

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

---

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Г.В. Рудианов, Ю.Г. Осипов, А.Г. Саенко, А.В. Дядюра

УСТРОЙСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ  
РАДИОПЕЛЕНГАЦИОННОГО МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО  
КОМПЛЕКСА РПМК-1



Санкт-Петербург  
2012

**УДК 551.509.3;519.24;389.001**

Рудианов Г.В., Осипов Ю.Г., Саенко А.Г., Дядюра А.В.

Устройство и эксплуатация радиопеленгационного метеорологического комплекса РПМК-1. Учебное пособие. – СПб.: РГГМУ, 2012. – 168 с.

**ISBN 978-5-86813-313-8**

В учебном пособии подробно рассмотрены устройство и работа аппаратуры радиопеленгационного метеорологического комплекса. Приведен порядок подготовки метеорологического комплекса к зондированию атмосферы. Изложены устройство и порядок подготовки радиозонда и оболочки к зондированию, а также меры безопасности при работе с водородом и аппаратурой метеоконцентра. Представлен порядок контроля подготовки и результатов зондирования атмосферы. Приведен порядок действий обслуживающего персонала при зондировании атмосферы в режиме имитации полета (в тренировочном режиме) и в реальном режиме.

Учебное пособие предназначено для студентов РГГМУ, обучающихся по специальности «Информационно-измерительные системы в метеорологии».

**UDK 551.509.3;519.24;389.001**

G.V.Rudianov, J.G.Osipov, A.G.Sayenko, A.V. Dyadyura.

Arrangement and Using of Radio Bearing Meteorological Complex РПМК-1. Education supply. – Saint-Petersburg.: RSHU, 2012. – 168 pp.

In this education supply the arrangement and using of radio bearing meteorological complex are considered. The order of the Complex preparing for atmosphere sounding is given. Also the equipment and the order to prepare radiosound and the envelope are given, as well as safety measures to work with hydrogen and Complex equipment. The order to control the preparing and results of sounding is described. The stuff actions during radiosounding in training and in real fly are given.

The education supply is for RSHU students taught according program «Meteorological measurements».

**ISBN 978-5-86813-313-8**

© Рудианов Г.В., Осипов Ю.Г., Саенко А.Г., Дядюра А.В., 2012

© Российский государственный гидрометеорологический университет (РГГМУ), 2012

## ВВЕДЕНИЕ

Применяемый в настоящее время шаропилотный метод зондирования атмосферы связан с трудоемкими и опасными работами. Это связано, в первую очередь, с наличием водорода, являющимся горючим и находящимся под высоким давлением. Кроме того, применяемый метод зондирования обуславливает достаточно длительное время зондирования. По этим причинам в настоящее время ведутся исследования по разработке перспективных методов зондирования без использования радиозондов (бесконтактные методы). Данные методы основаны на отражении радиоволны от неоднородностей атмосферы (пыль, дым, туман и т.д.) и извлечения из этих отражений информации о метеопараметрах. Однако до настоящего времени не удалось создать станции, основанные на данных принципах работы, которая позволяла бы достаточно надежно измерять параметры атмосферы. Поэтому в ближайшем будущем метод радиозондирования, по-видимому, останется единственным методом, применяемым при аэрологических исследованиях.

Отечественным аппаратным средством, с помощью которого осуществляются измерения параметров атмосферы, является радиопеленгационный метеорологический комплекс РПМК-1. Данный метеокомплекс обладает высокой надежностью, простотой в эксплуатации, позволяет проводить измерения с достаточной точностью и надежностью. Особенностью метеокомплекса является то, что, несмотря на сложность аппаратуры, для проведения комплексного зондирования атмосферы не требуется высокая квалификация обслуживающего персонала. Комплекс аппаратных средств и техническая документация позволяют штатному расчету в короткие сроки самостоятельно устранить большинство неисправностей. Метеорологический комплекс РПМК-1 является комплексом широкого применения, то-есть предназначен для эксплуатации в любых погодных условиях. В настоящем пособии освещены вопросы устройства и эксплуатации метеокомплекса применительно к гражданским аэрологическим станциям.

В пособии подробно рассмотрены устройство и работа аппаратуры радиопеленгационного метеорологического комплекса. Приведен порядок подготовки метеорологического комплекса к зондированию атмосферы. Изложены устройство порядок подготовки радиозонда и оболочки к зондированию, а также меры безопасности при работе с водородом и аппаратурой метеокомплекса. Представлен порядок контроля подготовки и результатов зондирования атмосферы. Приведен

порядок действий обслуживающего персонала при зондировании атмосферы в режиме имитации полета (в тренировочном режиме) и в реальном режиме.

Аппаратура метеокомплекса имеет высокие показатели надежности, однако для поддержания техники в исправном состоянии необходимо правильно эксплуатировать метеокомплекс. Поэтому обслуживающий персонал должен хорошо знать устройство и работу материальной части, иметь навыки восстановления неисправностей.

Следовательно, обслуживающий персонал должен хорошо знать материальную часть метеокомплекса, уверенно владеть элементами работы с аппаратурой и иметь твердые навыки организации зондирования атмосферы.

Учебное пособие предназначено для изучения студентами гидрометеорологического института устройства, основ построения и эксплуатации метеокомплекса РПМК-1.

## ГЛАВА 1. УСТРОЙСТВО И РАБОТА РАДИОПЕЛЕНГАЦИОННОГО МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА РПМК-1

### 1.1. Общие сведения о радиопеленгационном метеорологическом комплексе РПМК-1

#### *1.1.1. Назначение и состав метеокомплекса*

Радиопеленгационный метеорологический комплекс РПМК-1 (изделие 1Б44) предназначен для проведения с помощью радиозондов МРЗ-3 (1Б72, 1Б72-1), МРЗ-4 (1Б73, 1Б73-1), МРЗ-5 (1Б74, 1Б74-1) комплексного зондирования атмосферы с целью определения ее характеристик.

Изделие 1Б44 предназначено для эксплуатации при температуре окружающей среды от  $-50$  до  $+40$  °С, относительной влажности до 98 % при температуре  $+25$  °С, на высоте до 3000 м над уровнем моря.

Метеокомплекс обеспечивает зондирование атмосферы в двух режимах:

- радиопеленгационном (пассивном) с радиозондами МРЗ-5 (1Б74, 1Б74-1);
- радиолокационном (активном) с радиозондами МРЗ-3 (1Б72, 1Б72-1), МРЗ-4 (1Б73, 1Б73-1).

Радиолокационный режим имеет два вида зондирования: «МЕТЕО» и «КН». Радиопеленгационный (пассивный) режим и вид зондирования «МЕТЕО» используются для военных целей и в настоящем пособии не рассматриваются.

Ниже приведена работа метеокомплекса для вида зондирования «КН».

#### *1.1.2. Основные технические характеристики метеокомплекса*

Вид зондирования «КН» обеспечивает зондирование атмосферы в радиолокационном режиме с радиозондом МРЗ-3 (1Б72, 1Б72-1):

- высота зондирования до 40 км;
- максимальная дальность зондирования до 200 км;
- минимальная дальность зондирования не более 100 м;
- зондирование при скорости наземного ветра до 25 м/с и скоростях ветра на высоте до 150 м/с.

Изделие 1Б44 обеспечивает прием, преобразование и выдачу телеметрической информации, передаваемой радиозондами:

- о температуре в пределах от  $+50$  до  $-80$  °C со среднеквадратической погрешностью не более  $0,7$  °C;
- о влажности в пределах от 15 до 100 % со среднеквадратической погрешностью не более 5 %.

Вид зондирования КН обеспечивает выдачу следующих конечных документов:

- аэрологической телеграммы КН-04;
- телеграммы СЛОЙ;
- телеграммы ШТОРМ;
- таблицы ПРИЗЕМНЫЙ СЛОЙ;
- расчета ОБЛЕДЕНЕНИЯ;
- данных о вертикальной устойчивости атмосферы (число Ричардсона).

Кроме того, обеспечивается выдача метеорологических параметров на стандартных аэрологических геопотенциальных высотах (давления, температуры, влажности, направления и скорости ветра).

Изделие 1Б44 обеспечивает вычисление:

- геопотенциала в пределах от 0 до 40 км с погрешностью не более 20 м в тропосфере и не более 40 м в стратосфере (без учета погрешностей измерения наземного давления);
- распределения температуры по стандартным изобарическим поверхностям и уровням особых точек со среднеквадратическими ошибками не более  $0,7$  °C в тропосфере и до  $2$  °C в стратосфере;
- распределения влажности (дефицита точки росы) по стандартным изобарическим поверхностям и уровням особых точек со среднеквадратическими ошибками не более 15%;
- распределения направления и скорости ветра по стандартным изобарическим поверхностям и уровням особых точек со среднеквадратическими ошибками:
  - направления ветра — не более 10 град;
  - скорости ветра — не более 5 м/с.

Средняя скорость подъема радиозонда при штатном зондировании — 5 м/с.

Электропитание изделия 1Б44 обеспечивается агрегатом питания, размещенным во вспомогательной машине 1Б44-2, при этом расход дизельного топлива не превышает 3,3 кг/ч.

В качестве источника питания также может использоваться преобразователь мощностью не менее 8 кВт, выдающий трехфазное напряжение 220 В, 400 Гц (например, ВПЛ-30).

В состав изделия входят:

- изделие 1Б44-1 — аппаратная машина, содержащая основную радиотехническую аппаратуру, обеспечивающую автоматическое со-

провожение радиозонда в полете, обработку информации о параметрах атмосферы и передачу абонентам результатов зондирования атмосферы;

- изделие 1Б44-2 — вспомогательная машина, содержащая источник питания (источник питания аппаратуры изделия 1Б44-1), приборы для наземных метеорологических наблюдений, запас радиозондов, батарей питания к ним и радиозондовых оболочек, ящик с оборудованием пункта выпуска радиозондов, бытовой отсек для обслуживающего персонала;
- изделие 1Б44-3 — автомобильный прицеп, предназначенный для размещения и перевозки баллонов для водорода, оборудования для наполнения радиозондовых оболочек водородом и приспособления для выпуска радиозонда;
- одиночный комплект ЗИП (размещен в изделиях 1Б44-1 и 1Б44-2);
- групповой комплект ЗИП (размещен в изделии 1Б44-2);
- комплект эксплуатационной документации (размещен в 1Б44-1).

### ***1.1.3. Общие содержание организации зондирования атмосферы***

Изделие 1Б44 в рабочем положении обеспечивает зондирование атмосферы при сопровождении радиозонда с автоматической обработкой результатов зондирования, а также проведение наземных метеорологических наблюдений.

Зондирование атмосферы осуществляют с помощью радиозондов, поднимающихся вверх на наполненной водородом оболочке. Радиозонд содержит в своем составе датчики, измеряющие температуру и влажность, а также передатчик, обеспечивающий передачу информации с датчиков (телеметрическую информацию) на наземную аппаратуру (изделие 1Б44-1). Кроме того, схема передатчика радиозонда выполнена таким образом, что при облучении радиозонда энергией СВЧ-импульса, излучаемого наземной аппаратурой, в сигнале радиозонда появляется ответная реакция (пауза), задержка которой относительно импульса запроса наземной аппаратуры определяет дальность до радиозонда.

Наземная аппаратура комплекса осуществляет сопровождение радиозонда в радиопеленгационном (пассивном) или радиолокационном (активном) режиме.

В процессе полета радиозонда антенная система наземной аппаратуры, имеющая диаграмму направленности в виде узкого луча, осуществляет сопровождение радиозонда по угловым координатам и дальности. Приемная система наземной аппаратуры осуществляет прием

и выделение телеметрической информации. Информация об угловых координатах и телеметрическая информация поступает в ЭВМ наземной аппаратуры, которая на основании этих данных и данных наземных метеорологических наблюдений вычисляет распределение по высоте характеристик атмосферы и осуществляет формирование и выдачу конечных документов.

Сопровождение по дальности обеспечивается передающей системой, излучающей через антенную систему в направлении радиозонда СВЧ-импульсы запроса, и системой определения координат, осуществляющей измерение задержки ответной паузы в сигнале радиозонда.

Информация о дальности до радиозонда вместе с информацией о его угловых координатах, телеметрической информацией и информацией о наземных метеорологических наблюдениях поступает в ЭВМ, где также происходит вычисление характеристик атмосферы, формирование и выдача конечных документов.

Конечными документами являются аэрологические телеграммы. В процессе зондирования и по его окончании по команде оператора телеграммы отображаются на экране монитора и отпечатываются на бумажной ленте принтера.

При проведении зондирования используют пластифицированные оболочки, не требующие предполетной обработки или непластифицированные, обработанные при помощи термостата, входящего в состав изделия, и керосина.

Предполетную проверку радиозондов с отображением результатов проверки на экране видеомонитора проводят с помощью основной аппаратуры изделия 1Б44-1.

Измерение наземных метеопараметров производят с помощью комплекта метеорологических приборов, входящих в состав комплекса.

Электропитание аппаратуры изделия 1Б44-1 обеспечивают дизель-электрический агрегат, размещенный во вспомогательной машине 1Б44-2 или преобразователь.

Комплексное зондирование атмосферы представляет собой процесс определения на высотах основных параметров атмосферы (температуры, влажности, скорости и направления ветра). Этот процесс основан на принципе дистанционного измерения метеовеличин. Метеорологический комплекс РПМК-1 соответствует классической схеме дистанционных метеоизмерений: радиозонд объединяет датчики метеовеличин и преобразующую аппаратуру. Наземная аппаратура комплекса принимает сигнал от радиозонда и рассчитывает метеобюллетень.

Сущность комплексного зондирования состоит в следующем. Подвешенный к свободно летящему и поднимающемуся вверх шару



радиозонд с помощью специальных датчиков измеряет температуру и влажность и автоматически по телеметрическому каналу передает результаты измерений в закодированном виде на наземную станцию. Наземная аппаратура метеокомплекса непрерывно сопровождает радиозонд, принимая и раскодирова сигналы, определяет значения метеовеличин, а также координаты радиозонда.

Для определения координат зонда реализуется дальномерно-пеленгационный метод, в соответствии с которым определяются три координаты: наклонная дальность, азимут и угол места. Определение угловых координат радиозонда осуществляется пеленгационным методом (методом конического сканирования). Принцип измерения дальности основан на свойстве радиозонда формировать паузу в излучении в ответ на запросный импульс наземной следящей станции (ответную паузу). Дальность измеряется по временной задержке между запросным импульсом и ответной паузой.

Вид зондирования «КН» обеспечивается радиозондом МРЗ-3 (метеорологический радиозонд), имеющим датчики температуры и влажности. В настоящее время отечественная промышленность приступила к выпуску усовершенствованных радиозондов аналогичного назначения: 1Б72, 1Б72-1 (с частотой суперизации 600 и 800 кГц).

### ***Контрольные вопросы:***

1. Назначение, состав метеокомплекса.
2. Технические характеристики метеокомплекса.
3. Какие конечные документы выдаются при виде зондирования КН?
4. Какие метеопараметры вычисляются изделием 1Б44?
5. Состав изделия 1Б44.

## 1.2. Аппаратура метеорологического комплекса РПМК-1

### 1.2.1. Состав и размещение аппаратуры

Аппаратура и оборудование аппаратной машины 1Б44-1 размещены снаружи и внутри кузова-фургона, установленного на шасси автомобиля. Кузов-фургон разделен перегородкой на два отсека:отапливаемый и неотапливаемый.

