усиление сигнала. Сформированный сигнал подается на антенну и излучается в эфир.

Принятый антенной сигнал поступает на вход приемника. Приемник осуществляет фильтрацию, усиление и перенос сигнала на промежуточную частоту. В цифровом приемнике осуществляется аналого-цифровое преобразование сигнала, квадратурная фильтрация отсчетов сигнала, корректировка фазы и амплитудное взвешивание. Квадратурные отсчеты передаются на вход сумматора, который осуществляет сложение отсчетов каналов, участвующих в формировании луча. В состав сумматора входит коммутатор, позволяющий формировать сразу несколько пространственных лучей.

При работе МРЛС в группировках для обеспечения максимальной электромагнитной совместимости (ЭМС) и в других случаях, где существуют ограничения или запреты на уровень излучений в отдельных секторах,

параметры лучей изменяются программно без снижения характеристик аппаратуры.

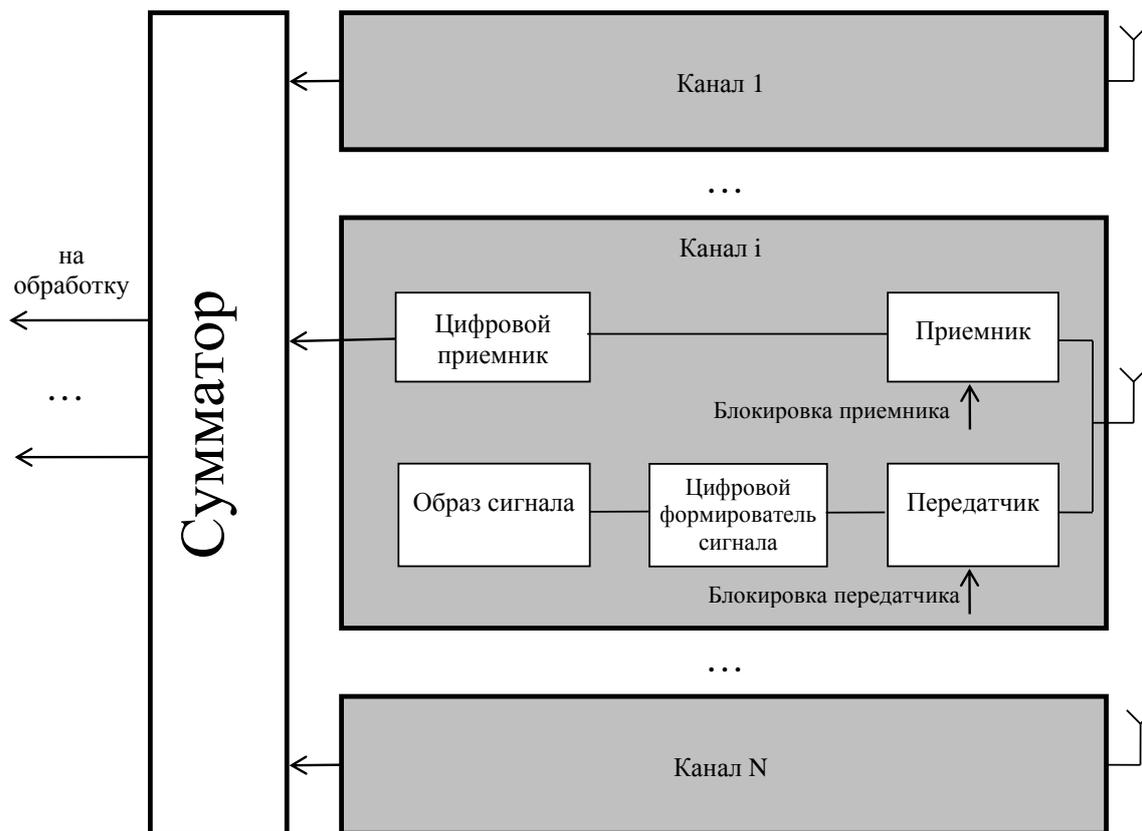


Рис. 3.20. Структурная схема приемопередающих каналов

Для формирования лучей на прием возможно осуществление «пересечения апертур», что позволяет реализовать взвешенную ДНА и уменьшить уровень боковых лепестков.

Антенная система обеспечивает формирование до восьми независимых лучей.

В вертикальной плоскости ширина диаграммы направленности антенны по уровню 0,5 составляет 7°. Нормированная диаграмма направленности в вертикальной плоскости приведена на рис. 3.21.

Антенная система представляет собой многогранник, состоящий из шестнадцати независимых прямоугольных подрешеток, входящих в шестнадцать БЦП. Подрешетка представляет собой пятнадцать волноводно-щелевых антенн и выполнена в виде единой конструкции на ламинированном материале Rogers.

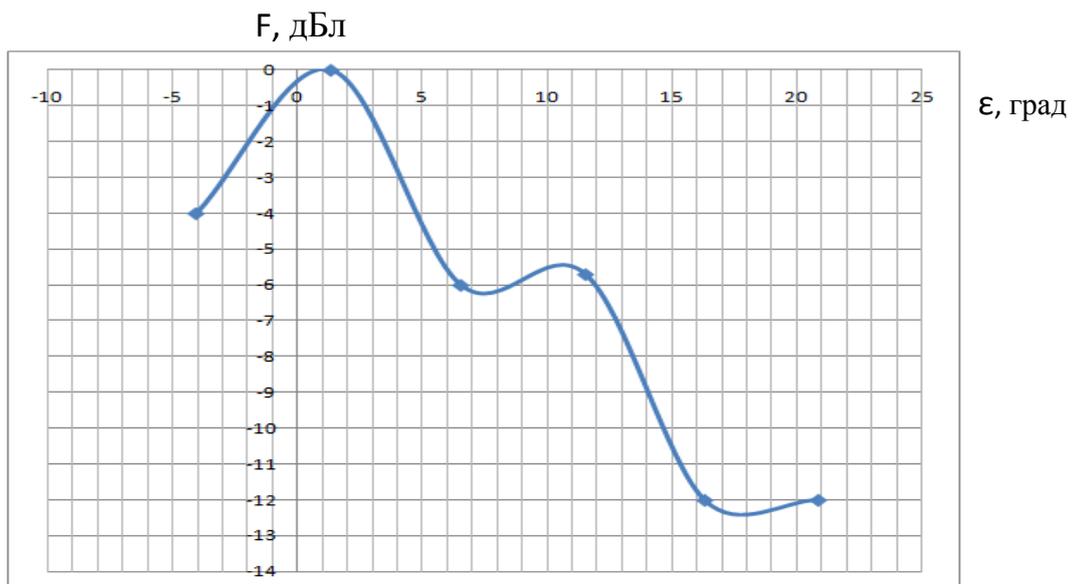


Рис. 3.21. Нормированная диаграмма направленности антенны МРЛС в вертикальной плоскости

Волноводно-щелевые антенны имеют независимую запитку, осуществляемую коаксиально волноводным переходом (рис. 3.22).

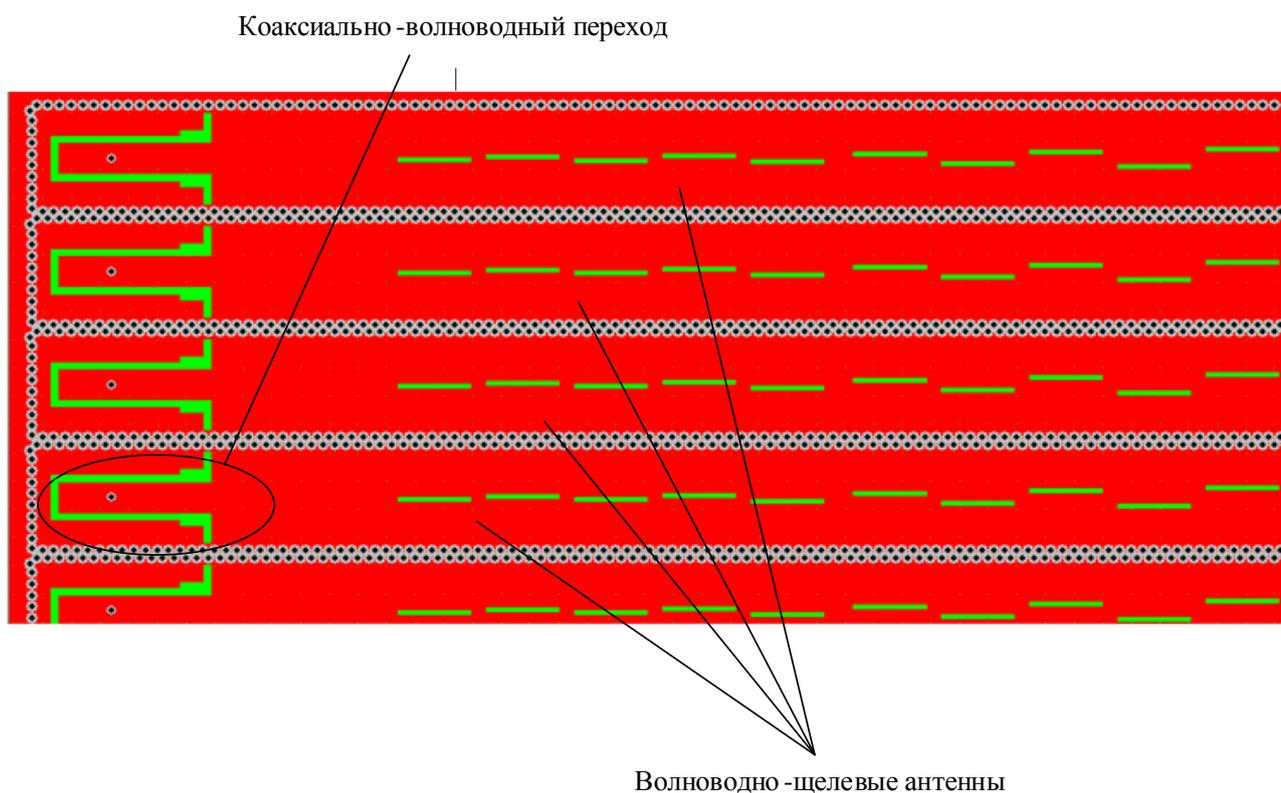


Рис. 3.22. Фрагмент антенного полотна

Формирование диаграммы направленности по азимуту обеспечивается заданием амплитудно-фазового распределения по азимуту в цифровом виде в БОС и МЦФ (рис. 3.23).

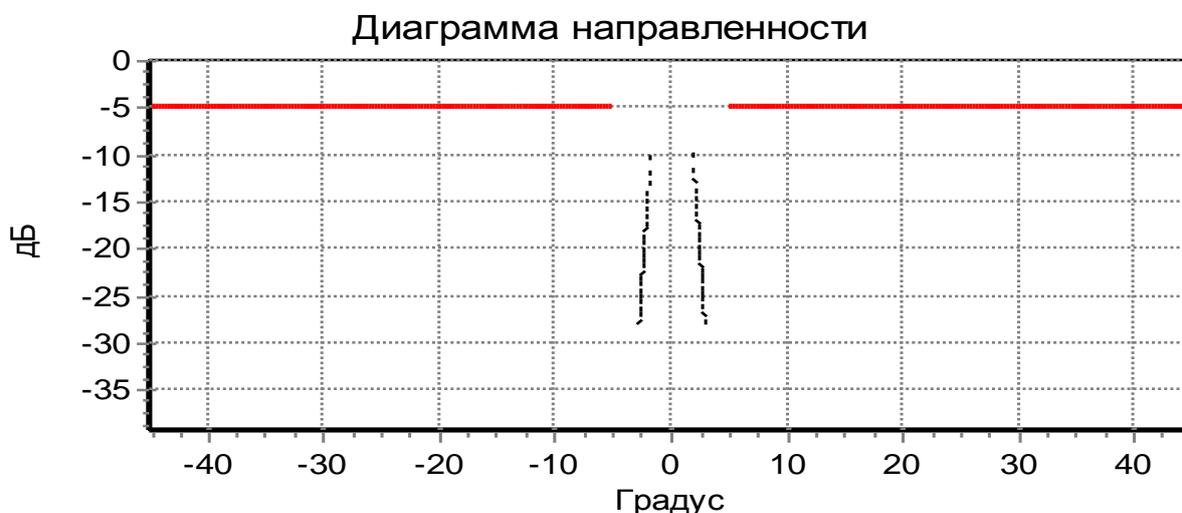
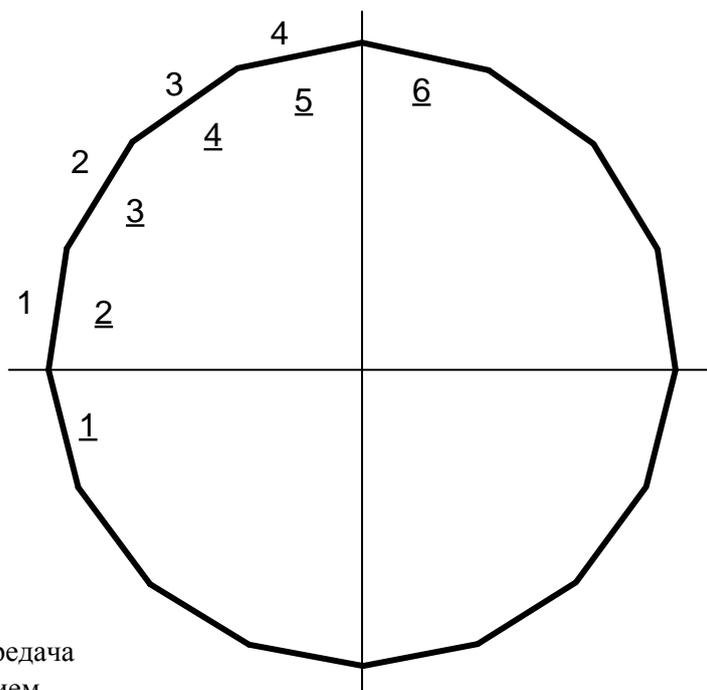


Рис. 3.23. Диаграмма направленности многогранной ФАР с распределением тока «косинус в квадрате на пьедестале»

В МРЛС основная антенная система имеет следующие характеристики:

- количество граней фазированной антенной решетки (ФАР) – 16;
- количество столбцов в грани – 15;
- шаг расположения столбцов –  $0,55\lambda$ ;
- количество граней, участвующих в формировании передающего луча – 4;
- количество граней, участвующих в формировании приемного луча – до 6.

Увеличение количества граней, участвующих в формировании приемного луча, обусловлено обеспечением требуемой ширины диаграммы направленности антенны. На рис. 3.24 и 3.25 условно показаны грани, участвующие в формировании передающего и приемного лучей МРЛС.



1-4 Передача  
1-6 Прием

Рис. 3.24. Грани ФАР, участвующие в формировании передающих и приемных лучей



Рис. 3.25. Внешний вид граней ФАР, участвующих в формировании передающих и приемных лучей

### 3.4.2. Элемент антенны выносной

Параметром, влияющим на характеристики МРЛС, является стабильность фазовых характеристик в приемных и передающих каналах.

На идентичность фазовых характеристик каналов оказывают влияние как стабильные факторы (разброс параметров однотипных элементов в разных каналах), так и нестабильные факторы, обусловленные в первую очередь изменениями параметров при изменении температуры и взаимным влиянием излучателей. В МРЛС нестабильные изменения параметров учитываются непосредственно во время работы.

В процессе работы измеряется уход фаз каждого приемного и передающего каналов и компенсируется путем задания поправочных коэффициентов. После определения ухода фазы в каком-либо из передающих каналов, например на  $1,4^\circ$ , фаза формируемого в цифровом формирователе сигнала поворачивается на  $-1,4^\circ$ . Аналогично производится компенсация и в приемном канале.

В качестве инструмента компенсации применяется выносная антенна с собственным передатчиком, приемником, формирователем и обработчиком сигнала. Выносная антенна располагается на расстоянии от основной антенны, намного превышающем длины волн запросного/отраженного сигналов. Из конструктивных соображений вынос осуществлен на расстояние порядка 0,8 м.

Вычисление поправочных коэффициентов (калибровка) для передающего канала осуществляется следующим образом:

- отключаются все передатчики, кроме тестируемого, проверяемый канал формирует и выдает тестовый сигнал, как и в рабочем режиме;

- приемная антенна калибровочного канала принимает сигнал, приемник переносит его на нулевую частоту, осуществляет квадратурную фильтрацию и передает программному модулю, который определяет величину ухода фазы для данного канала и вычисляет поправочный коэффициент;

- вычисленный коэффициент передается цифровому формирователю сигнала и учитывается при формировании зондирующих сигналов;

- вычисляются поправки для всех передающих каналов.

Калибровка приемных каналов проводится в следующем порядке:

- формирователь сигнала и передатчик калибровочного канала формируют и излучают тестовый сигнал;

- сигнал принимается рабочей антенной и проходит всю дальнейшую обработку, как и в рабочем режиме, за исключением суммирования данных, полученных в разных каналах;

- данные поступают на вход программного модуля, который определяет величину ухода фазы для данного приемного канала и вычисляет поправочный коэффициент;

- вычисленный коэффициент передается в МЦД БОС в информационном пакете и учитывается при формировании приемного луча.

В МРЛС использованы восемь калибровочных антенн, вынесенных относительно центра на восьми штангах и размещенных относительно друг друга на  $45^\circ$  относительно центра основной антенной системы. Излучатели антенн повернуты в сторону основной антенной системы.

Назначение выносных антенн – калибровка и контроль работоспособности МРЛС.

Топология калибровочных антенн, или элементы антенны выносной, приведена на рис. 3.26.

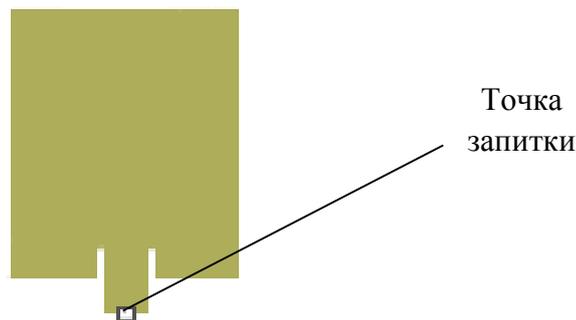


Рис. 3.26. Элемент антенны выносной

### 3.5. Система автономного электропитания

Система автономного электропитания (САЭ) предназначена для автономного снабжения электроэнергией аппаратуры МРЛС при отключении промышленной сети или при поступлении команды с СДУ (как правило, дизель-электрическая установка САЭ используется в качестве источника резервного питания).

Основными элементами системы являются:

- дизель-генератор (ДГ) (двигатель BF4M2011, генератор ECP 32-3S/4);
- источник бесперебойного питания (ИБП);
- блок управления DKG-509.

Автоматика блока управления контролирует наличие трехфазного напряжения 380 В, 50 Гц основной (базовой) сети и осуществляет автоматический переход на резервное питание при пропадании основной сети и автоматический переход с резервного питания на основное при наличии устойчивого базового питания. Питание МРЛС в момент перехода с базовой сети на резервную сеть и обратно осуществляется источником бесперебойного питания.

Система вентиляции и обогрева оборудования САЭ предназначена для обеспечения заданного температурного режима внутри контейнера.

Гарантированное электропитание аппаратуры МРЛС (380 В, 50 Гц) осуществляется от источника бесперебойного питания через разъем «Выход ИБП 3ф~380В, 50 Гц, 63А» САЭ.

Унифицированная мачта 1Л81-1 для развертывания запитывается негарантированным электропитанием через разъем «Выход АВР 3ф~380В, 50 Гц, 16А» САЭ, который подключен к выходу негарантированного питания XS2 через автоматический выключатель QF8/63А щита ВРУ с АВР.

Для подключения разъема «Выход АВР 3ф~380В, 50 Гц, 16А» САЭ к вводу дизель-генератора необходимо перевести выключатель «ПИТАНИЕ НАГРУЗКИ» в положение «АВР».

Включение источников питания БОС, БГС и БЦП осуществляется по кабелю через разъем «УПР» САЭ и «X20» ШОС. По этому же кабелю осуществляется передача дежурного напряжения +24 В, которое формируется в ШАСиУ источником питания ВИП-100 и поступает на выходной разъем через устройство защиты по напряжению и переключатель Q1 «24 В УПР», расположенный на задней стенке ШАСиУ.

Питание внутреннего оборудования контейнера (кондиционера контейнера, вентиляторов контейнера, оборудования обогрева и т. д.) осуществляется негарантированным питанием. Питание шкафа ШАСиУ, расположенного в контейнере, осуществляется гарантированным питанием от ИБП через автоматический выключатель QF11 шкафа собственных нужд ШСН2 и разъем XS4.

## **4. СИСТЕМА ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ РАДИОЛОКАЦИОННЫМ КОМПЛЕКСОМ**

Входящая в МРЛК система дистанционного управления (СДУ) предназначена:

- для включения (выключения) всех или любой выбранной МРЛС РЛК;
- управления режимами работы РЛК или любой выбранной МРЛС;
- проведения автоматического контроля функционирования РЛК с выдачей результатов тестирования МРЛС (с детализацией до сменного узла);
- приема, обработки и отображения радиолокационной информации от МЛРС РЛК;
- объединения трасс целей, получаемых от МРЛС, входящих в состав РЛК (третичная обработка);
- выдачи третичной (обобщенной) радиолокационной информации на сопрягаемый комплекс средств автоматизации (КСА) через АПД;
- определения координат источников радиоизлучений разностно-дальномерным методом по сигналам ответчиков ВО, оборудованных ответчиками IFF/SIF, при наличии в комплексе не менее четырех пассивных каналов приема сигналов ответчиков IFF/SIF;
- обеспечения служебной связи между СДУ и МРЛС РЛК;
- контроля состояния каналов и линий связи РЛК;
- организации оперативно-командной телефонной связи с КСА;
- ведения документирования получаемой и выдаваемой радиолокационной информации.

### **4.1. Состав СДУ**

Конструкция СДУ представляет собой шкаф с аппаратурой передачи данных и вычислительными средствами, два АРМ оператора РЛК с установленными на них средствами управления и отображения информации (рис. 4.2), а также средствами оперативно-командной связи. Предусмотрена возможность установки шкафа с аппаратурой передачи данных, вычислительными средствами и двух АРМ оператора РЛК в транспортируемый кузов универсальный нулевого (нормального) габарита (КУНГ).

Размеры шкафа составляют  $553 \times 670 \times 500$  мм.

Масса шкафа – не более 65 кг.

Состав СДУ приведен на рис. 4.1 и 4.2 и включает в себя следующее оборудование:

а) шкаф аппаратуры связи (ШАС) (рис. 4.1, а), состоящий:

- из вычислительного устройства СДУ (ВУ СДУ);
- аппаратуры передачи данных (АПД 2С06);
- аппаратуры передачи данных (АПД 2С07);
- модема U-336E Plus EE (ZyXEL);
- концентратора локальной вычислительной сети (коммутатора Ethernet восьмипортового);
- источника питания концентратора локальной вычислительной сети;
- каркаса шкафа аппаратуры связи;

б) два автоматизированных рабочих места (АРМ) операторов со средствами управления и отображения информации (рис. 4.1, б);

в) аппаратуру цифровой радиорелейной станции (ЦРРС) «МИК-РЛ400» (рис. 4.1, в) с антенной (рис. 4.1, з);

г) аппаратуру оперативно-командной громкоговорящей связи (ГГС) (рис. 4.1, д);

д) технологическое рабочее место на базе компьютера Dell Latitude 6540 (рис. 4.1, е);

е) комплект программного обеспечения (ПО), состоящий:

- из программного обеспечения вычислительного устройства СДУ;
- программного обеспечения АРМ;
- программного обеспечения технологического рабочего места;

ж) комплект ЗИП-О;

з) комплект кабелей.

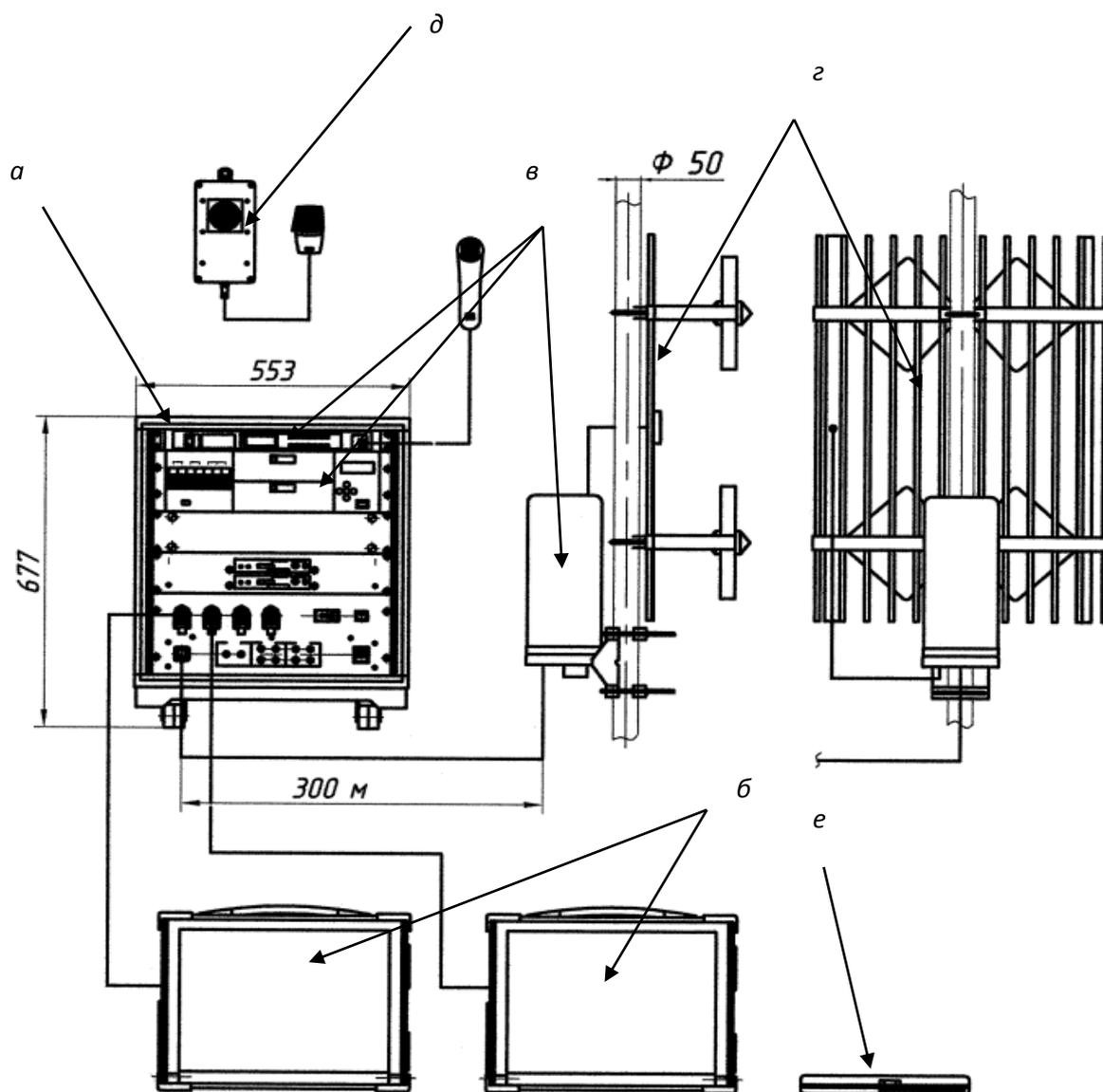


Рис. 4.1. Состав СДУ:  
*a* – шкаф аппаратуры связи; *б* – АРМ; *в* – аппаратура ЦРРС;  
*г* – антенна ЦРРС; *д* – аппаратура оперативно-командной связи;  
*е* – технологическое рабочее место



Рис. 4.2. Элементы СДУ

#### 4.1.1. Вычислительное устройство СДУ

Вычислительное устройство СДУ выполняет следующие функции:

- управление аппаратурой, входящей в состав СДУ;
- прием от АРМ команд управления РЛК;
- выдача на МРЛС команд, поступивших от АРМ;
- прием информации о режимах работы и техническом состоянии от каждой МРЛС, входящей в состав РЛК;
- выдача на АРМ информации о режимах работы и техническом состоянии, полученной от каждой МРЛС, входящей в состав РЛК;
- прием радиолокационной информации от каждой МРЛС, входящей в группу;
- обработка принятой радиолокационной информации (третичная обработка);
- выдача обобщенной радиолокационной информации на АРМ;

- формирование и выдача кодограмм о воздушных объектах на КСА.

В качестве вычислительного устройства СДУ используется компьютер платформы РС в специальном исполнении, предусматривающем установку в ШАС и обеспечивающем требуемые характеристики по устойчивости к внешним воздействиям.

Внешний вид вычислительного устройства СДУ показан на рис. 4.3.

Основные технические характеристики вычислительного устройства приведены в табл. 4.1.



Рис. 4.3. Внешний вид вычислительного устройства СДУ

Таблица 4.1

Основные технические характеристики вычислительного устройства

Наименование	Тип	Описание
Корпус	IPC-603MB	Advantech 2U 3-slot Rackmount Chassis for ATX/MicroATX Motherboard with Front I/O
Материнская плата	AIMB-556	Advantech Socket 478 Core™ 2 Duo/Core Solo Processor-based MicroATX with DDR2/Dual Gb ELAN/4 COM
ЦПУ	Intel Core 2 Duo E6320/775	2 по 1,86 ГГц, 4 Мбайт, 1066 МГц
ОЗУ	2 × 1Gb PC5300 (667 МГц)	Corsair, HYNIX, Kingston
Жесткий диск	160 Гбайт SATA-II	Seagate

#### 4.1.2. Автоматизированное рабочее место оператора РЛК

Автоматизированное рабочее место (АРМ) оператора РЛК является переносным, масса АРМ – 18,8 кг.

АРМ оператора выполняет следующие функции:

- прием от вычислительного устройства СДУ информации о режимах работы и техническом состоянии каждой МРЛС, входящей в состав РЛК;
- прием от вычислительного устройства СДУ обобщенной радиолокационной информации;
- представление оператору информации о режимах работы и техническом состоянии (готовности) МРЛС, входящих в состав РЛК;
- представление оператору информации о воздушной обстановке в зоне ответственности РЛК в графическом и текстовом виде;
- получение команд от оператора посредством элементов управления, реализованных на графическом интерфейсе пользователя;
- формирование управляющих пакетов и выдача их на вычислительное устройство СДУ.

В качестве АРМ используется промышленная переносная рабочая станция ARP690-SYS3, 21,5". Внешний вид промышленной переносной рабочей станции показан на рис. 4.4.



Рис. 4.4. Промышленная переносная рабочая станция

Технические характеристики промышленной переносной рабочей станции приведены в табл. 4.2.

Таблица 4.2

Технические характеристики промышленной переносной рабочей станции

Наименование параметра	Реализация/значение
Конструкция	алюминиевый корпус
Дисплей: - тип дисплея - диагональ	LCD, 1920 × 1080 21,5"
Процессорная плата	ATX для Core i7/i5/i3, процессор Core i5-3470, 3,2 ГГц DDR3 2048 Мбайт SATA300 1000 Гбайт
Тип клавиатуры	встроенная, откидная
Указательное устройство	Touch Pad
Источник питания: - формат - напряжение питания	1U 100–240 В, 50 Гц
Мощность источника питания, Вт	600
Встроенный динамик, шт.	2
Условия эксплуатации: - температура окружающей среды, °С - влажность, %	0...+50 10–90
Размеры, мм: - ширина - высота - глубина	524 347 226
Масса, кг	12
Цвет	черный

В рабочем состоянии АРМ может быть удалено от шкафа СДУ на расстояние не более 50 м (указанное расстояние определяется возможностями локальной вычислительной сети, функционирующей между вычислительным устройством СДУ и компьютером АРМ).

В качестве концентратора локальной вычислительной сети используется коммутатор ЕКІ-2528І. Его внешний вид показан на рис. 4.5.



Рис. 4.5. Коммутатор Ethernet ЕКІ-2528І-АЕ

Основные технические характеристики коммутатора ЕКІ-2528І-АЕ приведены в табл. 4.3.

Таблица 4.3

Основные технические характеристики коммутатора ЕКІ-2528І-АЕ

Наименование параметра	Значение
Ethernet	Стандартный 10/100 BaseT (IEEE 802.3, IEEE 802.3u)
Порты	8 × 10/100 Мбит/с
Соединение	RJ-45
Диапазон температур, °С	10–60
Напряжение питания, В пост. тока	10–30
Потребляемая мощность, Вт	2,4

#### 4.1.3. Технологическое рабочее место

Технологическое рабочее место (ТРМ) предназначено для контроля работоспособности МРЛС РЛК и проведения регламентных (ремонтных) работ на МРЛС и обеспечивает тестирование аппаратуры МРЛС из контейнера системы автономного электропитания.

Технологическое рабочее место представляет собой малогабаритный переносной компьютер в защищенном исполнении с комплектом кабелей для подключения к аппаратуре МРЛС (шкафу ШАСиУ). Тип переносного компьютера – портативный компьютер категории «All Terrain Grade» (для любых условий работы) – Dell Latitude 630 ATG (соответствует стандарту MIL-ST810F).

Связь между МРЛС и технологическим рабочим местом осуществляется посредством проводной локальной сети Ethernet.

Внешний вид компьютера приведен на рис. 4.6.



Рис. 4.6. Внешний вид компьютера, используемого в качестве технологического рабочего места

Технические характеристики портативного компьютера категории «All Terrain Grade» приведены ниже:

- процессор – Intel Core 2 Duo T7700 (2,4 ГГц);
- память – DDR2 667 МГц (4 Гбайт);
- дисплей – 14,1" TFT (1280 × 800 пикселей);
- размеры (Ш × В × Г) – 342 × 44,09 × 240 мм;
- вес – 2,88 кг.

#### **4.1.4. Средства связи и передачи данных для организации информационного канала между МРЛС, СДУ и КСА**

Средства связи и передачи данных РЛК включают:

- аппаратуру цифровой радиорелейной станции МИК-РЛ400, обеспечивающую автоматический обмен РЛИ, командами и донесениями между группой МРЛС и СДУ, передачу выходной трассовой информации от МРЛС на СДУ;

- аппаратуру оперативно-командной связи (громкоговорящей связи) между АРМ и КСА;

- аппаратуру связи для организации прямого кабельного подключения СДУ к МРЛС (модули МД1-1 из состава ЦРРС МИК-РЛ400), если расстояние между ними не превышает 300 м;

- аппаратуру для организации служебного канала связи между СДУ и МРЛС.

##### **4.1.4.1. Аппаратура передачи данных**

Аппаратура передачи данных (АПД) предназначена для передачи выходной третичной информации от СДУ в сопрягаемый КСА.