Конструктивно аппаратная машина 1Б44-1 состоит из шкафов и стоек, в которых размещены блоки основной аппаратуры. Блок состоит из верхней и нижней рам, передней панели, задней стенки, объединительных плат и ячеек, выполненных на печатных платах. Ячейки устанавливаются в разъемы объединительных плат блока и крепятся в блоке невыпадающими винтами.

На передних панелях блоков размещены: органы управления и средства отображения информации; контрольные гнезда; втулки для присоединения съемных ручек, используемых для выдвижения блока из шкафа и при переноске блока; замки, крепящие блок к шкафу; клеммы заземления.

На задней стенке блоков установлены входные разъемы. Для удобства проведения регулировок и регламентных работ блоки могут выдвигаться, для чего в шкафах предусмотрены направляющие и элементы фиксации блоков в выдвинутом положении. Электрические соединения между блоками выполнены кабелями.

Сборочным единицам присвоены следующие кодовые буквы:

Я — ячейки;

Б — блоки, панели, щиты;

Ш — шкафы, стойки, контейнер;

Ф — фидерные тракты.

Условное буквенно-цифровое обозначение сборочной единицы содержит кодovou букву, код системы, которой принадлежит данная сборочная единица, и ее порядковый номер в системе, например БЩ5.1 — блок из системы Щ5 (система определения координат) порядковый номер — 1.

Порядковые номера шкафам, щитам, панелям и контейнеру присвоены с предшествующей цифрой 0:

ШЩ03 — шкаф;

ШЩ02 — контейнер (приемо-передатчик);

БЩ6.01, БЩ6.02, БЩ6.03 — панели;

БЩ8.01, БЩ8.02 — щиты.

Антенная колонка поднимается и опускается с помощью подъемного механизма от двигателя автомобиля. Кроме того подъем и опускание антенной колонки может производиться вручную.

В шкафу ШЩ03 располагается большая часть аппаратуры в виде блоков различных систем (16 блоков).

Рабочее место оператора — это комплекс аппаратуры, для управления и контроля функционирования аппаратуры изделия. Панели БЩ6.01 и БЩ6.02 установлены в корпусе, прикрепленном к каркасу. Для доступа к разъемам панелей БЩ6.01, БЩ6.02 и предохранителям трансформаторных коробок этот корпус откидывается на шарнирах.

Контрольно-измерительные приборы: частотомер, осциллограф и комбинированный прибор размещены по левому борту отапливаемого отсека; цифровой вольтметр — у перегородки; волномер и переключатель волномера размещены в отапливаемом отсеке и закреплены на полке кузова-фургона; измеритель мощности дозы — в кабине водителя.

Блоки БЩ8.7, БЩ8.9 и портфели с эксплуатационной документацией (2 шт.) размещены в стойке у левого борта отапливаемого отсека.

Система вентиляции аппаратуры состоит из устройства вентиляции шкафа ШЩ03 и отдельных вентиляторов, предназначенных для охлаждения потенциалотрона в контейнере ШЩ02, блока БЩ1.1, ЭВМ, блоков БЩ8.7 и БЩ8.9. Все вентиляторы включаются одновременно с включением изделия. В случае отсутствия одной из фаз напряжения питания вентилятора загорается соответствующая лампа на щите БЩ8.02 или на панели индикации и включается звуковая сигнализация.

Устройство вентиляции шкафа ШЩ03 может работать в двух режимах: забора наружного воздуха (применяется в теплое время года) и внутренней рециркуляции (применяется в холодное время).

Конструкция блоков и ячеек обеспечивает контроль, измерение и регулировку параметров сигналов. Для этого в блоках и ячейках имеются контрольные гнезда и органы регулировки данных параметров.

### ***1.2.2. Работа аппаратной машины по структурной схеме***

В процессе зондирования комплексом принимается от радиозонда, формируется и обрабатывается два вида информации: телеметрическая и радиолокационная.

Телеметрическая информация — это величины метеопараметров, которые поступают с датчиков температуры и влажности и передаются в сигнале радиозонда.

Радиолокационная информация — это текущие значения дальности  $D$ , угла места  $\epsilon$  и азимута  $\alpha$ ; они измеряются метеоконкомплексом и ис-

пользуются для определения направления ветра, скорости ветра и высоты подъема радиозонда.

Работу по сопровождению радиозонда, обработке информации и формированию выходных документов обеспечивает основная аппаратура комплекса, размещенная в аппаратной машине 1Б44-1. Обработка информации в основной аппаратуре и формирование выходных документов осуществляется под управлением программного обеспечения (ПО), размещенного в ЭВМ. Структурная схема радиолокационной аппаратуры аппаратной машины 1Б44-1 приведена на рис. 1.

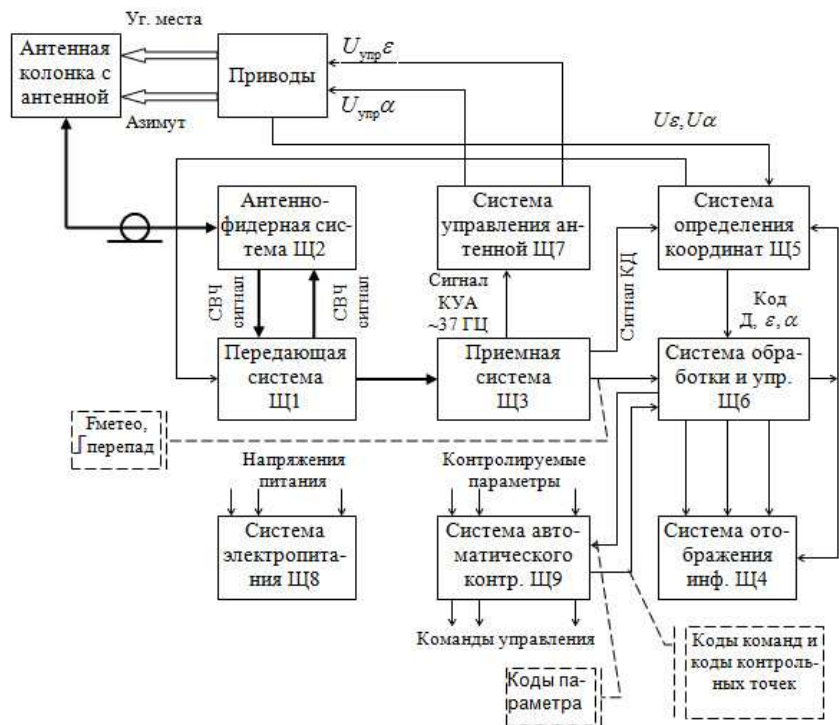


Рис. 1 – Структурная схема радиолокационной аппаратуры 1Б44-1.

В состав основной аппаратуры аппаратной машины входят следующие системы:

- передающая система Ц1;
- антенно-фидерная система (АФС) Ц2;
- приемная система Ц3;
- система отображения информации (СОИ) Ц4;

- система определения координат (СОК) Щ5;
- система обработки и управления (СОУ) Щ6;
- система управления антенной (СУА) Щ7;
- система электропитания (СЭП) Щ8;
- система автоматического контроля (САК) Щ9.

**Передающая система Щ1** предназначена для формирования в радиолокационном режиме зондирования атмосферы кратковременных импульсов сверхвысокой частоты (импульсов запроса) большой и малой мощности. Импульсы запроса поступают в АФС и используются для облучения радиозонда. Импульсы запроса формируются двумя передатчиками: маломощным (передатчик 1) и мощным (передатчик 2). При дальностях от станции до радиозонда *менее 3000 м* работает передатчик 1, при дальностях *более 3000 м* — передатчик 2. Переключение передатчиков осуществляется автоматически системой обработки и управления или вручную с пульта оператора переключателем 1-АВТ-2.

Синхронизация работы передатчиков производится импульсами запуска, вырабатываемыми в системе определения координат Щ5.

Для автоматической подстройки частоты передатчиков на частоту максимальной чувствительности радиозонда к сигналу запроса (значение частоты передатчиков, близкое к частоте принимаемого сигнала радиозонда, при которой ответная пауза в излучении радиозонда наиболее устойчива) предусмотрена система автоматической подстройки частоты передатчиков (АПЧП).

**Система АПЧП** (входящая в систему Щ1) предназначена для подстройки частоты передатчика под частоту радиозонда. При этом уходы частоты радиозонда сначала отслеживаются системой автоматической подстройки частоты гетеродина (АПЧГ) приемной системы, а затем система АПЧП отслеживает изменения несущей частоты радиозонда посредством слежения за частотой гетеродина.

Несущая частота передатчика, при которой радиозонд наилучшим образом реагирует на запросный сигнал по дальности, для некоторых радиозондов отличается от значения несущей частоты излучения радиозонда. Поэтому центральная частота дискриминатора системы АПЧП регулируется с помощью напряжения сдвига, поступающего с переключателя СДВИГ  $f$  МГц пульта оператора, тем самым обеспечивается подстройка частоты передатчика на частоту максимальной чувствительности радиозонда к сигналу запроса. Контроль настройки производится визуально по уровню ответного сигнала на экране блока БЩ5.2.

При неисправностях в системе АПЧП предусмотрен режим ручной дистанционной перестройки частоты передатчиков. Выбор режима на-

стройки осуществляется переключателем АПЧП-АУЧП-РПЧП на пульте оператора. Перестройка частоты выбранного передатчика 1 или 2 в режиме РПЧП осуществляется с помощью кнопок «>» (больше) и «<» (меньше), расположенных на пульте оператора.

При работе изделия в радиопеленгационном режиме (передатчики выключены) плавная настройка частоты приемной части потенциалотрона на частоту радиозонда производится при установке переключателя 1-АВТ-2 пульта оператора в положение 2, переключателя АПЧП-АУЧП-РПЧП в положение РПЧП и с помощью кнопок «>» и «<». Правильность настройки потенциалотрона оценивается по максимальному напряжению с выхода схемы АРУ 30, контролируемому с помощью стрелочного прибора блока БЩ6.4, или по наилучшей форме сигнала радиозонда, контролируемой по осциллографическому индикатору блока БЩ5.2.

Кроме того, предусмотрена возможность оперативной установки рабочей частоты потенциалотрона на одну из дискретных частот, расположенных равномерно внутри рабочего диапазона с интервалом  $\approx 2$  МГц. При этом переключатель АПЧП-АУЧП-РПЧП устанавливается в положение АУЧП для радиолокационного и радиопеленгационного режимов работы, положение переключателя 1-АВТ-2 произвольно.

**Антенно-фидерная система Щ2** предназначена для передачи электромагнитной энергии импульсов запроса, генерируемых передатчиками, к антенне и излучения этой энергии в пространство, а также для приема сигнала, поступающего в антенну от радиозонда, и передачи сигнала в приемную систему.

Конструкция антенны и вращение спирального излучателя позволяют получить коническое сканирование диаграммы направленности в пространстве. Сканирование используется для автосопровождения радиозонда по угловым координатам. Спиральный излучатель формирует электромагнитную волну круговой поляризации. Это повышает уровень сигнала радиозонда на входе приемной системы, т.е. исключает потерю мощности сигнала радиозонда за счет случайных боковых перемещений радиозонда в полете и вращения диаграммы направленности (несовпадение поляризаций сигнала и антенны).

АФС обеспечивает также работу устройства измерения коэффициента шума и имитатора сигналов радиозонда, используемых для контроля и настройки приемной системы.

**Приемная система Щ3** предназначена для преобразования принятых антенной сигналов и последующего их усиления до величины, необходимой для устойчивой работы системы определения координат Щ5, системы управления антенной Щ7 и системы обработки и управления Щ6.

Приемная система представляет собой супергетеродинный прием-

ник с тройным преобразованием частоты, охваченный автоматической и ручной подстройкой частоты гетеродина СВЧ, автоматическими и ручными регулировками усиления каскадов промежуточных частот (АРУ-30, РРУ-30, АРУ-465, РРУ-465). Регулировки усиления обеспечивают стабильность уровня и прохождение без искажений сигналов частот 30 МГц и 465 кГц.

Сигнал радиозонда представляет собой СВЧ-сигнал с несущей частотой 1782 МГц и модулирующими частотами, которые являются носителями телеметрической и радиолокационной информации.

Телеметрическая информация заложена в периоде следования частотных изменений суперирующей частоты радиозонда (600) 800 кГц на  $\pm 11$  кГц.

Дальность до радиозонда определяется по временному интервалу между запросным импульсом и ответной паузой в сигнале радиозонда. Ответные паузы образуются при облучении радиозонда запросными импульсами, следующими с частотой 457 Гц. Информацию об угловых отклонениях радиозонда несет огибающая 37 Гц, возникающая при вращении диаграммы направленности антенны с этой же частотой. По фазе и амплитуде огибающей определяется направление и величина отклонения радиозонда относительно электрической оси антенны. Сигнал радиозонда поступает в АФС на вход приемной части потенциалотрона. Потенциалотрон одновременно выполняет функции мощного передатчика СВЧ, антенного переключателя и малощумящего СВЧ-усилителя приемной системы. Усиленный в потенциалотроне СВЧ-сигнал радиозонда в дальнейшем в приемной системе многократно преобразуется, усиливается, распределяется и с трех различных выходов поступает в систему определения координат Щ5, в систему управления антенной Щ7 и в систему обработки и управления Щ6.

Сигнал, поступающий в систему Щ5, передает выделенную из входного сигнала ответную паузу на фоне сигнала частоты суперизации.

Сигнал, поступающий в систему Щ7, передает выделенную из входного сигнала огибающую 37 Гц (частота модуляции). В систему Щ6 поступают два сигнала: «F Метео» и «J перепад». Сигнал «F Метео» представляет собой импульсный сигнал, в который преобразуются частотные изменения суперирующей частоты (600) 800 кГц входного сигнала. Сигнал «J перепад» возникает при замираниях входного сигнала, когда его уровень становится недопустимым для нормальной работы всех систем комплекса (при этом загорается светодиод на пульте оператора).

Для обеспечения подстройки приемной системы при уходе несущей частоты радиозонда в процессе его полета предусмотрен канал автоматической подстройки частоты гетеродина СВЧ (АПЧГ).

Для обеспечения функционального контроля работы приемной системы предусмотрены устройство измерения коэффициента шума (ИКШ) приемной системы и имитатор сигналов радиозонда (ИСПЗ).

**Система отображения информации Щ4** предназначена для передачи информации на экран видеоконтрольного устройства (ВКУ) и на алфавитно-цифровое печатающее устройство (АЦПУ), при этом:

- на экране АЦПУ отображается радиолокационная, метеорологическая и контрольная информация в аналоговой и цифровой форме;
- на бумажной ленте печатающего устройства печатается вся информация, которая высвечивается на экране видеомонитора и, кроме того, дополнительно печатаются некоторые промежуточные данные и результаты, получаемые в процессе решения задачи зондирования атмосферы.

**Система определения координат Щ5** предназначена для:

- измерения наклонной дальности до радиозонда;
- преобразования углов положения антенны по азимуту и углу места в цифровые коды;
- формирования синхронизирующих импульсов и импульсов запуска передатчиков.

При измерении дальности используется пауза в излучении передатчика радиозонда. Дальность до радиозонда определяется по времени между моментом посылки импульсов запроса передатчика и моментом приема ответного сигнала радиозонда.