Передача третичной информации о сопровождаемых трассах от СДУ на КСА осуществляется по проводным линиям связи сигналами тональной частоты через аппаратуру АПД 2С06 (2С07) или модем ZyXEL по протоколу, аналогичному протоколу обмена с РЛС П-18БМ и КСА «Риф-Р» («Риф-В»).

Проводная линия связи между СДУ и КСА в комплект не входит, организуется силами и средствами обеспечиваемого КСА (узла связи).

Внешний вид АПД 2С06 показан на рис. 4.7.

АПД 2С06 предназначена для обмена данными в реальном времени в системах, комплексах и на объектах автоматизированного управления.



Рис. 4.7. Внешний вид АПД 2С06

АПД 2С06 обеспечивает:

- встречную поканальную работу с аппаратурой Т-235-1Л, работающей без использования аппаратуры Т-800, Т-240 ПД и передачи управляющих сообщений данных (УСД) в режимах «ОК ОДК-2», «ПКД-2». Длина кодовой комбинации – 69/117/165 единичных элементов;

- встречную поканальную работу с аппаратурой АИ-011, работающей в режимах «ОК ОДК-1», «ПКД-1» с адресом и без адреса, без использования аппаратуры 12-65 (Т-800). Длина кодовой комбинации – 69/117/165 единичных элементов;

- обеспечивает сопряжение с оконечным оборудованием данных (ООД) по асинхронному стыку RS-232C с уровнями сигналов обмена со скоростями обмена данными 9,6/19,2/38,4/57,6 кбит/с;

- обеспечивает сопряжение с каналобразующей аппаратурой по стыку С1-ТЧ на скоростях передачи 1,2 кбит/с;

- обеспечивает сопряжение с каналобразующей аппаратурой по стыку С1-ФЛ на скоростях передачи информации 1,2/2,4/4,8/9,6/16/19,2/32 кбит/с;
- обеспечивает сопряжение с цифровыми широкополосными радиоканалами по стыку С1-ЦС на скоростях 1,2/2,4/4,8/9,6/16/19,2/32 кбит/с;
- обеспечивает задержку переключения радиостанции с приема на передачу на время от 0 до 4 с;
- обеспечивает автономный контроль функционирования и проверку качества канала связи по коэффициенту ошибок по единичным элементам;
- обеспечивает работу в многоточечной проводной линии связи в четырехпроводном режиме при количестве комплектов в сети до 16.

Внешний вид АПД 2С07 показан на рис. 4.8.

Модуль электронный 2С07, так же как и 2С06, предназначен для обмена данными в реальном масштабе времени в системах, комплексах и на объектах автоматизированного управления.



Рис. 4.8. Внешний вид АПД 2С07

АПД 2С07 обеспечивает:

- встречную поканальную работу с аппаратурой 5Ц55 в шестисловном режиме без кода, адресов и разовых команд на скорости 1,2 кбит/с;
- встречную поканальную работу с аппаратурой 55Ц6 (или аналогичной), в режиме «ДУПЛЕКС-2» с числом переспросов 0, 1 и 3, объемом блокировки 4, 6 и 11, длиной комбинации 69/117/165 единичных элементов на скоростях 1,2/2,4/4,8/9,6 кбит/с;
- передачу данных по некоммутируемым каналам тональной частоты (ТЧ) по стыку С1-ТЧ;
- сопряжение с каналобразующей аппаратурой по стыку С1-ТЧ;
- работу при отклонении несущей частоты в полосе канала ТЧ от номинального значения не более 7 Гц;
- контроль пороговых уровней сигналов на входе приемника устройства преобразования сигналов (УПС);
- обмен данными при работе на скоростях 4,8/9,6 кбит/с с числом переприемных участков по низкой частоте не менее 10;
- предварительную коррекцию от 1 до 15 переприемных участков по низкой частоте.

Для осуществления обмена информацией по коммутируемым или выделенным линиям связи с более высокими скоростями между СДУ и КСА используется модем ZyXEL U-336E.

Модем ZyXEL U-336E включает в себя следующие компоненты:

- базовый набор микросхем ZyXEL M4, 50 МГц;
- энергонезависимую память для загрузки микропрограммы (1024 кбайт);
- интерфейс с оборудованием приема данных (DTE);
- последовательный порт EIA-232D, ITU-TV.24, DB-25S. Скорость DTE в асинхронном режиме – от 300 бит/с до 460,8 кбит/с, в синхронном режиме – от 1200 бит/с до 33,6 кбит/с;
- линейный интерфейс – общий разъем RJ11 для двухпроводной коммутируемой или выделенной линии.

#### 4.1.4.2. Аппаратура цифровой радиорелейной станции МИК-РЛ400

Радиорелейная станция МИК-РЛ400 предназначена для организации информационного радиорелейного канала между СДУ и одной из МРЛС комплекса.

В состав полукомплекта ЦРРС МИК- РЛ400 входят:

- антенна АРЛ390И4У17 (или АР3390И2У14 в зависимости от комплектации);
- приемопередающее устройство (ППУ);
- модуль доступа МД1-1 с телефонным аппаратом из состава ЗИП-О МРЛС;
- кабель снижения (типа П-296) длиной 300 м с переходником;
- источник питания (ИБЭП-220/48В-12А-2-3У).

Основные технические характеристики полукомплекта ЦРРС приведены в табл. 4.4.

Антенна и ППУ являются выносным оборудованием и устанавливаются на вышке на расстоянии не более 300 м от аппаратуры СДУ. При этом длина кабеля снижения не должна превышать 500 м.

По кабелю снижения осуществляется информационный обмен между ППУ ЦРРС и модулем доступа первого уровня МД1-1. Информация в модуле МД1-1 преобразовывается в пакеты Ethernet. Кроме того, по кабелю снижения на ППУ ЦРРС поступает питающее напряжение +48 В от источника питания ИБЭП-220/48В-12А.

Модуль доступа МД1-1 и источник питания ИБЭП-220/48(60)В-12А-2 являются внутренним оборудованием и устанавливаются в ШАС.

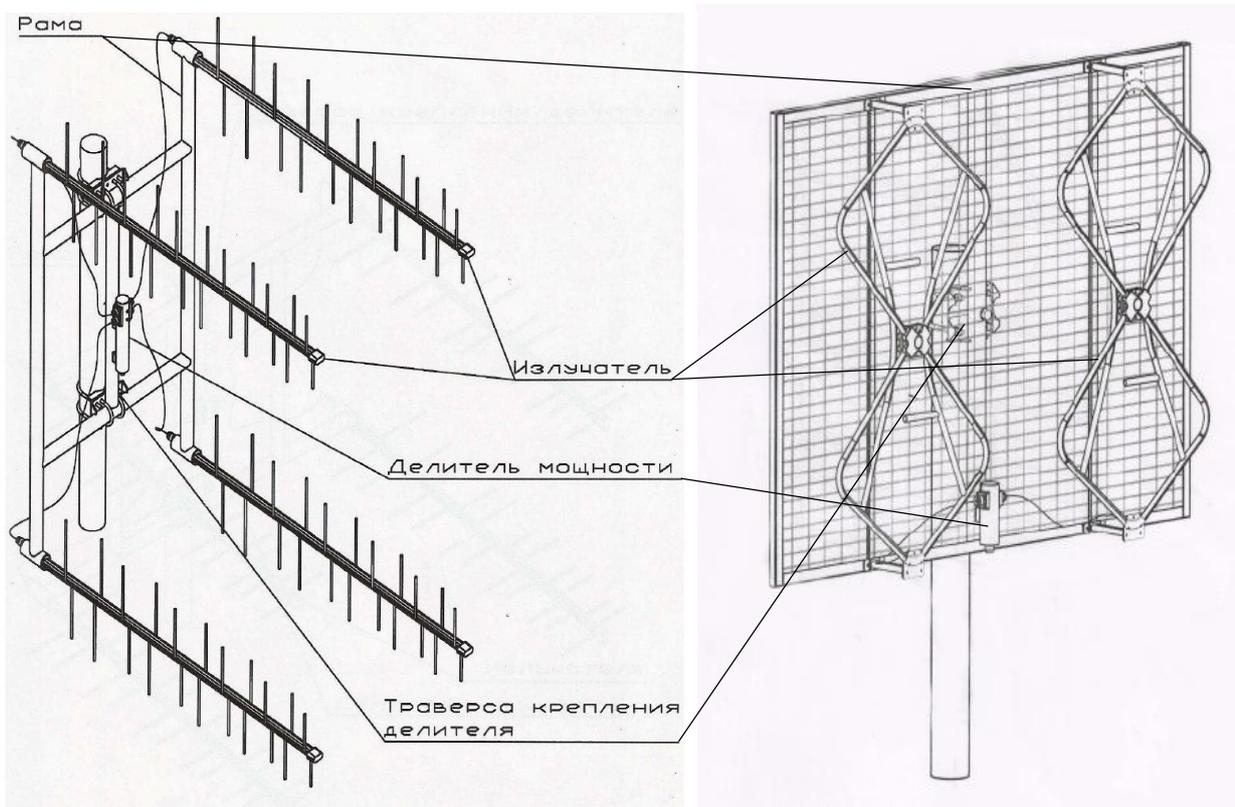
Антенна АР3390И2У14 (рис. 4.9) представляет собой антенную решетку из двух Z-образных излучателей, расположенных перед плоским экраном, и имеет вертикальную и горизонтальную линейную поляризацию излучаемых волн.

Таблица 4.4

## Основные технические характеристики полукомплекта ЦРРС

Наименование параметра	Реализация/значение	
1	2	
Рабочий диапазон частот, МГц	394–450	
Частотный план по ГОСТ Р50765-95	$f_{\text{нн}}, \text{МГц}$	$f_0 - 35,35 + 0,465 \cdot n$
	$f_{\text{нв}}, \text{МГц}$	$f_0 + 4,65 + 0,465 \cdot n$
	Шаг сетки, кГц	465
	$n = 1 - 31, f_0 = 430 \text{ МГц}$	
Дуплексный разнос, МГц	40	
Количество поддиапазонов, в пределах которых осуществляется перестройка частот приемопередатчиков	2	
Ширина полосы частот поддиапазона, в пределах которой осуществляется перестройка частот приемопередатчиков, МГц	16	
Пропускная способность ствола основной полосы, кбит/с	2048	
Минимальный разнос частот между приемопередатчиками, работающими каждый на свою антенну, МГц	1,86	
Вид модуляции	QPSK	
Вид демодуляции	когерентный	
Коэффициент системы в точках ТГ' (при выходной мощности передатчика 30 дБм), дБ	122	
Остаточный коэффициент ошибок BER (при уровне сигнала на 15–50 дБ выше порогового)	$10^{-10}$	
Среднее время наработки на отказ радиорелейной станции без учета резервирования, ч	не менее 50 000	

1	2
Мощность СВЧ-сигнала на выходе приемопередатчика, Вт	0,5–3
Антенная система	вибраторная с плоским экраном
Коэффициент усиления антенны, дБи	не менее 14
Ширина диаграммы направленности антенны по уровню – 3 дБ, град - в вертикальной плоскости - в горизонтальной плоскости	не более 30 не более 50
Канал служебной связи	дуплексный цифровой канал
Система телесигнализации и телеуправления (ТС-ТУ)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- непрерывное дистанционное измерение параметров станций сети, сбор накопление и обработка информации, включая измерение BER;</li> <li>- выработка сигналов аварии;</li> <li>- дистанционное управление сетью станций;</li> <li>- управление внешними устройствами;</li> <li>- ведение журнала параметров и событий</li> </ul>
Электропитание оборудования: - напряжение, В - частота, Гц	220 50
Потребляемая мощность ЦРРС, Вт, (при конфигурации 1 + 0)	не более 25
Максимальная длина кабеля снижения, м	300



*а*

*б*

Рис. 4.9. Антенная система ЦРРС МИК-РЛ400:  
*а* – антенна АРЛ390И4У17; *б* – антенна АР3390И2У14

Основные технические характеристики антенны АРЛ390И4У17 приведены в табл. 4.5.

Таблица 4.5

Основные технические характеристики антенны АРЛ390И4У17

Наименование параметра	Значение
Коэффициент стоячей волны	не более 1,8
Коэффициент усиления, дБ	не менее 17
Волновое сопротивление, Ом	50
Ширина ДН антенны по уровню –3 дБ, град (вертикальная/горизонтальная плоскость)	36/36
Габаритные размеры, мм	1210 × 680 × 1340
Масса, кг	не более 14

Антенна имеет линейную поляризацию излучаемых волн. При вертикальном положении трубок вибраторов на излучателе поляризация излучения – вертикальная, при горизонтальном – горизонтальная.

Антенна AP3390И2У14 (рис. 4.9, б) представляет собой антенную решетку из двух Z-образных излучателей, расположенных перед плоским экраном, и состоит из двух излучателей, делителя мощности и рефлектора.

Основные технические характеристики антенны AP3390И2У14 приведены в табл. 4.6.

Таблица 4.6

Основные технические характеристики антенны AP3390И2У14

Наименование параметра	Величина
Коэффициент стоячей волны	не более 1,8
Коэффициент усиления, дБ	не менее 14,0
Волновое сопротивление, Ом	50
Ширина ДН антенны по уровню – 3 дБ, град (вертикальная/горизонтальная плоскость)	36/55
Габаритные размеры, мм	1200 × 850 × 170
Масса, кг	не более 10,5

Антенна имеет вертикальную или горизонтальную линейную поляризацию излучаемых волн (зависит от угла установки антенного полотна).

Смена поляризации осуществляется поворотом антенны на 90° относительно кронштейна.

Приемопередающее устройство (ППУ) (рис. 4.10) выполняет функции усиления, преобразования, модуляции и демодуляции сигнала. Оно крепится на одной стойке с антенным устройством и соединяется с делителем мощности коаксиальным кабелем.



Рис. 4.10. Приемопередающее устройство

В состав полуккомплекта ЦРРС может входить ППУ исполнения «НВ» или «ВН». Выбор необходимого ППУ осуществляется при организации радиорелейного направления, в соответствии с руководством по эксплуатации ЦРРС.

Диапазон рабочих частот ППУ различных исполнений приведен в табл. 4.7.

Таблица 4.7

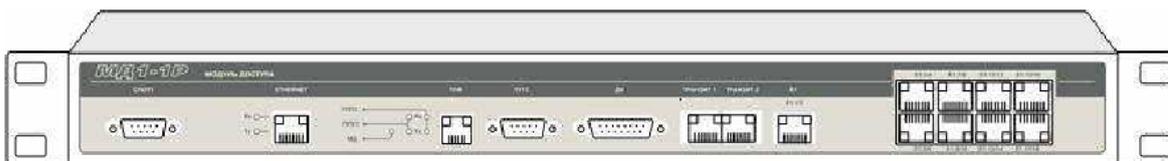
Диапазон рабочих частот ППУ

Исполнение	Диапазон перестройки частот, МГц
НВ:	
- прием	394,650–409,530
- передача	434,650–449,530
ВН:	
- прием	434,650–449,530
- передача	394,650–409,530

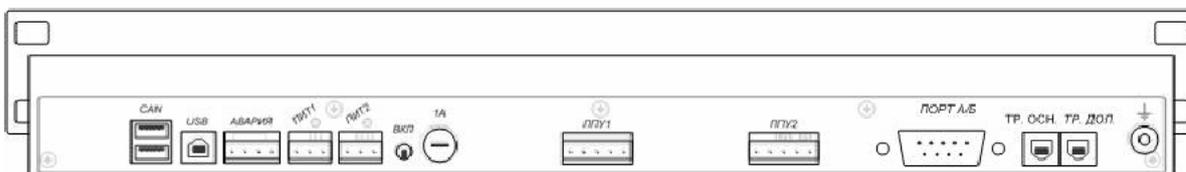
Модуль доступа МД1-1 выполнен в стандарте «Евромеханика 19"» с высотой 44,45 мм (1 U), шириной 426,72 мм (84 НР), глубиной 227 мм. Он обеспечивает преобразование информационного потока 2048 кбит в протокол Ethernet.

ЦРРС может поставляться с модулями доступа первого уровня МД1-1Р-В2 или МД1-1-Е2 в зависимости от требуемого комплекта поставки.

Внешний вид модуля доступа первого уровня МД1-1Р-В2 ЦРРС показан на рис. 4.11.



*а*



*б*

Рис. 4.11. Модуль доступа первого уровня МД1-1Р-В2:

*а* – вид спереди; *б* – вид сзади

Внешний вид модуля доступа первого уровня МД1-1-Е2 ЦРРС показан на рис. 4.12.



*а*



*б*

Рис. 4.12. Модуль доступа первого уровня МД1-1-Е2:

*а* – вид спереди; *б* – вид сзади

Потребляемая мощность выносного оборудования при конфигурации 1 + 0 (без резерва) – не более 25 Вт.

Потребляемая мощность МД1-1 – не более 10 Вт.

Масса МД1-1 – не более 3 кг.

В качестве источника питания МД1-1 ЦРРС в ШАС устанавливается ИБЭП-220/48В-12А-2-3U с номинальным входным напряжением 48 В.

Рабочий диапазон выходного напряжения – от 42 до 58 В.

Рабочий диапазон выходного тока – от 0 до 12 А.

Масса источника питания – не более 12 кг.

Габаритные размеры 480 × 132 × 330 мм.

К источнику питания ИБЭП-220/48В-12А возможно подключение трех МД1-1.

При необходимости в источник питания может быть установлена аккумуляторная батарея.

Рабочий температурный режим аппаратуры ЦРРС:

- выносное оборудование – от –50 до +50 °С;

- внутреннее оборудование – от 5 до +40 °С.

Для обеспечения совместной работы пяти МРЛС с СДУ обеспечена возможность установки дополнительной аппаратуры ЦРРС, позволяющей организовать радиорелейную связь в трех направлениях МРЛС – СДУ – МРЛС, на любой МРЛС из состава РЛК

#### **4.1.4.3 Аппаратура оперативно-командной связи между АРМ СДУ и КСА**

Оперативно-командная громкоговорящая связь между АРМ СДУ и КСА организуется по проводным линиям заказчика с помощью абонентских устройств (АУ) оборудования громкоговорящего оповещения (ОГО).

Внешний вид АУ (блок БГС) ОГО показан на рис. 4.13.



Рис. 4.13. Внешний вид АУ ОГО

АУ предназначены для работы в качестве переговорных устройств, подключенных к одной линии связи. Сигналы с линии связи транслируются на встроенный громкоговоритель, сигналы с внешнего микрофона прибора транслируются на линию связи. Сообщения передаются голосом через микрофон АУ, который включается путем нажатия тангенты.

Соединение АУ осуществляется двухпроводными абонентскими линиями. Речевой сигнал поступает одновременно на все абонентские устройства, входящие в группу оповещения.

Основные технические данные и характеристики ОГО приведены в табл. 4.8.

Таблица 4.8

Основные технические данные и характеристики ОГО

Наименование параметра	Значение
Номинальное сопротивление (импеданс) трактов приема и передачи абонентской линии (АЛ) и соединительной линии (СЛ), Ом	$600 \pm 60$
Номинальный уровень сигнала в АЛ на частоте 1 кГц, дБ: - на передачу - на прием	$-(3,5 \pm 1)$ $-(3,5 \pm 1)$
Максимальная выходная мощность громкоговорителя и усилителя низкой частоты, Вт	не менее 1
Диапазон рабочих температур, °С	$-10 \dots +40$
Максимальная длина линии связи, м	не менее 300
Напряжение электропитания блока громкоговорящей связи БГС, В: - постоянный ток - переменный ток	10–30 9–12
Максимальное количество АУ в группе одного БС, шт.	20
Срок службы, лет	20
Масса блока питания, кг	0,2
Масса микрофона, кг	0,17
Масса БГС, кг	0,5

#### 4.1.4.4. Аппаратура связи для организации прямого кабельного подключения СДУ к МРЛС

При организации волоконно-оптического канала связи между МРЛС и СДУ ЦРРС могут использоваться в качестве резервного канала связи.

При нахождении МРЛС на расстоянии до 300 м от СДУ передача информации между ними может быть организована с использованием входящего в комплект СДУ полевого кабеля типа П-296 длиной 300 м и переходника, подключение которого осуществляется в соответствии со схемой, приведенной на рис. 4.14.

Для организации проводного канала передачи данных используется та же аппаратура, что и при организации радиорелейного канала. При этом осуществляется непосредственное соединение модулей доступа первого уровня МД1-1 ШАС СДУ и МД1-1 ШАСиУ МРЛС с помощью вышеуказанных кабелей, т. е. подключение осуществляется к тем же разъемам на ШАС СДУ и САЭ МРЛС, к которым подключается ППУ ЦРРС при организации радиорелейного канала.

Так как питание ППУ ЦРРС и передача данных осуществляется по одним и тем же проводам, то при организации проводного канала передачи данных между СДУ и МРЛС необходимо отключить питания ППУ в настройках обоих соединяемых модулей МД1-1, иначе возможен выход их из строя.

Порядок выключения и включения питания ППУ изложен в РЭ ЦРРС.

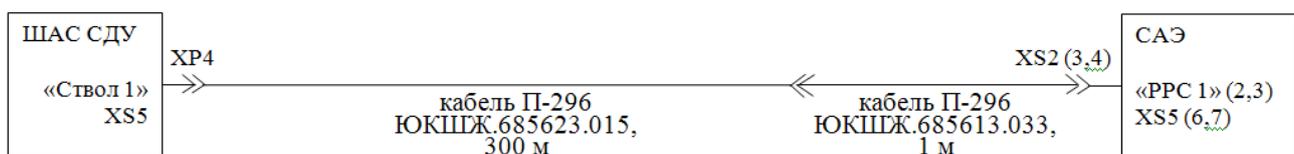


Рис. 4.14. Структурная схема подключения МРЛС и СДУ по кабелю П-296

**ВНИМАНИЕ! ПРИ ПОДКЛЮЧЕНИИ ПО КАБЕЛЮ НЕОБХОДИМО ОБЯЗАТЕЛЬНО УБЕДИТЬСЯ, ЧТО ПИТАНИЕ ППУ ВЫКЛЮЧЕНО!**

#### 4.1.4.5. Аппаратура для организации служебного канала связи между СДУ и МРЛС

Служебный канал связи организуется через аппаратуру ЦРРС, входящую в состав СДУ и МРЛС, и обеспечивает голосовую связь между СДУ и контейнером САЭ МРЛС.

При поставке модуля МД1-1-Е2 в его состав входит телефонная трубка, а при поставке модуля МД1-1Р-В2 в комплект ЗИП-О МРЛС включается телефонный аппарат.

Вызов абонента осуществляется путем набора номера абонента с использованием клавиатуры (на модуле МД1-1-Е2) или телефонного аппарата.

Порядок установки абонентских номеров указан в РЭ ЦРРС.

Внешний вид модуля МД1-1-Е2 с телефонной трубкой показан на рис. 4.15.



Рис. 4.15. Модуль МД1 с телефонной трубкой

## 4.2. Работа СДУ

Схема работы СДУ представлена на структурной схеме (рис. 4.16). Информация о сопровождаемых с помощью МРЛС трассах целей и их классах, а также о текущем состоянии МРЛС в форме Ethernet-пакетов с модуля доступа первого уровня МД1 поступает на вычислительное устройство, представляющее собой специализированный компьютер.

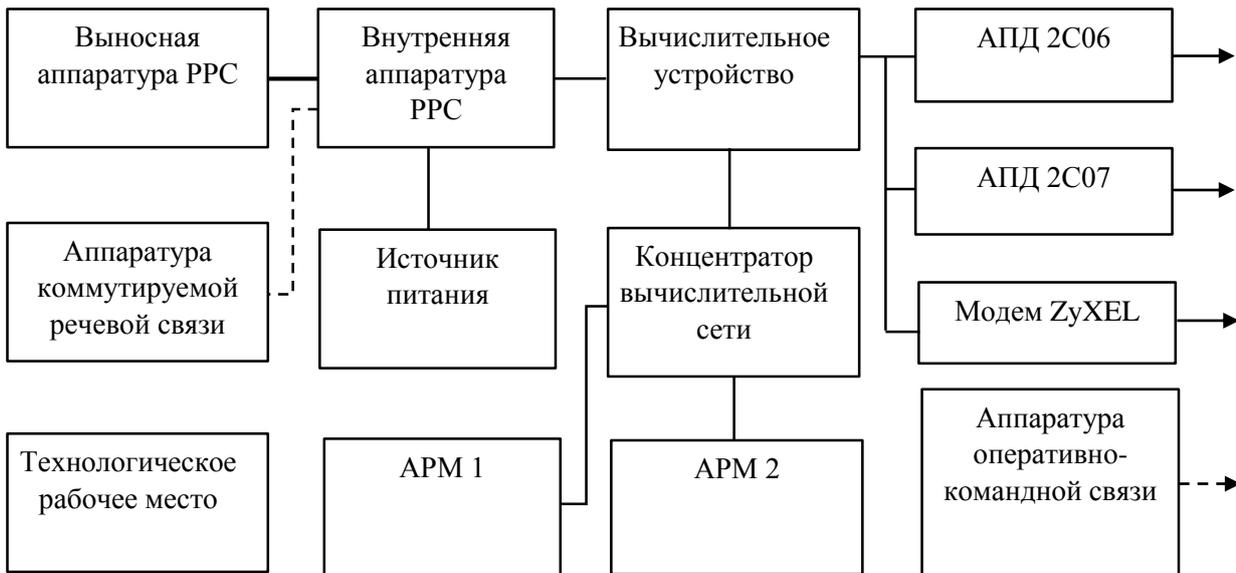


Рис. 4.16. Структурная схема СДУ

Задачей вычислительного устройства является:

- управление аппаратурой, входящей в состав СДУ;
- прием от АРМ команд управления РЛК;
- выдача на МРЛС команд, поступивших от АРМ;
- прием информации о режимах работы и техническом состоянии от всех МРЛС, входящих в состав РЛК;
- выдача на АРМ информации о режимах работы и техническом состоянии от всех МРЛС, входящих в состав РЛК;
- прием радиолокационной информации от всех МРЛС, входящих в группу;
- обработка принятой радиолокационной информации (третичная обработка);
- выдача обобщенной радиолокационной информации на АРМ;
- формирование и выдача кодограмм о воздушных объектах на КСА;

- документирование поступающей с МРЛС радиолокационной информации, информации о состоянии МРЛС и команд операторов АРМ.

Обработанная и подготовленная для передачи на АРМ информация по локальной вычислительной сети, организованной с помощью концентратора локальной вычислительной сети, поступает на соответствующие АРМ.

На АРМ СДУ осуществляется окончательная обработка радиолокационной информации, поступившей с МРЛС, и отображение результатов обработки на мониторах для обеспечения возможности управления процессом обработки операторами.

Радиолокационная информация после третичной обработки с выхода вычислительного устройства поступает через полукомплекты АПД 2С06(07) или модем ZyXEL в проводную линию связи между СДУ и КСА.

С КСА осуществляется управление работой операторов РЛК по проводной линии связи через аппаратуру оперативно-командной громкоговорящей связи.

Управление режимами работы МРЛС из состава группы, контроль технического состояния МРЛС и наличия связи (обмена) осуществляется операторами РЛК при помощи специального программного обеспечения, установленного на вычислительных машинах АРМ и СДУ.

Команды управления кодируются вычислительным устройством СДУ и передаются средствами ЦРРС на МРЛС группы.

В случае если расстояние между СДУ и ближайшей МРЛС не превышает 300 м, для связи вместо радиоканала используется проводной канал связи. Организация проводного канала связи осуществляется непосредственным соединением модулей доступа первого уровня МД1 СДУ и МРЛС.

В состав СДУ также входит технологическое рабочее место (ТРМ), используемое для проведения регламентных (ремонтных) работ на аппаратуре МРЛС. Оно представляет собой переносной компьютер Dell Latitude 6540 с установленным специальным программным обеспечением, предназначенный для подключения непосредственно к аппаратуре МРЛС через разъем X1 (X2, X3), расположенный на передней панели шкафа аппаратуры связи и управления.

Голосовая связь между СДУ и МРЛС осуществляется при помощи цифрового канала служебной связи РРЛ МИК-РЛ400 с адресным вызовом любой МРЛС из состава РЛК.

### 4.3. Алгоритмы третичной обработки информации, реализованные в СДУ

В СДУ решается задача обработки радиолокационной информации, полученной от нескольких МРЛС, с целью создания общей картины воздушной обстановки, т. е. третичная обработкой информации (ТОИ).

Радиолокационные станции обнаружения маловысотных целей располагаются на местности в определенном боевом порядке, и их зоны видимости образуют радиолокационное поле.

При третичной обработке информации решаются следующие задачи:

- сбор донесений, поступающих от источников информации (МРЛС);
- приведение отметок цели к единой системе координат;
- приведение отметок к единому времени отсчета;
- отождествление отметок, т. е. принятие решения об их принадлежности к определенным целям;
- усреднение координат нескольких отметок одной цели с целью получения более точных ее координат.

СДУ решает вышеупомянутые задачи третичной обработки и результат представляет конечному потребителю – расчету КСА.

Каждая из МРЛС, формирующая радиолокационное поле, имеет свой идентификационный номер и передает на СДУ свои географические координаты (широту и долготу), измеренные приемником GPS-модуля опорных сигналов МПС001 (точка стояния может быть определена топогеодезической службой и вручную введена в поле «ТОЧКА СТОЯНИЯ» программы управления МРЛС). Координаты точки расположения СДУ определяются топогеодезической службой.

На СДУ каждой из МРЛС информация, полученная за один период обзора, передается в виде пакета данных.

Каждый элемент массива содержит информацию об одной цели с номером  $i$  следующего содержания:

- координаты  $\beta_i$ ,  $D_i$  цели в локальной системе координат МРЛС;
- скорость цели  $v_i$ ;
- ракурс цели по азимуту;
- номер трассы;
- состояние (сопровождение, экстраполяция);
- время локации цели  $t_i$ ;

- признак распознавания цели (самолет, вертолет, крылатая ракета, воздушный шар, неопознанная цель или комбинация признаков, объединенных логическим «ИЛИ»);
- номер МРЛС в комплексе.

Каждая МРЛС передает координаты отметок в собственной системе координат, и поэтому в процессе объединения информации СДУ осуществляет преобразования координат отметок в единую систему координат (прямоугольную с пересчетом в геодезическую систему (долготу, широту, высоту над уровнем моря)). В геодезической системе в полной мере учитывается фактор кривизны земной поверхности, что позволяет уменьшить ошибки определения координат сопровождаемого воздушного объекта за счет кривизны земной поверхности.

Расчеты координат радиолокационного объекта в прямоугольной системе координат с поправкой по высоте реализуются достаточно просто, а ошибки за счет замены сферы плоскостью вполне приемлемы. Алгоритм пересчета в этой системе координат поясняется на рис. 4.17 и с помощью формул (4.1), (4.2) и (4.3).

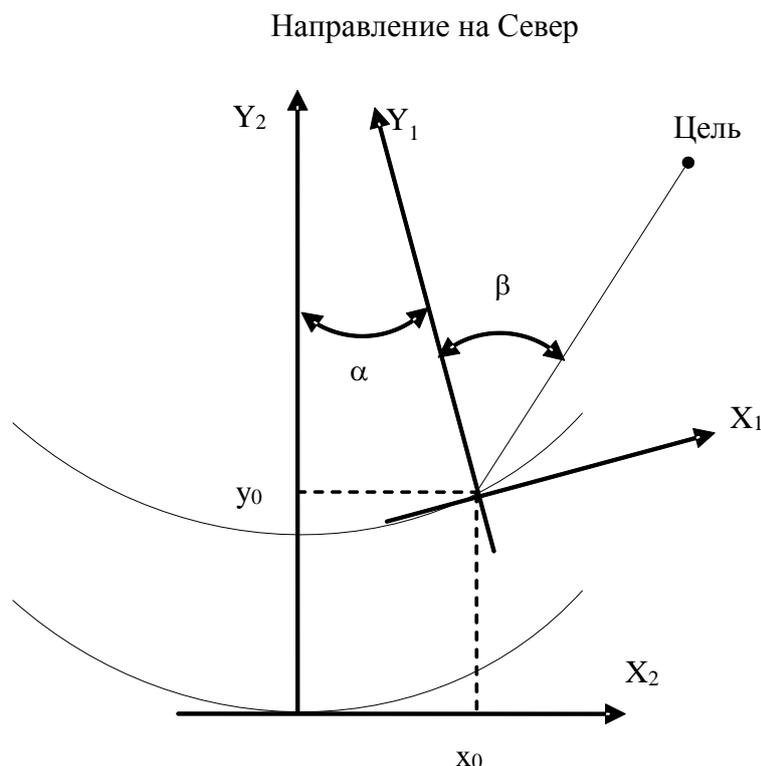


Рис. 4.17. Алгоритм пересчета в прямоугольной системе координат

$$x = D \cos \varepsilon \sin(\alpha + \beta) + x_0, \quad (4.1)$$

$$y = D \cos \varepsilon \cos(\alpha + \beta) + y_0, \quad (4.2)$$

$$H = D \sin \varepsilon + \frac{D^2}{2R}, \quad (4.3)$$

где  $x$ ,  $y$ ,  $H$  – координаты радиолокационного объекта в единой системе координат  $X_2Y_2Z_2$ ;  $x_0$ ,  $y_0$  – координаты точки стояния МРЛС;  $D$ ,  $\beta$ ,  $\varepsilon$  – дальность, азимут, угол места в системе координат локальной МРЛС ( $\varepsilon$  – угол места, вычисленный по измеренной дальности радиолокационного объекта и условной высоте равной 3000 м);  $R$  – эквивалентный радиус Земли (6370 км);  $\alpha$  – угол сближения меридиан на широте пункта обработки.

Угол  $\alpha$  считается положительным, если точка стояния МРЛС находится слева от оси  $Y_2$ , и отрицательным, если справа от этой оси.

Поскольку отметки о целях поступают от различных МРЛС и характеризуются различным временем контакта с целью  $t_i$ , то в СДУ осуществляется привязка к единому времени отсчета  $t_0$  ( $t_0 > t_i$ ) с целью последующего отождествления отметок. Приведение координат к единому началу отсчета во времени осуществляется путем их экстраполяции на некоторый фиксированный момент времени.

Пусть

$$\Delta t_i = t_0 - t_i \quad (4.4)$$

временной интервал, на который экстраполируются координаты цели с номером  $i$ . В алгоритм заложена гипотеза, что в течение интервала времени  $\Delta t_i$  цель движется равномерно и прямолинейно. Тогда экстраполированные координаты  $(x_i^e, y_i^e)$  в системе координат МРЛС вычисляются в соответствии с выражениями

$$\left. \begin{aligned} x_i^e &= x_i + v_x^i \Delta t_i, \\ y_i^e &= y_i + v_y^i \Delta t_i, \end{aligned} \right\} \quad (4.5)$$

где  $x_i$ ,  $y_i$ ,  $v_x^i$ ,  $v_y^i$  – координаты и проекции скорости  $i$ -го радиолокационного объекта.

После этого экстраполированные координаты пересчитываются в систему координат СДУ.

Все МРЛС независимо друг от друга обрабатывают информацию в своих зонах видимости и передают полученные данные на СДУ. За счет перекрытия зон видимости МРЛС информация по одной и той же цели может быть получена

от нескольких МРЛС. В процессе отождествления вырабатывается решение, устанавливающее:

- сколько целей имеется в действительности, если донесения о них поступают от нескольких МРЛС;

- как распределяются поступившие донесения по целям.

Решение принимается на основе анализа степени несовпадения отметок.

На первом этапе отождествления производится сравнение координат, скоростей в полученных сообщениях.

Донесения, полученные от одной и той же цели, должны содержать совпадающие в пределах допустимых отклонений координаты. В качестве критерия отбора донесений используется разность одноименных метрических координат, которая должна быть меньше допустимой:

$$\begin{cases} |x_{ni} - x_{mj}| \leq \Delta x, \\ |y_{ni} - y_{mj}| \leq \Delta y, \end{cases} \quad (4.6)$$

$$\begin{cases} |v_{ni}^x - v_{mj}^x| \leq \Delta v^x, \\ |v_{ni}^y - v_{mj}^y| \leq \Delta v^y, \end{cases} \quad (4.7)$$

где  $\Delta x$  и  $\Delta y$  – допустимые отклонения по соответствующим координатам;

$\Delta v^x$ ,  $\Delta v^y$  – соответствующие допустимые отклонения по скоростям;

$n, m$  – номера МРЛС;

$i, j$  – номера сообщений.

Таким образом, используя соотношения (4.6) и (4.7), формируются несколько групп отметок, где каждая отметка определенной группы относится к одной и той же цели.

Группы формируются по следующему алгоритму.

Сообщение от  $k$ -й МРЛС ( $k = 1, 2, \dots, M$  – номера МРЛС, обеспечивающих радиолокационный контроль;  $M$  – число МРЛС (от 1 до 5)) представляет собой массив  $V_k = (V_1^k, V_2^k, \dots, V_{N_k}^k)$  размерности  $N_k$ , каждый элемент которого содержит набор данных (метку) об одной цели.

Для сообщения от первой МРЛС ( $k = 1$ ) и для каждого  $V_i^k$  ( $i = 1, 2, \dots, N_k$ ) проверяются условия (4.6), (4.7) по отношению к элементам массивов  $V^n$ , где  $n = k + 1, k = 2, \dots, M$ .

Для каждого  $i$  и  $n$  формируется массив  $A = (a_1, a_2, \dots, a_L)$ , где  $L$  – число элементов массива  $A$  после просмотра всех элементов массива  $V^n$ , куда из  $V^n$  переносятся метки, параметры которых удовлетворяют условиям (4.6) и (4.7).

Если окажется, что массив  $A$  пуст ( $L = 0$ ) или содержит одну метку ( $L = 1$ ), то продолжается выполнение алгоритма, иначе производятся действия, направленные на удаление из массива  $A$  ложных меток, т. к. донесение одной МРЛС не может содержать несколько меток, относящихся к одной цели.

Для удаления из массива  $A$  ложных меток вычисляются расстояния между целью, которая связана с меткой  $V_i^k$ , и целями, которые определяются метками из массива  $A$ . Метка  $a_p$ , для которой это расстояние будет наименьшим, принимается за метку, соответствующую метке  $V_i^k$ . Затем из массива  $A$  все метки за исключением  $a_p$  переносятся обратно в  $V^n$ . В результате массив  $A$  будет содержать одну метку ( $L = 1$ ).

Таким образом, для каждого  $i$  и  $n$  массив  $A$  будет либо пуст, либо будет содержать одну метку.

Далее, если массив  $A$  не пуст, то его элемент переносится в специальный массив  $W^{ki}$  и массив  $A$  становится пустым. После того как  $n$  примет все свои значения, в массив  $W^{ki}$  добавляется элемент  $V_i^k$ . В результате образуется массив (группа)  $W^{ki} = (W_1^{ki}, W_2^{ki}, \dots, W_{S_{ki}}^{ki})$ , где  $S_{ki}$  – число элементов этого массива.

Если для всех  $n$  массив  $A$  оказывается пустым, то группа  $W^{ki}$  будет состоять из одного элемента  $V_i^k$ .

Далее последовательно полагаем  $k = 2, 3, \dots, M - 1$  и повторяем вышеописанные действия.

Для МРЛС с номером  $M$ , каждый из элементов массива  $V^M$  (если он не окажется пустым) образует группу  $W^{Mi}$ , состоящую из одного элемента  $V_i^M$ .

Таким образом в результате применения вышеописанного алгоритма к исходным данным образуются группы отметок, полученных от различных МРЛС и относящихся к одной цели.

Каждая отметка содержит признак распознавания цели. Поскольку распознавание цели выполняется с некоторой вероятностью, то в группе отметок, относящихся к одной цели, не все отметки могут иметь один и тот же признак. Поэтому для группы отметок, относящейся к одной цели, в качестве признака распознавания выбран тот, который встречается наиболее часто.

В результате отождествления отметок сведения о каждой цели представляются группой отметок. Из них формируется одна объединенная отметка со статистическими усредненными компонентами.

В СДУ используется метод среднего арифметического, определяемого по формуле

$$\begin{aligned}\bar{x} &= \frac{\sum_{i=1}^m x_i}{m}, \\ \bar{y} &= \frac{\sum_{i=1}^m y_i}{m}.\end{aligned}\tag{4.8}$$

Среднеквадратическая ошибка координаты объединенной отметки будет меньше ошибки отдельной отметки в  $\sqrt{m}$  раз (для пяти МРЛС – в 2,24 раза):

$$\begin{aligned}\sigma_x &= \frac{\sigma_{xi}}{\sqrt{m}}, \\ \sigma_y &= \frac{\sigma_{yi}}{\sqrt{m}}, \\ \sigma_z &= \frac{\sigma_{zi}}{\sqrt{m}}.\end{aligned}\tag{4.9}$$

Метод среднего арифметического используется после реализации метода предпочтительного отбора по времени поступления информации.

Этот метод предполагает, что наименее устаревшие сообщения содержат самые достоверные сведения о цели. Поэтому координаты  $(x_i, y_i)$  для усреднения используются с  $i = \min\{\Delta t_i\}$ , где  $\Delta t_i$  определяется выражением (4.4).

## 5. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МРЛК ПО НАЗНАЧЕНИЮ

### 5.1. Эксплуатационные ограничения

РЛК, в том числе и выносное оборудование СДУ, размещаемое на мачтовом устройстве, сохраняет работоспособность при температуре окружающей среды от  $-40$  до  $+40$  °С, атмосферном давлении от 60 до 107 кПа (от 450 до 800 мм рт. ст.), относительной влажности до 98 % при температуре 25 °С. Аппаратура, используемая в СДУ (за исключением выносного оборудования), и аппаратура, размещаемая внутри контейнеров МРЛС, сохраняет работоспособность при температуре окружающего воздуха от  $+5$  до  $+40$  °С и относительной влажности до 80 % при температуре 25 °С.

### 5.2. Порядок размещения и установки

#### 5.2.1. Необходимые сведения перед развертыванием

Перед развертыванием необходимо уточнить сведения, указанные в табл. 5.1.

Таблица 5.1

Сведения, которые необходимо уточнить перед развертыванием МРЛС

Условие	Перечень сведений
Сопряжение СДУ и КСА	- тип АПД при сопряжении с КСА; - координаты ТС СДУ при сопряжении с КСА в топографической проекции системы координат Гаусса – Крюгера
Сопряжение СДУ и МРЛС	- организация радиостволов СДУ – МРЛС, МРЛС – МРЛС. Убедиться, что назначенная на вынесенной позиции ТС МРЛС находится не более чем в 40 км от ТС СДУ (ТС МРЛС), а трасса радиосвязи открыта; - координаты ТС МРЛС (при использовании ручного ввода координат ТС); - маршрут движения на заданную позицию
<i>Примечание.</i> Аппаратура связи позволяет организовать прямое кабельное подключение СДУ к МРЛС, если расстояние между ними не превышает 500 м	

Передача третичной информации о сопровождаемых трассах из СДУ в КСА осуществляется по проводной линии связи через аппаратуру АПД 2С06 (2С07) или через модем по протоколу, аналогичному протоколу обмена с РЛС П-18БМ и КСА «Риф-Р» («Риф-В»).

Выбор АПД осуществляется оператором АРМ СДУ.

## 5.2.2. Указания по выбору позиции для размещения и установки МРЛС

При выборе позиции для размещения МРЛС руководствуются действующими в эксплуатирующей организации общими положениями и правилами по выбору позиций для радиотехнических подразделений.

Для размещения и установки МРЛС выбирают равнинную или слабопересеченную местность, на которой наилучшим образом обеспечиваются формирование диаграммы направленности и реализация возможностей МРЛС по рубежам обнаружения маловысотных воздушных целей.

Основными требованиями к позиции являются:

- отсутствие углов закрытия в секторе ответственности МРЛС;
- наличие ровной площадки размером не менее  $7 \times 17$  м.

Углы закрытия, образуемые местными предметами и рельефом, ограничивают возможности МРЛС по обнаружению воздушных целей на малых высотах (рис. 5.1).

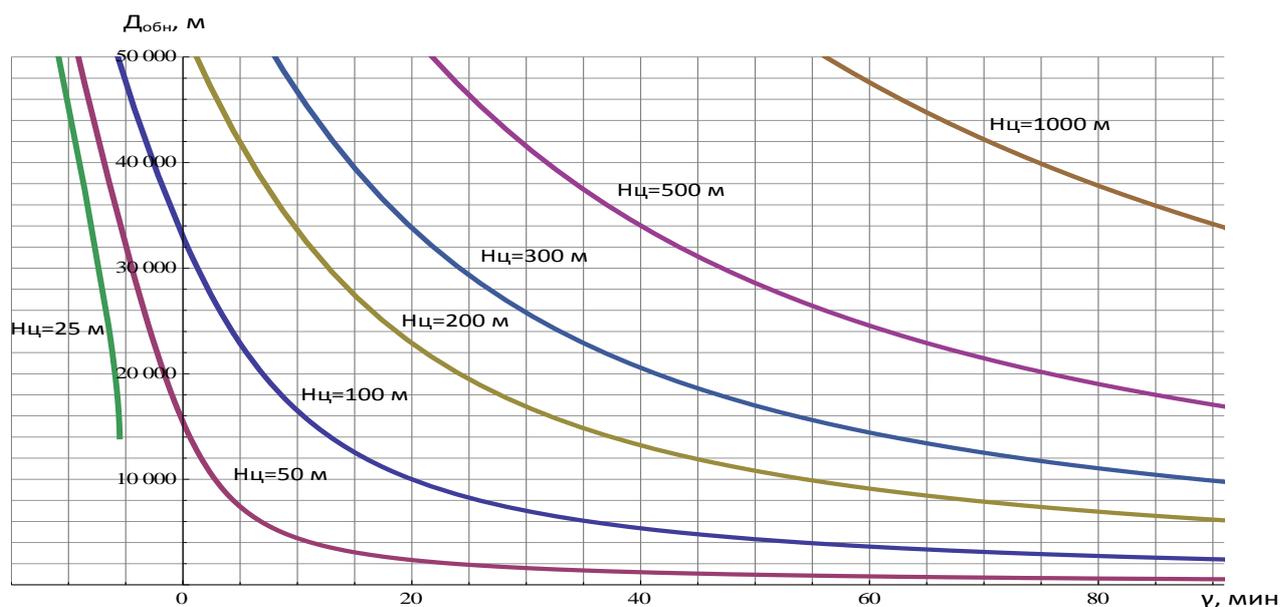


Рис. 5.1. Изменение дальности обнаружения целей ( $D_{обн}$ ) на различных высотах от угла закрытия ( $\gamma$ )

Предполагается, что местный предмет, образующий угол закрытия, расположен на дальности меньше дальности обнаружения, а высота подъема фазового центра антенны равна 36 м.

Допустимыми углами закрытия для МРЛС являются:

- $12'$  – в секторе ответственности;
- $6'$  – в остальных направлениях.

Влияние подстилающей поверхности на формирование диаграмм направленности антенны МРЛС незначительно, поэтому для МРЛС размеры площадки должны быть лишь достаточными для удобного размещения всех элементов МРЛС.

Для размещения МРЛС на позиции выбирают ровную площадку размером не менее  $7 \times 17$  м и имеющую возможность размещения на ней штыков и анкеров на расстоянии не менее 40 м от мачты. Схема трассировки площадки для мачты высотой 36 м и расположения оборудования МРЛС приведена на рис. 5.2.

Площадка должна иметь твердый грунт, выдерживающий постоянную статическую нагрузку, создаваемую станцией (контейнер массой до 5 т, мачта в сборе массой до 3,2 т и леса технологические массой до 1,1 т).

Для обеспечения ЭМС МРЛС на выбранной позиции необходимо выполнение следующих требований:

- площадку для размещения МРЛС следует выбирать на расстоянии не ближе 2–3 км от линии высоковольтных передач и не ближе 100 м от шоссе дорог;

- для снижения уровня непреднамеренных радиопомех другими радиолокационными станциями с импульсной мощностью более 500 кВт площадку для размещения МРЛС следует выбирать на расстоянии не ближе 1 км от РЛС (наиболее критично это требование для РЛС 5Н84А, П-37 и подвижного радиовысотомера ПРВ 13);

- прилегающий к позиции район должен быть очищен от посторонних предметов, экранирующих или переотражающих электромагнитные волны (металлоконструкций, металлических отражателей и т. п.);

- для снижения уровня взаимных (непреднамеренных) радиопомех МРЛС комплекса необходимо настроить на различные частоты, разнос частот должен составлять не менее 10 МГц;

- в целях обеспечения ЭМС МРЛС с радиоэлектронными средствами (РЭС) гражданской авиации позиция должна быть выбрана на расстоянии не ближе 5 км от аэродрома.

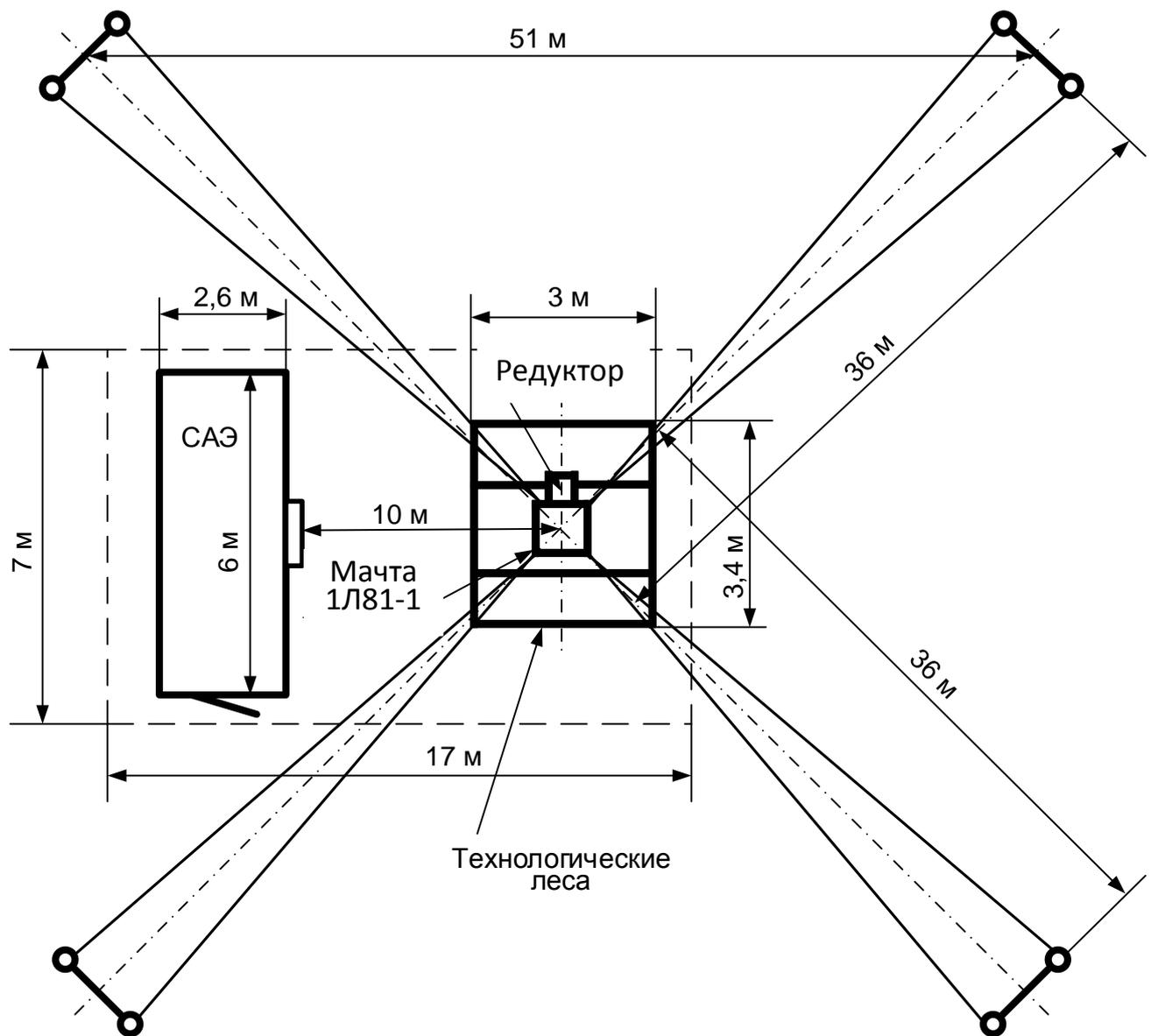


Рис. 5.2. Схема размещения МРЛС на позиции

### 5.2.3. Указания по подготовке подъездных путей, площадок

Съезды с основных дорог должны быть плавными, с углом наклона не более  $10^\circ$ , без кочек и бугров. Подъездные пути, связывающие площадку развертывания станции с основной транспортной магистралью, должны соответствовать следующим требованиям:

- ширина полосы движения в прямом направлении – не менее 4 м;
- ширина полосы движения в зоне поворота – не менее 12 м;
- наибольшие продольные уклоны – не более 7 %.

Покрытие должно обеспечивать движение автотранспорта обычной

проходимости в любую погоду.

Площадка для размещения МРЛС должна иметь стоки для дождевых и грунтовых вод. Запрещается загромождать территорию площадки мусором и землей.

При долговременном размещении МРЛС на позиции следует провести работы по благоустройству и ограждению. В зимнее время подъездные пути необходимо посыпать песком или золой.

### **5.3. Развертывание МРЛС на позиции**

Развертывание МРЛС производится по прибытии в назначенный район в соответствии с приведенным ниже порядком.

Развертывание станции производится под руководством начальника станции расчетом из восьми человек (включая начальника МРЛС). При развертывании МРЛС необходимо строго соблюдать меры техники безопасности.

Развертывание МРЛС начинается с внешнего осмотра. Внешний осмотр МРЛС выполняется начальником станции и заключается в проверке:

- состояния контейнера САЭ, отсутствия внешних механических повреждений;
- сохранности пломб на двери и крышке кабельных вводов контейнера;
- состояния ящиков с упакованными элементами МРЛС, отсутствия внешних механических повреждений;
- состояния электрооборудования подъемника мачты (разветвительной коробки, концевых выключателей, микропереключателя, фланцевого электродвигателя).

Развертывание МРЛС следует производить в следующей последовательности:

- подготовить ровную площадку для установки плиты мачты и выполнить планировку площадки по размерам лесов (см. рис. 5.2). Площадка должна быть выше уровня земли для обеспечения стока воды. На грунте площадки сделать прорези в соответствии с ребрами жесткости плиты. Установить плиту и закрепить ее четырьмя штырями;
- провести подготовку шурфов для установки анкерных устройств;
- установить подъемник мачты;
- выполнить подсоединение пульта управления к разъему «Выход АВР 3ф~380В, 50Гц 16А» выходной коробки;
- провести подъем двух секций мачты. При этом должны быть последовательно

установлены (начиная сверху) фермы: верхняя ферма высотой 2,4 м; ферма типовая (доработанная) с установленными вверху дополнительными уголками, с восьмью резьбовыми втулками высотой 2,4 м;

- дополнительно скрепить верхнюю и доработанную фермы восьмью болтами М16 (рис. 5.3);

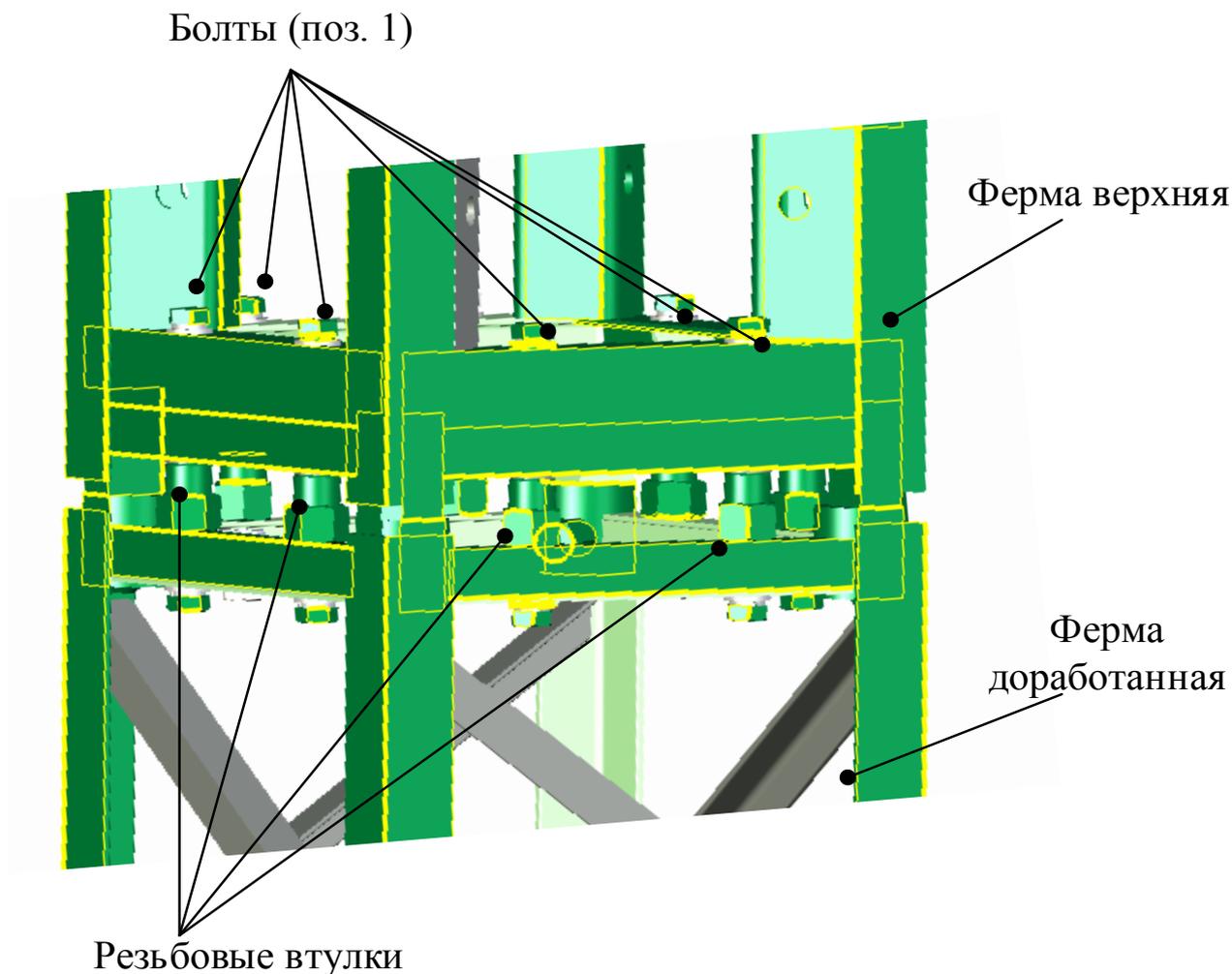


Рис. 5.3. Крепление верхней и доработанной ферм

- произвести вкручивание штопоров и анкеров, а также установку лебедок;  
- провести монтаж двух ярусов лесов стоечных приставных штыревых (ЛСПШ 200);

- установить диск (рис. 5.4) на верхнюю ферму. Информационная табличка с надписью «2-1» на боковой поверхности диска должна быть расположена со стороны проема каркаса подъемника мачты 1Л81-1, предназначенного для подъема и опускания типовых ферм. Закрепить диск гайками М24;

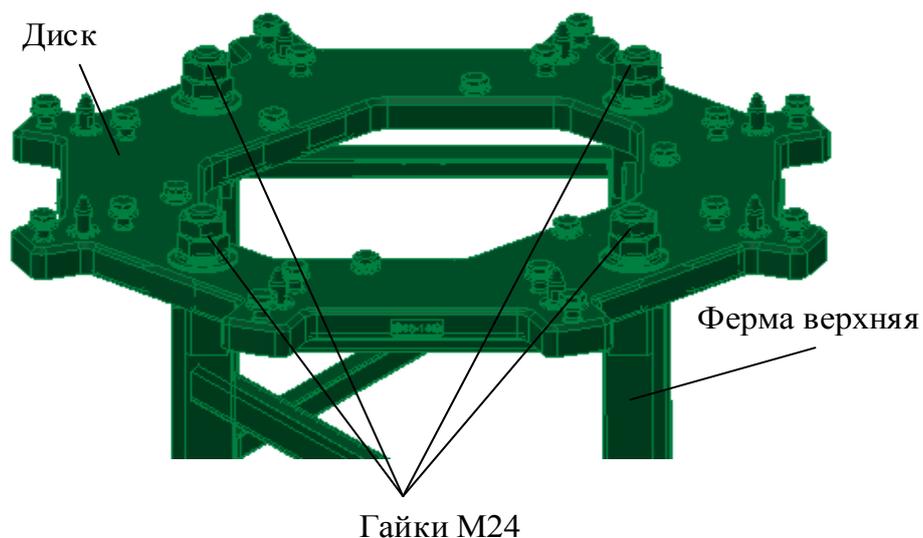


Рис. 5.4. Крепление диска к верхней ферме

- установить кронштейн Р-60, предназначенный для крепления антенны пассивного канала, на диск внутри проема болтом М10 (рис. 5.5);

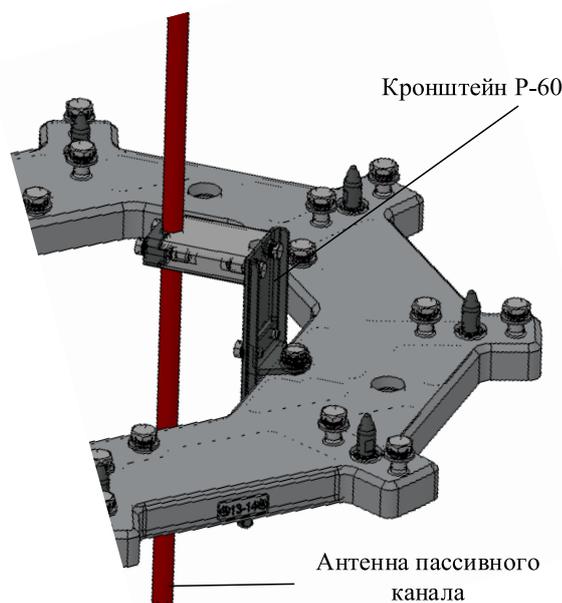


Рис. 5.5. Установка кронштейна Р-60 и антенны пассивного канала

- закрепить антенну пассивного канала на кронштейн Р-60;  
 - на верхней ферме, под диском, на расстоянии 1160 мм с четырех сторон установить нижние опоры и закрепить болтами М12 (рис. 5.6). Номера на табличках, устанавливаемых на нижних опорах, должны дублировать номера на табличках, установленных на боковых поверхностях диска;

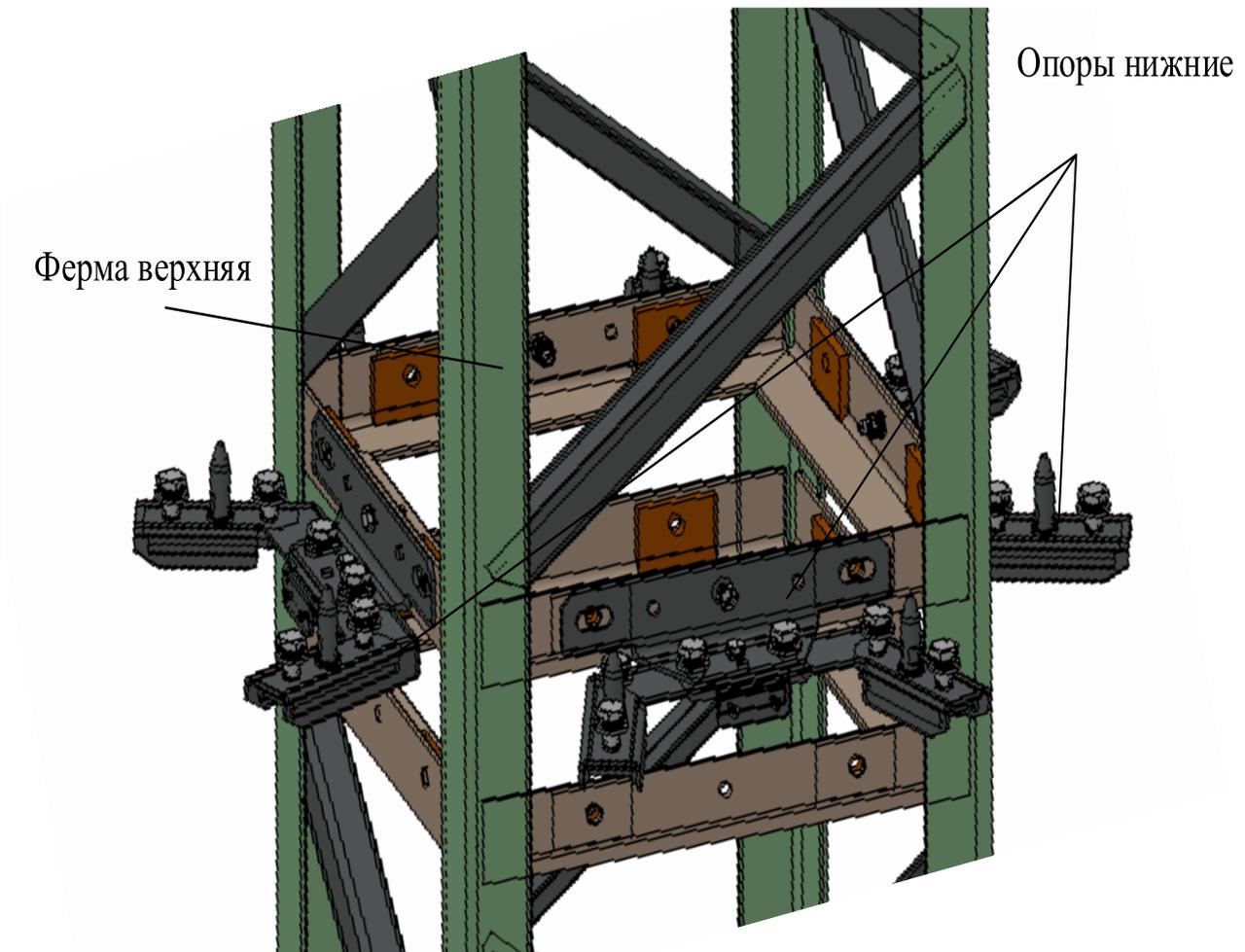


Рис. 5.6. Крепление нижних опор к верхней ферме

- на ловители верхнего диска и ловители нижних опор установить восемь вертикальных рам и закрепить болтами М12. Номера на табличках, установленных вверху на рамах, должны дублировать номера на табличках, установленных на боковых поверхностях диска (рис. 5.7);

- четыре верхних сегмента и четыре нижних сегмента установить на выступающие перекладины установленных рам. Сегменты закрепить болтами М12. Между собой сегменты закрепить винтами М10 и болтами М8 (рис. 5.8);

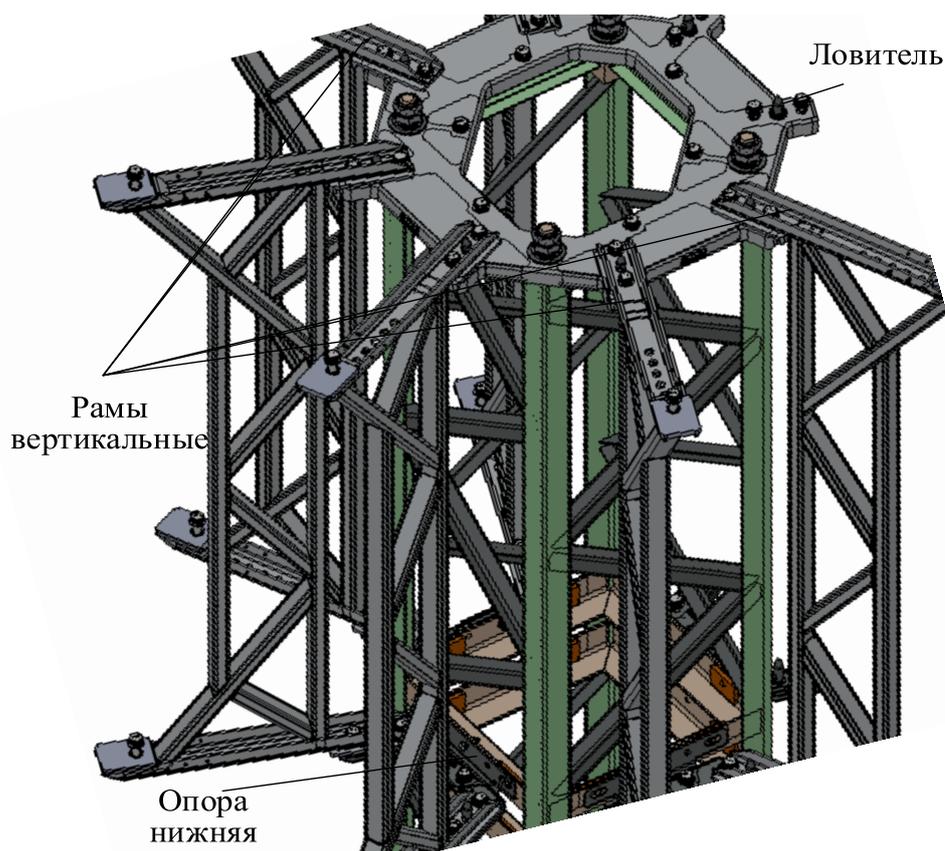


Рис. 5.7. Крепление вертикальных рам к диску и нижним опорам

- с кронштейнов верхних и нижних сегментов демонтировать прижимы, расположенные на вертикальных поверхностях;

- навесить БЦП на выступающие части втулок верхних кронштейнов. Номера мест установки БЦП обозначены на сегментах напротив каждого из верхних и нижних кронштейнов. Порядок навеса граней на места установки следующий: 1 – 9, 2 – 10, 3 – 11, 4 – 12, 5 – 13, 6 – 14, 7 – 15, 8 – 16. Грани навешиваются в соответствии с номерами установки, прописанными в формуляре. При установке граней в произвольном порядке необходимо изменить файл конфигурации МРЛС технологического рабочего места.