В автоматическом режиме дальномер без участия оператора перемещает и сравнивает положение стробов с положением ответной паузы, осуществляя тем самым непрерывное сопровождение радиозонда по дальности. В режиме ручного наведения перемещение стробов осуществляется с помощью напряжения управления подаваемого от устройства ручного наведения по дальности (УРН по  $D$ ), размещенного на пульте оператора. Совместив на экране индикатора дальности ответную паузу в сигнале радиозонда с электрическим визиром, совпадающим по времени со стыком следящих стробов, оператор может прочитывать значение наклонной дальности на экране видеомонитора.

Значение измеренной дальности до радиозонда в цифровом коде, а также коды положения антенны по азимуту и углу места передаются в систему обработки и управления.

Информация об углах поворота выходных осей антенной колонки по азимуту и углу места в виде шестнадцатиразрядного двоичного кода с выходных регистров преобразователя «Угол-Код» через устройство сопряжения с мультиплексным каналом (МпК) подается в СОУ (Щ6) и СОИ (Щ4).



Осциллографический индикатор блока БЩ5.2 обеспечивает визуальное наблюдение за сигналом радиозонда в процессе его сопровождения и контроль сигналов, поступающих с выходов систем изделия. Индикатором является электронно-лучевая трубка (ЭЛТ).

*Система обработки и управления ИЦБ* предназначена для обработки первичной радиолокационной и телеметрической информации, а также управления работой аппаратуры комплекса.

СОУ решает следующие задачи:

- обрабатывает информацию о координатах радиозонда (вводит поправку на ориентирование, вычисляет высоту до радиозонда, в радиолокационном режиме вычисляет дальность до радиозонда);
- обрабатывает метеорологические параметры и производит вычисление их в соответствии с метеозадачей;
- рассчитывает и составляет аэрологические телеграммы КН-04, СЛОЙ и ШТОРМ, а также таблицу ПРИЗЕМНЫЙ СЛОЙ;
- осуществляет обработку и выдачу в систему отображения информации всей отображаемой и регистрируемой радиолокационной и метеорологической информации;
- вырабатывает команды по включению, изменению и выключению режимов систем комплекса в процессе подготовки и проведения аэрологического зондирования атмосферы;
- обеспечивает совместно с системой автоматического контроля проведение автоматического функционального контроля аппаратуры.

В систему обработки и управления входят:

- в зависимости от модификации изделия — универсальная электронно-вычислительная машина ЭВМ А-15А;
- система программного обеспечения;
- устройство ввода-вывода (УВВ) — блок БЩ6.1;
- таймер и преобразователь метеочастоты (входят в блок БЩ6.1);
- внешние устройства для ввода и вывода данных (ВНУ), размещенные в других системах изделия;
- панели управления БЩ6.01 и БЩ6.02 и блок БЩ6.4, обеспечивающие ручное управление аппаратурой.

Устройство ввода-вывода (УВВ) совместно с ЭВМ образует автоматическое вычислительное устройство (АВУ).

В процессе работы ЭВМ осуществляет прием информации от аппаратуры изделия через устройства ввода-вывода, ее обработку и выдачу обработанной информации на аппаратуру изделия, т.е. производит обмен информацией.

От аппаратуры в ЭВМ поступают следующие данные:

- информация о положении органов управления на пульте оператора;
- информация о координатах ( $\alpha$ ,  $\epsilon$ ,  $D$ );
- информация о величинах рассогласования по угловым координатам ( $CO \alpha$ ,  $CO \epsilon$ );
- информация о длительности метеопериодов сигнала радиозонда (телеметрическая информация);
- информация о значениях параметров аппаратуры, контролируемых САК.

От ЭВМ на аппаратуру выдаются следующие данные:

- команды управления аппаратурой (переключение режимов, подключение контрольных устройств и т.п.);
- информация об установке контрольной дальности и осуществлении поиска по дальности (используется для ФК).

Изделие, в зависимости от исполнения, может комплектоваться одной из двух ЭВМ: типа А15-1 или типа «Багет-01». ЭВМ типа А15-1 является специализированной машиной, т.е. программное обеспечение «прошивается» на заводе-изготовителе и в процессе эксплуатации изменению не подлежит.

Отечественная промышленность освоило производство IBM, совместимой с ЭВМ «Багет-01». Программное обеспечение данной ЭВМ находится на жестком диске, поэтому при необходимости легко может быть модифицировано в процессе эксплуатации.

Работа системы СОУ аналогична для обоих вариантов.

**Система управления антенной Щ7** предназначена для управления положением антенны в вертикальной и горизонтальной плоскостях (по углу места и азимуту). Предусмотрены следующие режимы работы антенны:

- режим ручного управления, используемый для наведения антенны на радиозонд, а также при ориентировании изделия;
- режим автоматического сопровождения, используемый для точного определения угловых координат в процессе полета радиозонда.

При работе в режиме автосопровождения по угловым координатам используется метод равносигнальной зоны, сущность которого заключается в следующем.

Ось диаграммы направленности за счет конструктивного выполнения антенной системы смещена относительно геометрической оси антенны, проходящей через фокус и вершину параболического отражателя, на угол  $2,5^\circ$ .

При работе комплекса диаграмма направленности вращается вокруг геометрической оси антенны со скоростью 37 об/сек. Ось диаграммы

направленности при этом описывает в пространстве коническую поверхность (коническое сканирование луча).

Если представить в пространстве плоскость, проходящую через радиозонд и перпендикулярную геометрической оси антенны (так называемая картинная плоскость), то при вращении антенной головки точка пересечения оси диаграммы направленности с этой плоскостью будет описывать окружность (рис. 2,а). На том же рисунке показаны четыре характерных положения диаграммы направленности: верхнее А, правое Б, нижнее В, и левое Г.

Если радиозонд из точки О смещается в точку Ц, то амплитуда принимаемых аппаратурой комплекса сигналов будет зависеть от положения диаграммы направленности, вращающейся в пространстве со скоростью 37 об/сек. Амплитуда принимаемых сигналов максимальна в том случае, когда ось диаграммы направленности отклонена от электрической оси антенны (равносигнального направления) в сторону смещения радиозонда — направления ОЦ.

Амплитуда принимаемых сигналов минимальна, когда ось диаграммы направленности отклонена от электрической оси антенны в сторону, противоположную смещению радиозонда. Таким образом, при вращении диаграммы направленности амплитуда принимаемых сигналов изменяется с частотой 37 Гц (рис.2,в).

Степень изменения амплитуды принимаемых сигналов (коэффициент модуляции) пропорциональна отклонению антенны от направления на радиозонд, или так называемой ошибки визирования. Таким образом, если имеется ошибка визирования радиозонда, то принимаемые сигналы оказываются промодулированными по амплитуде. Если же радиозонд находится в точке О, то амплитуда принимаемых аппаратурой комплекса сигналов изменяться не будет — амплитудная модуляция сигналов радиозонда отсутствует.

При детектировании этих сигналов выделяется переменное напряжение низкой частоты, изменяющееся с частотой модуляции принятых сигналов 37 Гц. Это напряжение называется напряжением сигнала ошибки (СО). Амплитуда напряжения сигнала ошибки пропорциональна величине ошибки визирования радиозонда, а фаза (относительно, например, момента прохождения луча через крайнее левое положение при вращении его в пространстве) характеризует направление отклонения радиозонда по азимуту и углу места от электрической оси антенны. Таким образом, напряжение сигнала ошибки представляет собой сумму двух синусоидальных напряжений, сдвинутых по фазе на  $90^\circ$ . Амплитуда одного из них пропорциональна угловому отклонению радиозонда от равносигнального направления антенны по азимуту, амплитуда другого — по углу места.

Таким образом, после выделения в приемной системе огибающей видеопульсов, синусоидальное напряжение частотой 37 Гц передается в систему управления антенной и используется как сигнал ошибки по угловым координатам. Для выделения из сигнала ошибки азимутальной и угломестной составляющих используют фазовые детекторы и генератор опорных напряжений (ГОН), ротор которого вращается синхронно с диаграммой направленности антенны. ГОН вырабатывает два синусоидальных напряжения, сдвинутых по фазе относительно друг друга на  $90^\circ$ . С помощью опорных напряжений сигнал ошибки по угловым координатам преобразуется в фазовых детекторах в два управляющие напряжения, пропорциональные отклонению радиозонда по азимуту и углу места.

Управляющие напряжения после усиления и преобразования подаются на исполнительные двигатели приводов вращения антенны по азимуту и углу места, и антенна поворачивается в направлении на радиозонд.

Для осуществления безынерционного перемещения антенны вводится отрицательная обратная связь в системе управления антенной. Сигналы обратной связи вырабатываются в тахогенераторах азимута и угла места и подаются после фазового детектирования в суммирующие усилители, где они складываются с управляющими напряжениями азимута и угла места и уменьшают его амплитуду, при этом антенна перемещается плавно (без рывков).

С выходными валами приводов по азимуту ( $\alpha$ ) и углу места ( $\epsilon$ ) связаны датчики углового положения антенны по  $\alpha$  и  $\epsilon$ , напряжения с которых подаются в систему определения координат для их преобразования в цифровые коды  $\alpha$  и  $\epsilon$ .

В режиме ручного управления следящая система размыкается, а в каналы азимута и угла места подаются два независимых управляющих напряжения от устройства ручного наведения по  $\alpha$  и  $\epsilon$ , расположенного на пульте оператора.

Индикация положения антенны производится по экрану видеомонитора в цифровой и аналоговой форме.

Управляющие напряжения после усиления и преобразования подаются на исполнительные двигатели приводов вращения антенны по азимуту и углу места, и антенна поворачивается в направлении на радиозонд.

Для осуществления безынерционного перемещения антенны вводится отрицательная обратная связь в системе управления антенной. Сигналы обратной связи вырабатываются в тахогенераторах азимута и угла места и подаются после фазового детектирования в суммирующие усилители, где они складываются с управляющими напряжениями азимута и угла места и уменьшают его амплитуду, при этом антенна перемещается плавно (без рывков).



рых подаются в систему определения координат для их преобразования в цифровые коды  $\alpha$  и  $\epsilon$ .

В режиме ручного управления следящая система размыкается, а в каналы азимута и угла места подаются два независимых управляющих напряжения от устройства ручного наведения по  $\alpha$  и  $\epsilon$ , расположенного на пульте оператора.

Индикация положения антенны производится по экрану видеомонитора в цифровой и аналоговой форме.

**Система электропитания Ш8** предназначена для обеспечения систем комплекса необходимым напряжением питания. Схема соединений системы электропитания изд. 1Б44-1 приведена на рис. 6.

Первичным источником питающего напряжения для системы Ш8 является дизельный агрегат электропитания изделия 1Б44-2, вырабатывающий трехфазное напряжение 220 В, 400 Гц (или аналогичный преобразователь).

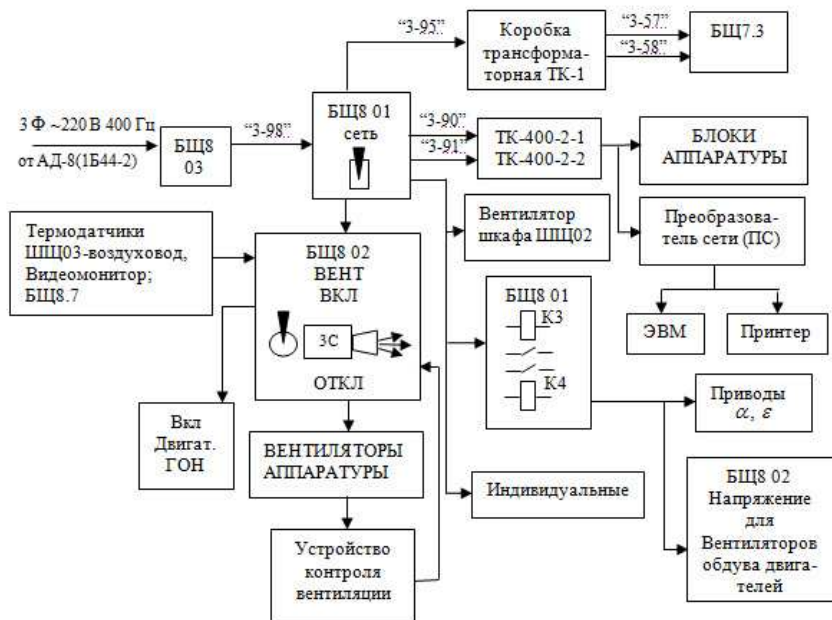


Рис. 3 — Схема соединений СЭП 1Б-44-1.

Низковольтные источники, представляющие собой стабилизированные выпрямители, размещены непосредственно в функциональных блоках аппаратуры. Эти блоки имеют стандартную схему включения, обеспечивающую включение блока и автоматическое отключение его

в случае перегрузки или неисправности. Если все стабилизированные выпрямители блока исправны и отсутствует перегрузка по току, то на передней панели блока загорается лампа СЕТЬ, в противном же случае схема включения разрывает цепь подачи напряжения на выпрямители, а на передней панели блока загорается лампа НЕИСПР ПИТ.

Источники напряжения, имеющие номинал выше 12,6 В, размещены в централизованных блоках питания. В этих блоках размещен также ряд специальных низковольтных источников (источник для питания потенциалотрона, источник питания гетеродина СВЧ).

*Система автоматического контроля Ц9* предназначена для проведения автоматического функционального контроля параметров основной аппаратуры (совместно с Ц6) перед зондированием атмосферы, а также для дешифрация кодов команд, поступающих в ЭВМ на включение или выключение элементов аппаратуры комплекса.

Проверка параметров осуществляется посистемно по командам из Ц6. Контрольная информация отображается на экране монитора. Если контролируемая система исправна, то рядом с индексом системы высвечивается сообщение ИСПР, если система неисправна — НЕИСПР.

В качестве источника входных сигналов при проверке работы ряда систем используется имитатор сигналов радиозонда (ИСПЗ).

При проведении функционального контроля проводится допусковый контроль параметров аппаратуры. Во время допускового контроля проверяется, находятся ли контролируемые параметры в пределах допуска. Контрольные точки, с которых снимается информация о контролируемых параметрах, подключаются к входу системы автоматического контроля. Если контролируемые параметры поступают в аналоговой форме (напряжение, частота и т.п.), то в САК происходит их преобразование в цифровой код. Параметры в цифровом коде подаются на ЭВМ, где и производится допусковый контроль.

Для реализации этой процедуры от ЭВМ поступает в САК цифровой код контрольной точки аппаратуры, затем поступает код команды на включение требуемого преобразователя «Аналог-Код», если параметр имеет аналоговую форму, а после этого в ЭВМ по мультиплексному каналу передает код значения контролируемого параметра аппаратуры.

Во время зондирования атмосферы САК работает в режиме управления. При этом параметры не контролируются и не изменяются, как в режиме «Функциональный контроль», а производится лишь дешифрация кодов команд, поступающих в ЭВМ на включение или выключение части элементов аппаратуры комплекса. После дешифрации команды в аналоговой форме (напряжение логического уровня либо уровня +27 В) поступают от САК к аппаратуре и обрабатываются ею.

### ***1.2.3. Вспомогательная аппаратура и дополнительное оборудование***

Вспомогательная аппаратура и дополнительное оборудование предназначены для:

- предварительной выдержки радиозонда в точке выпуска;
- обеспечения связи с потребителями;
- создания комфортных условий для обслуживающего персонала;
- тушения пожара;

Вспомогательная аппаратура и дополнительное оборудование включают:

- оборудование предварительной выдержки радиозонда в точке выпуска;
- радиостанцию, телефонные аппараты;
- отопительно-вентиляционную установку;
- огнетушители.