Вверху грань фиксируется верхним прижимом. Внизу грань прижимается нижним прижимом. Равнозасорного расстояния между навешенными гранями добиваются путем регулировки нижних опор по схеме «влево – вправо» и «вперед – назад».

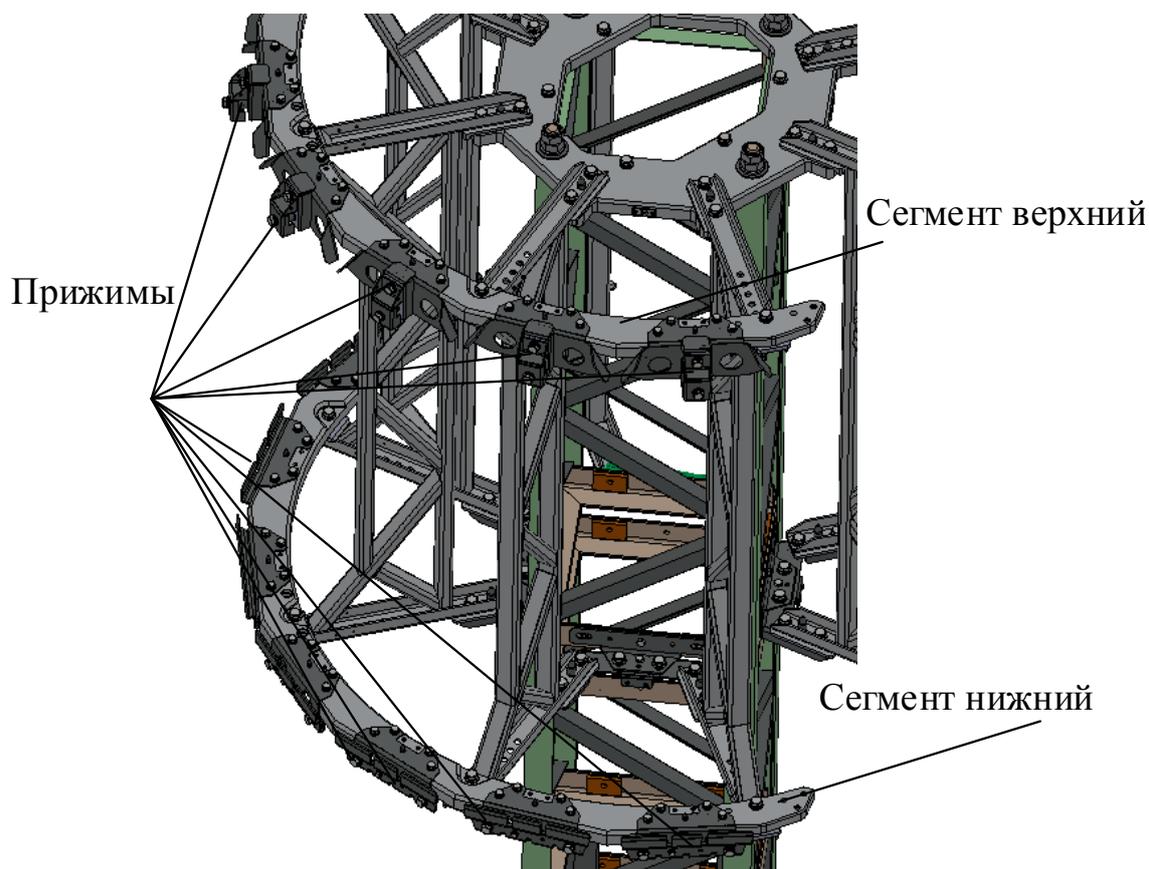


Рис. 5.8. Крепление верхних и нижних сегментов

- провести установку шкафа ШОС на ферму. Шкаф навесить на уголок со стороны таблички с надписью «2-1» на боковой поверхности диска и закрепить четырьмя болтами М12;

- установить на нечетные (1, 3, 5, ...) БЦП элементы антенные выносные, навинтив крышки ЭАВ и штанг на стаканах БЦП (рис. 5.9);

- установить на радиаторы БЦП блоки вентиляторов, вставив верхнюю часть блока в зацепы. Завинтить невыпадающие винты блока;

- подключить к разъемам БЦП, ШОС, ЭАВ и к блоку пассивного канала БР-01 кабели в соответствии с маркировкой и схемой электрической соединений. Прикрепить кабели к элементам сборно-разборной мачты 1Л81 стяжками без натяжения и перегибов;

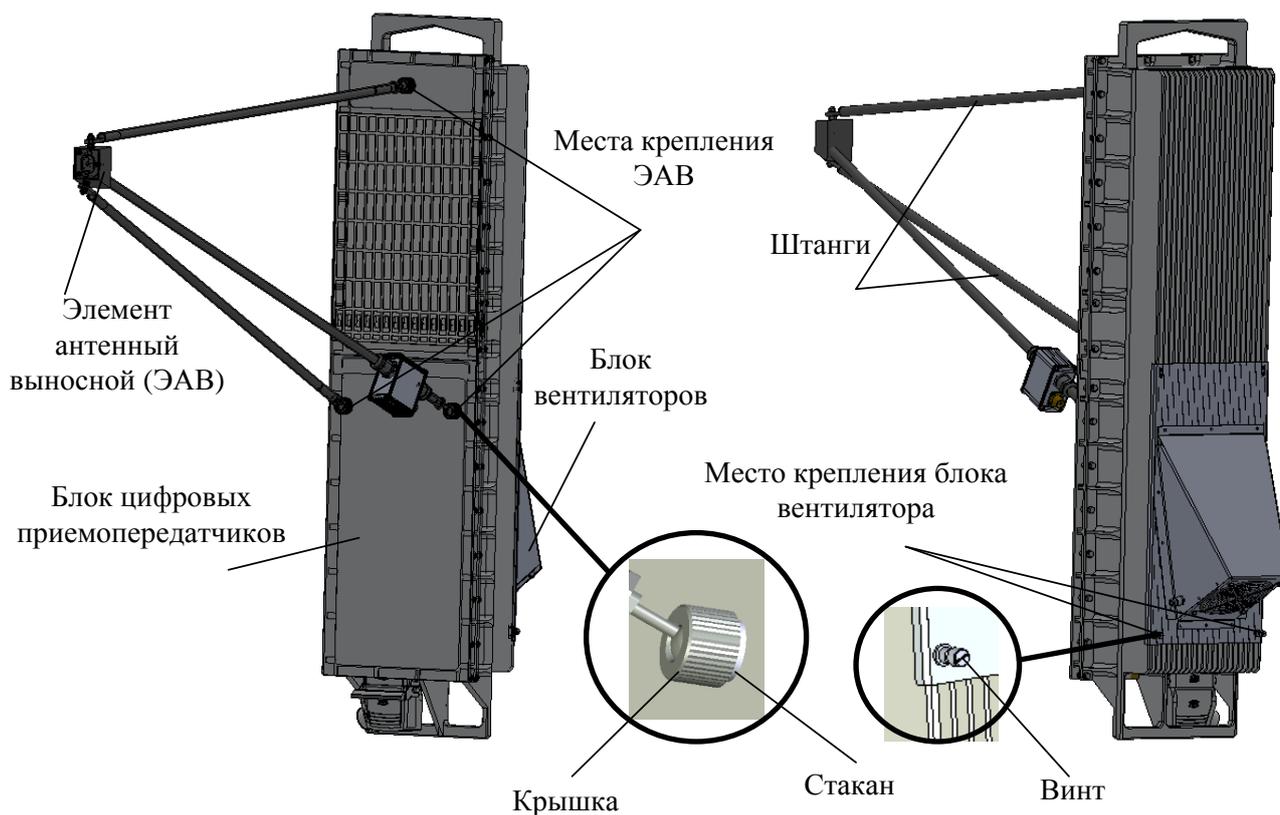


Рис. 5.9. Крепление ЭАВ и блока вентилятора на БЦП

- провести подъем мачты до высоты, удобной для крепления рам, предназначенных для установки антенн ЦРРС;
- установить рамы (по количеству требуемых антенн) на любых сторонах фермы, учитывая необходимое радионаправление. Рамы закрепить путем зацепа выступающих частей кронштейнов за внутренние полки вертикальных уголков фермы, доворота рам на нужный угол и возвращения в горизонтальное положение после зацепа (рис. 5.10);
- установить антенны радиорелейной связи и ППУ на рамы, закрепить штатным креплением и сориентировать антенны в направлении на СДУ (соседнюю МРЛС);
- подключить кабели (кабели снижения к САЭ) в соответствии с электрической схемой соединений и маркировкой кабелей к ППУ ЦРРС, а также кабели ППУ к антеннам ЦРРС;
- подключить к разъемам выходной коробки САЭ кабели в соответствии с маркировкой и электрической схемой соединений;

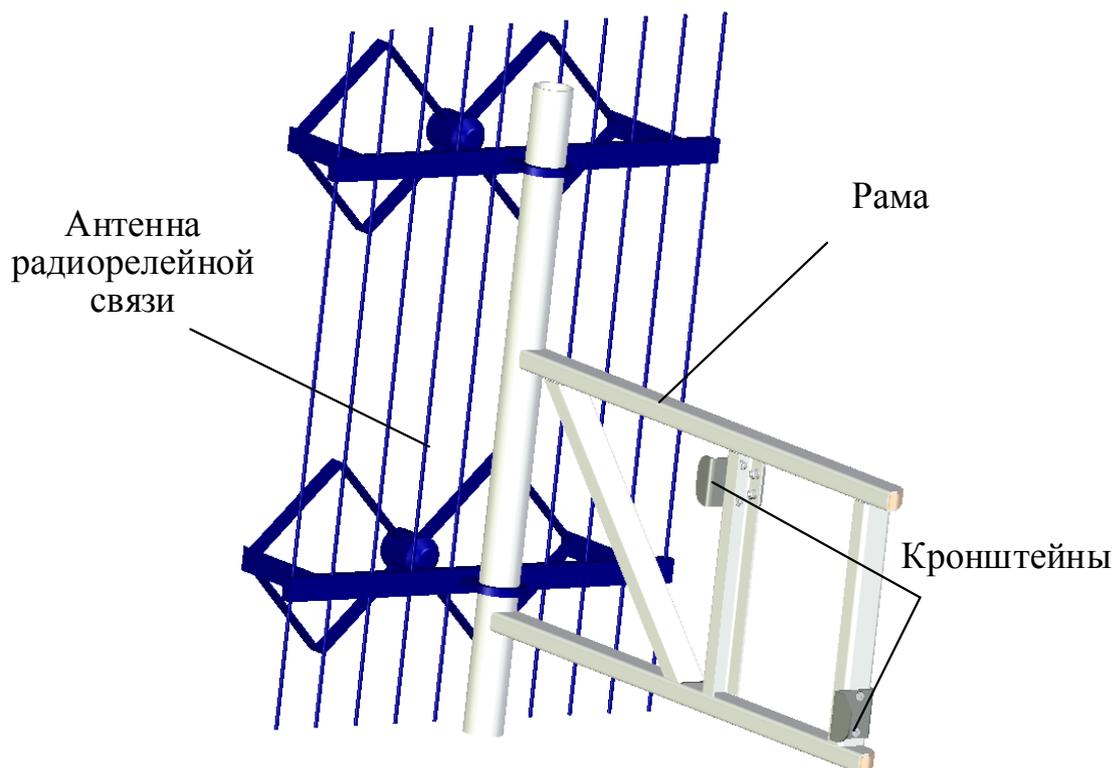


Рис. 5.10. Крепление рам антенн радиорелейной связи к ферме

- включить МРЛС и провести контрольный осмотр;
- при положительном результате контрольного осмотра выключить МРЛС и отсоединить кабели от разъемов выходной коробки САЭ;
- подсоединить оттяжки верхнего яруса мачты к верхней ферме;
- провести подъем мачты;
- подключить к разъемам выходной коробки САЭ кабели в соответствии с маркировкой и электрической схемой соединений;
- включить МРЛС и провести контрольный осмотр.

#### 5.4. Свертывание МРЛС

Свертывание станции производится полным боевым расчетом. Необходимо строго соблюдать меры предосторожности.

Свертывание РЛС осуществляется в следующей последовательности:

- выключить МРЛС;
- отключить кабели от выходной коробки САЭ;
- подключить выносную кнопочную станцию к блоку приборов мачты;
- опустить мачту на высоту, позволяющую провести снятие антенн и ППУ ЦРРС;

- провести монтаж лесов ЛСПШ 2000;
- провести расстыковку кабелей радиорелейной станции, демонтаж антенн, ППУ и рам;
- провести расстыковку всех кабелей МРЛС;
- снять ЭАВ и провести их демонтаж;
- провести демонтаж шкафа ШОС, всех БЦП (16) и их упаковку в ящики, предварительно сняв блоки вентиляторов;
- провести демонтаж каркаса антенной системы и упаковку рам каркаса, сегмента верхнего каркаса, сегмента нижнего каркаса и пассивного канала в ящики;
- демонтировать и упаковать элементы основания мачты и анкеры.

### **5.5. Автономное включение МРЛС с ТРМ**

Перед включением МРЛС необходимо выполнить следующие операции.

1. Проверить правильность подключения изделия в соответствии со схемой электрической соединений.
2. Перевести выключатель-разъединитель AS1 «Сеть-Откл.-АВР» «НАГРУЗКА» на лицевой панели шкафа ВРУ с АВР системы САЭ в положение «АВР». Перевести автоматический выключатель QF1 («СЕТЬ») внутри шкафа ВРУ с АВР в положение «ВКЛЮЧЕНО». Перевести автоматический выключатель QF2 («Вход ИБП») в положение «ВКЛЮЧЕНО».
3. Подключить нагрузку через ИБП (выключить режим байпаса на ИБП).
4. На щите собственных нужд ЩСН 2 перевести автоматический выключатель QF1 в положение «ВКЛЮЧЕНО» (питание ШАСиУ с резервированием).
5. В шкафу ВРУ с АВР перевести автоматический выключатель QF3 в положение «ВКЛЮЧЕНО» (питание ШОС с резервированием).
6. При отсутствии промышленной сети осуществить запуск дизель-генераторной установки (ДГУ) в ручном режиме и осуществить включение нагрузки как указано в п. 2.
7. Подключить ТРМ к разъему «X1» («X2», «X3») шкафа ШАСиУ, используя коммутационный шнур (патч-корд) RJ45-RJ45 из состава ЗИП-О.
8. Перевести переключатель Q1 «24 В УПР» и Q2 «СЕТЬ» ШАСиУ в положение «ВКЛЮЧЕНО» (переключатели расположены на задней панели шкафа).

9. Включить ТРМ и осуществить запуск программы «Управление и контроль» двойным нажатием на ярлык . В открывшемся окне (рис. 5.11) убедиться, что произошло подключение к ШАСиУ (кнопка в поле «Подключение» подсвечена зеленым) и произвести включение МРЛС нажатием кнопки «Вкл. все» в поле «Управление БП».

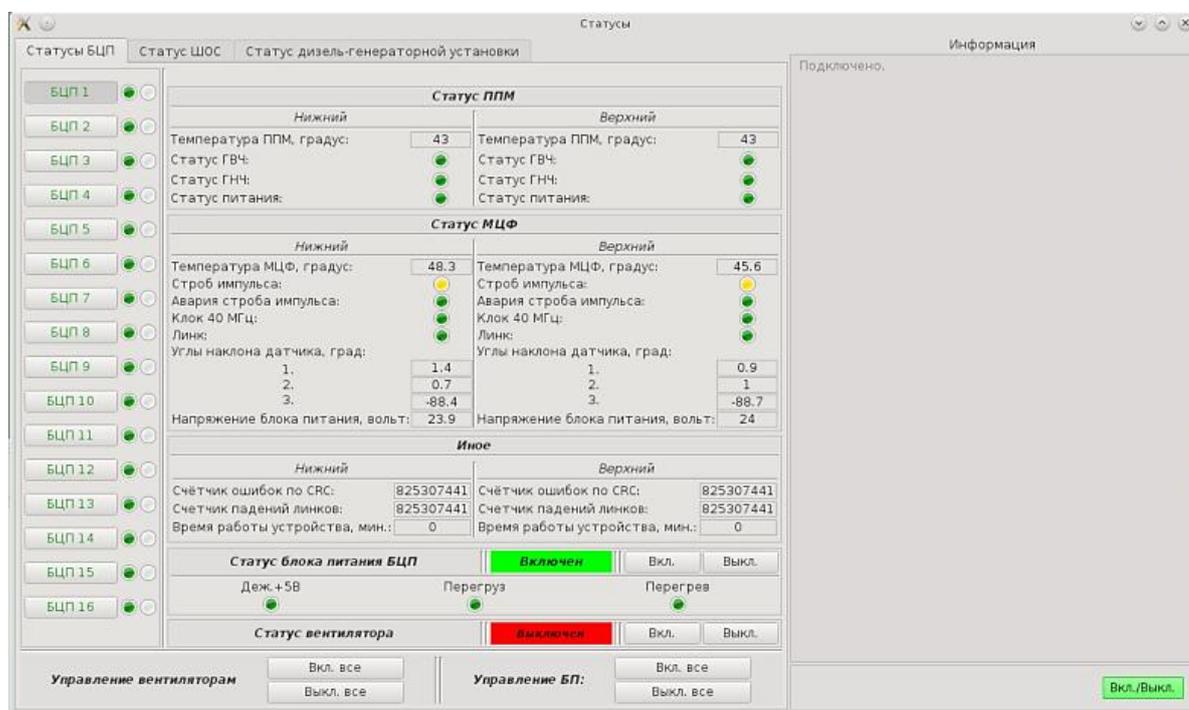


Рис. 5.11. Вид программы «Управление и контроль»

10. Перевести автоматические выключатели «СЕТЬ» и «НАГРУЗКА 1» ИБЭП-220/48В-12А ШАСиУ в положение «ВКЛЮЧЕНО» и провести включение модуля доступа первого уровня МД1-1 ЦРРС переключателем «Сеть» на передней панели модуля.

11. Перевести выключатель «СЕТЬ» на передней панели БОС пассивного канала, расположенного в шкафу ШАСиУ, в положение «ВКЛЮЧЕНО».

## 5.6. Подготовка к включению РЛК

Перед включением РЛК на МРЛС выполнить следующие операции.

1. На лицевой панели шкафа ВРУ с АВР системы САЭ выключатель-разъединитель AS1 «Сеть-Откл.-АВР» («НАГРУЗКА») перевести в положение «АВР».

2. Внутри шкафа ВРУ с АВР автоматические выключатели QF1 («СЕТЬ»), QF2 («Вход ИБП»), QF3 («Гарантированное питание ШОС»), QF4 («Питание ЩСН1»), QF5 («Питание ОПС»), QF6 («Питание кондиционера»), QF7 («Питание ЩСН2 в зимних условиях») перевести во включенное положение.

3. Включить нагрузку от ИБП (режим байпаса ИБП должен быть выключен).

4. На щите собственных нужд ЩСН 1 автоматический выключатель QF1 («Гарантированное питание ШАСиУ») и QF2 («Обогрев аппаратного отсека в зимних условиях») перевести во включенное положение.

5. На щите собственных нужд ЩСН 2 автоматический выключатель QF1 («Гарантированное питание ШАСиУ») и QF2 («Обогрев аппаратного отсека в зимних условиях») перевести во включенное положение (в зимних условиях электроконвекторы должны быть включены в розетки и настроены на режим работы от 5 до 20 °С, при этом температурный режим не должен противоречить режиму, установленному на кондиционере САЭ, предназначенном для охлаждения ИБП).

*Примечание.* При наличии промышленной сети и установке органов управления САЭ в исходное положение электропитание МРЛС от ДГУ может быть включено дистанционно с АРМ СДУ.

При отсутствии промышленной сети управление ДГУ осуществляется в ручном режиме.

6. Подключить АРМ к разъему «LAN1» («LAN2», «LAN3») ШАС кабелем. АРМ и ШАС подключить к сети электропитания 220 В, 50 Гц.

7. Подключить шкаф ШАС СДУ к КСА четырехпроводным кабелем типа П-270 при использовании АПД 2С06 (2С07) или двухпроводным полевым кабелем при использовании модема ZyXEL. Кабель П-270 (полевой кабель) в комплект изделия не входит, обеспечивается узлом связи (КСА). Клеммы подключения АПД 2С06, АПД 2С07 и модема находятся на передней панели

шкафа ШАС (верхняя группа клемм в полях подключения АПД 2С06 (2С07) – прием, нижняя – передача).

8. Кабелем П-296 из комплекта МРЛС подключить к разъему «Ствол 1» ШАС выносное оборудование ЦРРС МИК-РЛ400.

### 5.7. Включение СДУ РЛК

Для включения СДУ РЛК необходимо выполнить следующие действия.

1. Перевести тумблер включения шкафа ШАС «ВКЛ. – ВЫКЛ.» в положение «ВКЛ.».

2. Перевести автоматические выключатели «СЕТЬ» и «НАГРУЗКА1» ИБЭП-220/48В-12А ШАС в положение «ВКЛЮЧЕНО», при этом будет подано напряжение питания на модуль первого уровня МД1-1.

3. Включить АРМ нажатием кнопки питания на передней панели, после загрузки операционной системы запустить программные модули АРМ путем нажатия на ярлык «АРМ» на рабочем столе (загрузка программных модулей вычислительного устройства СДУ осуществляется автоматически).

4. После загрузки АРМ и вычислительного устройства (ВУ) ШАС СДУ в правой нижней части открывшегося окна проконтролировать наличие связи АРМ с СДУ и СДУ с подключенными устройствами в соответствии с рис. 5.12.

5. Открыть окно «Контроль состояния РЛК» (рис. 5.13) путем нажатия кнопки «МРЛС» или нажав на вкладке «Управление» кнопку «Функциональный контроль»). Проконтролировать наличие связи между АРМ – СДУ, СДУ – КСА, СДУ – МРЛС (1–5).

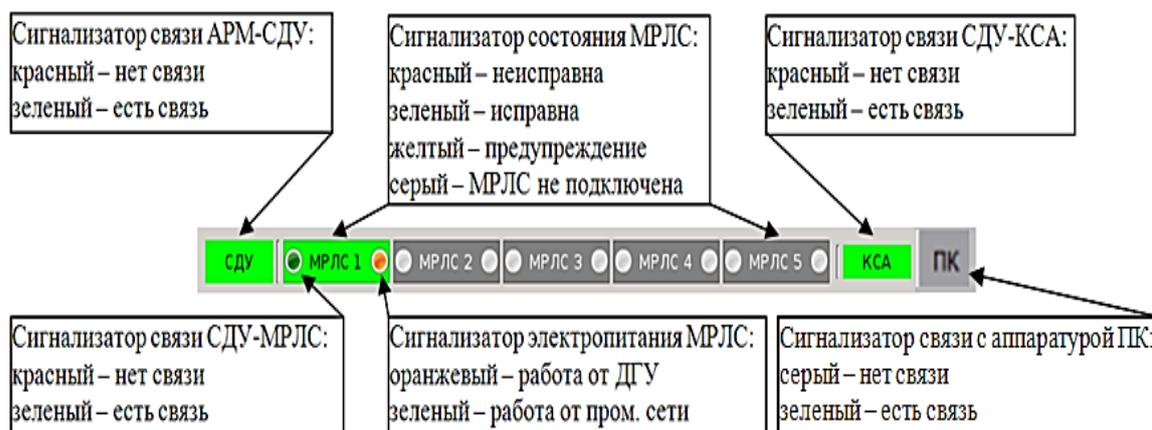


Рис. 5.12. Строка контроля наличия связи АРМ с ВУ СДУ и КСА

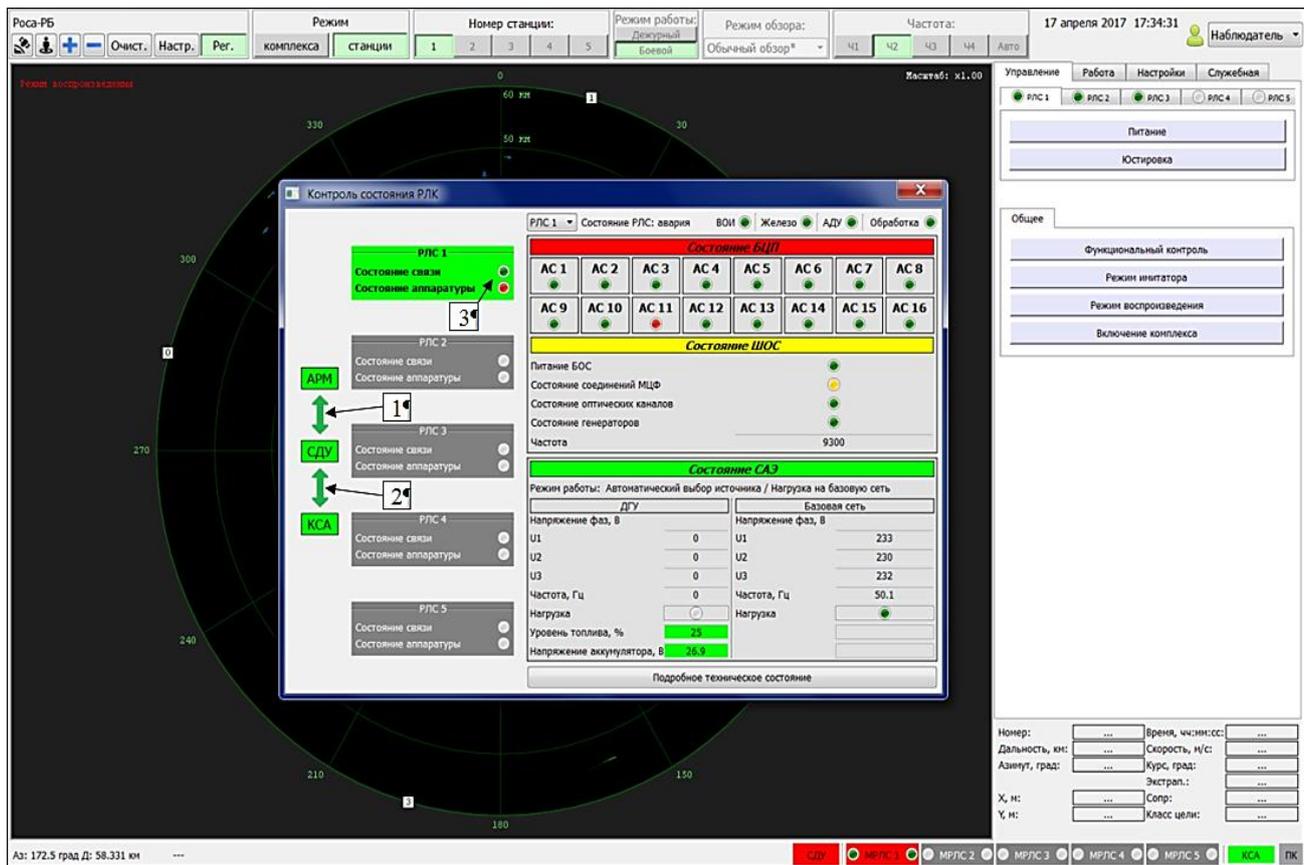


Рис. 5.13. Внешний вид окна «Контроль состояния РЛК»

## 5.8. Дистанционное включение МРЛС РЛК

После включения СДУ РЛК и загрузки программного обеспечения для дистанционного включения МРЛС необходимо выполнить следующие операции.

1. Открыть вкладку «Управление». На вкладке переключателя «РЛС» (1–5) развернуть поле «Питание» и в поле «Управление питанием станции» произвести включение выбранной РЛС нажатием кнопки «Вкл» (рис. 5.14). Включение РЛС происходит автоматически и всегда в режиме «Дежурный».

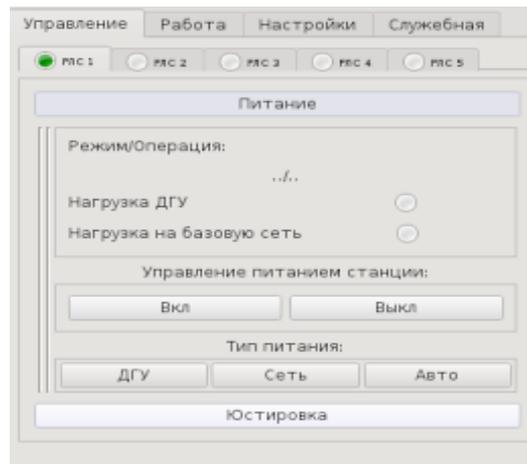


Рис. 5.14. Включение РЛС1 в поле «Питание» на вкладке «Управление»

2. Перевести МРЛС из режима «Дежурный» в режим «Боевой» нажатием кнопки «Боевой» (кнопка отображает действующий режим работы МРЛС (рис. 5.15)).

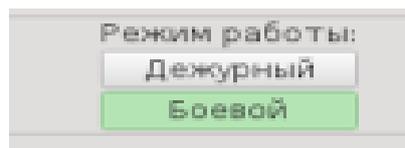


Рис. 5.15. Включение режима боевой

3. Оценить работоспособность МРЛС по результату функционального контроля. Для этого на вкладке «Общее» основного окна нажать кнопку «Функциональный контроль». В открывшемся окне отобразится состояние основных элементов выбранной МРЛС (1–5). Зеленым цветом отображается исправное состояние блока (модуля); желтым цветом – работоспособное, при котором ряд параметров (значений) превышает пороговое значение, но не выходит за рамки значений, приводящих к отказу или не контролирующихся в данном режиме; красным – превышение допустимого значения параметров. К примеру, индикатор «Состояние ДГУ» будет подсвечиваться желтым цветом из-за низкого (менее 10 %) уровня топлива (рис. 5.16).

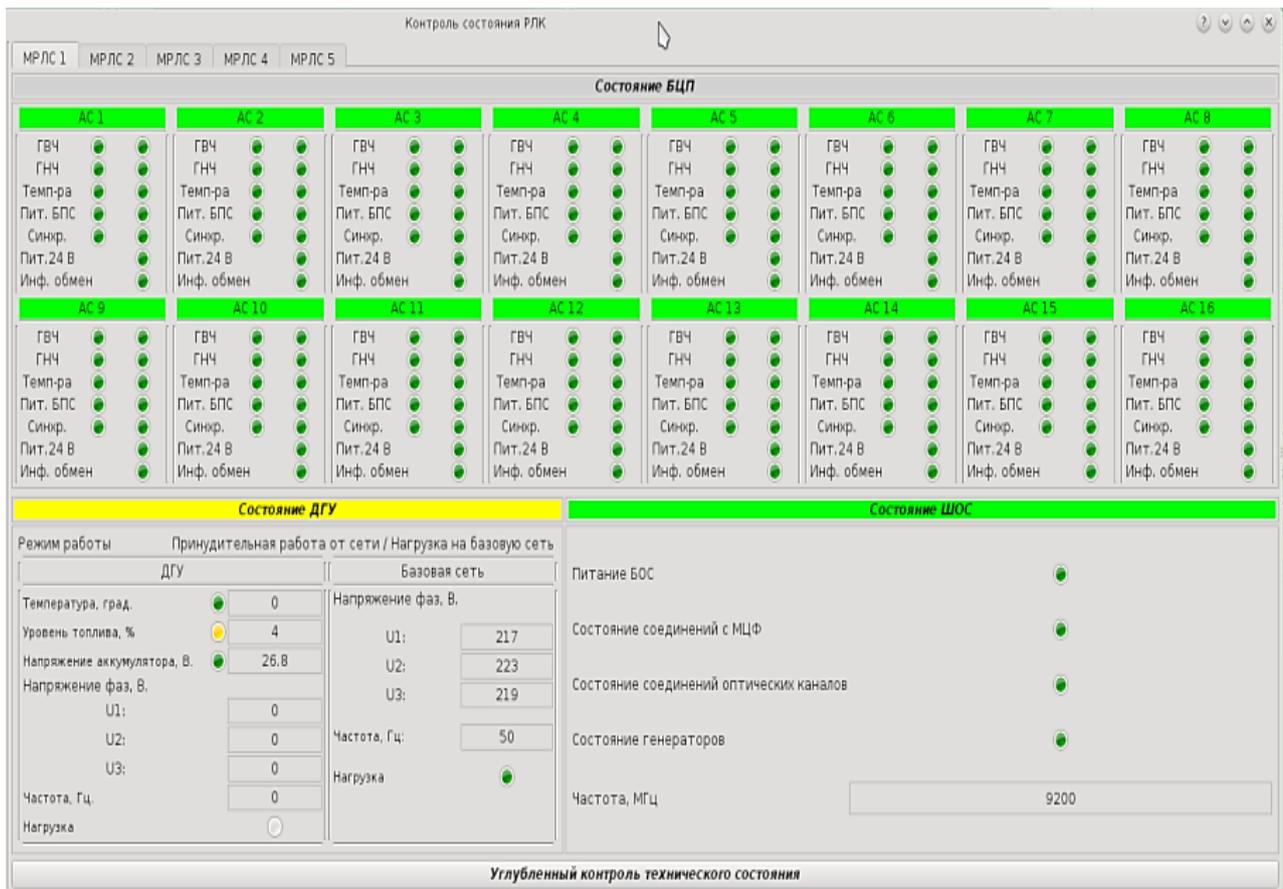


Рис. 5.16. Отображение оценки работоспособности МРЛС по результату функционального контроля

В случае наличия неработоспособного элемента следует осуществить анализ по результатам углубленного контроля технического состояния, нажав соответствующую кнопку внизу окна «Контроль состояния РЛК».

В открывшемся окне «Углубленный контроль технического состояния РЛС (1–5)» (рис. 5.17) можно оценить работоспособность (статусы) элементов БЦП, ШОС и дизель-генераторной установки, информация о которых размещена на соответствующих вкладках.