Контрольно-измерительные приборы обеспечивают контроль работы и настройку (регулировку) аппаратуры, выполнение работ по техническому обслуживанию, выявлению и устранению неисправностей.

В состав комплекта контрольно-измерительных приборов входят:

- осциллограф;
- частотомер;
- вольтметр цифровой;
- прибор комбинированный;
- волномер (ячейка ЯЩ2.14).

С помощью этих приборов можно проводить измерения, необходимых для контроля и ремонта отдельных узлов и блоков аппаратуры.

#### ***Контрольные вопросы:***

1. Что является блоком, шкафом, ячейкой и к каким системам принадлежат блок, ячейка: БЩ5.1, БЩ7.1, ШЩ03, БЩ3.5, ЯЩ3.16?
2. Что является телеметрической и радиолокационной информацией?
3. Изложить работу радиолокационной аппаратуры по структурной схеме.
4. Перечислить системы метеокомплекса и их назначение.



### 1.3. Алгоритм решения задачи зондирования атмосферы

#### 1.3.1. Система координат. Определение координат радиозонда

*В радиолокационном режиме* при сопровождении радиозонда радиолокатор метеокомплекса использует сферическую систему координат:

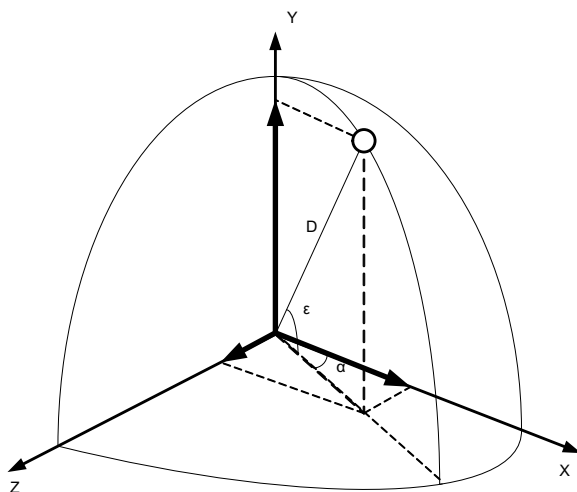


Рис. 4. Сферическая система координат.

В процессе подъема радиозонда радиолокатором измеряются сферические координаты радиозонда, которые с помощью ЭВМ преобразуются в прямоугольные:

$$x_i = D_i \cdot \cos \epsilon_i \cdot \cos \alpha_i, \quad (1.1)$$

$$z_i = D_i \cdot \cos \epsilon_i \cdot \sin \alpha_i, \quad (1.2)$$

$$H_i = D_i \cdot \sin \epsilon_i. \quad (1.3)$$

Наклонная дальность до радиозонда измеряется радиолокационным способом. Передатчик радиолокатора излучает последовательность запросных импульсов (длительностью 0,5 или 1 мкс) с несущей частотой 1782 МГц. Радиозонд (при подсоединении батареи) излучает непрерывное колебание с несущей частотой 1782 МГц. Особенность конструкции приемо-передатчика заключается в том, что если на него

поступает излучение той же частоты, на которой он работает, то он прекращает генерировать колебания. Когда излучение прекращается — продолжает работу. Таким образом, в излучении приемо-передатчика радиозонда формируется пауза, которая является ответным сигналом на запросный импульс передатчика.

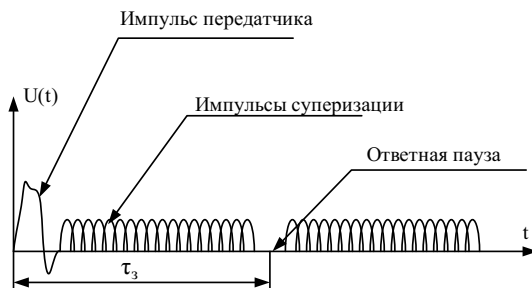


Рис. 5. Сигнал радиозонда

Временной интервал  $\tau_3$  от запросного импульса передатчика до ответной паузы зависит от дальности до радиозонда. Таким образом, наклонная дальность определяется:

$$D = \frac{c \cdot \tau_3}{2}, \quad (1.4)$$

где  $c$  — скорость света;  $\tau_3$  — временной интервал между импульсом передатчика и ответной паузой.

Угловые координаты радиозонда определяются методом конического сканирования, сущность которого заключается в следующем. При отклонении радиозонда от равносигнального направления в результате вращения смещенной диаграммы направленности антенны формируется сигнал ошибки, заставляющий сдвигаться антенну таким образом, чтобы уменьшить сигнал ошибки. Таким образом осуществляется автоматическое слежение антенны за радиозондом.

### ***1.3.2. Поиск и расчет метеопараметров для аэрологической телеграммы КН-04***

#### ***Расчет ветра***

При сопровождении радиозонда вычисляются текущие значения прямоугольных координат  $x_i$ ,  $z_i$  и высота  $H_i$  по формулам (1.1–1.3).

Для каждой высоты вычисляются продольная и боковая составляющие ветра:

$$V_{x_i} = \frac{x_i - x_{i-1}}{t_i - t_{i-1}}, \quad (1.5)$$

$$V_{z_i} = \frac{z_i - z_{i-1}}{t_i - t_{i-1}} \quad (1.6)$$

и толщина слоя между высотами

$$\Delta H_i = Y_i - Y_{i-1}. \quad (1.7)$$

Значение ветра относится к высоте к середине слоя зоны.

Скорость и направление действительного ветра в слое ( $H_{i-1}$ ,  $H_i$ ) рассчитываются по формулам:

$$V_i = \sqrt{V_{x_i}^2 + V_{z_i}^2}, \quad (1.8)$$

$$\alpha_{V_i} = \arctg \frac{V_{z_i}}{V_{x_i}} \pm 180^\circ. \quad (1.9)$$

**Температура** рассчитывается по формулам:

$$T = \frac{B}{\ln 10^3 + \ln(R_t / A)} - C, \quad (1.10)$$

$$R_t = \frac{R_1}{Y_t} - R_2, \quad (1.11)$$

$$Y_t = \frac{Q_o}{Q_t}, \quad (1.12)$$

где  $A, B, C$  — коэффициенты термистора радиозонда;  $R_1, R_2$  — коэффициенты радиоблока радиозонда;  $Q_o, Q_t$  — длительности периодов опорной и температурной метеочастот телеметрического сигнала радиозонда.

Коэффициенты термистора и радиоблока вводятся оператором в ЭВМ с клавиатуры по данным этикеток, прикладываемых к термистору и радиоблоку. Как видно из данных выражений, если оператор при вводе данных ошибочно введет неверные коэффициенты, то температура будет рассчитываться неправильно. Поэтому, если на экран выдается сообщение «Зонд брак», то в первую очередь необходимо проверить правильность ввода данных и убедиться, что этикетка принадлежит именно этому радиоблоку и термистору (по заводским номерам).

Солнечное излучение нагревает термистор и он начинает показывать температуру выше реальной, поэтому полученная температура

корректируется на величину радиационной поправки  $\Delta T_p = f(H, Z)$ , зависящей от высоты подъема радиозонда над уровнем моря и угловой высоты стояния Солнца:

$$T_p = T - \Delta T_p, \quad (1.13)$$

где  $\Delta T_p$  – радиационная поправка, определяемая методом линейной интерполяции по таблице радиационных поправок.

Радиационная поправка рассчитывается на основании угловой высоты Солнца  $Z$ , вводимой оператором в ЭВМ в режиме «Ввод».

Расчет относительной влажности ведется аналогичным образом, т. е. по каналному интервалу  $Q_U$ :

$$Y_U = \frac{Q_o}{Q_U}, \quad (1.14)$$

$$R_U = \frac{R1}{Y_U} - R2, \quad (1.15)$$

$$U = \frac{N}{\ln 10^3 + \ln(R_U / K)} - M, \quad (1.16)$$

где  $K, N, M$  – коэффициенты термистора радиозонда;  $R1, R2$  – коэффициенты радиоблока радиозонда;  $Q_o, Q_U$  – длительности периодов опорной и влажностной метеочастот.

Таблица 1

### Радиационные поправки

| Высота,<br>м | Высота Солнца, градус (от -6 до 20 градусов) |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|--------------|----------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|              | -6                                           | -5  | -4  | -3  | -2  | -1  | 0   | 5   | 10  | 15  | 20  |
| 100          | 0                                            | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0,1 | 0   | 0   | 0,1 | 0,1 |
| 300          | 0                                            | 0   | 0   | 0   | 0   | 0,1 | 0,2 | 0   | 0,1 | 0,1 | 0,2 |
| 600          | 0                                            | 0   | 0   | 0   | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0   | 0,1 | 0,2 | 0,2 |
| 1000         | 0                                            | 0   | 0   | 0   | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,3 |
| 5000         | 0                                            | 0,1 | 0   | 0   | 0,1 | 0,1 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,4 |
| 10000        | 0                                            | 0,2 | 0   | 0   | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,5 | 0,6 |
| 11000        | 0                                            | 0,3 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,7 |
| 12000        | 0                                            | 0,3 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,6 | 0,7 |
| 13000        | 0                                            | 0,4 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,7 | 0,8 |

| Высота,<br>м | Высота Солнца, градус (от -6 до 20 градусов) |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|--------------|----------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|              | -6                                           | -5  | -4  | -3  | -2  | -1  | 0   | 5   | 10  | 15  | 20  |
| 14000        | 0                                            | 0,5 | 0,2 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,5 | 0,7 | 1   |
| 15000        | 0                                            | 0,5 | 0,2 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,8 | 1,1 |
| 16000        | 0,4                                          | 0,6 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,9 | 1,1 |
| 17000        | 0,9                                          | 0,6 | 0,4 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,9 | 1,2 |
| 18000        | 1,5                                          | 0,7 | 0,5 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,6 | 0,6 | 0,8 | 1   | 1,3 |
| 19000        | 2,2                                          | 0,8 | 0,6 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,7 | 0,7 | 0,9 | 1,1 | 1,5 |
| 20000        |                                              | 0,9 | 0,7 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,8 | 0,8 | 1   | 1,2 | 1,6 |
| 21000        |                                              | 1,3 | 0,9 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,9 | 0,9 | 1,1 | 1,4 | 1,7 |
| 22000        |                                              | 1,8 | 1   | 0,6 | 0,6 | 0,8 | 1,1 | 1   | 1,2 | 1,5 | 1,9 |
| 23000        |                                              | 2,7 | 1,3 | 0,8 | 0,7 | 0,9 | 1,2 | 1,1 | 1,3 | 1,6 | 2   |
| 24000        |                                              | 3,6 | 1,4 | 0,9 | 0,9 | 1   | 1,3 | 1,2 | 1,4 | 1,7 | 2,2 |
| 25000        |                                              |     | 1,7 | 1,1 | 1,1 | 1,2 | 1,5 | 1,4 | 1,5 | 1,9 | 2,4 |
| 26000        |                                              |     | 1,8 | 1,3 | 1,2 | 1,4 | 1,7 | 1,5 | 1,7 | 2,1 | 2,6 |

### 1.3.3. Стандартные геопотенциальные уровни и расчет давления

#### Геопотенциальная высота

С подъёмом на высоту уменьшается величина ускорения силы тяжести. Это сильно усложнит расчет, поэтому для правильного определения температуры вводится понятие геопотенциальной высоты. За начало отсчета геопотенциальной высоты так же, как и геометрической, принимается средний уровень моря.

Геопотенциальная высота — это работа, которую нужно затратить, чтобы поднять единицу массы в поле силы тяжести от уровня моря в данную точку. Геопотенциальная высота численно равна высоте в метрах при  $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ . Для других значений  $g$  разность между высотой и геопотенциальной высотой не превышает 0,5 %.

Поиск и расчет метеопараметров для аэрологических телеграмм осуществляется по стандартным геопотенциальным уровням.

Значение геопотенциальной высоты с геометрической высотой связано соотношением:

$$H_{\text{геон}} = \frac{g_{\phi}}{g_c} \cdot \frac{R \cdot z}{R + z}, \quad (1.17)$$

где  $g_c = 9,8 \text{ м/с}^2$  – стандартное ускорение силы тяжести;  $g_\phi = 9,80616 (1 - a \cdot \cos 2\phi + b \cdot \cos^2 2\phi) \text{ м/с}^2$ ;  $a = 0,0026373$ ;  $b = 0,0000059$ ;  $\phi$  – широта места;  $R$  – радиус Земли (принимается равным 6356767 м);  $z$  – геометрическая высота.

Расчет *давления на стандартной геопотенциальной высоте*  $H_{\text{геоп}}$  производится по формуле

$$P_{\text{геоп}} = \gamma \cdot e_j + (P_{\text{геоп}(j-1)} - \gamma \cdot e_j) \cdot \exp\left(\alpha \cdot \frac{\Delta H_{\text{геоп}}}{T_j}\right), \quad (1.18)$$

где  $\gamma = 0,00378$ ;  $e_j = U E_j$ .

$$E_j = E_0 \cdot 10^{\beta t_j / (t_j + \alpha)} = E_0 \cdot \exp\left(17,2695 \cdot \frac{t_j}{t_j + \alpha}\right), \quad (1.19)$$

где  $E_0 = 6,1078$ ;  $\beta = 7,5$ ;  $\alpha = 237,3$ ;  $\alpha = -0,0341632$ ;  $\Delta H_{\text{геоп}j} = H_{\text{геоп}j} - H_{\text{геоп}(j-1)}$ ;  $T_j = t_j + 273,15$ .

### Поиск изобар

По стандартным геопотенциальным уровням находятся такие два соседних уровня, что

$$P_{\text{геоп}(j-1)} < P_j \leq P_{\text{геоп}j}, \quad (1.20)$$

где  $P_i$  – изобара.

Для  $P_i$  определяется  $H_p$  по значениям  $H_{\text{геоп}(j-1)}$  и  $H_{\text{геоп}j}$ .

Методом интерполяции находится температура  $T_{pj}$  и относительная влажность  $U_{pj}$  на высоте  $H_{pj}$ .

Вычисление *дефицита точки росы* осуществляется по формуле

$$TD = T_i - \alpha \cdot \frac{\beta \cdot T_i + (\alpha + T_i) \cdot \lg(U / 100)}{\alpha \cdot \beta - (\alpha + T_i) \cdot \lg(U / 100)}, \quad (1.21)$$

где  $\alpha = 237,3$ ;  $\beta = 7,5$ .

### Поиск уровня тропопаузы

В качестве уровня тропопаузы выбирается стандартный геопотенциальный уровень, расположенный выше 500 мбар, начиная с которого градиент температуры в слое 2 км не превышает  $0,002 \text{ }^\circ\text{C/м}$ . Если выше тропопаузы имеется слой не менее 1 км, в котором средний вертикальный градиент между нижним и более высоким уровнями превышает  $0,003 \text{ }^\circ\text{C/м}$ , то выше этого слоя осуществляется поиск второй тропопаузы таким же путем, как и первый.

### **Определение обращения ветра**

Обращение ветра определяется в период с 1-го апреля по 30-е сентября каждого года, если в слое не менее 3 км выше уровня 100 мбар наблюдается направление ветра, находящееся в пределах от 40 до 140 град.