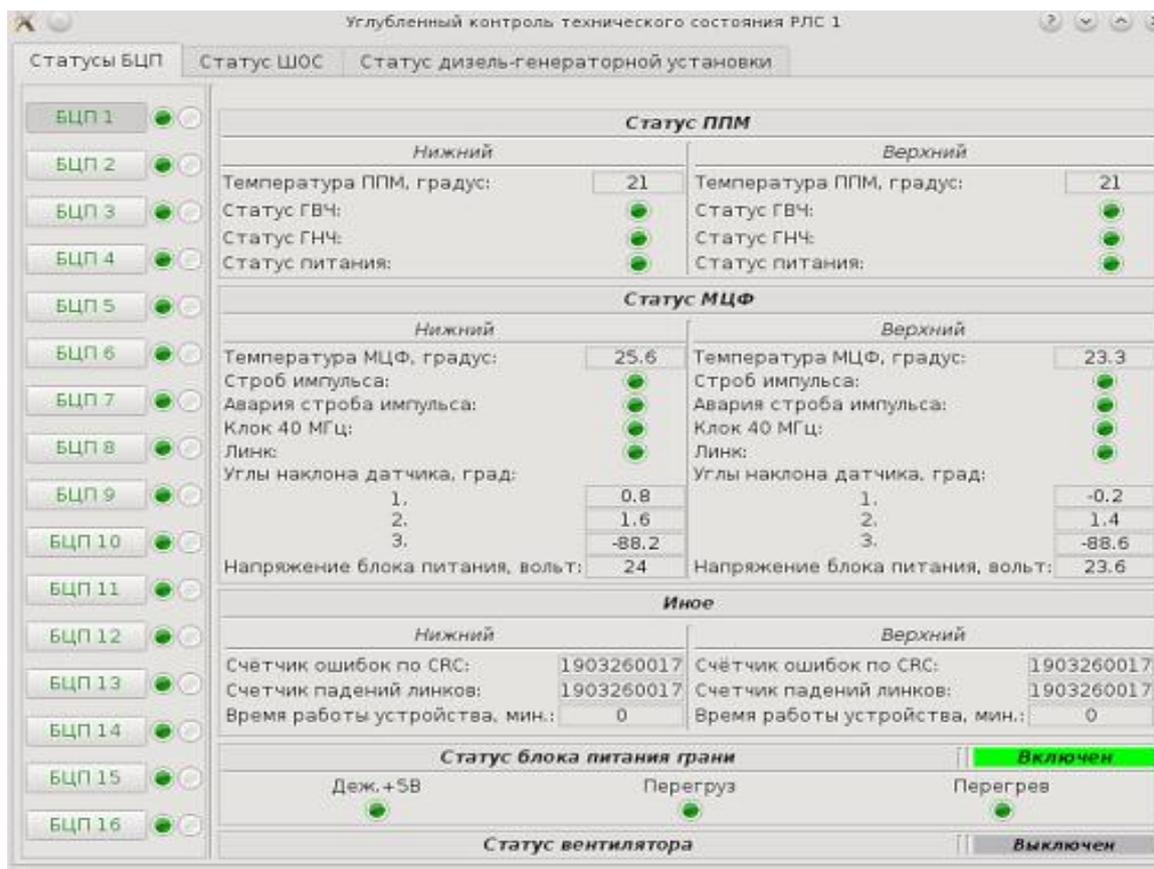


Рис. 5.17. Углубленный контроль технического состояния РЛС

## 5.9. Органы АРМ СДУ для управления, контроля и настройки МРЛС

Включение (выключение) МРЛС требуемой РЛС осуществляется кнопками «Вкл»/«Выкл» в поле «Питание» (см. рис. 5.14) на вкладке «Управление» основного окна. В поле «Тип питания» расположены кнопки выбора источника первичного электропитания. При нажатии кнопки «ДГУ» МРЛС осуществляет переход на резервную сеть (ДГУ), при нажатии кнопки «Авто» устройство управления САЭ осуществляет проверку наличия и параметров промышленной сети и переход на базовую (промышленную) сеть при наличии последней.

**ВНИМАНИЕ! УПРАВЛЕНИЕ ИСТОЧНИКАМИ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ (ДГУ, СЕТЬ) ОСУЩЕСТВЛЯЕТСЯ ТОЛЬКО ПРИ УСТАНОВКЕ ДГУ В ПОЛОЖЕНИЕ «АВТО».** Подсветка кнопок «ДГУ» и «СЕТЬ» соответствует источнику, от которого работает МРЛС.

Кнопка «Боевой» разрешает работу передатчиков МРЛС на излучение.

Кнопка «Дежурный» переводит МРЛС в дежурный режим работы.

В поле «Функциональный контроль» индицируется состояние систем МРЛС.

### 5.10. Автоматизированный и автоматический контроль МРЛС

В МРЛС осуществляется контроль следующей аппаратуры:

- блоков цифровых приемопередатчиков (БЦП);
- шкафа обработки сигналов (ШОС);
- дизель-генераторной установки (ДГУ).

В блоках БЦП контролируется состояние (статус) приемопередающих модулей (рис. 5.18).

В поле «Статус ППМ» зеленые индикаторы сигнализируют о нормальном уровне гетеродинных напряжений («Статус ГВЧ» и «Статус ГНЧ») и работоспособности блока питания БП-24.

Статус ППМ	
Нижний	Верхний
Температура ППМ, градус: 43	Температура ППМ, градус: 43
Статус ГВЧ: ●	Статус ГВЧ: ●
Статус ГНЧ: ●	Статус ГНЧ: ●
Статус питания: ●	Статус питания: ●

Рис. 5.18. Индикация приемопередающих модулей

Температура ППМ не должна превышать 90 °С, в противном случае на АРМ будет выдаваться сигнал аварии БЦП. Сигнал аварии БЦП по температуре формируется на основании анализа четырех значений температур: двух показателей ППМ и двух показателей МФЦ. При превышении температуры в 90 °С хотя бы в одном из ППМ или превышении температуры 100 °С хотя бы в одном МЦФ на АРМ СДУ выдается сигнал аварии.

В поле «Статус МЦФ» контролируется наличие строба импульса, получение модулем тактовой частоты 40 МГц («Клок 40 МГц»), наличие обмена информацией с блоком обработки сигналов ШОС («Линк») (рис. 5.19).

Статус МЦФ			
Нижний		Верхний	
Температура МЦФ, градус:	48.3	Температура МЦФ, градус:	45.6
Строб импульса:		Строб импульса:	
Авария строба импульса:		Авария строба импульса:	
Клок 40 МГц:		Клок 40 МГц:	
Линк:		Линк:	
Углы наклона датчика, град:		Углы наклона датчика, град:	
1.	1.4	1.	0.9
2.	0.7	2.	1
3.	-88.4	3.	-88.7
Напряжение блока питания, вольт:	23.9	Напряжение блока питания, вольт:	24

Рис. 5.19. Индикация состояния модулей цифровых формирователей

«Авария строба импульса» индицирует о неправильном формировании длительности импульса. Если длительность импульса превышает установленную, что можно определить по красному индикатору «Авария строба импульса», происходит отключение приемопередающего модуля.

Индикатор «Строб импульса» свидетельствует о наличии строба и подсвечивается зеленым цветом при регулярном обзоре пространства. Если обзор не осуществляется, строб импульса не формируется, индикатор горит желтым цветом.

Углы наклона датчика МЦФ показывают положение БЦП и используются для заводских настроек.

Напряжение блока питания – напряжение, формируемое МВП для МЦФ.

Поле «Иное» (рис. 5.20) используется для контроля качества обмена БОС и МЦФ.

Иное			
Нижний		Верхний	
Счётчик ошибок по CRC:	825307441	Счётчик ошибок по CRC:	825307441
Счетчик падений линков:	825307441	Счетчик падений линков:	825307441
Время работы устройства, мин.:	0	Время работы устройства, мин.:	0

Рис. 5.20. Индикация качества обмена информацией БОС и МЦФ

Поле «Статус блока питания БЦП» (рис. 5.21) позволяет включать (выключать) блок цифровых приемопередатчиков. Готовность к включению (выдано напряжение 220 В на БЦП, дежурные цепи МВП исправны) определяется по зеленому индикатору «Деж. +5В».

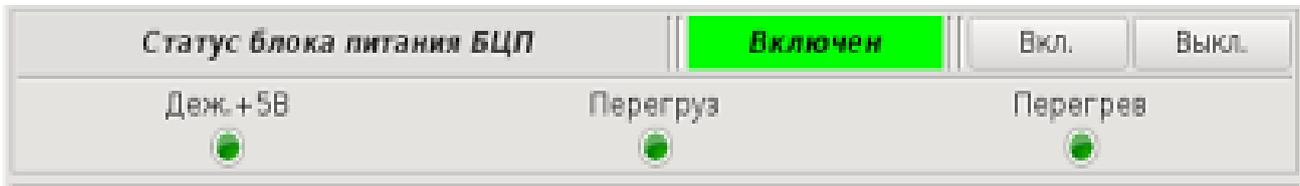


Рис. 5.21. Индикация статуса (состояния) блока питания БЦП

Нормальная работоспособность блока питания определяется по зеленым индикаторам «Включен», «Перегруз», «Перегрев».

Исправность всех блоков БЦП оценивается по зеленым индикаторам в поле «Статусы БЦП» (рис. 5.22), являющимся интегральным индикатором работоспособности всех модулей, входящих в блок цифровых приемопередатчиков.



Рис. 5.22. Индикация исправности блоков БЦП

Вкладка «Статус ШОС» отражает работоспособность блоков и модулей, входящих в шкаф обработки сигналов (рис. 5.23).

Индикатор «Питание» в поле «Модуль МРСС» свидетельствует о получении команды на включение шкафа, значение параметра «Питание» в поле «Модуль ДОС» должно находиться в пределах от 4,8 до 5,4 В. Рабочая температура модулей МРСС и диаграммообразования сигналов (ДОС) не должна превышать 80 °С. Индикаторы в поле «Состояние соединений» показывают наличие связи в каналах передачи данных БОС и всех 32 МЦФ (по 2 в каждом БЦП).

Наличие обмена в оптическом канале контролируется по индикатору «Инф 4» (рис. 5.23), индикаторы «Инф 1», «Инф 2», «Инф 3» не используются.

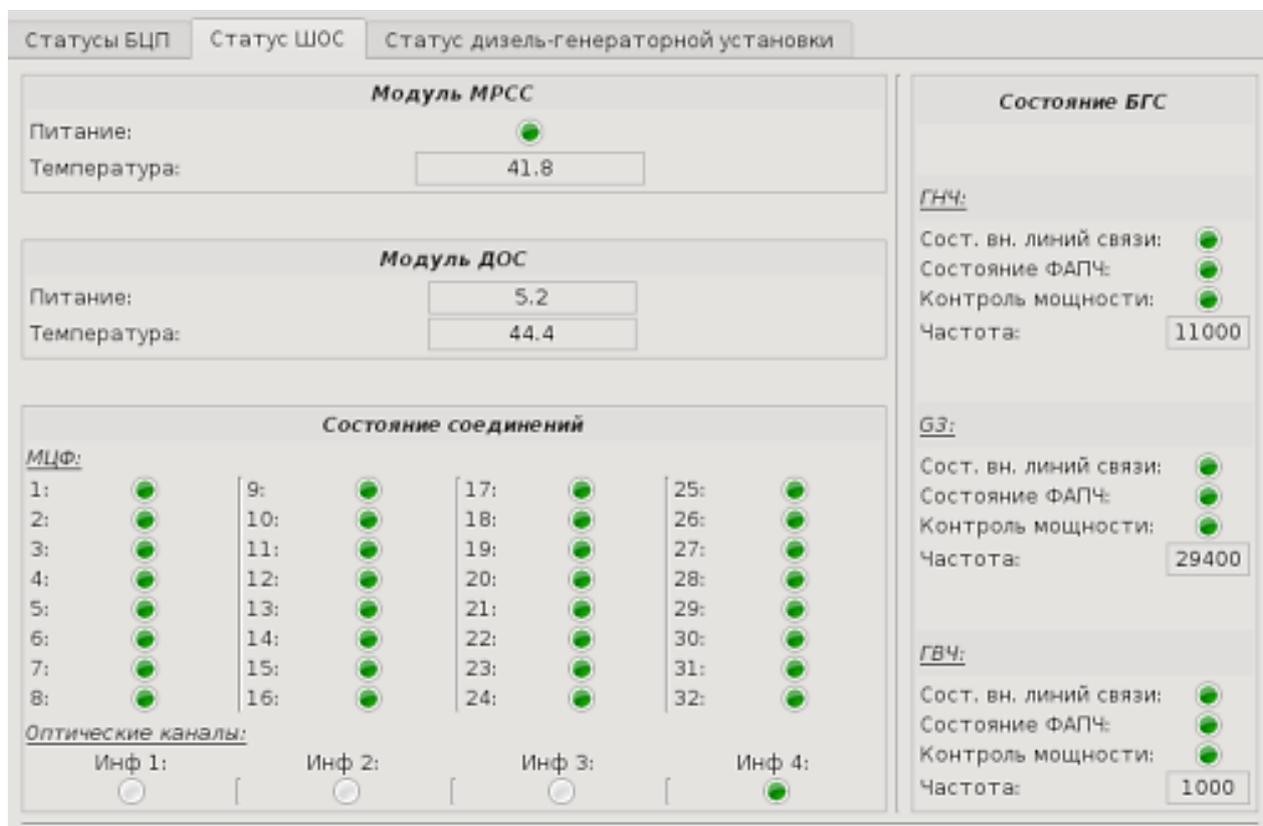


Рис. 5.23. Состояние обмена в оптическом канале по индикатору «Инф 4»

Поле «Состояние БГС» отображает работоспособность генераторов, входящих в блок гетеродинных сигналов (генератор низкой частоты (ГНЧ), G3 (внутренний генератор БГС), генератор высокой частоты (ГВЧ)).

В строке «Частота» ГНЧ высвечивается формируемая генератором частота (1100 МГц), в строке «Частота» ГВЧ высвечивается формируемая генератором частота и определяемая как  $(8030 + \text{показание табло} / 10)$ . В случае, показанном на рис. 5.23, она будет равна  $8030 + 1000 / 10 = 8130$  МГц.

Вкладка «Статус дизель-генераторной установки» (рис. 5.24) отображает параметры и состояние промышленной сети и параметры дизель-генератора системы электропитания. Параметры считываются с блока DKG-509 – системы управления и защиты дизель-генератора. Вкладка позволяет осуществить запуск дизель-генератора с технологического рабочего места.

Статусы БЦП	Статус ШОС	Статус дизель-генераторной установки		
Напряжение фазы L1, L2, L3 сети, В:		229	227	229
Напряжение фазы L1, L2, L3 генераторной установки, В:		0	0	0
Ток фазы L1, L2, L3 генераторной установки, А:		0	0	0
Напряжение фазы сети L12, L23, L31, В:		397	396	397
Напряжение фазы L12, L23, L31 генераторной установки, В:		0	0	0
Частота сети, Гц:		50		
Частота генераторной установки, Гц:		0		
Активная мощность генераторной установки, Вт:		0		
Коэффициент мощности:		0		
Частота вращения двигателя, об/мин:		0		
Давление масла, бар:		0		
Температура охлаждающей жидкости, С:		0		
Уровень топлива, %:		8		
Напряжение аккумулятора, В:		26.7		
Режим работы:		Принудительная работа от сети		
Выполняемая операция:		Нагрузка на базовую сеть		
Таймер операции, с:		---		
Управление		<input type="button" value="Запуск"/> <input type="button" value="Стоп"/> <input type="button" value="Авто"/>		

Рис. 5.24. Отображение параметров и состояния промышленной сети и параметры дизель-генератора системы электропитания

## 5.11. Автоматический функциональный контроль РЛК

АРМ РЛК осуществляет индикацию результатов автоматического функционального контроля систем МРЛС и индикацию наличия связи с основными системами РЛК и внешними устройствами (КСА). При наличии обмена и исправности элементов РЛК соответствующие кнопки окрашены зеленым цветом (рис. 5.25). При отсутствии обмена между элементами (отсутствии связи) кнопки окрашены в серый цвет.

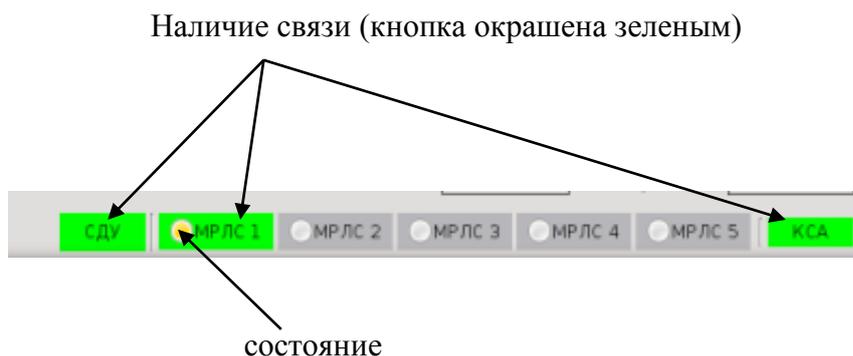


Рис. 5.25. Поле индикации результатов ФК элементов РЛК

При нажатии «Контроль состояния» (рис. 5.26) открывается окно «Контроль состояния РЛК», позволяющее оценить состояние РЛК.

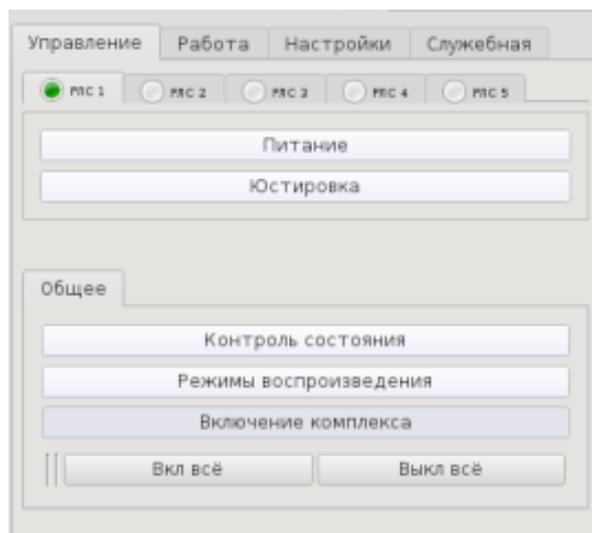


Рис. 5.26. Отображение состояние элементов выбранной МРЛС

Для более детального контроля состояния параметра, вышедшего за пределы допуска, используется окно «Углубленный контроль технического состояния РЛС 1–5», открывающееся при нажатии одноименной кнопки внизу поля.

## **5.12. Элементы интерфейса для настройки параметров МРЛС**

Каждая МРЛС из состава комплекса может работать на любой назначенной частоте из диапазона 9200–9600 МГц с дискретностью 2,5 МГц. С АРМ СДУ оперативно осуществляется перестройка на любую из четырех фиксированных частот, которые условно названы Ч1, Ч2, Ч3, Ч4. Значения частот записаны в формуляре МРЛС и могут быть переназначены и изменены с АРМ или ТРМ.

Для МРЛС комплекса в зависимости от ее функционального назначения определяются:

- режимы обзора пространства;
- режимы работы и порядок использования аппаратуры помехозащиты.

Каждый режим работы МРЛС характеризуется параметрами, которые предварительно определены, но могут быть изменены с АРМ или ТРМ.

При настройке режима работы МРЛС устанавливаются следующие параметры:

- длительность зондирующего импульса;
- бланк начала дистанции (защитный интервал);
- количество обрабатываемых дискретов дальности (количество элементов дистанции в строке рабочей дальности (СРД));
- период повторения зондирующих импульсов;
- количество излучаемых импульсов в одном азимутальном направлении (количество импульсов в пачке);
- интервал между пачками;
- число передающих каналов, участвующих в формировании одного луча при работе на передачу (апертура на передачу);
- закон формирования амплитудного распределения на раскрыве антенной системы (АС) на передачу (степень косинуса на передачу, величина подставки на передачу);
- число приемных каналов, участвующих в формировании одного луча на прием (апертура на прием);

- закон формирования амплитудного распределения на раскрыве АС при работе на прием (степень косинуса на прием, величина подставки на прием);
  - параметры обработки отраженных сигналов.
- Типовой перечень характеристик и параметров МРЛС приведен в табл. 5.2.

Таблица 5.2

Типовой перечень характеристик и параметров МРЛС

Режим	Параметры пачки							
		Длительность импульса	Защитный интервал	Количество элементов дистанции в СРД	Период повторения	Количество импульсов в пачке	Интервал между пачками	Общий период
Обычный	в инт. 0,4 мкс	320	10	1000	1500	128	3	192 003
	мкс	128	4	400	600	–	1,2	768 001,2
	Параметры диаграммы							
		Апертура на передачу	Степень косинуса на передачу	Величина подставки на передачу	Апертура на прием	Степень косинуса на прием	Величина подставки на прием	
		60	2	0,4	60	2	0,4	
	Закон модуляции							
	Закон модуляции № 1 (лучи 1 и 3)				Закон модуляции № 2 (лучи 2 и 2)			
		Девияция частоты, МГц	от минус 1,0	до 1,0	Девияция частоты, МГц	от минус 1,0	до 1,0	
	Копии сигнала для сжатия							
	Весовое окно перед БПФ				Пороговая обработка			
		Подставка	Степень	Число точек БПФ	Отступ	Порог	Окно	
		0,4	1,0	128	5	500	50	

Все элементы настройки параметров МРЛС РЛК, находящиеся на вкладке «Настройки», относятся только к выбранной МРЛС (вкладки «РЛС 1»–«РЛС 5») (рис. 5.27).

Вкладка «Настройки» содержит вкладки «РЛС 1»–«РЛС 5», в поле которых отображаются раскрывающиеся окна «Режимы работы», относящиеся к конкретной РЛС, и общие для РЛК «Настройки индикатора», «Сервисные настройки», «Настройки отображения», «Управление учетными записями», «Настройки комплекса», «Настройки АПД».

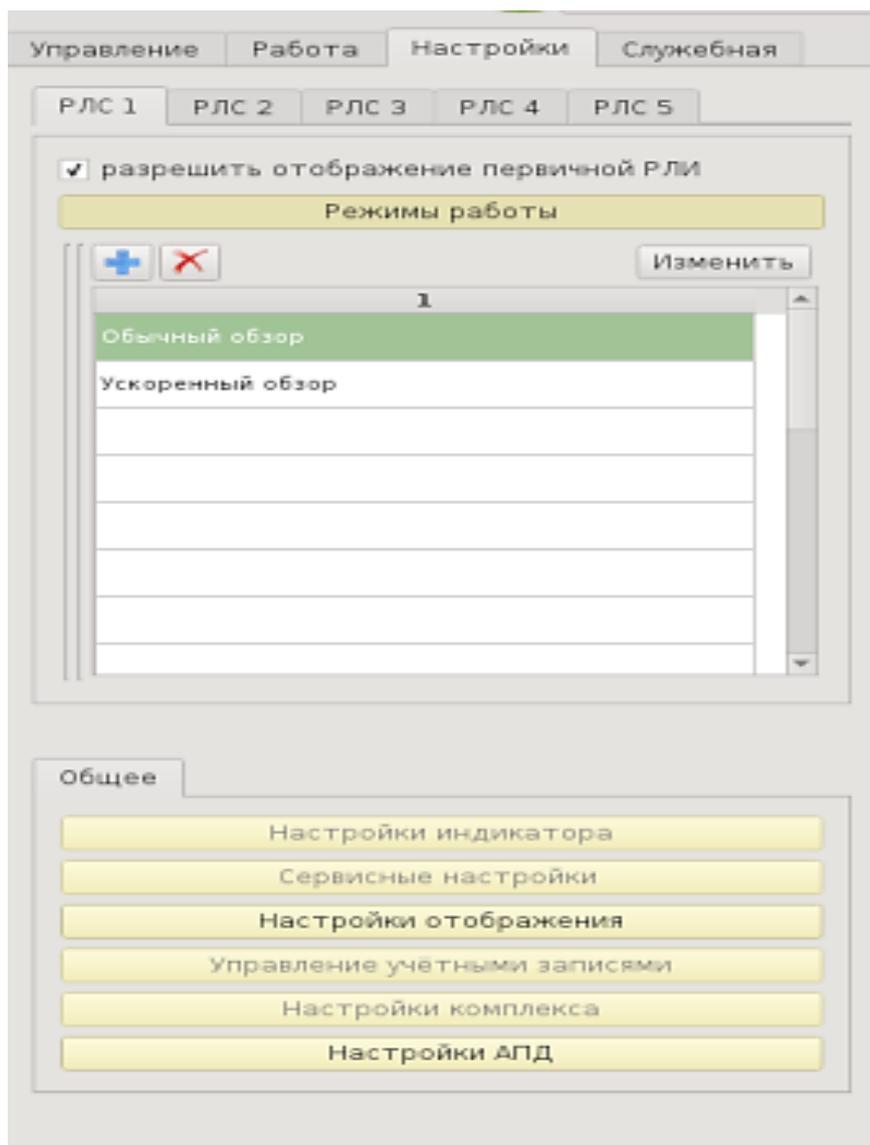


Рис. 5.27. Вкладка «Настройки»

При нажатии кнопки «Изменить» и выбранном режиме обзора («Обычный обзор», «Ускоренный обзор») открывается окно «Настройка режима» (рис. 5.28).

Данное окно позволяет изменить параметры зондирующего сигнала («Параметры пачки» и «Закон модуляции»), параметры амплитудного распределения в антенной решетке («Параметры диаграммы») и параметры обработки («Параметры обработки пачки», «Копии сигнала для сжатия»).

Закладка «Комбинированный сигнал» позволяет установить параметры МРЛС при использовании комбинированного сигнала. Вид закладки приведен на рис. 5.29.

В данной закладке осуществляются настройки зоны режекции, применяемой для борьбы с пассивными помехами, и параметров алгоритма, реализующего селекцию принятых боковыми лепестками основной диаграммы направленности сигналов («Параметры защиты главного лепестка»).

Рис. 5.28. Окно «Настройка режима»

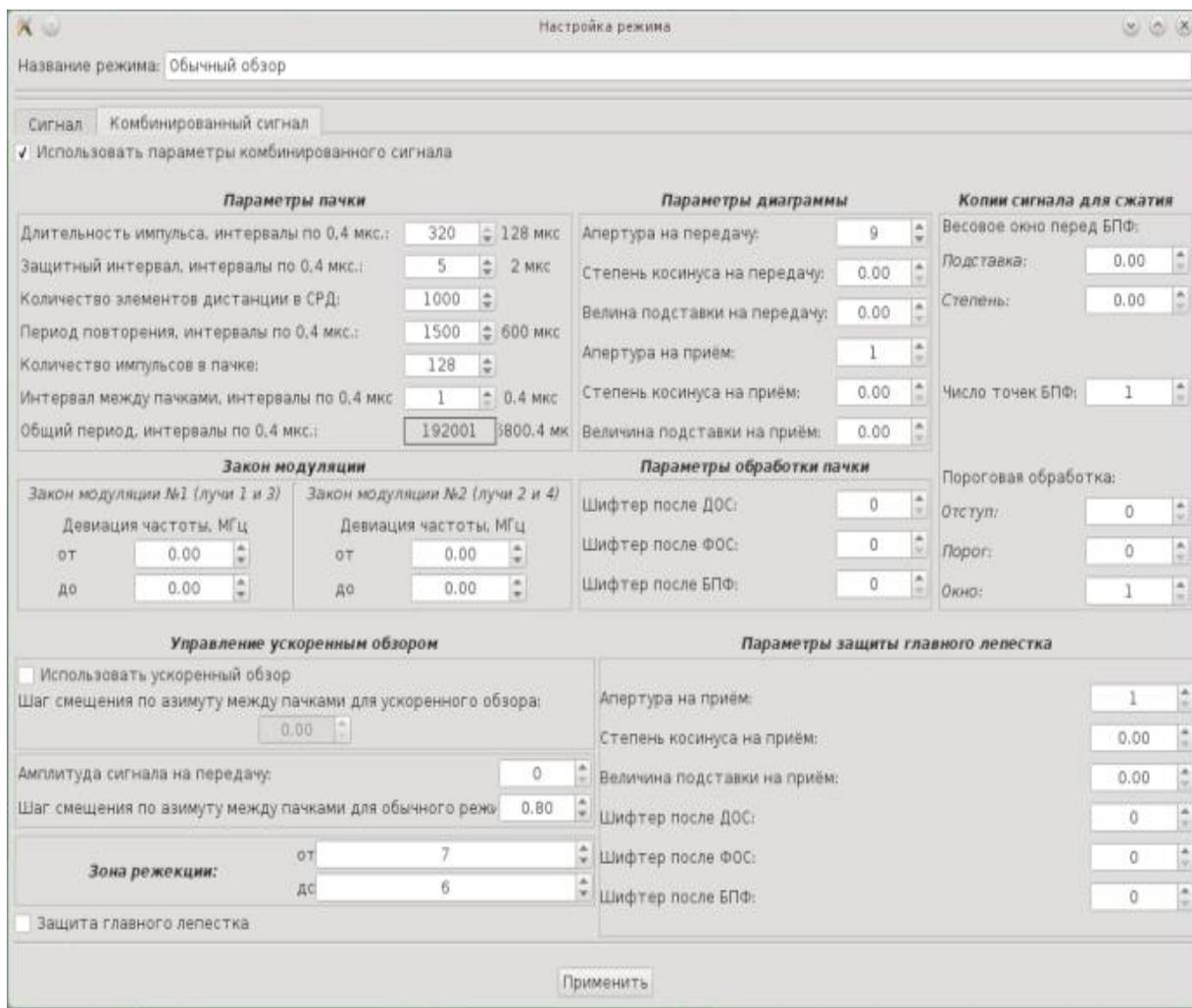


Рис. 5.29. Вкладка «Комбинированный сигнал»

Алгоритм реализован на принципе сравнения амплитуд сигналов, принятых элементами, образующими основную диаграмму направленности, и сигналов, принятых элементами, формирующими диаграмму направленности, перекрывающую боковые лепестки основной.

Вкладка «Конфигурирование станции» (рис. 5.30) предназначена для введения координат точки стояния станции (поле «Позиционирование») и значения угла между строительной осью станции и направлением на север («Ориентирование»), поле «Частоты» предназначено для установки четырех фиксированных частот в диапазоне от 9200 до 9600 МГц с дискретностью через 2,5 МГц. Для активации установленных значений необходимо нажать кнопку «Применить».

Рис. 5.30. Вкладка для введения координат точки стояния станции

### 5.13. Управление МРЛС с технологического рабочего места

С помощью технологического рабочего места МРЛС осуществляется местное инженерное управление станцией. Инженерный (отладочный) режим используется для контроля функционирования (КФ), поиска неисправностей, настройки аппаратуры и алгоритмов работы станции. Используемый программный модуль «Утилита управления АДУ» дает доступ к главной управляющей структуре с возможностью ее модификации, таким образом позволяя осуществлять изменение параметров работы. Диалоговое окно «Утилита управления АДУ» содержит вкладки, относящиеся к тем или иным аспектам управления.

Вкладка «Сигнал» (рис. 5.31) позволяет оператору задать характеристики зондирующего сигнала, основными из которых являются:

- рабочая частота – выставление значения частоты производит изменение гетеродинного напряжения (8030–8430 МГц) блока БГС;
- амплитуда сигнала – определяет выходную мощность передающих каналов БЦП (максимальное значение мощности соответствует значению 3200);
- закон модуляции зондирующего сигнала (в частности значение девиации частоты в МГц) – при нулевой девиации частоты будет формироваться простой прямоугольный импульс с длительностью, заданной в поле «Временные параметры пачки»;

- длительность зондирующего импульса (в тактовых импульсах частотой 2,5 МГц (0,4 мкс));
- значение бланкируемой начальной дальности (защитный интервал) – в окне устанавливается количество обнуляемых дискретов дальности (один дискрет дальности равен 60 м);
- значение строба рабочей дальности (в интервалах дальности по 60 м) – значение дальности на которой осуществляется обработка отраженных сигналов;
- период повторения зондирующих сигналов;
- количество импульсов, излучаемых в одном азимутальном направлении (количество импульсов в пачке);

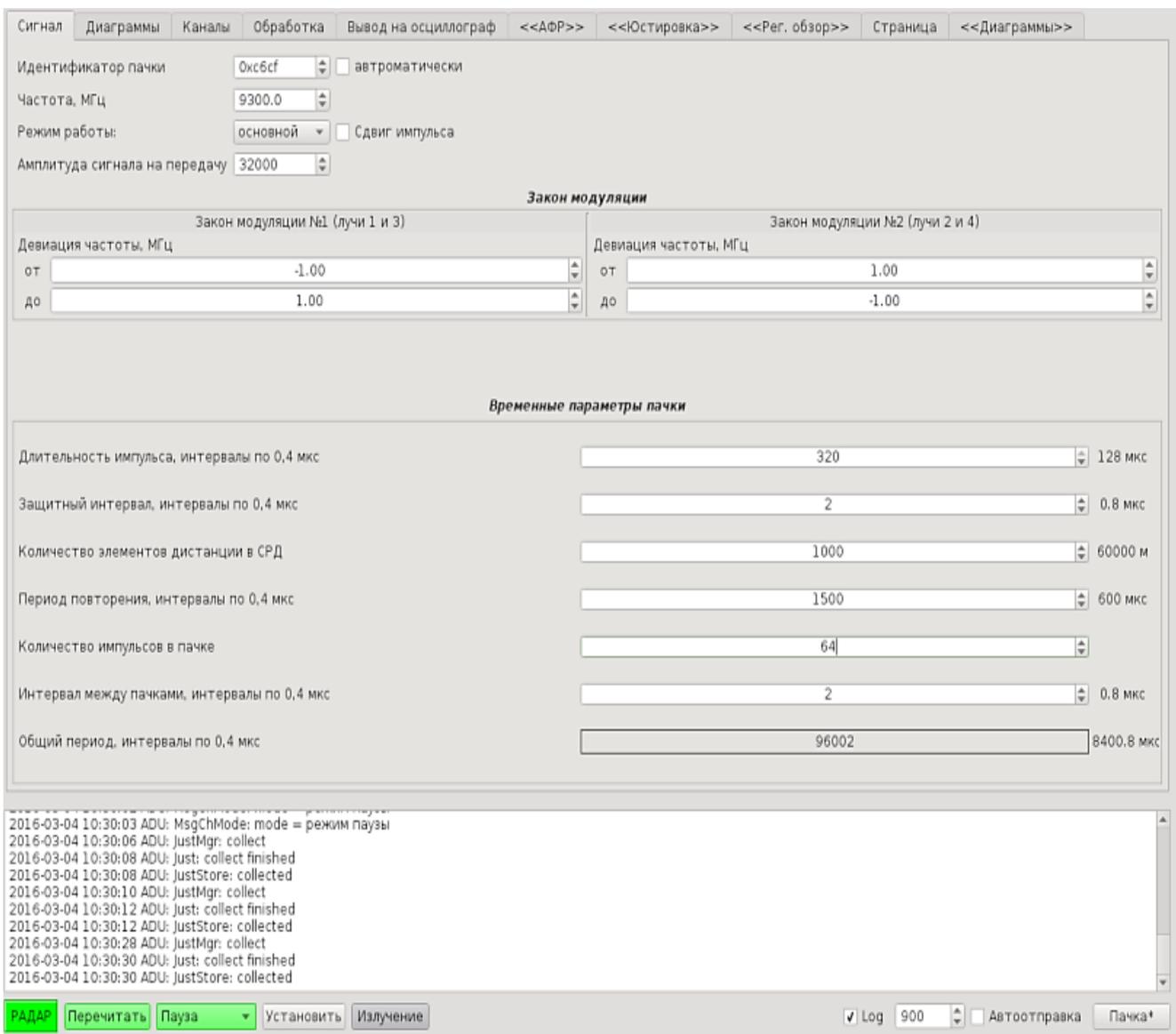


Рис. 5.31. Вкладка «Сигнал»

- интервал между пачками (интервалы по 0,4 мкс) – время между излучаемыми пачками в одном азимутальном направлении или время перехода с одного азимутального направления на другое;

- общий период (интервалы по 0,4 мкс) – время, затраченное на анализ воздушной обстановки в одном азимутальном направлении. Если общее число интервалов 192 004, то время обзора МРЛС 360° с шагом сканирования в 1° будет составлять  $192\ 004 \cdot 0,4 \cdot 10^{-6} \cdot 90 \approx 6,91$  с.

Вкладка «**Диаграммы**» (рис. 5.32) является вкладкой заводских настроек. Она предназначена для оценки правильности формирования и применения калибровочных поправок при работе МРЛС на передачу («Учет поправок Tx») или прием («Учет поправок Rx»).

Поле «**Направление лучей, град.**» позволяет выставить луч в заданное азимутальное направление для контроля.

Использование данной вкладки осуществляется при настройке МРЛС с применением дополнительной выносной калибровочной антенны типа П6-23М и установки МРЛС на опорно-поворотное устройство.

Задание направления луча: по азимуту

Связать Rx и Tx  
 Связать лучи

**Направления лучей, град.**

	<b>Tx</b>	<b>Rx1</b>	<b>Rx2</b>	<b>Rx3</b>
<b>Луч 1</b>	285.00 / 0.00 60; 0; 1	285.00 90; 0; 1	285.00 90; 0; 1	285.00 90; 0; 1
<b>Луч 2</b>	15.00 / 0.00 60; 0; 1	15.00 90; 0; 1	15.00 90; 0; 1	15.00 90; 0; 1
<b>Луч 3</b>	105.00 / 0.00 60; 0; 1	105.00 90; 0; 1	105.00 90; 0; 1	105.00 90; 0; 1
<b>Луч 4</b>	195.00 / 0.00 60; 0; 1	195.00 90; 0; 1	195.00 90; 0; 1	195.00 90; 0; 1

Учёт геометрии  
 Учёт поправок Tx  
 Учёт поправок Rx

Рис. 5.32. Вкладка «**Диаграммы**»



В поле «Параметры когерентной обработки» устанавливается число используемых доплеровских фильтров («Количество точек БПФ») и используемая весовая обработка при накоплении сигналов.

The screenshot shows the 'Обработка' (Processing) tab with the following sections:

- Кoeffициенты ослабления (Attenuation Coefficients):**
  - Режим сбора АФР (AFR collection mode):
    - Ослабление квадратур (Quadrature attenuation): 16 (96.33 дБ)
    - Ослабление мощности (Power attenuation): 22 (66.23 дБ)
- Кoeffициенты ослабления (Attenuation Coefficients) - Основной режим (Main mode):**

	Основные лучи (Main beams)				Дополнительные лучи (Additional beams)				
	1	2	3	4	1	2	3	4	
Ослабление квадратур на приём (Quadrature attenuation at reception):	16 (96.33 дБ)	8 (48.16 дБ)	8 (48.16 дБ)	8 (48.16 дБ)	8 (48.16 дБ)	8 (48.16 дБ)	8 (48.16 дБ)	8 (48.16 дБ)	8 (48.16 дБ)
Ослабление квадратур после ФФС (Quadrature attenuation after FFS):	24 (144.49 дБ)	8 (48.16 дБ)	8 (48.16 дБ)	8 (48.16 дБ)	8 (48.16 дБ)	8 (48.16 дБ)	8 (48.16 дБ)	8 (48.16 дБ)	8 (48.16 дБ)
Ослабление мощности после БПФ (Power attenuation after BPF):	1 (3.01 дБ)	1 (3.01 дБ)	1 (3.01 дБ)	1 (3.01 дБ)	1 (3.01 дБ)	1 (3.01 дБ)	1 (3.01 дБ)	1 (3.01 дБ)	1 (3.01 дБ)
- Параметры когерентной обработки (Coherent processing parameters):**
  - Количество точек БПФ (Number of BPF points): 32
  - Весовая обработка (Weighted processing):
    - Степень косинуса (Cosine degree): 0.00
    - Подставка (Support): 0.00

Рис. 5.34. Вкладка «Обработка»

Вкладка «Вывод на осциллограф» позволяет определить сигналы, выводимые для отображения на осциллограф технологического рабочего места.

Запуск осциллографа осуществляется кнопкой с изображением экрана осциллографа.

Вид окна «Осциллограф» приведен на рис. 5.35. Для вывода заданных сигналов необходимо осуществить подключение осциллографа (нажать кнопку «Подключить», расположенную на панели).

Органы управления выводом представлены на вкладке «Вывод на осциллограф» (рис. 5.36).

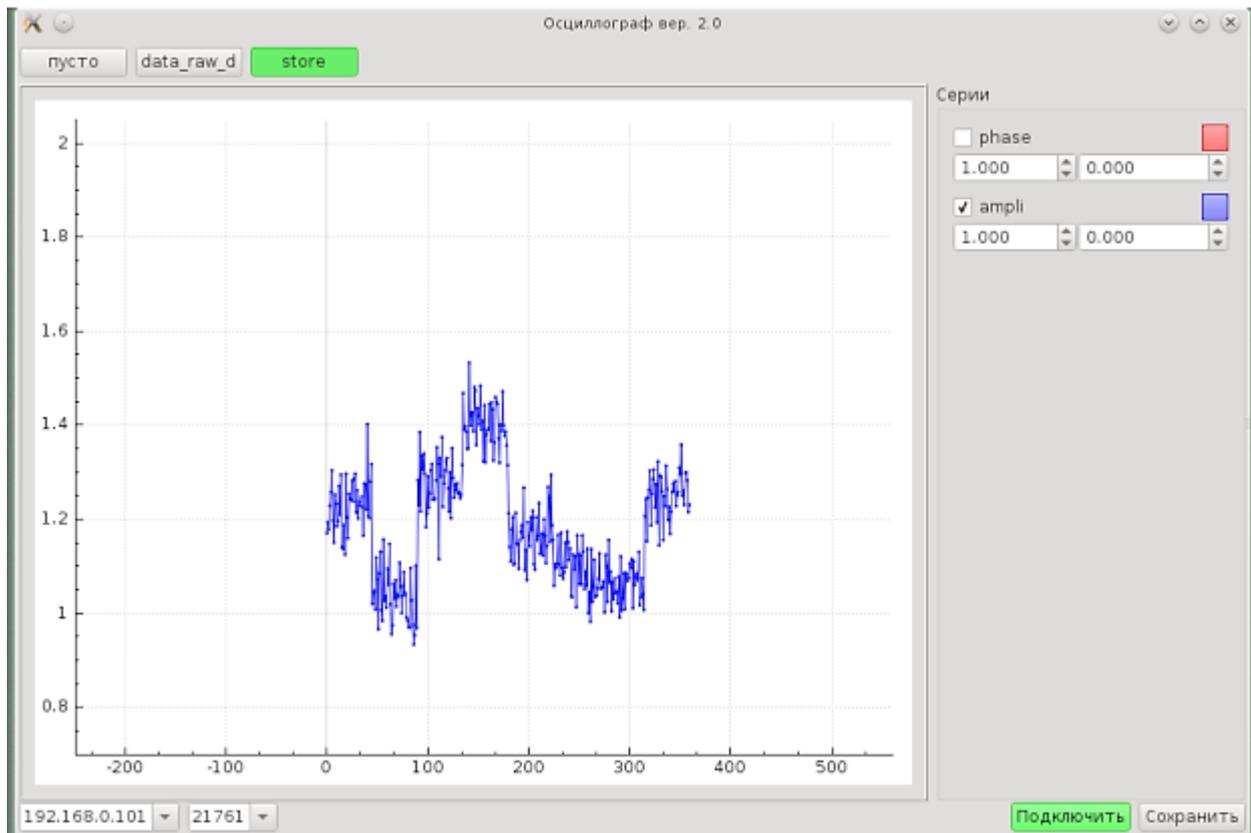


Рис. 5.35. Окно «Осциллограф»

Сигнал Диаграммы Каналы Обработка Вывод на осциллограф <<АФР>> <<Юстировка>> <<Рег. обзор>> Страница <<Диаграммы>>

Флаг разрешения слива осциллограмм

Параметры для отображения		Управление сливом	
Номер развертки		Номер луча	
До сжатия	0	развертка по дальности	<input checked="" type="checkbox"/> После ДПС 1
После сжатия	0	выборка по периодам	<input checked="" type="checkbox"/> После сжатия 1
После БПФ	0	развертка по дальности	<input type="checkbox"/> Разведканал 1
После ПО	0	развертка по дальности	

Управление выводом матрицы

Номер луча не выводить

Диапазон дальностей для вывода		Диапазон периодов/фильтров для вывода	
от	0	от	0
до	1	до	1

Рис. 5.36. Управление выводом на осциллограф

Вкладка «АФР» предназначена для сбора калибровочных поправок приемопередающих каналов (рис. 5.37).

Временные параметры пачки	
Длительность импульса	320 / 128 мкс
Защитный интервал	1 / 0.4 мкс
Количество элементов дистанции в СРД	500 / 30000 м
Период повторения	850 / 340 мкс
Количество импульсов в пачке	100
Интервал между пачками	2 / 0.8 мкс
Общий период	85002 / 4000.8 мкс

Рис. 5.37. Вкладка «АФР»

Сбор калибровочных поправок может осуществляться при работе МРЛС на прием и на передачу. Во вкладке можно выставить значение частоты, для которой формируются калибровочные поправки, выбрать номер БЦП и «стартовый» элемент, с которого осуществляется запись калибровочных каналов, количество калибруемых элементов и т. д.

В поле «Временные параметры пачки» устанавливаются характеристики сигнала, используемого для определения калибровочных поправок приемопередающих каналов (характеристики излучения ЭАВ).

Вкладка «Юстировка» по своему назначению аналогична вкладке «АФР», но используется для калибровки всей МРЛС, т. е. определения калибровочных поправок для всех 240 каналов. Особенностью вкладки является установка номера ЭАВ, с которого начинается калибровка, и направления, в котором осуществляется подключение ЭАВ (по часовой или против часовой стрелки). Вид вкладки «Юстировка» приведен на рис. 5.38.

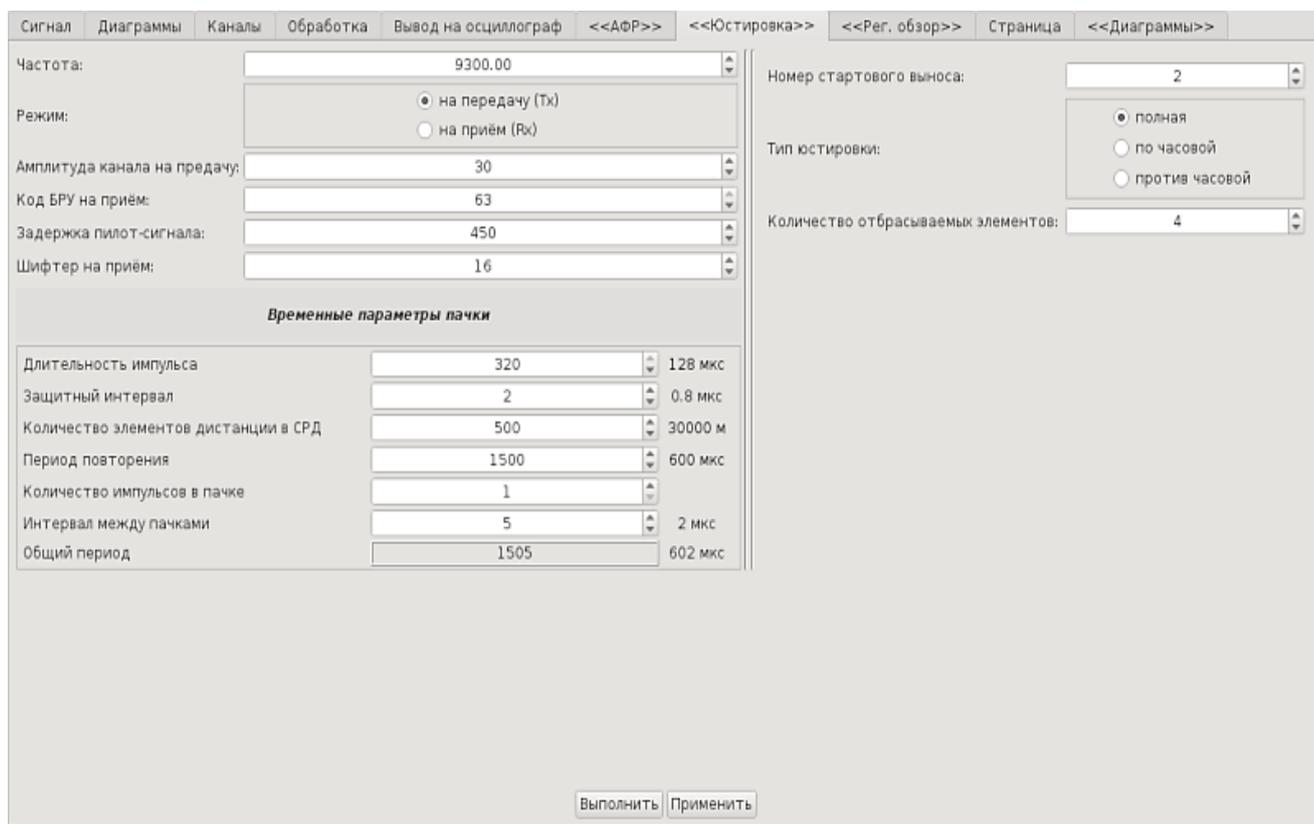


Рис. 5.38. Вкладка «Юстировка»

Вкладка «Рег. обзор» предназначена для установки основных параметров работы МРЛС при осуществлении сканирования пространства.

В поле «Параметры пачки» выставляются основные характеристики зондирующего сигнала и интервал обрабатываемой дистанции.

В поле «Параметры диаграммы» устанавливается количество участвующих в формировании диаграммы элементов (апертура на передачу и прием) и тип амплитудного распределения на антенной решетке на передачу и прием.

Поле «Закон модуляции» используется для установки значения девиации частоты зондирующего сигнала.

В поле «Рабочая частота» устанавливается частота излучения МРЛС.

Поля «Копии сигнала для сжатия» и «Параметры обработки пачки» используются для настройки алгоритмов обработки отраженных сигналов. Шифтеры после ДОС (диаграммообразующей схемы), ФОС (фильтра одиночного сигнала), БПФ (блока полосовых фильтров когерентного накопления) осуществляют уменьшение разрядности цифрового сигнала. Весовое окно перед БПФ используется для уменьшения уровня накапливаемых

сигналов в соседних фильтрах. Область «Пороговая обработка» используется для настройки параметров обнаружителя. В строке «Отступ» устанавливается количество неанализируемых дискретов дальности справа и слева от анализируемого. В строке «Порог» устанавливается коэффициент, на который умножается средний уровень шумов, длительностью равный установленному значению в строке «Окно», т. е. осуществляется настройка стабилизатора уровня ложных тревог по дальности.

Поле «Управление ускоренным обзором» (рис. 5.39) применяется для настройки алгоритма ускоренного обзора МРЛС.

The screenshot shows a software interface with a menu bar at the top: Сигнал, Диаграммы, Каналы, Обработка, Вывод на осциллограф, <<АФР>>, <<Юстировка>>, <<Рег. обзор>>, Страница, <<Диаграммы>>. Below the menu bar, there are several configuration sections:

- Сигнал**: Комбинированный сигнал,  Использовать параметры комбинированного сигнала
- Параметры пачки**:
  - Длительность импульса, интервалы по 0,4 мкс.: 320 / 128 мкс
  - Защитный интервал, интервалы по 0,4 мкс.: 5 / 2 мкс
  - Количество элементов дистанции в СРД: 1000
  - Период повторения, интервалы по 0,4 мкс.: 1600 / 640 мкс
  - Количество импульсов в пачке: 64
  - Интервал между пачками, интервалы по 0,4 мкс.: 1 / 0,4 мкс
  - Общий период, интервалы по 0,4 мкс.: 102401 / 0960,4 мкс
- Параметры диаграммы**:
  - Апертура на передачу: 60
  - Степень косинуса на передачу: 1
  - Величина подставки на передачу: 0
  - Апертура на приём: 90
  - Степень косинуса на приём: 1
  - Величина подставки на приём: 0
- Копии сигнала для сжатия**:
  - Весовое окно перед БПФ: 0,00
  - Подставка: 0,00
  - Степень: 1,00
  - Число точек БПФ: 64
  - 0 От
  - 0 До
- Закон модуляции**:
  - Закон модуляции №1 (лучи 1 и 3)**:
    - Девияция частоты, МГц: от -1,00 до 1,00
  - Закон модуляции №2 (лучи 2 и 4)**:
    - Девияция частоты, МГц: от 1,00 до -1,00
- Параметры обработки пачки**:
  - Шифтер после ДОС: 11
  - Шифтер после ФОС: 25
  - Шифтер после БПФ: 8
- Пороговая обработка**:
  - Отступ: 5
  - Порог: 550
  - Окно: 20
- Рабочая частота**: Ч1, Ч2, Ч3, Ч4, Авто
- Управление ускоренным обзором**:
  - Использовать ускоренный обзор
  - Шаг смещения по азимуту между пачками для ускоренного обзора: 0,00
- Амплитуда сигнала на передачу: 30000
- Шаг смещения по азимуту между пачками: 2,00
- Защита главного лепестка
- Управление каналами со вкладки "Каналы"
- Управление сливами со вкладки "Слив"
- Пилот-сигнал**:
  - Разрешить Грань 1 Задержка 0 Амплитуда 0
  - Разрешить Грань 1 Задержка 0 Амплитуда 0

Buttons: Применить, Запросить

Рис. 5.39. Поле «Управление ускоренным обзором»

Вкладка «Диаграммы» используется для контроля диаграмм направленности МРЛС и применяется для их настройки на заводе-изготовителе или при проведении различных видов испытаний. Внешний вид вкладки приведен на рис. 5.40.

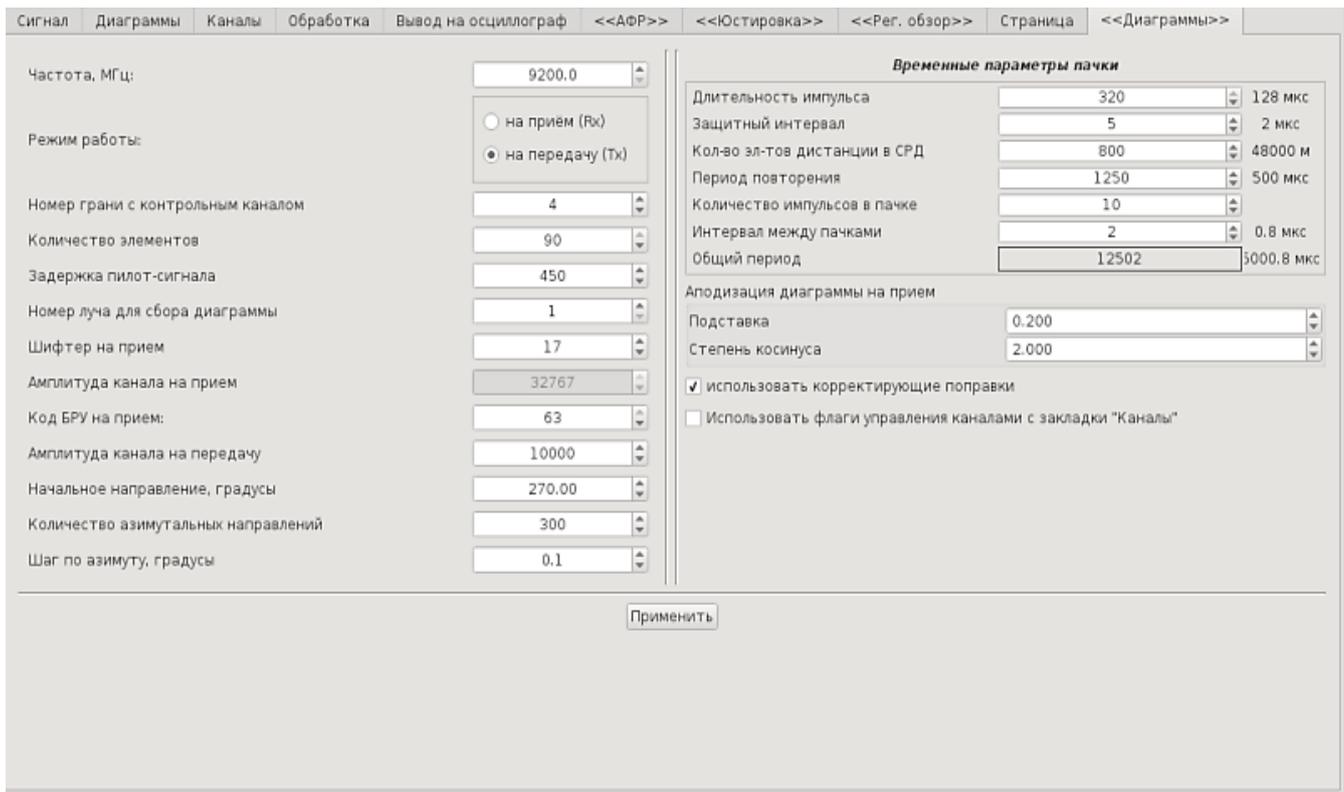


Рис. 5.40. Вкладка «**Диаграммы**»

### 5.14. Элементы интерфейса для настройки режимов и параметров РЛК

При нажатии на вкладку «**Настройки индикатора**» открывается одноименное поле, позволяющее установить удобные для восприятия оператором настройки области отображения воздушной обстановки. Внешний вид поля приведен на рис. 5.41.

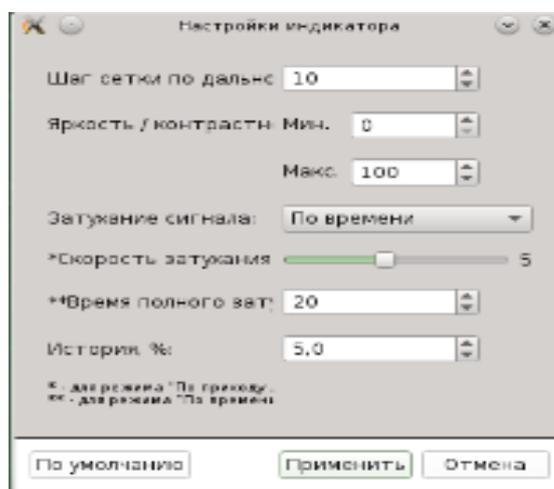


Рис. 5.41. Вкладка «**Настройки индикатора**»

Вкладка «Настройка отображения» позволяет убрать отметки после первичной или вторичной обработки. Для отображения отметок необходимо установить флажки в соответствующем окне (рис. 5.42).

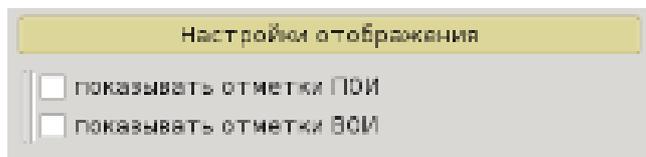


Рис. 5.42. Вкладка «Настройка отображения»

Вкладка «Настройки АПД» (рис. 5.43) позволяет осуществить настройку аппаратуры передачи данных для комплекса средств автоматизации. Выбор АПД осуществляется нажатием кнопки «АПД 2с06», «АПД 2с07» или «Модем».



Рис. 5.43. Вкладка «Настройки АПД»

К элементам интерфейса, используемым для настройки параметров РЛК, относятся элементы, расположенные во вкладке «Работа»: «ФЦ», «ТОИ», «КСА», «Сектора», «Зоны» (рис. 5.44).

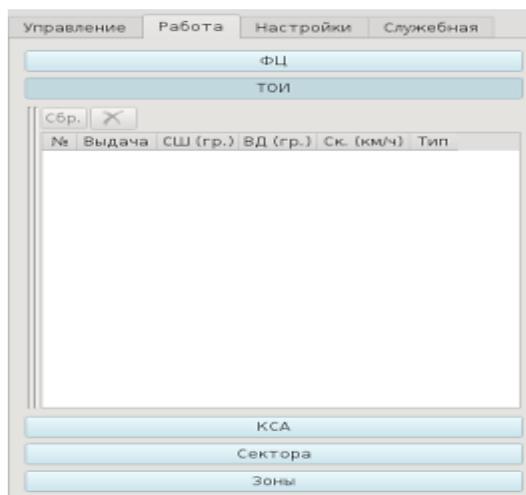


Рис. 5.44. Вкладка «Работа»

Вкладка «ФЦ» (рис. 5.45) используется для отображения формуляров, сопровождаемых ВО одной МРЛС, назначенной для выдачи первичной информации на индикатор, а также для назначения формуляра ВО, сопровождаемого в автоматизированном (ручном) режиме.

Формуляры отображаются в массиве, содержащем всю информацию о ВО. В столбцах массива по каждому ВО содержится следующая информация:

- «№» – машинный номер сопровождаемого ВО;
- «Аз. (гр.)» – значение текущего азимута ВО (градусы);
- «Д. (м)» – значение текущей дальности ВО (метры);
- «Ск. (км/ч)» – значение радиальной составляющей скорости ВО (километры в час);
- «Тип» – тип ВО (самолет, вертолет, воздушный шар, нераспознанный воздушный объект).

Вкладка «ФЦ» содержит:

- кнопку «Сбр», предназначенную для удаления выбранной трассы;
- кнопку , предназначенную для ввода первой отметки при сопровождении ВО в автоматизированном (ручном) режиме;
- кнопку «Авто», предназначенную для перехода из режима автоматизированного (ручного) сопровождения в автоматический режим;

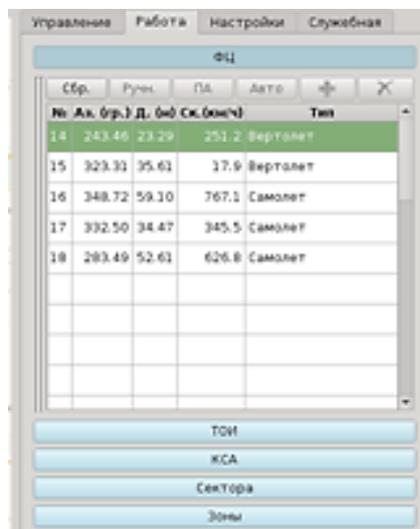


Рис. 5.45. Вкладка «ФЦ»

- кнопку , предназначенную для удаления индикатора трассы ВО с экрана при сохранении трассы в памяти вычислительной машины (ВМ) МРЛС.

Продолжение трассы будет осуществлено под тем же номером на следующем обзоре пространства;

- кнопку «Ручн.», предназначенную для перехода из режима автоматического сопровождения выбранной трассы в автоматизированный (ручной) режим;

- кнопку «ПА», предназначенную для переключения в режим полуавтоматического сопровождения (используется процедура экстраполяции).

Для оперативного считывания информации о ВО в нижней части вкладки «ФЦ» выводится полный формуляр выбранной маркером цели.

В массиве формуляров в столбце «Выдача» имеется переключатель, запрещающий выдачу информации о ВО для третичной обработки РЛК (запрет на выдачу осуществляется посредством снятия флажка, установленного по умолчанию).

Поле «ТОИ» (см. рис. 5.44) содержит информацию о координатах ВО, прошедших третичную обработку. На поле «ТОИ» имеются кнопки «Сбр.» и , назначение которых аналогично назначению одноименных кнопок на вкладке «ФЦ».

Информация, выводимая в поле «ТОИ», идентична информации, выдаваемой на КСА, и используется при работе индикатора РЛК в режиме ТОИ. Координаты ВО в массиве вкладки выдаются в геодезических координатах. Быстрый сброс трасс осуществляется открытием вкладки (выбор любого формуляра) и нажатием на клавиатуре АРМ сочетания клавиш Ctrl+A и кнопки «Сбр.».

Вкладка «Сектора» предназначена для установки областей, в которых запрещено осуществление автоматического сопровождения ВО.

Координаты сектора вводятся в окнах «Нач. азимут (град)», «Кон. азимут (град)», «Нач. дальность (км)» и «Кон. дальность (км)».

После ввода координат следует нажать кнопку «ОК». В рабочем окне вкладки «Сектора» под номером 1 (если никаких секторов ранее не вводилось) или под строками ранее установленных секторов появится строка, соответствующая введенному сектору. По умолчанию в ней установлены флажки «Вид.» и «Акт.». Границы сектора будут отображены фиолетовым цветом в области отображения воздушной обстановки.

Снятие флажка «Вид.» приводит к тому, что границы сектора отображаются серым цветом, облегчая восприятие других индикаторов. Снятие флажка «Акт.» приводит к деактивации сектора. Опция удобна тем, что все ранее

введенные параметры сектора сохраняются и сектор может быть активирован в любой момент времени установкой флажка «Акт.».

На рис. 5.46 показан вид индикатора при установке трех секторов.

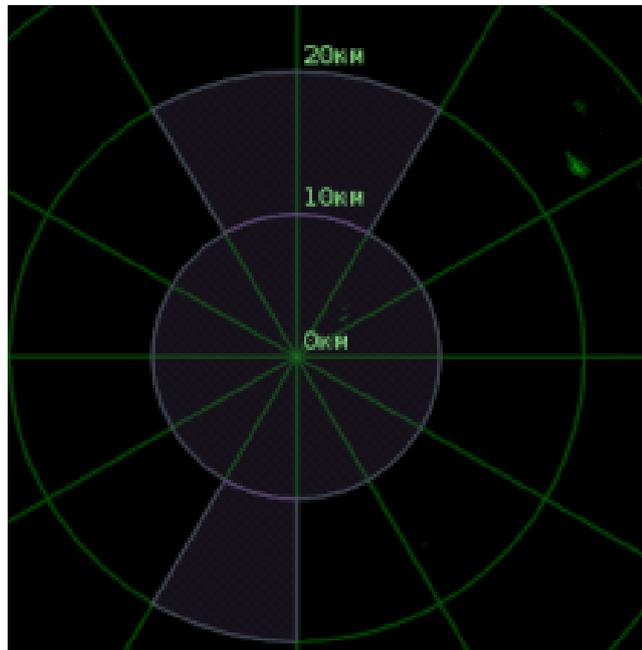


Рис. 5.46. Вид индикатора при установке трех секторов

В левой верхней части АРМ отображаются:

- регулировки для изменения масштаба;
- кнопка очистки экрана;
- кнопка выбора режима отображения на индикаторе первичной и вторичной информации от выбранной РЛС («Режим станции»);
- кнопка выбора режима отображения третичной информации и информации пассивной системы определения координат («Режим комплекса») (рис. 5.47).



Рис. 5.47. Вид панели управления в левой верхней части АРМ

В верхней части АРМ отображаются кнопки управления выбранной МРЛС:

- кнопки выбора станции;
- кнопка включения режима работы выбранной станции;

- кнопка назначения режима обзора выбранной станции;
- кнопки назначения частоты излучения.

В поле «Частота» кнопка «Авто» предназначена для включения режима борьбы с постановщиками активных помех, при нажатии данной кнопки осуществляется анализ помеховой обстановки и автоматическая перестройка частоты по результатам анализа.

Внешний вид панели управления режимами МРЛС приведен на рис. 5.48.

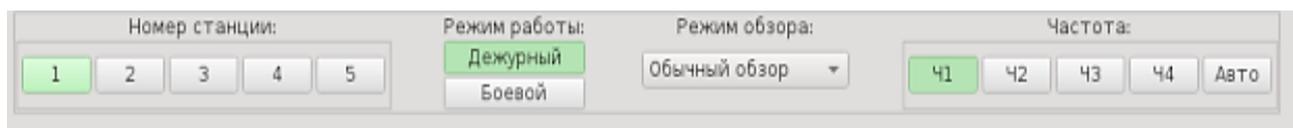


Рисунок 5.48. Вид панели управления режимами МРЛС в верхней части АРМ

В правой верхней части АРМ отображается текущее время и дата, а также окно, позволяющее установить уровень доступа к изменению параметров РЛК. Вид верхнего правого угла индикатора приведен на рис. 5.49.

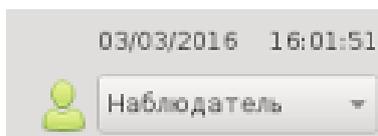


Рис. 5.49. Отображение текущего времени, даты и уровня доступа в правой верхней части АРМ

Одним из режимов работы РЛК является режим имитации воздушной обстановки. Имитатор формирует трассы ВО с заданными параметрами.

Вкладка выбора режима имитатора показана на рис. 5.50.

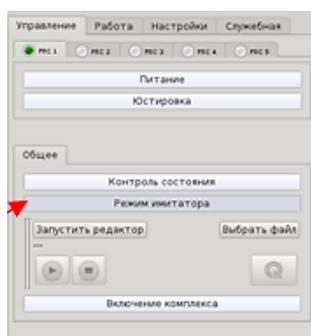


Рис. 5.50. Выбор режима работы имитатора

Имитатор позволяет сформировать нужное количество МРЛС, задать точки стояния МРЛС, сформировать необходимое количество трасс для РЛК в составе до пяти МРЛС, провести имитацию созданного или заранее подготовленного и сохраненного налета («Запустить редактор» → «Выбрать файл»).

В окне «Параметры» устанавливается номер РЛС, максимальная дальность обнаружения, время обзора пространства, координаты точки стояния, вероятностные и точностные характеристики сопровождения ВО (рис. 5.51).