### **Расчет среднего ветра для телеграммы СЛОЙ**

Средний ветер для телеграммы СЛОЙ рассчитывается от уровня моря в слоях (0–1,5) км, (0–3) км, (0–6) км, (0–12) км, (0–18) км, (0–24) км, (0–30) км по формулам:

$$W_i = \sqrt{W_{x_i}^2 + W_{z_i}^2}, \quad (1.22)$$

$$A_{W_i} = \arctg \frac{W_{z_i}}{W_{x_i}} \pm 180^\circ, \quad (1.23)$$

где  $i$  – порядковый номер слоя ( $i = 1, 2, \dots, 7$ );

$$W_{x_i} = \frac{\sum_{k=1}^n \Delta H_k \cdot V_{x_k}}{H_i}, \quad W_{z_i} = \frac{\sum_{k=1}^n \Delta H_k \cdot V_{z_k}}{H_i}, \quad (1.24)$$

где  $\Delta H_k = H_k - H_{k-1}$ ;  $H_i$  – верхняя граница  $i$ -го слоя, геометрическая высота.

**Расчет параметров для таблицы ПРИЗЕМНЫЙ СЛОЙ** производится методом линейной интерполяции по ближайшим стандартным геопотенциальным уровням.

При подъеме радиозонда высоты уровней сравниваются с высотами таблицы **ПРИЗЕМНЫЙ СЛОЙ** (100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 2000, 4000 м от уровня земли) и при совпадении или близости высот (при прохождении высот таблицы) вычисляются следующие метеопараметры:

- давление;
- скорость и направление ветра;
- температура;
- относительная влажность;
- дефицит точки росы.

Метеопараметры вычисляются путем линейной интерполяции на стандартную высоту таблицы.

### **Определение максимального ветра**

Исследуются значения скоростей ветра на стандартных уровнях и находятся наибольшие и максимальные значения скоростей ветра, превышающих 30 м/с.

В слое 500–100 мбар отыскиваются два максимума и наибольший ветер, в слое от 100 мбар и до конца зондирования — один максимум и один наибольший ветер.

Максимумы характеризуются тем, что скорость ветра на этих уровнях превышает скорость на соседних уровнях, находящихся в слое на 2 км выше максимума, не менее чем на 10 м/с.

На уровнях максимумов определяются значения двух вертикальных сдвигов ветра, которые равны разности ветров скоростей на уровне максимума, и уровнях, расположенных выше и ниже максимума на 1 км.

Найденные уровни должны быть упорядочены по скоростям ветра: первым должен быть уровень с наибольшей скоростью ветра, вторым максимум с большей скоростью ветра, затем — максимум с меньшей скоростью ветра.

### ***Определение штормовой скорости ветра***

Штормовой скоростью ветра считается скорость, превышающая 40 км/с в слое до 15 км.

Предупреждение о шторме выдается на печать в виде телеграммы ШТОРМ. В телеграмме содержится информация о высоте, скорости и направлении ветра.

### ***Поиск особых точек***

Для каждого параметра  $V$ ,  $AV$ ,  $T$ ,  $U$ , для которых осуществляется поиск особых точек, создается (по стандартным геопотенциальным уровням) пакет.

Пакет заполняется по мере вычисления параметров, и каждый раз после пополнения пакета производится линейная аппроксимация по крайним значениям пакета и расчет погрешностей аппроксимации для промежуточных значений пакета, которая не должна превышать:

- для температуры минус 1 °C в тропосфере и 2 °C в стратосфере;
- для влажности 15 %;
- для скорости ветра — 5 м/с;
- для направления ветра — 10 градусов.

Если среди значений пакета выявлена особая точка, то следующий пакет набирается, начиная с этой особой точки.

При скорости ветра не более 2 м/с особые точки направления не выбираются.

Для каждой особой точки по температуре или влажности определяется давление, высота, температура, дефицит точки росы. Для особых точек ветра определяется давление, высота, направление и скорость ветра.



Автоматически особыми точками считаются:

- точки начала и окончания участков температурной инверсии и изотермии в тропосфере;
- точки начала и окончания участков с влажностью 100 % или более;
- уровень между 110 и 100 мбар;
- точки перед началом и после окончания участков штиля;
- значение параметра на поверхности земли и последнее значение, полученное перед окончанием зондирования.

### ***Расчет вертикальной устойчивости***

Для определения вертикальной устойчивости атмосферы в слое 0–50 м рассчитывается число Ричардсона по формуле:

$$Ri = \frac{g}{T} \cdot \frac{\Gamma_a \cdot (t_0 - t_{50}) \cdot 2}{\left( (V_{x_{50}} - V_{x_0}) / 50 \right)^2 + \left( (V_{z_{50}} - V_{z_0}) / 50 \right)^2}, \quad (1.25)$$

где  $g = 9,8065 \text{ м/с}^2$  (ускорение свободного падения);  $t_0$  = наземная температура в момент пуска, °C;  $t_{50}$  = температура на высоте 50 м;

$$T = \frac{t_0 + t_{50}}{2} + 273,15^\circ \text{ K}; \quad \Gamma_a = 0,98^\circ \text{ C} / 100 \text{ м, сухоадиабатический}$$

градиент;  $V_{x0}, V_{z0}$  — составляющие скорости наземного ветра;  $V_{x50}, V_{z50}$  — составляющие скорости действительного ветра на высоте 50 м.

Стратификация атмосферы:

- при  $R < -0,003$  — неустойчивая,
- при  $-0,003 \leq R \leq 0,003$  — безразличная,
- при  $R > 0,003$  — устойчивая.

### ***Расчет обледенения***

Расчет обледенения производится для уровней изобар 850, 700 и 500 мбар и уровней особых точек ниже 850 мбар.

Производится определение возможности обледенения по алгоритму:

- при  $T \geq 0$  обледенение отсутствует;
- при  $-7,5 \leq T < 0,1$  обледенение возможно при  $TD \leq 2$ ;
- при  $-15,6 \leq T < -7,5$  обледенение возможно при  $TD \leq 3$ ;
- при  $-25,0 \leq T < -15,6$  обледенение возможно при  $TD \leq 4$ ;
- при  $T < -25,0$  обледенение отсутствует;

где  $T$  — температура, °C;  $TD$  — дефицит точки росы.

При получении возможности обледенения по вышеприведенному алгоритму производится уточняющий расчет:

а) для изобар 850, 700 и 500 вычисляют дискриминантные функции:

$$L_{850} = 0,239 \cdot T + 1,701 \cdot TD - 2,046 \cdot q - 1,751, \quad (1.26)$$

$$L_{700} = 0,091 \cdot T + 0,654 \cdot TD - 1,313 \cdot q - 1,011, \quad (1.27)$$

$$L_{500} = 0,102 \cdot T + 1,685 \cdot TD - 2,301 \cdot q - 0,256, \quad (1.28)$$

где  $q = \frac{0,623}{P / e \cdot 0,377}$  – удельная влажность;  $e = 6,1 \cdot 10^c$  – упругость водяного пара,  $c = \frac{7,45 \cdot (T - TD)}{235 + (T - TD)}$ ;  $P$  – давление в мб.

При значении дискриминантной функции более или равной нулю обледенение отсутствует.

При значении дискриминантной функции менее нуля рассчитывается интенсивность обледенения:

$$G = -8 \cdot TD - T. \quad (1.29)$$

При  $G \geq 0$  – умеренное или сильное обледенение, при  $G < 0$  – слабое обледенение;

б) для особых точек ниже уровня 850 мбар вычисляют дискриминантную функцию

$$L = -0,017 \cdot H - 0,488 \cdot T + 0,875, \quad (1.30)$$

где  $H$  – высота особой точки, дкм,  $T$  – температура в особой точке, °C.

При  $L \geq 0$  – обледенение от умеренного до сильного, при  $L < 0$  – обледенение отсутствует.

При возможности обледенения во всех случаях рассчитывается скорость полета, менее которой возможно обледенение. Расчет производится по графику Пчелко, контрольные точки которого приведены в таблице 2.

Таблица 2

|                  |     |      |     |      |     |       |     |       |
|------------------|-----|------|-----|------|-----|-------|-----|-------|
| Скорость, км/час | 300 | 400  | 500 | 600  | 700 | 800   | 900 | 1000  |
| Температура, °C  | 0   | -1,5 | -3  | -6,0 | -9  | -12,5 | -17 | -23,0 |

---

***Контрольные вопросы:***

1. Что такое радиационная поправка, порядок ее определения оператором.
2. Каким образом в метеокомплексе выдается предупреждение о шторме?
3. Что такое особые точки?
4. Система координат, используемая метеокомплексом.
5. Порядок пересчета сферических координат радиозонда в прямоугольные.
6. Что такое геопотенциальная высота?

## 1.4. Передающая система Ш1

### 1.4.1. Назначение, состав и технические характеристики передающей системы

Передающая система предназначена для выработки в радиолокационном режиме импульсов запроса в виде кратковременных импульсов электромагнитной энергии сверхвысокой частоты двух уровней (малого и большого) и подстройки частоты передатчиков под несущую частоту радиозонда, которая в процессе полета радиозонда может изменяться в небольших пределах.

В состав передающей системы входят:

- передатчик 1 с малым уровнем СВЧ-энергии для работы с радиозондом, находящемся на расстоянии до 3000 м от комплекса;
- передатчик 2 для работы с радиозондом, удаленном от комплекса на расстояние более 3000 м;
- система автоматической подстройки частоты передатчиков (АПЧП).



Рис. 6. Структурная схема передающей системы

Передающая система имеет следующие технические характеристики:

|                                                                                                              |                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Диапазон перестройки частоты передатчиков, МГц                                                               | 1775 – 1790          |
| Длительность излучаемых импульсов запросного сигнала, мкс:<br>маломощного передатчика<br>мощного передатчика | 0,5±0,1;<br>1,1±0,12 |
| Мощность передатчиков, Вт:<br>маломощного передатчика<br>мощного передатчика                                 | 500<br>25000         |

|                                                                         |                 |
|-------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| Точность поддержания частоты работающего передатчика системой АПЧП, МГц | $\pm 3$         |
| Частота повторения импульсов запросного сигнала, Гц                     | $457,5 \pm 0,2$ |

Вся аппаратура передающей системы размещена в четырех блоках:

- БЩ1.1 (усилитель импульсов запуска передатчика, генератор 1, модулятор 1, механизм перестройки генератора 1, модулятор 2);
- БЩ2.2 (генератор 2, механизм перестройки генератора 2);
- БЩ3.3 и БЩ3.8 (устройства системы АПЧП).

#### ***1.4.2. Работа передающей системы***

Импульсы запуска (ИЗ) амплитудой 2 В и длительностью 0,5 мкс с блока БЩ5.3 поступают на усилитель импульсов запуска. С выхода усилителя импульсы напряжения амплитудой 14–16 В длительностью 1,5 мкс подаются через контакты реле Р4 на модулятор Прд 2 или на модулятор Прд 1 передатчика 1. Команда на реле может поступать с пульта оператора при установке переключателя «1-АВТ-2» в положения 1 или 2 или из ЭВМ, когда она устанавливается автоматически при установке переключателя в положение АВТ.

Если выбран передатчик 1, то мощные видеоимпульсы модулятора 1 запускают магнетрон МИ-338, который генерирует СВЧ-импульсы. Данные импульсы поступают через распределитель сигналов в антенну и излучаются в эфир. Незначительная часть энергии ответвляется на волномер.

Если выбран передатчик 2, то мощные видеоимпульсы модулятора 2 запускают передающую часть потенциотрона. Потенциотрон представляет собой СВЧ-прибор, объединяющий в себе магнетрон-генератор и лампу бегущей волны (ЛБВ) – усилитель.

СВЧ-импульсы поступают через контрольный ответвитель в антенну и излучаются в эфир. Незначительная часть энергии ответвляется через распределитель сигналов на волномер.

Оба передатчика имеют возможность подстройки частоты на частоту радиозонда с помощью системы автоматической подстройки частоты передатчика (АПЧП).

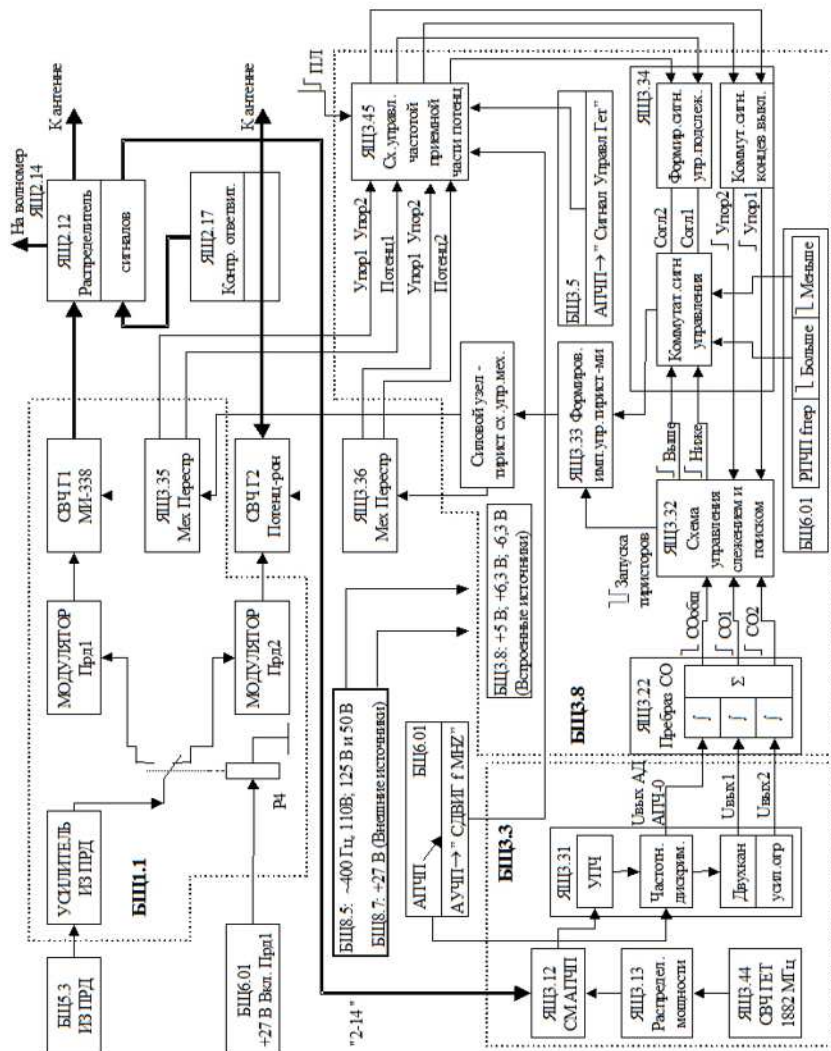


Рис. 7. Функциональная схема передающей системы и системы АПЧП.

### Работа передатчика большой мощности (2)

Модулятор передатчика 2 состоит из генератора импульсов поджига, коммутатора, линии формирования Э1, импульсного трансформатора Тр4 и источников питания +125 В и +3 кВ.

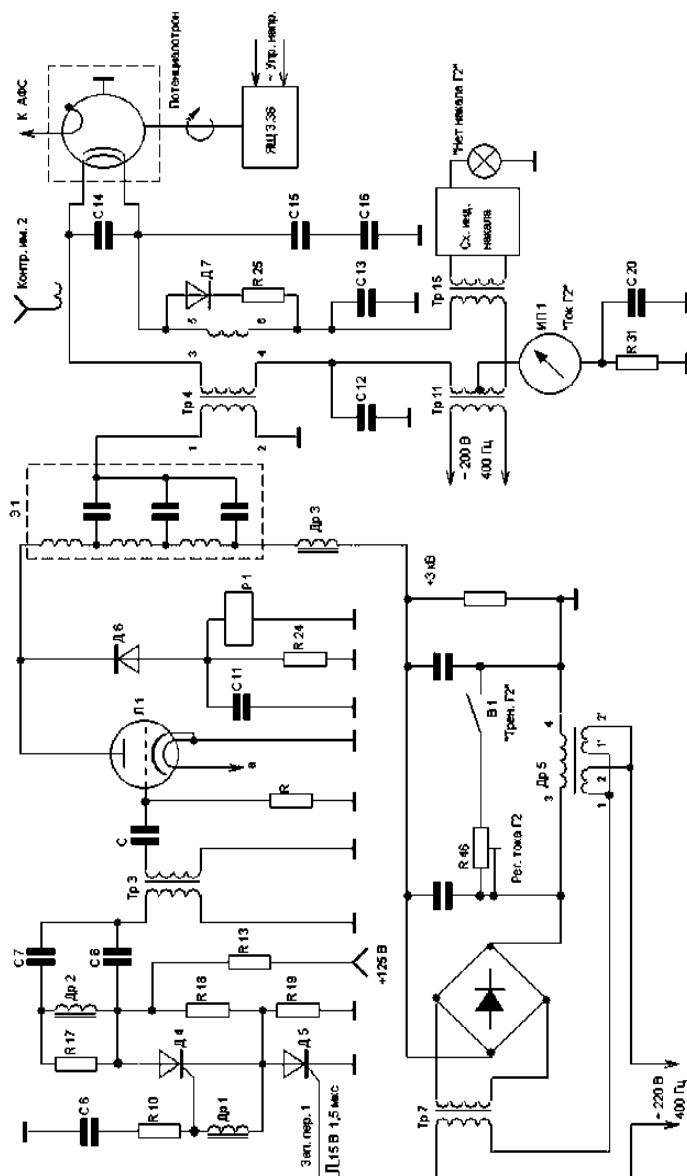


Рис. 8. Упрощенная принципиальная схема передатчика большой мощности.

С выхода генератора импульсов поджига, собранного на Д4, Д5, Др2, импульсы амплитудой не менее 200 В и длительностью 4–7 мкс подаются на сетку тиратрона Л1 и поджигают его.

В промежутке между импульсами поджига линия формирования Э1 заряжается от выпрямителя +3 кВ до напряжения 4,6–4,8 кВ, а в момент прихода импульса поджига она разряжается через импульсный трансформатор Тр4. Во вторичных обмотках индуцируется импульс напряжения амплитудой 10,0–10,5 кВ, который подается высоковольтными проводами в блок БЩ2.2 на катод потенциалотрона-генератора передатчика 2. Длительность модулирующего импульса, измеренная на уровне 0,8 его амплитуды, равна 1,0–1,2 мкс.

Полупроводниковый столб Д7 и резистор R25 ограничивают амплитуду послеимпульсного всплеска напряжения модулирующего импульса, а конденсаторы С15, С16 служат для формирования крутизны его фронта.

Для передатчика 2 предусмотрены источники питания:

+30 В — для усилителя импульсов запуска (общий для обоих передатчиков) (гнездо «+30 В»);

+125 В — для генератора импульсов поджига (гнездо «+125 В»);

+3 кВ — для заряда линии формирования (регулируемый, величина напряжения устанавливается по среднему току генератора 2).

Для защиты элементов модулятора от перенапряжения, в случае рассогласования выхода модулятора с нагрузкой, к линии формирования через диод Д6 подключена обмотка реле Р1, отключающего источник высокого напряжения 3 кВ.

Регулировка тока генераторной части потенциалотрона производится изменением напряжения источника заряда линии формирования Э1. Регулировка производится только в режиме тренировки генератора после смены потенциалотрона, при этом переключатель В1 (Трен. Г2) устанавливается в положение ВКЛ. Во время тренировки генератор некоторое время должен работать при пониженных токах, что достигается уменьшением напряжения источника зарядной линии. Изменение напряжения производится с помощью индукционного регулятора Др5. Изменяя величину постоянного тока, протекающего в обмотках 3–4 Др5, можно получить изменение напряжения в обмотках 1–2 Др5, которые включены последовательно с первичной обмоткой сетевого трансформатора Тр7. Поэтому напряжение на первичной обмотке Тр7 будет зависеть от тока в обмотке 3–4 Др5 и будет тем больше, чем больше этот ток. Подключая параллельно обмотке 3–4 Др5 цепь с потенциометром R46 Рег. тока Г2, уменьшают ток, протекающий в обмотке 3–4 Др5, пропорционально величине сопротивления R46.



В рабочем режиме, когда В1 отключен, ток генератора потенциалотрона будет максимальным. Регулировка тока при этом не возможна.

Среднее значение тока генератора контролируется по прибору ИП1 «Ток Г2», включенному последовательно с фильтрующей цепочкой С20, R31 в цепь накала. В точке подключения прибора действует небольшая часть модулирующего напряжения СВЧ-генератора.

Потенциалотрон размещен в блоке БЩ2.2 и выполняет функции генератора СВЧ, усилителя и переключателя «прием-передача». В передающей системе потенциалотрон используется в качестве СВЧ-генератора 2. Генераторная часть потенциалотрона по электрическим характеристикам и физическим процессам аналогична импульсному магнетронному генератору. Генератор 2 имеет механическую подстройку частоты, производимую механизмом ЯЩ3.36. При повороте выходной оси генератора 2 по часовой стрелке, частота его уменьшается.

Напряжение питания на генераторную и усилительную части потенциалотрона подается отдельно. Напряжение питания на генераторную часть подается от БЩ1.1 высоковольтным кабелем. Сопряжение его с накальными штырьками потенциалотрона производится согласно маркировке на кабеле и потенциалотроне («К»).

Усилительная часть потенциалотрона представляет собой малошумящий электростатический усилитель, размещенный в магнитном поле соленоида. Питание на него поступает из БЩ8.3. Потенциалотрон охлаждается вентилятором с расходом воздуха не менее 600 л/мин.

### ***Работа передатчика малой мощности (передатчик 1)***

Передатчик 1 состоит из модулятора и генератора СВЧ на мало-мощном магнетроне Л2 (МИ-338). В модулятор входят усилители Т3, Т4; тиристорный коммутатор Д9, линия формирования Э2, импульсный трансформатор Тр5 и источники питания +80 В и +500 В.

При выборе оператором передатчика 1 напряжение +27 В подается на обмотку реле Р4, реле срабатывает и импульсы напряжения поступают на усилитель импульсов управления тиристорным коммутатором передатчика 1 (Т3, Т4 платы А1). Тиристор Д9 включается и линия формирования Э2, заряженная от источника 500 В до напряжения 850–870 В, разряжается на импульсный трансформатор Тр5.

С вторичной обмотки этого трансформатора модулирующий импульс, длительностью 0,45–0,55 мкс (на уровне 0,9 амплитуды), подается на катод генератора 1 (Л2).

Для питания передатчика 1 используются следующие источники:

80 В — для усилителя импульсов управления тиристорным коммутатором (гнездо «+80 В»);



Среднее значение тока магнетрона контролируется по прибору ИП2 «Ток ген. 1» блока БЩ1.1.

Частота генератора СВЧ перестраивается механизмом МПЧП1 (ЯЩ3.35).

Тренировка генераторов производится регулированием тока генераторов от минимального значения до номинального устойчивого показания приборов в передатчике 1 потенциометром Рег. тока Г1 (R59), в передатчике 2 – потенциометром Рег. тока Г2 (R46) при установке тумблера ТРЕНИР Г2 ОТКЛ в положение ТРЕНИР Г2. После окончания тренировки генератора 2 тумблер устанавливается в положение ОТКЛ.

### ***1.4.3. Система автоматической подстройки частоты передатчика (АПЧП)***

Система АПЧП в радиолокационном режиме изделия работает следующим образом: на вход балансного смесителя АПЧП (ЯЩ3.12 А5 блока БЩ3.3) через распределитель мощности (ЯЩ3.13 А2 блока БЩ3.3) поступает сигнал гетеродина СВЧ с ячейки ЯЩ3.44М А3 блока БЩ3.3 и СВЧ импульс передатчика с распределителя сигналов А6 (БЩ2.2).

Сигнал промежуточной частоты 100 МГц (ЯЩ3.31-ХS2), несущий информацию о расстройке частот передатчика относительно частоты гетеродина СВЧ (БЩ3.3) усиливается и детектируется частотным дискриминатором (в ячейке ЯЩ3.31А7 БЩ3.3). Центральная частота дискриминатора регулируется при помощи напряжения «Сдвиг  $f$ », поступающего с переключателя «СДВИГ  $f$  МГц» БЩ6.01, обеспечивая настройку передатчика на частоту максимальной чувствительности зонда к сигналу запроса. На выходах ЯЩ3.31 « $\square$  Выход 2» или « $\square$  Выход 3» в зависимости от знака расстройки присутствуют положительные импульсы (сигналы ошибки), несущие информацию о величине и знаке расстройки частоты передатчика.

При отсутствии расстройки в системе на выходе « $\square$  Выход 1» вырабатывается импульс нулевой расстройки положительной полярности, блокирующий режим поиска.

Сигналы ошибки АПЧП в импульсном виде с выхода блока БЩ3.3 (разъем Х2) поступают на интеграторы ячейки ЯЩ3.22 А11 (БЩ3.8). Сигналы ошибки детектируются и преобразуются в постоянное напряжение. С выхода преобразователя сформированные сигналы ошибки « $\square$  СО2» ( $f > f_{\text{ном}}$ ), « $\square$  СО1» ( $f < f_{\text{ном}}$ ) и нулевой « $\square$  0 АПЧП» ( $f \approx f_{\text{ном}}$ ) расстройки, складываясь по ИЛИ, образуют суммарный сигнал « $\square$  СО ОБЩ», который с помощью схемы управления слежением и поиском

(БЩ3.8-ЯЩ3.32 А13) обеспечивает автоматическое переключение системы АПЧП из режима поиска в режим слежения. Логические сигналы « $\neg$ СО1», « $\neg$ СО2» выведены на контрольные гнезда передней панели БЩ3.8 и далее через разъем Х5 поступают в САК.

При достижении механизмом перестройки частоты конечного положения (упора) датчики упоров вырабатывают сигналы « $\neg$ Упор 1 МПЧП1» или « $\neg$ Упор 2 МПЧП1». При отсутствии упора цепь концевого выключателя соединена с корпусом, что соответствует логическому «0», при достижении упора цепь соответствующего концевого выключателя отключается от корпуса и появляется сигнал в виде логической «1».

Сигналы упоров « $\neg$ Упор 1 МПЧП1» и « $\neg$ Упор 2 МПЧП1» поступают на схему управления слежением и поиском, а также на коммутатор сигналов управления ячейки ЯЩ3.32 для блокировки сигналов управления « $\neg$ Выше» и « $\neg$ Ниже» в режимах АПЧП и РПЧП.

Также ЯЩ3.32 вырабатывает импульсы запуска тиристоров « $\neg$ Запуск» (ХS5) длительностью 40–110 мкс, частотой 800 Гц с логическими уровнями напряжения для схем формирования импульсов управления (ЯЩ3.33 А14 БЩ3.8). Импульсы запуска синхронны по фазе с напряжением питания ~ 400 Гц, 110 В. Тиристоры схемы управления обеспечивают подключение к управляющей обмотке двигателя механизма перестройки частоты генератора одной из фаз напряжения ~ 400 Гц, 110 В.

Сигнал « $\neg$ Перестр АПЧГ» (ЯЩ3.32-ХS8) блокирует работу системы АПЧП до полной отработки сигнала ошибки системой АПЧГ и РПЧГ и представляет собой логический «0» — в процессе отработки АПЧГ и РПЧГ и «1» — после отработки.

Механизм перестройки частоты передатчика ЯЩ3.35 (МПЧП) содержит реверсивный двигатель, редуктор, концевые выключатели и потенциометр, служащий датчиком положения выходной оси.

Роль концевых выключателей выполняют кулачковые механизмы с переключателями S1 и S2, установленные на корпусе механизмов и обеспечивающие установку границ рабочего диапазона частоты передатчика. Концевые выключатели являются датчиками упоров. Датчики упоров и потенциометрический датчик положения оси (R1), связанные с выходным валом механизма, обеспечивают выработку сигналов коммутации для схемы автоматического поиска частоты передатчика (АПЧП) и индикацию положения оси настройки генератора с помощью стрелочного индикатора блока БЩ6.4.

Перестройка частоты магнетронного генератора производится путем поворота выходной оси магнетрона реверсивным двигателем, выходной вал которого соединен через редуктор с осью магнетрона.

Подстройка генератора под частоту радиозонда может производиться автоматически или вручную. При автоматической подстройке сигнал на включение двигателя (с учетом направления вращения) поступает с системы АПЧГ. При ручной подстройке включение двигателя производится оператором, по виду ответной паузы в сигнале радиозонда на экране блока БЩ5.2.

#### ***1.4.4. Органы управления передающей системы***

На пульте оператора БЩ6.01 расположены:

- тумблер МЕСТ УПРАВЛ Прд – для управления передатчиком из неотапливаемого отсека;
- кнопка ВЫСОКОЕ Прд – для включения (отключения) передатчик;
- переключатель АПЧП – РПЧП – автоматическая (ручная) подстройка частоты передатчика;
- переключатель СДВИГ  $f_{\text{пер}}$  МГЦ – сдвиг частоты передатчика;
- переключатель ПЕРЕДАТЧИК 1-АВТ-2 – включение 1 или 2 передатчика в ручном или автоматич. режиме;
- АТТЕН Прд АВТ–РУЧ – переключение аттенюатора передатчика в автоматический или ручной режим;
- АТТЕН Прд ВКЛ–ВЫКЛ – включение (выключение) аттенюатора передатчика в ручном режиме;

#### ***Контрольные вопросы:***

1. Назначение, состав и технические характеристики передающей системы.
2. Работа передающей системы по функциональной схеме.
3. Работа системы АПЧП по функциональной схеме.
4. Работа 1 передатчика по принципиальной схеме.
5. Работа 2 передатчика по принципиальной схеме.
6. Перечислить и дать назначение органов управления передающей системы.

## 1.5. Антенно-фидерная система

### 1.5.1. Назначение, состав, устройство АФС

Антенно-фидерная система предназначена:

- для передачи электромагнитной энергии, генерируемой передатчиками, к антенне;
- для излучения ее в пространство узким направленным сканирующим лучом;
- для приема высокочастотного сигнала радиозонда и передачи его на вход приемной системы;
- для контроля приемной системы.

В состав АФС входят:

- 1) фидерный тракт ФЩ2.1:
  - $W1$  – антенная головка;
  - ЯЩ2.13 – генератор шума;
  - $W2, W3, W4, W6$  – фидеры;
  - $W5$  – угломестное вращающее устройство;
  - $W7$  – азимутальное вращающееся устройство;
  - $WA1$  – параболический отражатель;
- 2) фидерный тракт ФЩ2.2:
  - $W8, W9, W10, W11$  – фидеры;
- 3) блок БЩ2.2:
  - ЯЩ2.11  $A1$  – электромеханический двухпозиционный ВЧ-переключатель "АН-ЭКВ";
  - $R1$  – эквивалент антенны;
  - ЯЩ2.12  $A6$  – распределитель сигналов СВЧ;
  - ЯЩ2.16  $A5$  –  $Y$ -циркулятор;
  - ЯЩ2.17  $A4$  – направленный ответвитель;
  - ЯЩ2.18  $A3$  – направленный ответвитель;
  - ЯЩ2.19  $A2$  – генератор СВЧ ИСРЗ;
  - ЯЩ2.20  $A7$  – плавный аттенюатор (для выравнивания контрольного сигнала  $G2$  по отношению к уровню сигнала  $G1$  поступающих в схему АПЧП);
  - ЯЩ8.21  $A9$  – источник постоянного тока для питания электромагнита ЯЩ2.16;
  - ЯЩ3.36  $A8$  – механизм перестройки частоты  $G2$  (МПЧП2);
  - ЯЩ3.11  $A12$  – фильтр СВЧ;
  - $A10$  – диодная головка;
  - $A11$  – вентилятор обдува потенциалотрона;

- 4)  $W_{12}$  — кабель СВЧ;
- 5)  $W_{13}$  — согласователь;
- 6) ЯЩ2.14 — волномер с переключателем SW1.