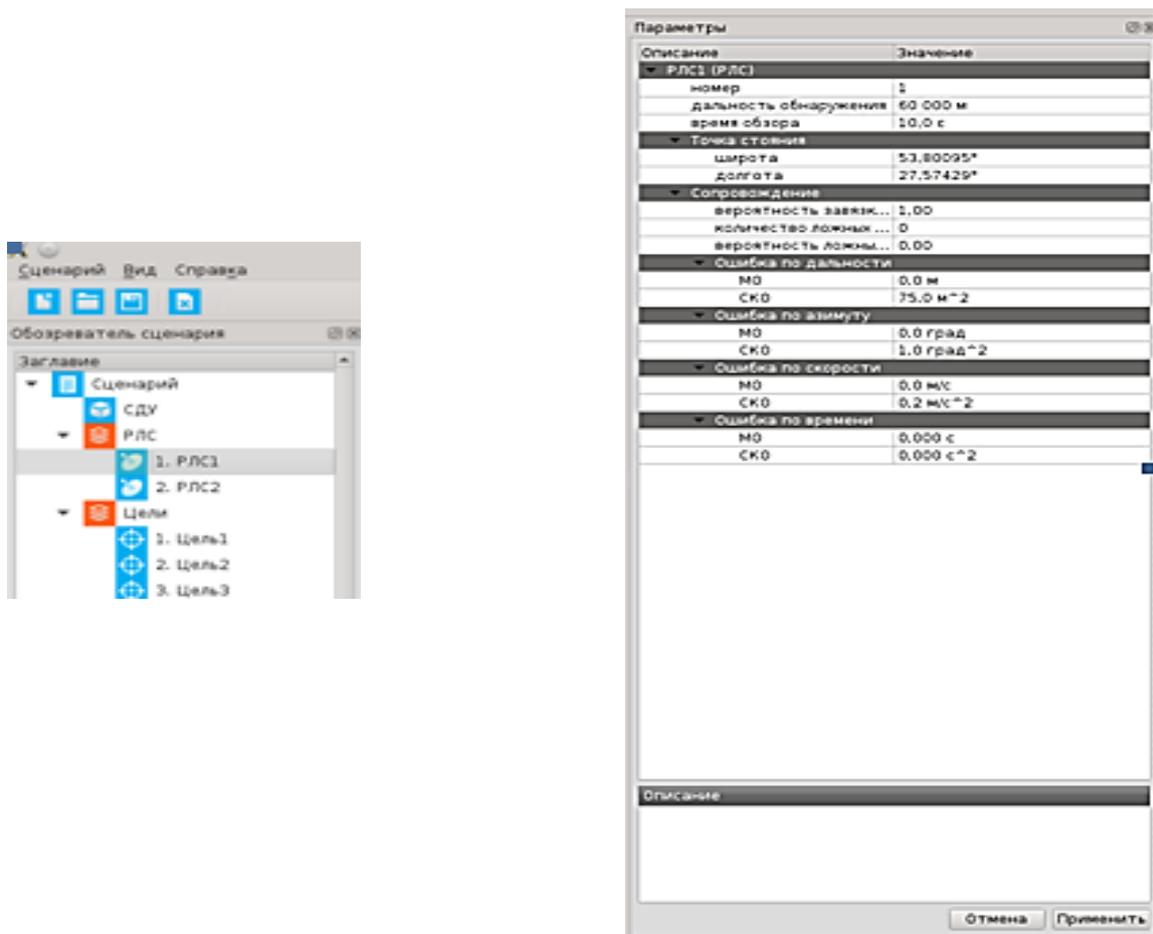
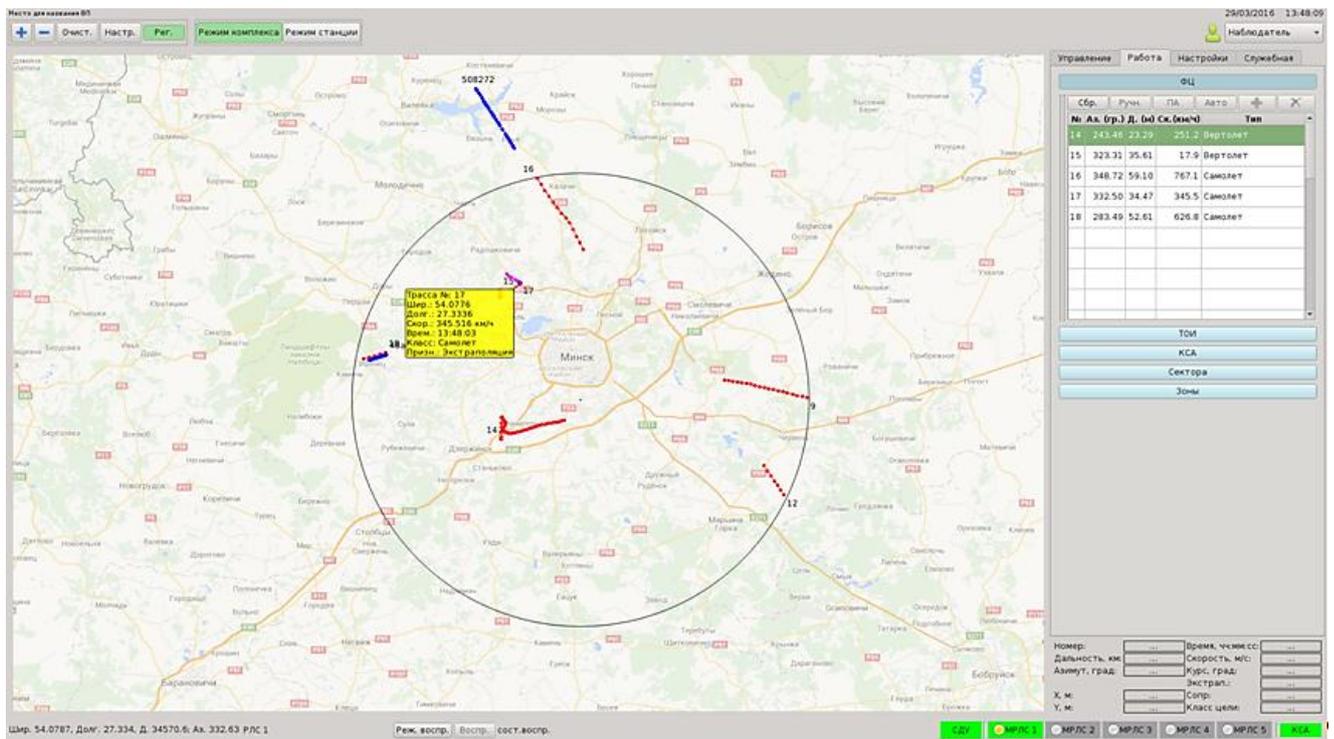


Рис. 5.51. Вид окна «Параметры»

Для ВО задаются его номер, тип траектории, начальные параметры (точка начала имитации) в прямоугольных или цилиндрических координатах относительно точки стояния СДУ, скорость и углы движения (рис. 5.52). Параметры в поле «Описание» приводятся в тех единицах, в которых были заданы, например: z – направление на север в метрах; y – высота в метрах.

Имитация трасс воздушных объектов осуществляется в режиме «Комплекс».



Описание	Значение
Цель (Цель)	
номер	1
Траектория	
Тип траектории	Прямая
Начальные параметры	
Прямоугольные координаты	
x	-100 000 м
y	-2 000 м
z	0 м
Цилиндрические координаты	
дальность	100 020 м
азимут	180,00°
высота	-2 000 м
скорость	280,0 м/с
угол зрения	270,0°
угол рыскания	340,0°
угол наклона	30,0°

Рис. 5.52. Вид АРМ и поля «Описание» в режиме имитации

### 5.15. Режимы отображения информации на АРМ

Отображение информации на АРМ производится в режиме комплекса или режиме станции.

Виды индикаторов в различных режимах отображения информации приведены на рис. 5.53 и 5.54.

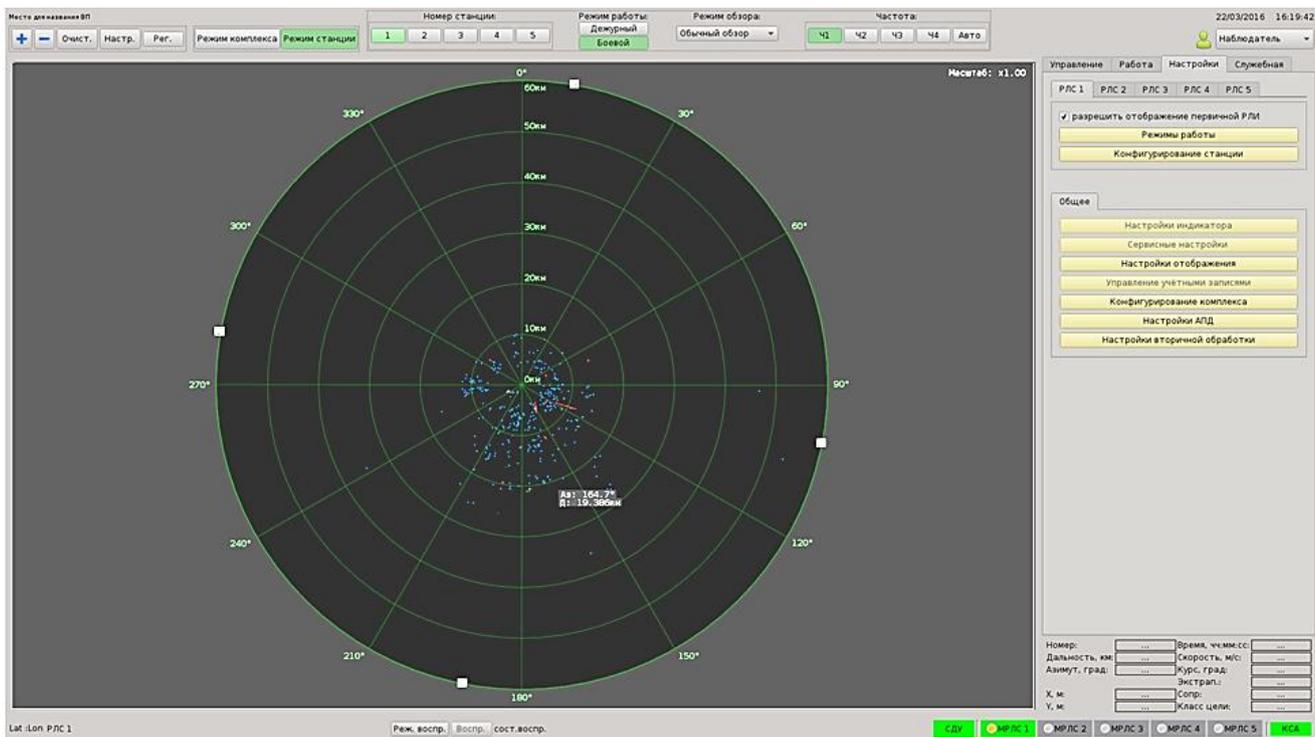


Рис. 5.53. Вид индикатора «Режим станции»

Переключение режимов осуществляется кнопками «Режим комплекса» и «Режим станции», расположенными на верхней панели индикатора.

В режиме станции отображается информация только от одной МРЛС, которая выбрана в поле «Номер станции».

В режиме комплекса отображаются отметки ВО на фоне цифровой карты местности (ЦКМ) от всех включенных МРЛС комплекса после алгоритма третичной обработки.

Информация, отображаемая в режиме станции:

- а) эхо-сигналы;
- б) знак маркера и его координаты;
- в) масштабная сетка – отметки дистанции (ОД) и отметки азимута (ОА);
- г) экстраполяционные точки (отметки экстраполяции);
- д) формуляры обнаруженных целей, содержащие:
  - время локации;
  - азимут и дальность ВО;
- е) формуляры сопровождаемых целей, содержащие:
  - время локации;
  - азимут и дальность ВО;
  - машинный номер трассы;

- скорость цели;
- результат распознавания (самолет, вертолет, крылатая ракета, воздушный шар);
- признак сопровождения (АС, РС);
- режим сопровождения («Захват», «Экстраполяция»);
- ж) границы секторов (запрет автозахвата);
- з) линии трасс;
- и) отметки обнаружения (отметки измерителя) цели, отметки обнаружения ПАП (светлый кружок на краю развертки, местоположение которого характеризует азимут постановщика АШП). Пример основной информации, отображаемой в режиме станции, приведен на рис. 5.54.

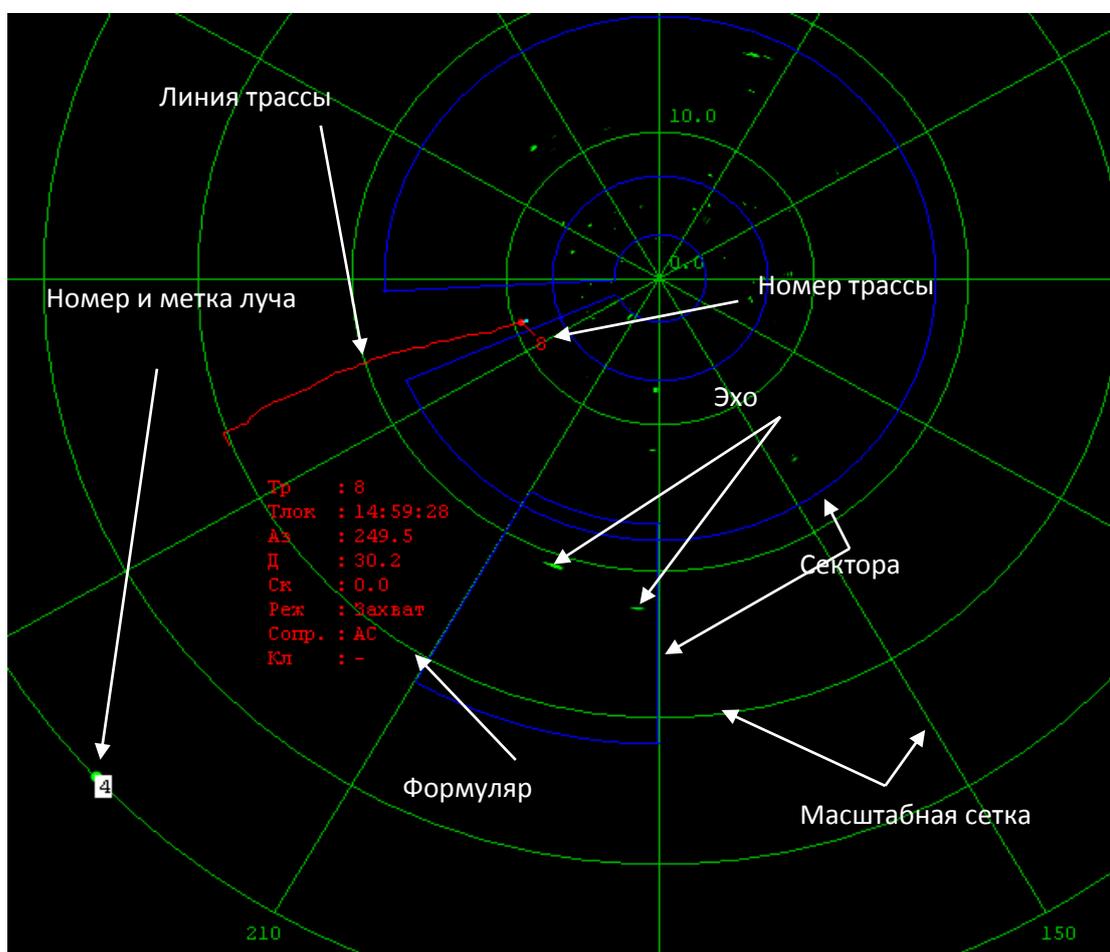


Рис. 5.54. Информация, отображаемая в режиме станции

Данный режим работы индикатора является основным при оценке воздушной обстановки в зоне обнаружения назначенной МРЛС РЛК,

автоматическом обнаружении и автоматическом или автоматизированном (ручном) сопровождении цели.

Режим комплекса является основным режимом для РЛК и используется для оценки воздушной обстановки в радиолокационном поле комплекса и контроля выдаваемой информации на КСА. В этом режиме после третичной обработки на фоне цифровой карты местности отображаются:

- а) трассы и номера сопровождаемых ВО;
- б) номера и точки стояния МРЛС;
- в) идеализированные зоны обнаружения МРЛС;
- г) формуляры сопровождаемых ВО, включающие:
  - время локации ВО;
  - машинный номер трассы ВО;
  - координаты воздушного объекта (широта и долгота);
  - скорость ВО;
  - класс распознавания ВО;
  - признак сопровождения («Сопровождение», «Экстраполяция», «Сброс»);

д) дополнительная информация, введенная оператором, – государственная граница, зоны ответственности, коридоры пролета авиации, сетка ПВО и т. д.;

е) информация пассивной системы определения координат ВО, отвечающего в режиме «S», или координаты ВО, полученные разностно-дальномерным методом.

Вышеперечисленная информация отображается в поле отображения воздушной обстановки.

## **6. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ РЛК**

### **6.1. Общие указания**

Техническое обслуживание (ТО) РЛК производится в соответствии с руководствами по эксплуатации и техническому обслуживанию.

ТО подлежат:

- компоненты МРЛС;
- компоненты унифицированной сборно-разборной перевозной мачты 1Л81-1;
- компоненты электроагрегата;
- компоненты ИБП мощностью 30 кВ·А, 400 В;
- компоненты монтажного шкафа с батареями;
- компоненты двигателя В/FL/FM 2011.

Отметка о проведенном ТО производится в формуляре.

### **6.2. Система технического обслуживания и ремонта РЛК**

Система технического обслуживания и ремонта является планово-предупредительной с периодическим контролем технического состояния. Она включает в себя три подсистемы:

- контроля технического состояния;
- технического обслуживания;
- ремонта.

Подсистема контроля технического состояния предназначена для своевременного определения степени готовности РЛК к применению по назначению, а также объемов и сроков проведения технического обслуживания и ремонта по техническому состоянию. Различают следующие виды контроля технического состояния:

- контрольный осмотр (КО);
- контрольно-технический осмотр (КТО);
- техническое диагностирование (ТД);
- инструментальная дефектация (ИД) агрегатов, модулей и деталей в ходе ремонта изделия.

Подсистема технического обслуживания предназначена для обеспечения надежной и эффективной работы РЛК. Видами технического обслуживания при эксплуатации РЛК являются:

- техническое обслуживание при использовании;
- техническое обслуживание при хранении.

В зависимости от периодичности и объема проведения технического обслуживания РЛК при использовании подразделяется:

- на техническое обслуживание № 1 (ТО-1);
- техническое обслуживание № 2 (ТО-2);
- сезонное обслуживание.

Подсистема ремонта предназначена для восстановления работоспособности или ресурса путем замены (ремонта) агрегатов, модулей и деталей РЛК.

Контрольный осмотр проводится дежурной сменой расчета РЛК перед заступлением на боевое дежурство один раз в сутки с целью определения степени готовности РЛК к боевому применению.

Контрольно-технический осмотр проводится расчетом один раз в месяц с целью определения технического состояния МРЛС и СДУ РЛК, а также объемов и сроков проведения их технического обслуживания и ремонта.

Техническое диагностирование проводится при наработке межремонтных сроков эксплуатации с целью определения технического состояния МРЛС и СДУ РЛК, возможностей и сроков дальнейшей эксплуатации, а также объемов и сроков проведения технического обслуживания и ремонта.

ТО-1 проводится один раз в месяц с целью поддержания МРЛС и СДУ РЛК в исправном (работоспособном) состоянии до подготовки к использованию или очередного технического обслуживания.

ТО-2 проводится один раз в три месяца с целью поддержания РЛК в исправном (работоспособном) состоянии до подготовки к использованию или очередного номерного технического обслуживания.

Сезонное обслуживание проводится два раза в год при подготовке к зимнему или летнему периоду эксплуатации.

### **6.3. Основные виды работ при различных видах технического обслуживания МРЛС**

1. Проверка надежности заземления аппаратуры МРЛС и кабельных соединений осуществляется следующим образом:

- внешним осмотром проверяется надежность заземления. При осмотре обращается особое внимание на исправность заземляющих проводов и на

надежность контактов в местах подключения наконечников заземляющих проводов в кабельных вводах и на всех кольях заземления;

- визуально и опробованием руками необходимо убедиться в надежности стыковки разъемов в кабельных вводах;

- болты, к которым крепятся провода заземления, очищаются от коррозии.

2. Проверка горизонтирования антенной системы МРЛС осуществляется следующим способом:

- проверяется горизонтирование антенной системы МРЛС путем оценки вертикальности и прямолинейности мачты:

- если при изменении ветровых нагрузок и перепаде окружающей температуры нарушается правильность установки мачты, для устранения перекоса или наклона мачты проверяется правильность установки плиты основания;

- проверяется горизонтальность плиты алюминиевым уровнем «Lider» из состава ЗИП. В случае необходимости следует отгоризонтировать плиту. При правильной установке плиты кривизну и наклон мачты следует устранить изменением натяжения оттяжек.

3. Проверка крепления и состояния разъемов и надежности кабельных соединений осуществляется следующим способом:

- устраняется провисание и недопустимые изгибы кабелей БЦП и шкафа ШОС и БОС, кабели очищаются от грязи, песка, снега. Отстыковываются разъемы питания БЦП (шкафа ШОС и блока БОС пассивного канала) и визуально оценивается состояние контактов. Контактные группы разъемов протираются спиртом;

- проверяется надежность контактных соединений в кабельных соединителях, при слабом креплении необходимо подтянуть крепежные гайки.

4. Контроль величины выходного напряжения и отсутствия аварийной сигнализации БПС проводится при наличии резерва (двух источников питания) и осуществляется следующим способом:

- включается автоматический выключатель (АВ) «Сеть 220В» на передней панели ИБЭП 220/48-12А. Следует проконтролировать на экране жидкокристаллического индикатора (ЖКИ) устройства контроля и управления появление информации «Раб. от ист. №1», после включения ИБЭП кратковременно нажать кнопку «Вниз», перейти в пункт меню «Источник №1» и нажать кнопку «Ввод», определить режим работы источника («Ист. №1 в работе (в резерве)»);

- проверяется наличие индикации напряжения («Uист»), тока («Iист») БПС № 1, температуры радиатора охлаждения («Тист») и отсутствия аварии БПС № 1. Номинальное напряжения должно с оставлять  $(54,5 \pm 0,5)$  В при задании стандартных установок. При нахождении источника в резерве  $U_{ист}$  будет в пределах 5 В;

- следует выйти из подменю «Источник №1» и войти в подменю «Установки» (пароль входа – 184). В меню «Установки» выбрать пункт «Осн. ист №1» и кнопкой «Вправо» изменить номер источника. На БПС-950 необходимо проконтролировать переход источника из состояния «РАБОТА» в состояние «РЕЗЕРВ» (определяется по включению (выключению) светодиодов);

- следует войти в пункт меню «Источник №2» и проконтролировать параметры источника в режиме «РАБОТА». Рекомендуется ежеквартальное изменение номера основного источника.

5. Проверка работоспособности регулирования выходного напряжения БПС осуществляется следующим способом:

- снимается боковая панель шкафа ШАСиУ и отсоединяется разъем X10 «Питание» модуля доступа первого уровня МД1-1. К разъему X10 подключается прибор Ц4352 для измерения постоянного напряжения на шкале 150 В (первый контакт X10 – «минус» питания, третий контакт X10 – «плюс» питания);

- следует включить ИБЭП и войти в меню «Установки» (пароль – 184), далее – в подменю «ТЕСТ» (пароль – 999), перейти в пункт меню «БПС1» (на ЖКИ должна быть индикация «U<sub>min</sub>») и измерить напряжение на разъеме X10. Далее нажать кнопку «Ввод» (на ЖКИ должна быть индикация «U<sub>max</sub>») и произвести измерение. Затем следует повторно нажать кнопку «Ввод» (на ЖКИ должна быть индикация «U<sub>20°</sub>») и произвести измерение. Величины напряжений должны соответствовать величинам, указанным в установках на блок ИБЭП. Стандартные установки изготовителя следующие:  $U_{min} = 40$  В,  $U_{max} = 60$  В,  $U_{20^\circ} = 54,5$  В (изменение может быть произведено в соответствии с указаниями. руководства по эксплуатации ИБЭП-220/48-12А). При несоответствии установок производится калибровка ИБЭП с использованием прибора Ц4352 в соответствии с руководством по эксплуатации ИБЭП-220/48- 12А.

6. Техническое обслуживание выносного оборудования аппаратуры ЦРРС «МИК-РЛ400» осуществляется следующим способом:

- проверяется состояние антенного устройства и надежность крепления, при ослабленных резьбовых соединениях крепления антенного устройства проверить точность юстировки антенны. Кабель снижения ППУ и высокочастотный кабель

ЮКШЖ.685661.301 отключаются от разъема X1 и антенны, визуально проверяется состояние соединительных разъемов, разъемы протираются смоченной спиртом ветошью. После просушки следует состыковать кабели.

7. Проверка состояния и надежности крепления БЦП, ШОС, внешнего оборудования ЦРРС и элементов пассивного канала осуществляется следующим способом:

- проверяется состояние и надежность крепления БЦП, ШОС, БОС и антенн пассивного канала и внешнего оборудования ЦРРС. При ослабленных резьбовых соединениях крепления следует провести затяжку элементов крепления. Элементы крепления очищаются от грязи ветошью, смоченной уайт-спиритом, на них наносится консервационная смазка;

- проверяются крепления вентиляторов БЦП и крепления ЭАВ. При необходимости их следует закрепить.

#### 6.4. Порядок проведения ежедневного технического обслуживания

Порядок и последовательность проведения ежедневного технического обслуживания (ЕТО) представлены на временном графике (рис. 6.1). Пошаговый алгоритм выполнения операций представлен на рис. 6.2–6.9.

Номер операции	Наименование операции	Шкала времени в минутах								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Проверка исходных установок ШАС (СДУ)	Оп								
2	Включение СДУ		Оп							
3	Проверка средств связи и наличия обмена с ШАС СДУ			Оп, СОп						
4	Проверка состояния САЭ и наличия обмена ШАСиУ с блоками и модулями МРЛС				СОп					
5	Включение МРЛС					СОп				
6	Проверка РЛС в режиме функционального контроля						СОп			
7	Юстировка РЛС							СОп		
8	Проверка ориентирования РЛС по КМП. Проверка перестройки частот. Формирование формуляров									СОп
9	Выключение МРЛС									

Рис. 6.1. Временной график работ

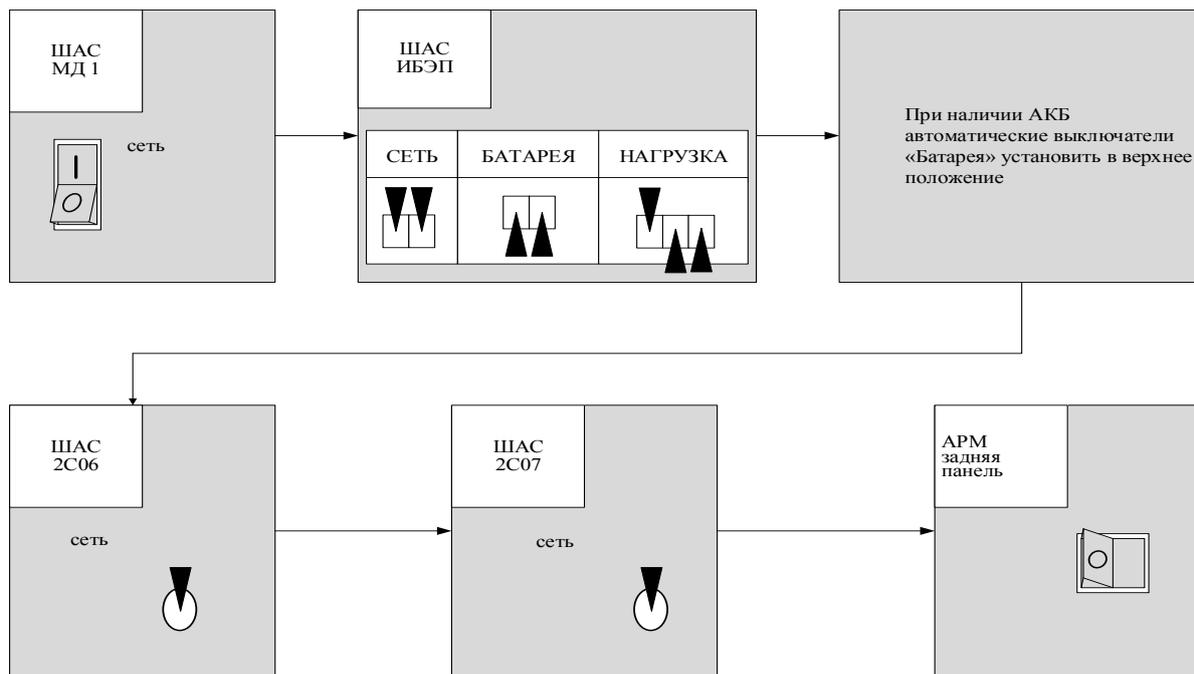


Рис. 6.2. Операция 1. Проверка исходных установок органов управления

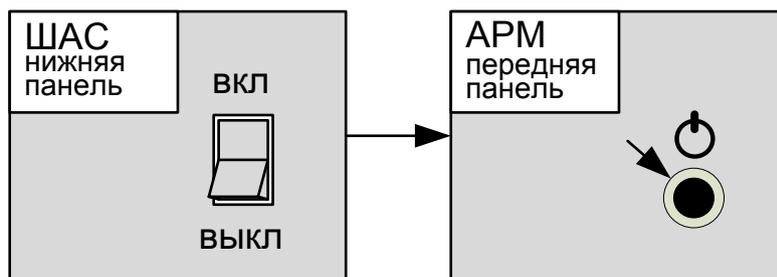


Рис. 6.3. Операция 2. Включение СДУ РЛК

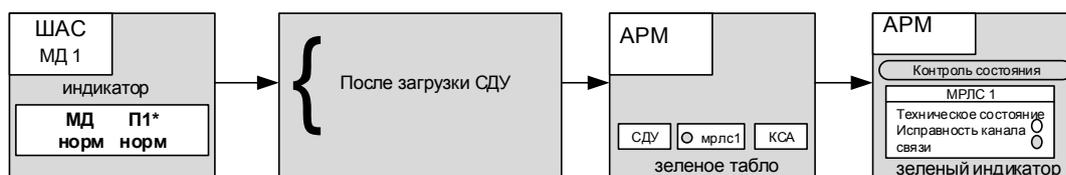


Рис. 6.4. Операция 3. Проверка исправности средств связи и наличия информационного обмена между АРМ и ШАС СДУ

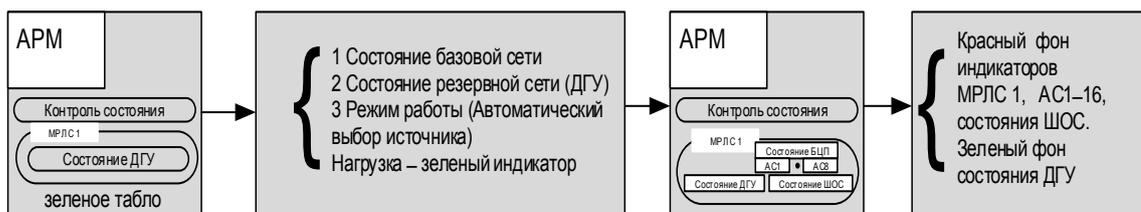


Рис. 6.5. Операция 4. Проверка исправности САЭ МРЛС и наличия информационного обмена между ШАСиУ с блоками и модулями МРЛС



Рис. 6.6. Операция 5. Включение МРЛС

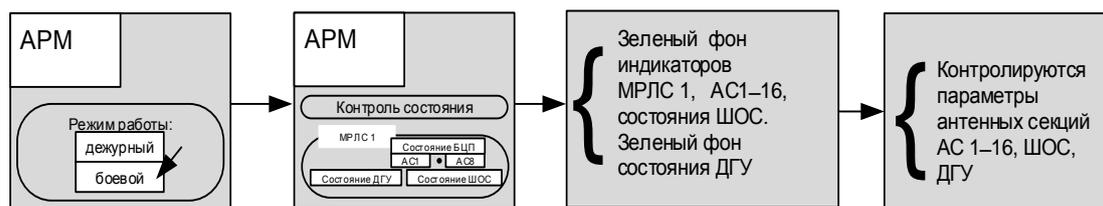


Рис. 6.7. Операция 6. Проверка МРЛС в режиме функционального контроля

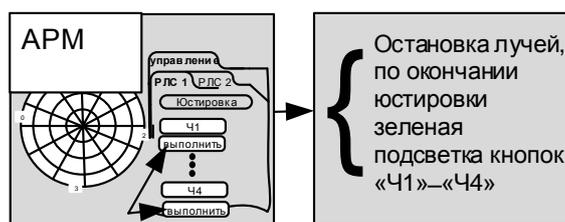


Рис. 6.8. Операция 7. Юстировка антенной системы МРЛС

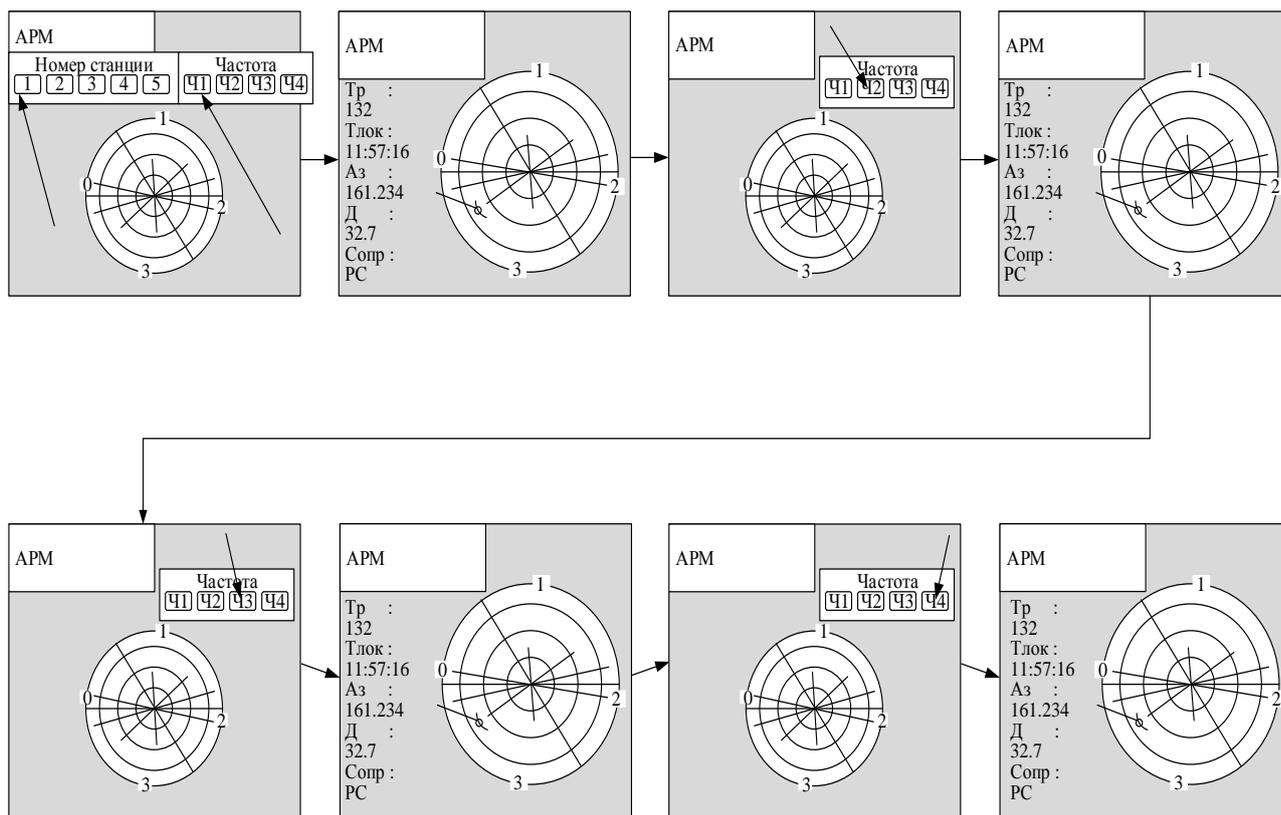


Рис. 6.9. Операция 8. Проверка ориентирования МРЛС, перестройки рабочих частот и формирования формуляров целей

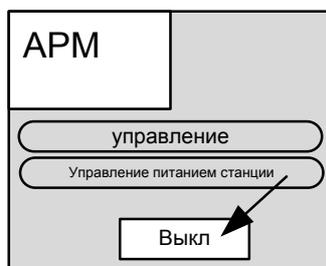


Рис. 6.10. Операция 9. Выключение МРЛС

## 7. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ РЛК

При эксплуатации РЛК должны выполняться следующие меры безопасности:

- ремонт РЛК должен проводиться личным составом, допущенным к ее эксплуатации, в количестве не менее двух человек;

- осмотр и ремонт радиоэлектронной аппаратуры и электронного оборудования электроустановок при включенном напряжении разрешается инженернотехническому составу с III квалификационной группой, другие лица могут привлекаться к ремонту только под наблюдением инженернотехнического состава с III квалификационной группой;

- ремонтные работы в шкафах и блоках должны проводиться только при выключенном питании;

- замена неисправных предохранителей и плавких вставок должна проводиться при снятом напряжении;

- при выполнении ремонтных работ необходимо использовать инструмент с изолированными рукоятками, измерительные приборы подключать изолированными гибкими проводами с надежно присоединенными щупами или наконечниками, щупы должны иметь изолированные ручки и длину 10–15 см;

- при измерении напряжений по отношению к шасси блока следует пользоваться только одним щупом, подключив второй провод измерительного прибора к шасси с помощью постоянного соединения или зажима типа «крокодил»;

- рабочие места должны быть укомплектованы исправными резиновыми ковриками и средствами защиты, проверенными на электрическую прочность;

- заземление элементов МРЛС должно быть выполнено строго в соответствии с требованиями эксплуатационной документации;

- при прокладывании и свертывании кабелей необходимо пользоваться рукавицами и специальными приспособлениями;

- личный состав должен знать и уметь выполнять действия по оказанию помощи при поражении электрическим током.