Конструктивно АФС состоит из двух трактов: основного, соединяющего выход потенциалотрона с излучателем антенны, и тракта маломощного передатчика, соединяющего генератор передатчика I с основным трактом. В основной тракт входят: ответвитель части мощности зондирующего импульса в измерительные схемы (ЯЩ2.17); СВЧ-генератор ИСПЗ (ЯЩ2.19); СВЧ-переключатель (ЯЩ2.11); эквивалент антенны ( $R_1$ ), антенная колонка (БЩ7.4). В тракт маломощного передатчика входят: распределитель сигналов (ЯЩ2.12); циркулятор (ЯЩ2.16); ячейка, в которой осуществляется связь с основным трактом (ЯЩ2.18).

Ячейка ЯЩ2.12 представляет собой распределитель сигналов СВЧ и предназначена для отбора части мощности СВЧ-сигналов передатчиков I и II, которая используется для контроля частоты и передается в систему АПЧП.

При работе передатчика I СВЧ-сигнал по гибкому фидеру поступает на циркулятор. Часть мощности передатчика 1 ответвляется в направленном ответвителе 9 и по развязанной линии 11 поступает на волномер ЯЩ2.14. Часть мощности передатчика 2 ответвляется в линиях 2, 5 и поступает далее на контроль частоты передатчика 2 и в канал АПЧП.

Ячейка ЯЩ2.16 (Y-циркулятор) предназначена для ослабления сигнала 1 передатчика на необходимую величину. Y-циркулятор представляет собой СВЧ-прибор с электромагнитным управлением направления циркуляции. Циркулятор состоит из двух электромагнитов со стальными сердечниками, между которыми помещается Y-образная полосковая линия 5.

В режиме ослабления мощности передатчика 1 на 12 дБ энергия от разъема Ш2 направляется по полосковой линии 5 к разъему Ш1 и далее по фидерному кабелю к ЯЩ2.16. В режиме ослабления мощности передатчика 1 на 24 дБ меняется направление магнитного поля и энергия от разъема Ш2 направляется к разъему Ш3. К разъему Ш3 присоединена нагрузка с коэффициентом стоячей волны (КСВ), приблизительно равным 1,5. За счет отражения от нагрузки часть энергии, ослабленная приблизительно на 12 дБ, поступает от разъема Ш3 к разъему Ш2. Управление направлением магнитного поля осуществляется изменением направления тока в электромагнитах посредством команды «+27 В 24 дБ», подаваемой на источник тока.

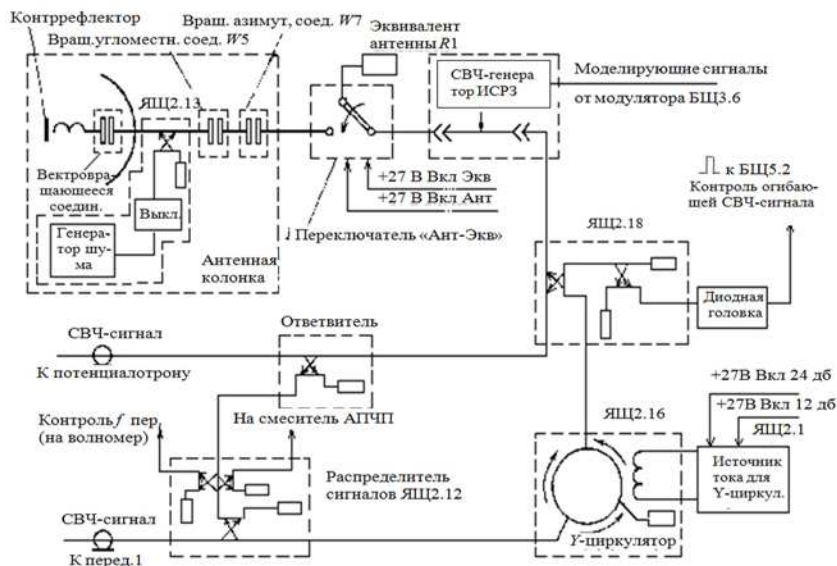


Рис. 10. Структурная схема АФС.

Ячейка ЯЩ2.19 (генератор ИСРЗ) предназначена для возбуждения в фидерном тракте сигналов, имитирующих работу радиозонда. Работа генератора ИСРЗ происходит следующим образом. СВЧ-сигналы, имитирующие работу радиозонда, с генератора по кабелю поступают во входную полосковую линию и поглощаются нагрузкой 6. Часть сигнала через емкостной зазор поступает в дополнительную полосковую линию, при помощи емкостного зонда передается в основной тракт и далее на входную часть потенциалотрона.

Переключатель «Антенна-эквивалент» (ячейка ЯЩ2.11) представляет собой электромеханический двухпозиционный высокочастотный переключатель и предназначен для попарной коммутации между собой четырех высокочастотных разъемов. В первом положении ротора переключателя соединяются между собой разъемы Ш1–Ш2 и Ш3–Ш4. Во втором положении ротора – соединяются разъемы Ш1–Ш3 и Ш2–Ш4.

Конструктивно переключатель состоит из двух частей: подвижной части (ротора) и неподвижной части, включающей в себя корпус, привод, элементы управления и блокировки. Передача СВЧ-энергии при работе переключателя осуществляется бесконтактным способом за счет электромагнитной связи между полосками неподвижной группы и полосками-проводниками ротора. Управление ячейкой осуществляется с пульта оператора тумблером АН-ЭКВ. С тумблера АН-ЭКВ снимается



команда «+27 В Вкл. АН» или «+27 В Вкл. ЭКВ». При поступлении команды в схему управления включается двигатель и вращается весь механизм переключателя в определенном направлении до тех пор, пока не сработает переключатель В1 или В2. После этого двигатель отключится и в следующий раз включится при поступлении обратной команды.

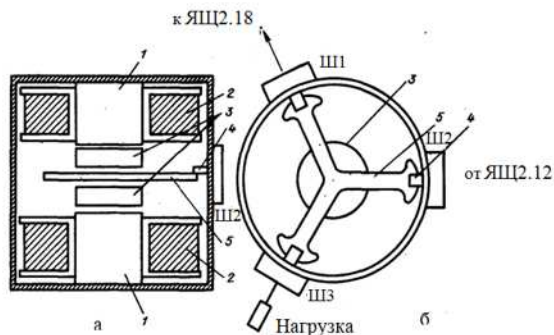


Рис. 11. Конструкция циркулятора ЯЩ2.16.

*а* — вид циркулятора в разрезе, *б* — вид на циркулятор со снятым верхним электромагнитом и вкладышем; 1 — сердечник электромагнита, 2 — обмотка электромагнита, 3 — ферритовый вкладыш, 4 — коаксиально-полосковый переход, 5 — Y-образный полосок.

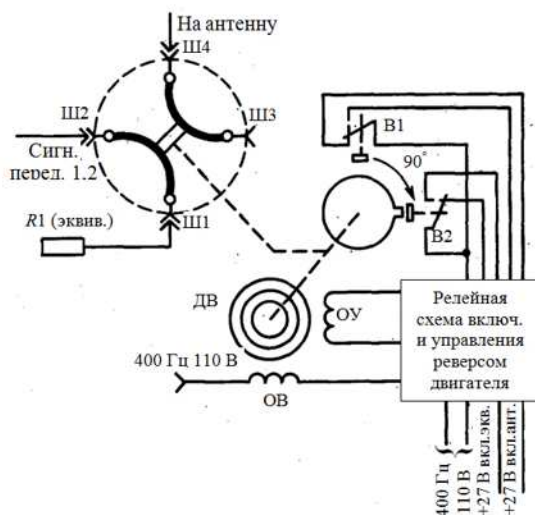


Рис. 12. Функциональная схема переключателя «Антенна-эквивалент».

Направленная антенна состоит из параболического отражателя и антенной головки. Параболический отражатель 8 диаметром 1,8 м представляет собой жесткую металлическую конструкцию, отражающая поверхность которой выполнена в виде параболоида вращения. Отражающая поверхность перфорирована, благодаря чему уменьшены вес и парусность отражателя без ухудшения жесткости и отражающей способности. Антенная головка состоит из неподвижного опорного корпуса 15, подвижного корпуса 16, отцентрированного в корпусе 15 при помощи шарикоподшипников 7, подвижной 14 и неподвижной 11 секций фидера и разделяющего их быстровращающегося сочленения 10, обеспечивающего прохождение СВЧ-сигнала от неподвижной 11 к подвижной 14 секции фидера и обратно.

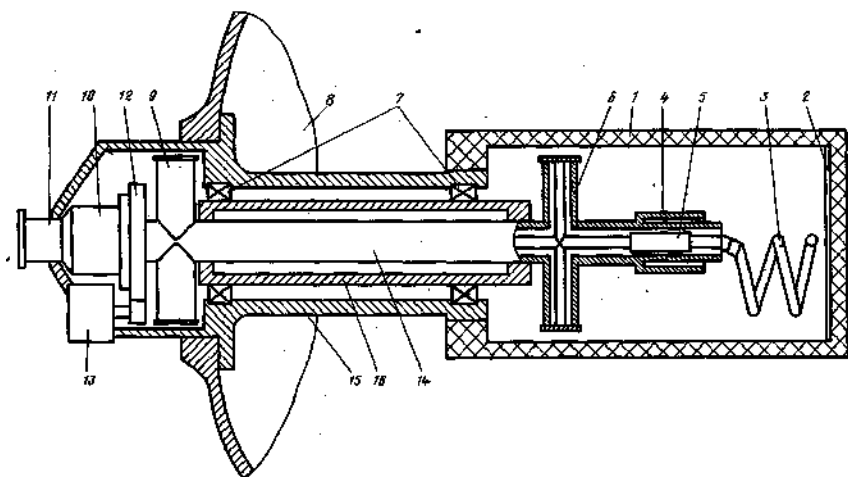


Рис. 13. Конструкция антенной головки.

1 — диэлектрический колпак, 2 — контррефлектор, 3 — спиральный излучатель, 4 — четверть-волновой стакан, 5 — четверть-волновой трансформатор, 6 — Т-образный изолятор, 7 — шарикоподшипник, 8 — параболический отражатель, 9 — Т-образный изолятор, 10 — быстровращающееся соединение, 11 — неподвижная секция фидера, 12 — редуктор, 13 — двигатель, 14 — подвижная секция фидера, 15 — опорный корпус, 16 — подвижный корпус.

Подвижная секция фидера 14 оканчивается спиральным излучателем 3, ось которого смещена относительно оси вращения подвижной секции. За счет этого смещения обеспечивается отклонение оси диаграммы направленности на угол, равный  $2,5^\circ$  относительно геометрической оси антенны, что приводит к коническому скани-

рованию ее диаграммы направленности при вращении излучателя. Спиральный излучатель размещен в диэлектрическом колпаке 1, на внутренней торцевой части которого установлен контррефлектор в виде диска из проводящего материала. Подвижная часть антенной головки получает вращение от электродвигателя 13 через понижающий редуктор 12.

Спиральный излучатель 3 излучает высокочастотную электромагнитную энергию как в сторону параболического рефлектора 8, так и в сторону контррефлектора 2. Энергия, попадающая на контррефлектор 2, отражается им обратно в сторону параболического рефлектора 8 и складывается с электромагнитной энергией, излученной спиралью 3 непосредственно в сторону рефлектора. Параболический рефлектор фокусирует излучаемую антенной головкой электромагнитную энергию в виде узкого луча (основной лепесток).

### *1.5.2. Работа АФС по структурной схеме*

Антенно-фидерная система работает следующим образом. При работе АФС на передачу СВЧ-сигнала передатчика 1 сигнал от передатчика 1 поступает через распределитель сигналов в циркулятор. В распределителе сигналов происходит ответвление части СВЧ-энергии на смеситель системы АПЧП и на волномер для контроля несущей частоты. Циркулятор предназначен для изменения уровня мощности сигнала передатчика 1, поступающего в антенну. В зависимости от направления магнитного поля, создаваемого электромагнитом, сигнал поступает в ЯЩ2.18 либо через правое плечо циркуляра, либо через левое. Через левое плечо сигнал проходит без ослабления, через правое плечо сигнал проходит с ослаблением на 12 дБ. Ослабление происходит в результате поглощения части мощности сигнала в нагрузочном сопротивлении циркулятора. Так как в элементе связи ЯЩ2.18 при переходе сигнала в основной тракт существует постоянное ослабление мощности на 12 дБ, то суммарное ослабление сигнала передатчика 1 будет складываться из ослабления в циркуляторе и ослабления в ЯЩ2.18 и составлять 12 дБ или 24 дБ. Степень ослабления определяется командами «+27 В Вкл 24 дБ» и «+27 В Вкл 12 дБ», поступающими на источник тока электромагнита циркулятора для изменения направления протекания тока в катушке электромагнита. Команды степени ослабления могут подаваться автоматически из ЭВМ или вручную с пульта оператора при установке тумблера СВЧ АТТ в положение 24 или 12 дБ. В автоматическом режиме ослабления сигнала передатчика 1 происходит на 24 дБ при дальности до радиозонда менее 500 м и на 12 дБ — при дальностях

от 500 до 3000 м. При достижении радиозондом дальности 3000 м передатчик 1 отключается и включается передатчик 2, сигнал которого проходит без ослабления.

Ячейка ЯЩ2.18 представляет собой секцию основного фидерного тракта, предназначенную для передачи СВЧ-энергии в основной тракт и для ответвления части ее в детекторную головку. В детекторной головке происходит выделение видеоимпульсов, поступающих на экран индикатора дальности БЩ5.2 для контроля формы и амплитуды огибающей СВЧ-сигнала передатчиков.

Ячейка ЯЩ2.19 предназначена для создания сигнала, имитирующего сигнал радиозонда, и передачи сигнала ИСРЗ в АФС. В режиме сопровождения радиозонда генератор ИСРЗ отключается, и фидерная секция используется для передачи сигналов по основному тракту как секция основного фидерного тракта.

Электромеханический СВЧ-переключатель «Антенна-Эквивалент» обеспечивает подключение передатчиков к антенне в режиме работы на излучение или к эквиваленту антенны, который является поглотителем мощности. Переключение с антенны на эквивалент осуществляется вручную по командам, поступающим с переключателя АНТ-ЭА пульта оператора. При установке переключателя в положение АНТ сигнал передатчика через азимутальное и угломестное вращающиеся соединения, через фидерную секцию ЯЩ2.13 и быстровращающееся соединение поступает в антенную головку.