### **ЗАПРЕЩАЕТСЯ:**

- снимать защитные кожухи, боковые защитные стенки, крышки и сетки ремонтируемой аппаратуры при включенном питании;

- заменять детали, выполнять пайки, замыкать блокировки, прикасаться к монтажу, чистить и протирать блоки, заливать смазку при включенном питании;

- применять временные соединения в случае повреждения участка монтажа;
- применять самодельные вставки вместо предохранителей;
- нарушать установленный эксплуатационной документацией порядок включения и выключения блоков и устройств.

### **7.1. Меры безопасности при эксплуатации электроустановок**

При эксплуатации электроустановок:

- к обслуживанию электроустановок не допускается личный состав, не имеющий соответствующей квалификационной группы или с просроченным сроком проверки знаний;

- запрещено касаться незащищенными частями тела токоведущих частей, находящихся под напряжением, вращающихся частей;

- следует контролировать отсутствие течи топлива и масла;

- следует проводить подключение кабелей, осмотр кабельных разъемов при снятом напряжении, регулярно проверять внешним осмотром целостность изоляции проводов и надежность контактов;

- при выполнении диагностических работ на МРЛС необходимо следить за проветриванием контейнера, не допускать скопления отработанных выхлопных газов, высокая концентрация которых способна вызывать отравление человека;

- в зимнее время, особенно при снегопадах и снежных заносах, во избежание скопления выхлопных газов необходимо следить, чтобы вентиляционные проемы и выводы выхлопных газов контейнера не заносило снегом;

- не допускать, чтобы во время работы электроустановок рядом с глушителем находились легковоспламеняющиеся материалы, систематически удалять из глушителя отстой и сажу;

- в случае возникновения возгорания пламя следует тушить углекислотными огнетушителями, песком, землей, асбестовым одеялом или брезентом.

### **ЗАПРЕЩАЕТСЯ ЗАЛИВАТЬ ГОРЯЩИЕ ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ ВОДОЙ!**

При возникновении возгорания в случае наличия автоматической системы пожаротушения (АСПТ) на МРЛС следует немедленно покинуть контейнер.

## **7.2 Особые меры безопасности при эксплуатации АМУ МРЛС РЛК**

Особые меры безопасности при эксплуатации АМУ МРЛС РЛК:

- эксплуатация АМУ МРЛС должна быть организована и осуществляться в соответствии с требованиями эксплуатационной документации на него и комплекса в целом;
- к размещению на АМУ допускаются только те изделия, для которых предусмотрены специальные крепления на платформе;
- подъем (опускание) МРЛС и антенных систем должен проводиться после проверки соответствия отклонения вертикальной оси мачты установленным эксплуатационной документацией допускам, при отгоризонтированной платформе подъемника мачты, а также при скорости ветра ниже установленных эксплуатационной документацией ограничений;
- размещение на мачте оборудования МРЛС и техническое обслуживание допускается только после ее заземления.

## **7.3. Обеспечение сохранения государственных секретов**

Система защиты аппаратных средств и программного обеспечения от несанкционированного доступа соответствует мероприятиям по обеспечению секретности проводимых работ в рамках требований Инструкции по обеспечению режима секретности в Республике Беларусь и приказа МО РБ «Об утверждении перечня охраняемых сведений в ВС РБ».

Под несанкционированным доступом понимается воздействие на аппаратуру или программное обеспечение с целью оказания влияния на работоспособность и алгоритмы работы РЛК, а также получения информации, циркулирующей в каналах передачи данных.

Защита аппаратных средств и программного обеспечения от несанкционированного доступа должна включать в себя организационные, технические и программные меры.

К организационным мерам защиты относятся организационные мероприятия, осуществляемые в процессе эксплуатации РЛК, по защите от несанкционированного доступа. Организационные меры защиты базируются на нормативных документах по безопасности информации. Они должны охватывать все основные пути сохранения информационных и аппаратных

ресурсов и включать ограничение физического доступа к аппаратуре РЛК путем реализации режимных мер.

В качестве технических мер защиты предусмотрено:

- кодирование информации, передаваемой по проводным и радиорелейным линиям связи, с целью исключения несанкционированного доступа к локальной сети, соединяющей вычислительные устройства, устройства регистрации и контроля с другой аппаратурой РЛК;

- обеспечение согласованной фильтрации сигналов, принимаемых по радиорелейной линии связи, а также радиоприемным трактом РЛК;

- экранирование аппаратуры РЛК для защиты от внешних электромагнитных излучений.

Программные меры включают в себя защиту программного обеспечения от модификации путем проверки на целостность и сличению контрольных сумм специального программного обеспечения, инсталлированного на вычислительные средства РЛК.

Защита от иностранных технических разведок включает в себя следующие направления:

- 1) защита от иностранных средств технической разведки, пеленгующих радиоизлучения;

- 2) защита от иностранных средств оптической разведки;

- 3) защита от иностранных средств технической разведки, работающих в инфракрасном диапазоне длин волн;

- 4) защита от иностранных акустических средств технической разведки.

Защита от иностранных средств технической разведки, пеленгующих радиоизлучения, обеспечивается:

- в результате использования зондирующего сигнала с импульсной мощностью, не превышающей 6 Вт;

- возможностью быстрого изменения несущей частоты зондирующего сигнала РЛК путем выбора одной из четырех фиксированных частот (Ч1–Ч4) или изменения их значения в диапазоне 400 МГц с шагом перестройки 2,5 МГц;

- возможностью оперативного выключения зондирующего сигнала диаграммообразующего канала при наличии информации о ведении радиоразведки противником;

- снижением уровня излучений гетеродинов РЛС путем экранирования аппаратуры;

- использованием для обмена информацией радиорелейной станции,

обеспечивающей радиоканал в относительно узком диапазоне углов;

- применением для кодирования информации сложных кодов.

Защита от иностранных средств оптической разведки обеспечивается маскирующей окраской аппаратуры РЛК.

Защита от иностранных средств технической разведки, работающих в инфракрасном диапазоне длин волн, обеспечивается:

- снижением уровня излучения МРЛС и системы вторичного электропитания за счет организации замкнутой петли термостабилизации при использовании кондиционера для охлаждения (подогрева);

- снижением теплового излучения системы автономного электропитания за счет ее размещения в контейнере с термоизоляцией.

## 8. ТРАНСПОРТИРОВКА МРЛС

### 8.1. Упаковка

Хранение и транспортировка МРЛС осуществляется в упаковочных ящиках.

Упаковка элементов лесов стоечных приставных штыревых ЛСПШ 2000 СКХ01-00.000-11/14 осуществляется в соответствии с руководством.

Упаковка унифицированной сборно-разборной перевозной мачты 1Л81-1 осуществляется в соответствии с руководством.

Расположение в ящиках элементов МРЛС, устанавливаемых на 1Л81-1, показано на рис. 8.1–8.6.

В 17 ящиков упаковываются БЦП с блоками вентиляторов и элементами антенн выносных.

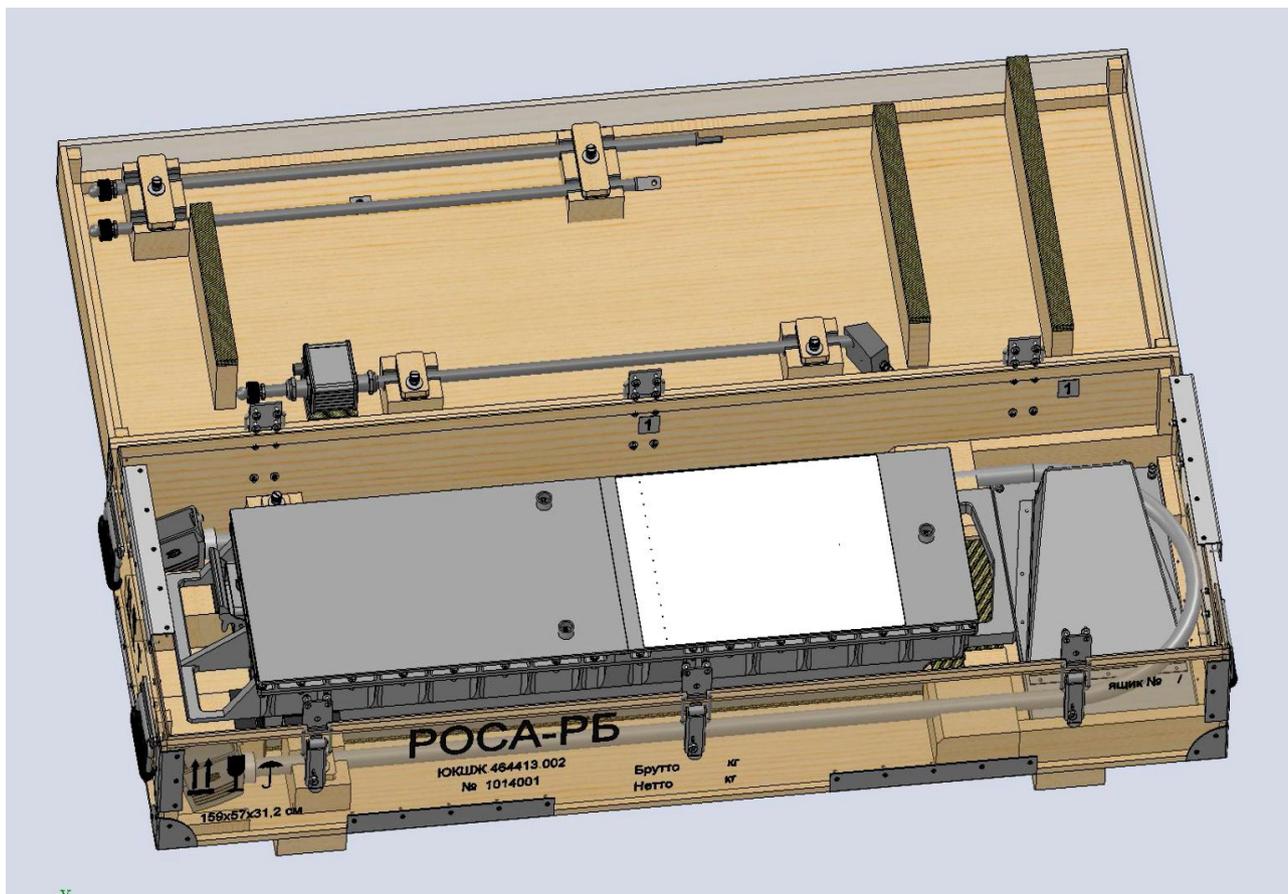


Рис. 8.1. Упаковка блока БЦП с элементом антенны выносной

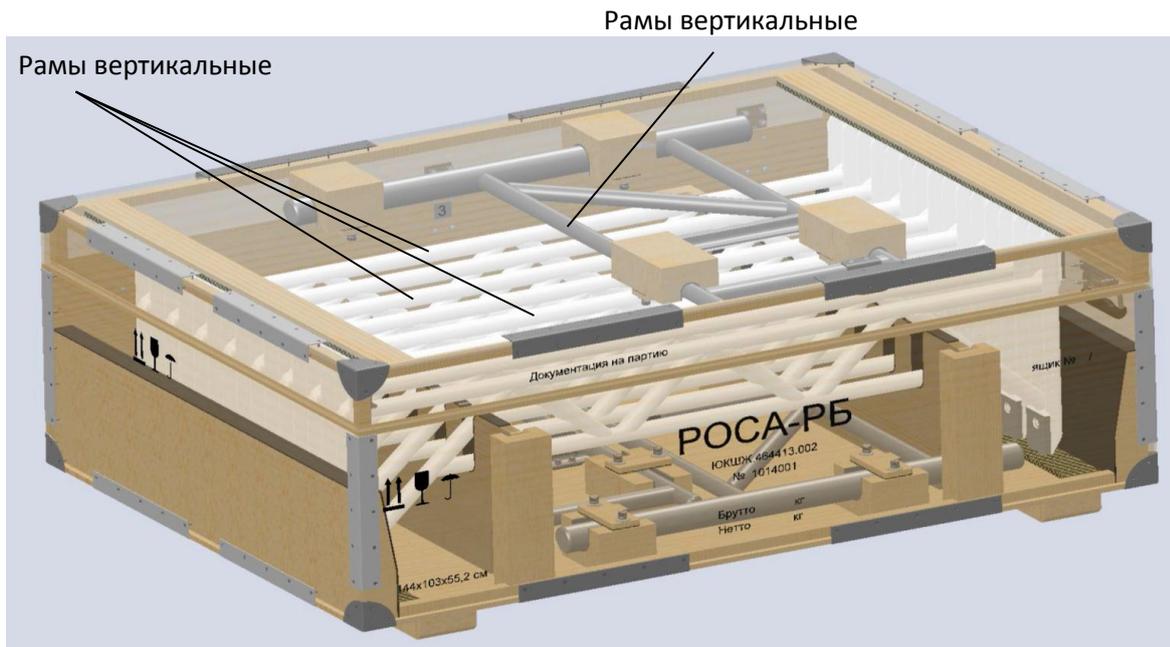


Рис. 8.2. Упаковка вертикальных рам каркаса антенной системы

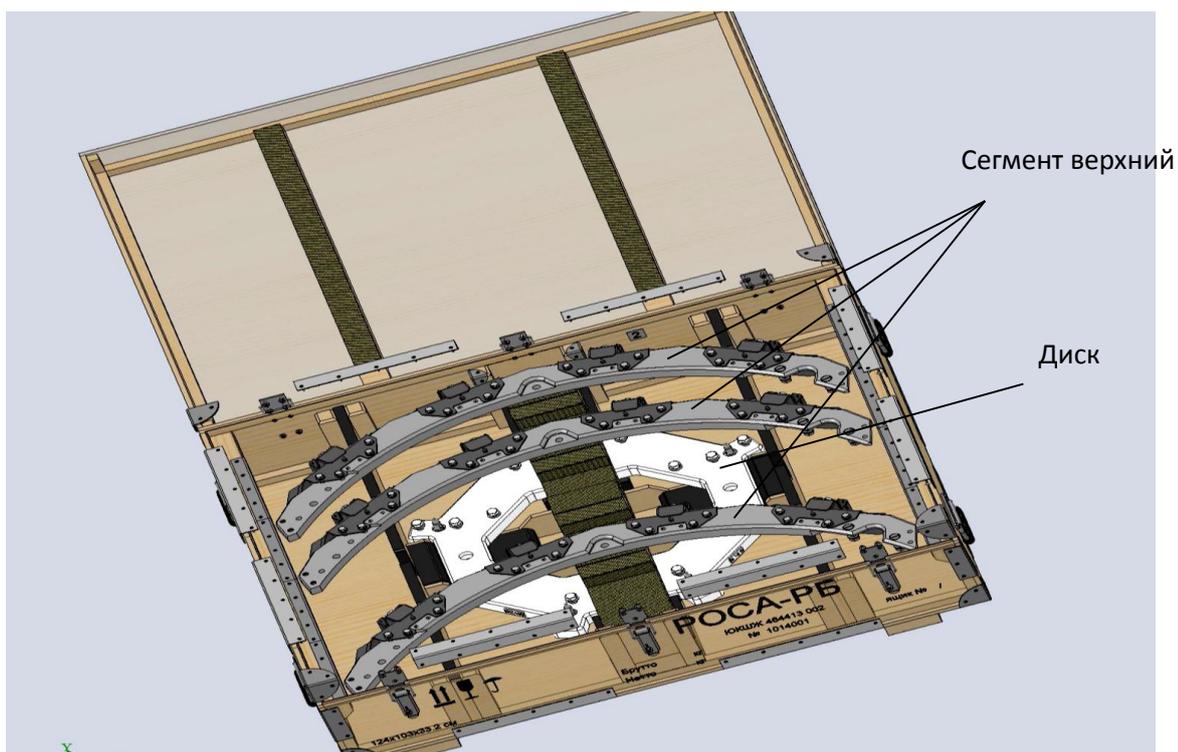


Рис. 8.3. Упаковка диска и верхних сегментов каркаса антенной системы

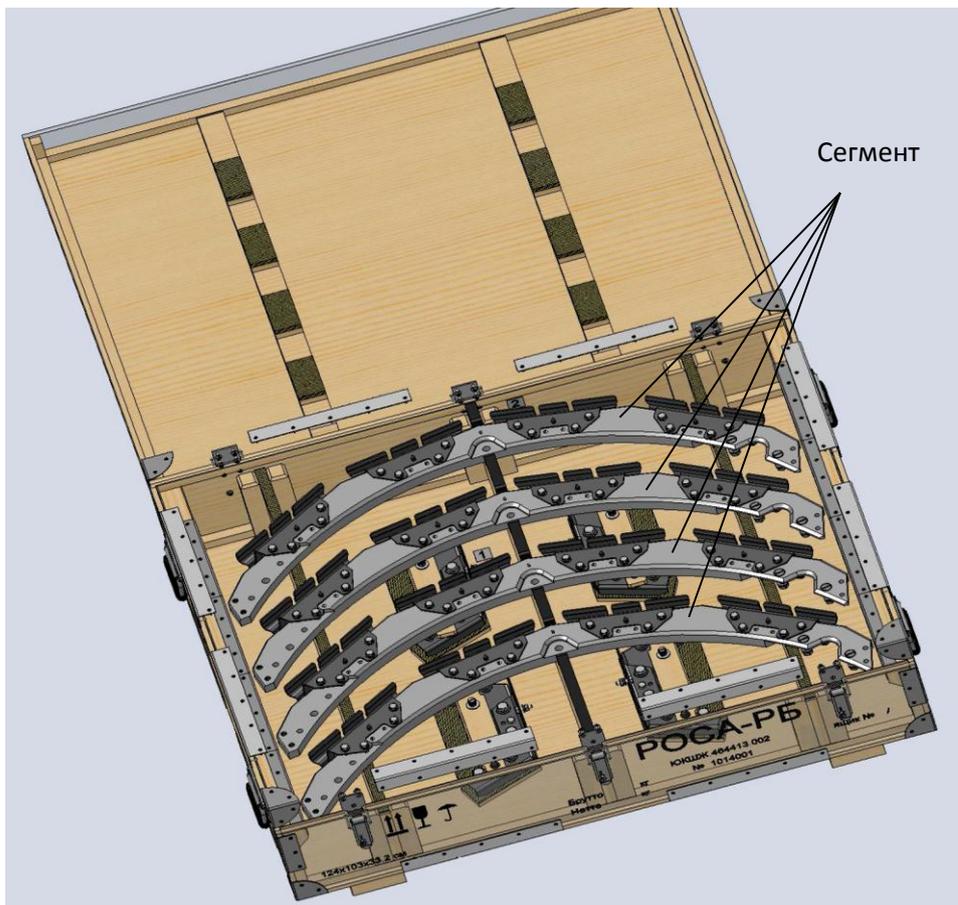


Рис. 8.4. Упаковка нижних сегментов каркаса антенной системы

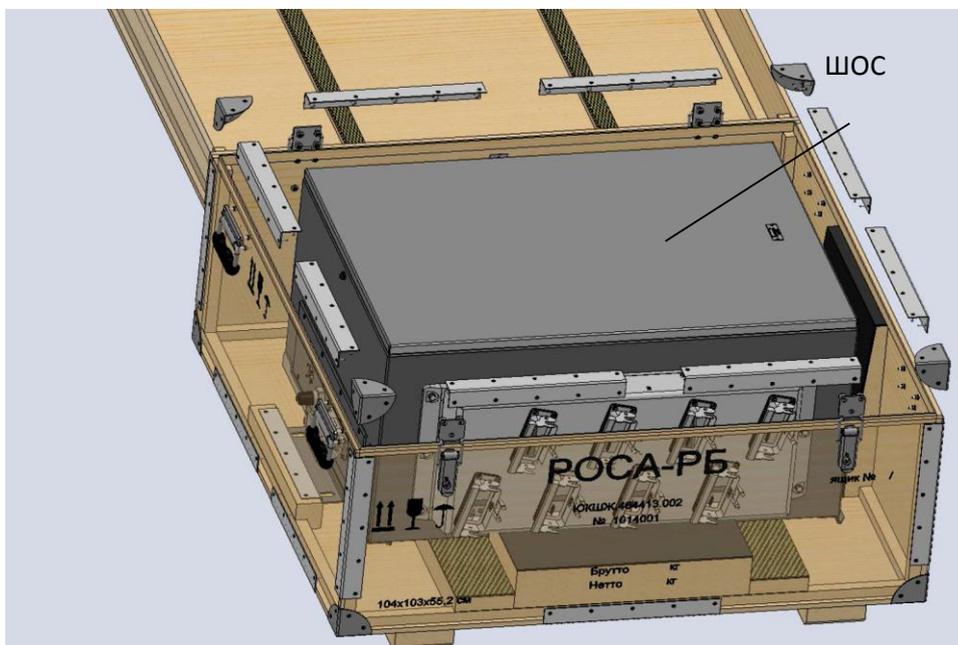


Рис. 8.5. Упаковка шкафа ШОС

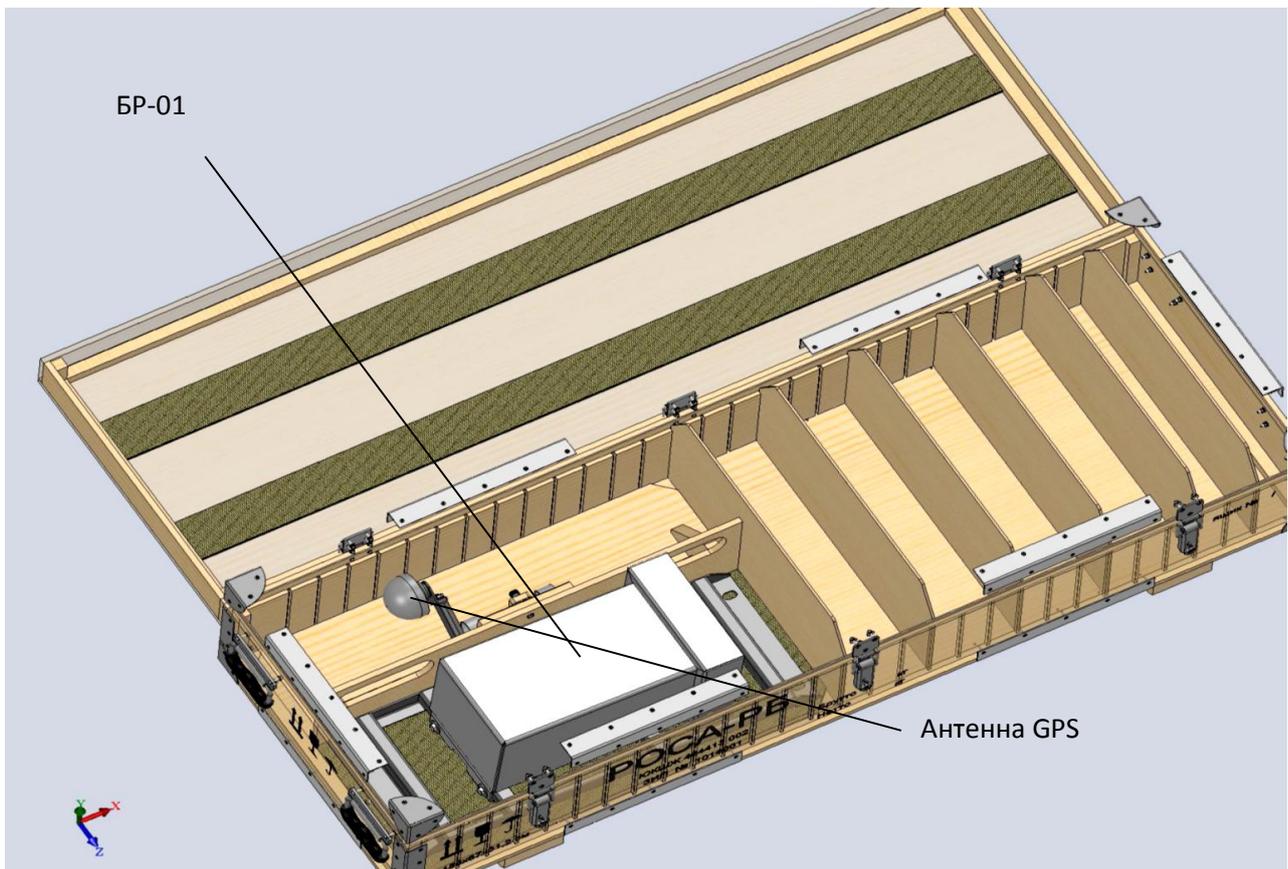


Рис. 8.6. Упаковка элементов блока БР-01 пассивной системы определения координат воздушных объектов

## 8.2. Маркировка и пломбирование

Маркировка технических средств МРЛС, кабелей, жгутов должна однозначно указывать на принадлежность к данному изделию, а также определять присоединение соединителя кабеля (жгута) к соответствующему техническому средству.

Надписи на табличках технических средств выполняются шрифтом Пр3 по ГОСТ 26.008–85 гравировкой с втиранием черной эмали ПФ-115. Маркировка кабелей и жгутов выполняется на бирках стяжек МСV-110 черной эмалью ЭП-572 с указанием адреса и номера кабеля (жгута).

Маркировка должна содержать индекс изделия и заводской номер, присвоенный при изготовлении.

Пломбирование осуществляется проволокой типа КО 0,5 мм ГОСТ 792–67 и навесной пломбой типа 3-АД1М ГОСТ 18677–73.

Изделие, принятое ОТК и ПЗ, должно быть опломбировано в соответствии со схемой пломбирования.

### **8.3. Средства измерения, инструмент и принадлежности**

Места расположения инструмента и принадлежностей, которые необходимы для выполнения работ по техническому обслуживанию составных частей МРЛС, приведены в формулярах и паспортах на составные части.

## ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ

АВР	– автоматический ввод резерва
АВ	– автоматический выключатель
АКБ	– аккумуляторная батарея
АЛ	– абонентская линия
АМУ	– антенно-мачтовое устройство
АПД	– аппаратура передачи данных
АРМ	– автоматизированное рабочее место
АС	– антенная система
АСПТ	– аварийная система пожаротушения
АУ	– абонентское устройство
АЦП	– аналого-цифровой преобразователь
АШП	– активная шумовая помеха
БГС	– блок гетеродинных сигналов
БОС	– блок обработки сигналов
БП	– блок питания
БПС	– блок преобразования сигналов
БПФ	– блок полосовых фильтров
БР	– блок радиочастотный
БЦП	– блок цифровых приемопередатчиков
ВИП	– вторичный источник питания
ВМ	– вычислительная машина
ВО	– воздушный объект
ВРУ	– временная регулировка усиления
ВУ	– вычислительное устройство
ГВЧ	– генератор высокой частоты
ГГС	– громкоговорящая связь
ГНЧ	– генератор низкой частоты
ДГ	– дизель-генератор
ДГУ	– дизель-генераторная установка
ДМ	– делитель мощности
ДН	– диаграмма направленности
ДНА	– диаграмма направленности антенны
ДОС	– диаграммообразующая схема

ЕТО	– ежедневное техническое обслуживание
ЖКИ	– жидкокристаллический индикатор
ЗИП	– запасные изделия и принадлежности
ЗС	– зондирующий сигнал
ИБП	– источник бесперебойного питания
ИБЭП	– источник бесперебойного электропитания
ИД	– инструментальная дефектация
ИК	– информационный канал
КБ	– конструкторское бюро
КЗ	– короткое замыкание
КО	– контрольный осмотр
КСА	– комплекс средств автоматизации
КСВН	– коэффициент стоячей волны по напряжению
КТО	– контрольно-технический осмотр
КУНГ	– кузов универсальный нулевого (нормального) габарита
КФ	– контроль функционирования
ЛВС	– локальная вычислительная сеть
ЛСПШ	– леса стоечные приставные штыревые
ЛЧМ	– линейная частотная модуляция
МВП	– модуль вторичного питания
МД	– модуль доступа
МРЛК	– маловысотный радиолокационный комплекс
МРЛС	– маловысотная радиолокационная станция
МЦД	– модуль цифрового диаграммообразования
МЦФ	– модуль цифровых формирователей
МШУ	– малошумящий усилитель
ОГО	– оборудования громкоговорящего оповещения
ОД	– отметки дистанции
ОЗУ	– оперативное запоминающее устройство
ООД	– окончное оборудование данных
ОТК	– отдел технического контроля
ПЛИС	– программируемая логическая интегральная схема
ПО	– программное обеспечение
ППК	– приемопередающий канал
ППМ	– приемопередающий модуль
ППУ	– приемопередающее устройство

ПРД	– передатчик
ПРМ	– приемник
ПЧ	– промежуточная частота
РЛИ	– радиолокационная информация
РЛК	– радиолокационный комплекс
РЛС	– радиолокационная станция
РРС	– радиорелейная станция
РТР	– радиотехническая разведка
РЭ	– руководство по эксплуатации
РЭС	– радиоэлектронные средства
САЭ	– система автономного электропитания
СДУ	– система дистанционного управления
СИ	– информационный сигнал
СРД	– строб рабочей дальности
СУЛТ	– стабилизация уровня ложных тревог
СЧ	– синтезатор частоты
ТД	– техническое диагностирование
ТО	– техническое обслуживание
ТОИ	– третичная обработка информации
ТРМ	– технологическое рабочее место
ТС	– точка стояния
ТЧ	– тональная частота
УЗО	– устройство защиты от ошибок
УМ	– усилитель мощности
УПС	– устройство преобразования сигналов
УПЧ	– усилитель промежуточной частоты
УСД	– управляющее сообщение данных
ФАР	– фазированная антенная решетка
ФНЧ	– фильтр низких частот
ФОС	– фильтр одиночного сигнала
ЦАП	– цифроаналоговый преобразователь
ЦДО	– цифровое диаграммообразование
ЦКМ	– цифровая карта местности
ЦРРС	– цифровая радиорелейная станция
ШАС	– шкаф аппаратуры связи
ШАСиУ	– шкаф аппаратуры связи и управления

ШОС	– шкаф обработки сигналов
ШСН	– шкаф собственных нужд
ЩСН	– щит собственных нужд
ЭАВ	– элемент антенны выносной
ЭД	– эксплуатационная документация
ЭМС	– электромагнитная совместимость
ЭОП	– эффективная отражающая поверхность

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Рыбак, Ю. М. Комплекс радиолокационный обнаружения маловысотных целей «РЛК Роса-РБ» : рук-во по эксплуатации / Ю. М. Рыбак. – Минск : ОАО КБ «Радар», 2011. – 102 с.

2. Боевое применение средств радиолокации военного назначения : учеб. пособие / В. В. Навойчик [и др.]. – Минск : БГУИР, 2022. – 290 с. : ил.

3. Инструкция по боевой работе на маловысотном радиолокационном комплексе 5P05PB. Приказ командующего ВВС и войсками ПВО № 269 от 30.08.2018 г.

*Учебное издание*

**Хожевец** Олег Александрович  
**Навойчик** Василий Васильевич  
**Назаров** Дмитрий Геннадьевич и др.

**УСТРОЙСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ  
МАЛОВЫСОТНОГО РАДИОЛОКАЦИОННОГО  
КОМПЛЕКСА «РОСА-РБ»**

**УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ**

Редактор *С. Г. Девдера*  
Корректор *Е. Н. Батурчик*  
Компьютерная правка, оригинал-макет *О. И. Толкач*

Подписано в печать 10.07.2023. Формат 60×80 1/16. Бумага офсетная. Гарнитура «Гаймс».  
Отпечатано на ризографе. Усл. печ. л. 9,88. Уч.-изд. л. 10,5. Тираж 30 экз. Заказ 177.

Издатель и полиграфическое исполнение: учреждение образования  
«Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий №1/238 от 24.03.2014,  
№2/113 от 07.04.2014, №3/615 от 07.04.2014.  
Ул. П. Бровки, 6, 220013, г. Минск