Излучаемая антенной головкой электромагнитная энергия формируется параболическим рефлектором в узкий направленный луч. При вращении антенной головки луч описывает в пространстве коническую поверхность. При работе АФС на прием часть электромагнитной энергии, излучаемая радиозондом, поступает на параболический рефлектор, фокусируется им и концентрируется в антенной головке. Далее СВЧ-сигнал радиозонда через основной фидерный тракт поступает на вход приемной части потенциалотрона. Функции переключателя, подключающего основной фидерный тракт ко входу приемной части потенциалотрона или к выходу генераторной части потенциалотрона, выполняет сам потенциалотрон.

Ячейка ЯЩ2.13 предназначена для создания и передачи в АФС шумовых СВЧ-посылок, используемых для проверки чувствительности приемной системы. Ячейка включает генератор шума, выключатель, отключающий цепь шумового генератора от основного тракта, и фидерную секцию с элементом связи, через которую шумовой сигнал поступает в АФС.

### ***1.5.3. Органы управления АФС***

На пульте оператора БЩ6.01 расположены:

Тумблер АНТ-ЭА – для переключения режима «антенна-эквивалент»;

Тумблер АТТЕНЮАТОР АВТ-РУЧ;

Тумблер «АТТЕНЮАТОР 12 дБ – 24 дБ»;

Тумблер «ГОН вкл-выкл».

#### ***Контрольные вопросы:***

1. Назначение, состав АФС.
2. Работа АФС по структурной схеме.
3. Назначение Y-циркулятора.
4. Назначение переключателя «Антенна-эквивалент».
5. Назначение и устройство антенной головки
6. Органы управления АФС.

## 1.6. Система отображения информации

### 1.6.1. Назначение и состав СОИ

Система отображения информации Ш4 предназначена для оперативного представления координатной, метеорологической и контрольной информации на телевизионном экране видеоконтрольного устройства (ВКУ), а также регистрации массива информации на бумажной ленте алфавитно-цифрового печатающего устройства (АЦПУ).

Система отображения информации (СОИ) обеспечивает прием информации по мультиплексному каналу (МпК), запись в ОЗУ и в регистры, а также чтение записанной информации и преобразование ее в видеосигналы, индицирующие отметки на экране ВКУ. Также СОИ обеспечивает прием цифровой информации по МпК и передачу ее в АЦПУ.

На экране ВКУ отображаются буквы русского и латинского алфавитов, цифры и некоторые символы, а также следующие аналоговые данные:

- информация об отклонении радиозонда в пространстве от равносигнального направления диаграммы направленности антенны в виде точки относительно перекрестия;
- информация о текущем угле места в виде линейной шкалы и подвижной метки. На шкале риски располагаются соответственно с пределами изменения угла места от  $-2^{\circ}00'$  до  $15^{\circ}00'$  делений угломера и дискретностью  $1^{\circ}00'$  деление угломера;
- информация о текущем азимуте в виде подвижной метки и круговой шкалы. На шкале риски располагаются соответственно пределам изменения азимута от  $0^{\circ}00'$  до  $60^{\circ}00'$  делений угломера и дискретностью  $1^{\circ}00'$  деление угломера.

### 1.6.2. Работа СОИ по структурной схеме

СОИ связана с АВУ двумя внешними устройствами (ВнУ):

ВнУ 10 — для передачи информации на экран ВКУ;

ВнУ 11 — для регистрации информации на бумажной ленте АЦПУ.

Работа СОИ при отображении информации на экране ВКУ происходит следующим образом.

Информация, подлежащая отображению, через устройство сопряжения с МпК поступает в регистр, предназначенный для кратковременного хранения отображаемой информации.

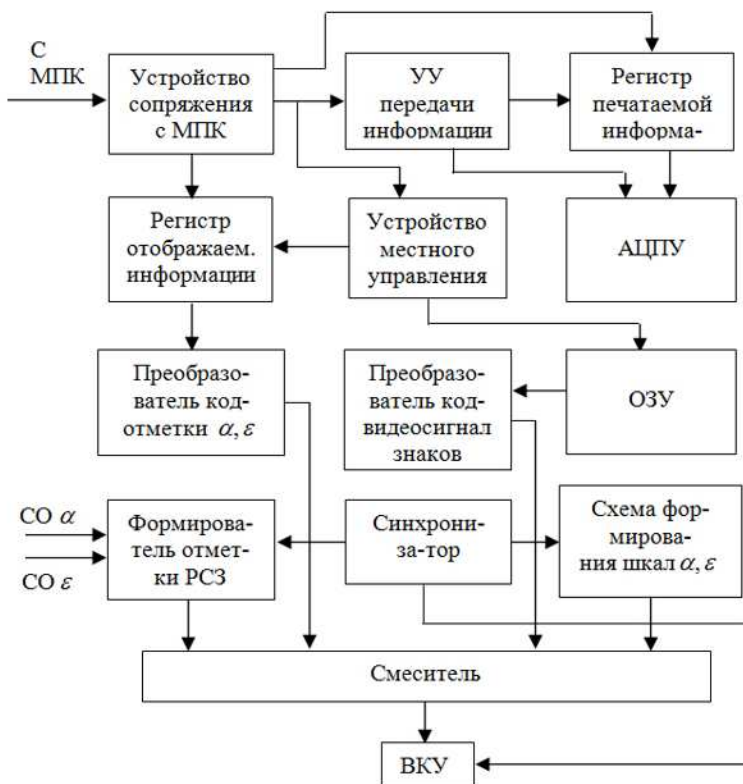


Рис. 14. Структурная схема системы отображения информации.

Информация, идущая по информационным МПК, поступает в буферный регистр отображаемой информации, предназначенный для кратковременного хранения ее. После того как устройство местного управления выработает соответствующий сигнал, информация из регистра отображаемой информации переписывается в регистры преобразователя «код-отметка  $\alpha$ ,  $\epsilon$ » или в ОЗУ.

Синхронизатор управляет темпом отображения информации и работой схем, формирующих видеосигналы для ВКУ. Он вырабатывает сетку синхронизирующих, частот, а также синхроимпульсы частоты, строк и кадров для управления лучом ВКУ. Частота задающего генератора синхронизатора, определяющая минимальные размеры дискретного элемента (точки), который можно отобразить на экране ВКУ, равна 6,5 МГц.

Формирование изображения шкал, знаков и отметок осуществляется телевизионным методом. При этом для управления лучом ВКУ используется прогрессивный телевизионный растр с частотой строк 15,625 кГц и частотой кадров 50 Гц. Подсветка элементов осуществляется в определенные моменты времени вдоль строки в соответствии с видом отображаемой информации.

Формирование шкал  $\alpha$ ,  $\epsilon$ , отметок  $\alpha$ ,  $\epsilon$  и перекрестия осуществляется цифровым способом. На экране ВКУ перекрестие отображается внутри круговой шкалы  $\alpha$ , а линейная шкала  $\epsilon$  — слева от шкалы  $\alpha$ . Отметки  $\alpha$ ,  $\epsilon$  располагаются соответственно снаружи шкалы  $\alpha$  и справа от шкалы  $\epsilon$ .

Формирователь отметки равносигнального направления преобразует напряжения сигналов ошибок СО  $\epsilon$  и СО  $\alpha$ , поступающих из СУА в виде выпрямленных пульсирующих напряжений в отметку положения радиозонда относительно пеленгационного направления.

Напряжения СО  $\epsilon$  и СО  $\alpha$  преобразуются в импульсные сигналы, длительности которых пропорциональны величинам напряжений СО  $\epsilon$  и СО  $\alpha$ .

Из этих импульсов схема формирует отметку, положение которой относительно перекрестия на экране ВКУ пропорционально длительностям этих импульсов, и, таким образом, величине отклонения радиозонда от равносигнальной зоны. Сигнал отметки с выхода схемы формирования через смеситель сигналов поступает на ВКУ.

### ***1.6.3. Органы управления СОИ***

Тумблер «АЦПУ ВКЛ.-ВЫКЛ.» расположен на панели блока питания АЦПУ.

Тумблер «ВКУ ВКЛ.-ВЫКЛ.» расположен на панели ВКУ.

Тумблер «ВКУ ДЕЖУРН.-РАБ» расположен на панели ВКУ.

#### ***Контрольные вопросы:***

1. Назначение и состав СОИ.
2. Работа СОИ по структурной схеме.
3. Органы управления СОИ.



## 1.7. Система обработки и управления

### 1.7.1. Назначение и состав СОУ

Система автоматической обработки данных и управления аппаратурой (СОУ) Щ6 предназначена для обработки первичной информации (координатной и метеорологической), а также управления работой аппаратуры изделия.

СОУ решает следующие задачи:

- обрабатывает координатную информацию (вводит поправку на ориентирование, вычисляет высоту до радиозонда, в радиолокационном режиме вычисляет дальность до радиозонда);
- обрабатывает метеорологические параметры и производит вычисление их в соответствии с метеозадачей;
- рассчитывает аэрологические телеграммы КН-04, СЛОЙ, ШТОРМ, а также таблицу ПРИЗЕМНЫЙ СЛОЙ;
- производит обработку и выдачу в систему отображения информации (СОИ) всей отображаемой и регистрируемой информации;
- вырабатывает команды управления аппаратурой изделия в процессе ее подготовки и зондирования атмосферы;
- обеспечивает совместно с аппаратурой системы автоматического контроля (САК) проведение автоматического функционального контроля.

В систему обработки и управления входят:

- специализированная электронно-вычислительная машина А15-1;
- система программного обеспечения, программы которой размещены в постоянной памяти (ПЗУ) ЭВМ;
- устройство ввода-вывода — блоки БЩ6.2 и БЩ6.3;
- таймер и преобразователь метеочастоты (входят в блок БЩ6.2);
- внешние устройства (ВнУ) для ввода и вывода данных (размещены в других системах изделия);
- панели управления БЩ6.01 и БЩ6.02 и блок Щ6.4 (обеспечивают ручное управление аппаратурой);
- устройство ввода-вывода (УВВ), совместно с ЭВМ образует автоматическое вычислительное устройство (АВУ).

### 1.7.2. Работа СОУ по структурной схеме

Из аппаратуры в ЭВМ принимаются следующие данные:

- информация о положении органов управления на пульте оператора;

- информация о координатах ( $\alpha, \epsilon, D$ );
- информация о длительности метеопериодов сигнала радиозонда (телеметрическая информация);
- информация о значениях параметров аппаратуры, контролируемых системой автоматического контроля (САК).

Из ЭВМ в аппаратуру выдаются следующие данные:

- информация, выдаваемая на экран ВКУ, о состоянии аппаратуры, принимаемых и вычисляемых параметрах;
- информация, выдаваемая на АЦПУ, о вычисленных метеопараметрах;
- информация о необходимости проведения управляющих действий аппаратуре (переключение режимов, подключение контрольных устройств и т.д.);
- информация об установке контрольной дальности и совершении поиска по дальности (используется для ФК);
- информация о необходимости отсчета заданного интервала времени.

Связь ЭВМ с внешними устройствами (ВНУ) осуществляется через УВВ по трем каналам: одному мультиплексному и двум селекторным. Мультиплексный канал обеспечивает одновременную связь с несколькими внешними устройствами (с разделением времени). Каждый селекторный канал связан только с одним ВНУ. Перечень ВНУ, подключенных к каждому из каналов, номер, присвоенный каждому ВНУ, а также вид обмена (ввод информации в ЭВМ или вывод) приведены табл. 3. Схема сопряжения внешних устройств с УВВ приведена на рис. 17.

Все ВНУ подключены ко всем шинам МпК параллельно, исключая шину «Вызов ВНУ», которая последовательно обходит все ВНУ в порядке их приоритета.

Таблица 3

**Перечень ВНУ по каналам**

| Канал  | Блок  | Номер<br>ВНУ | Наименование ВНУ                    | Тип обмена<br>относительно<br>АВУ |
|--------|-------|--------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| 1. МПК | БЩ6.5 | 01           | Пульт оператора (БЩ6.02)            | Прием                             |
| 2. МПК | БЩ6.5 | 02           | Пульт оператора (БЩ6.01)            | Прием                             |
| 3. МПК | БЩ5.3 | 03           | Система определения координат (СОК) | Прием                             |
| 4. МПК | БЩ5.3 | 04           | Система определения координат (СОК) | Выдача                            |
| 5. МПК | БЩ4.3 | 10           | Видеоконтрольное устройство (ВКУ)   | Выдача                            |
| 6. МПК | БЩ4.3 | 11           | АЦПУ                                | Выдача                            |
| 7. МПК | БЩ9.6 | 12           | Преобразователи «Аналог-код»        | Прием                             |

| Канал   | Блок  | Номер ВнУ | Наименование ВнУ                                | Тип обмена относительно АВУ |
|---------|-------|-----------|-------------------------------------------------|-----------------------------|
| 8. МПК  | БЩ9.6 | 13        | Приемник кодов команд и контрольных точек       | Выдача                      |
| 9. СЛК  | БЩ6.2 | 41        | Таймер                                          | Выдача                      |
| 10. СЛК | БЩ6.2 | 61        | Преобразователь длительности метеочастоты в код | Прием                       |

Обмен информацией между ЭВМ и УВВ производится шестнадцатиразрядным словом.

Обмен информацией между УВВ и ВнУ производится байтами.

Ручное управление аппаратурой изделия обеспечивается панелью БЩ6.01 и БЩ6.02, размещенными на пульте оператора и блоком БЩ6.4, размещенным в шкафу ШЩ03.

Панель управления БЩ6.01 обеспечивает включение всех систем изделия, а также ручное управление всеми системами, кроме ЭВМ.

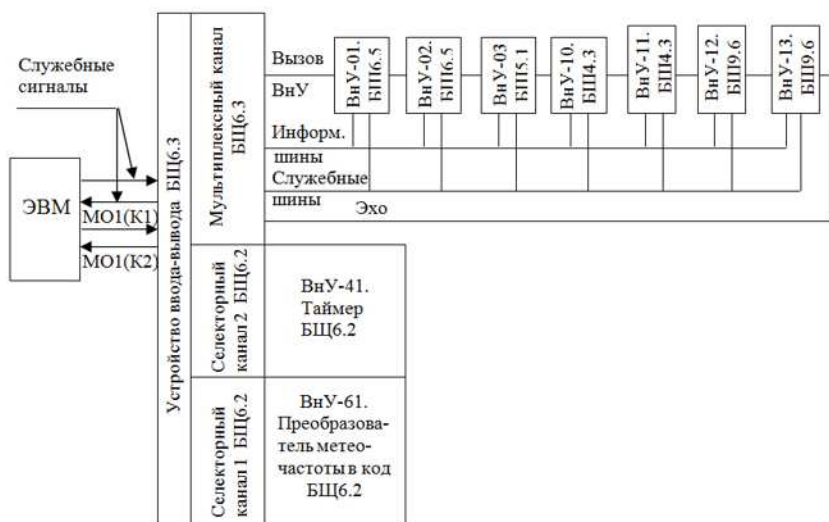


Рис. 15. Схема сопряжения внешних устройств с УВВ.

Дополнительно к панели БЩ6.01 для ручного управления СУА и СОК на пульте управления размещены устройство ручного наведения по азимуту и углу места (БЩ6.04) и устройство ручного наведения по дальности (БЩ6.05).

Панель управления БЩ6.02 обеспечивает ручное управление АВУ. На ней размещены клавиши управления режимами ЭВМ и АВУ, а также алфавитно-цифровая клавиатура (АЦК) для ввода информации в ЭВМ.

Блок БЩ6.4 обеспечивает ручное управление имитаторам сигнала радиозонда. На БЩ6.4 размещен также прибор для контроля режимов отдельных систем изделия.

**Система программного обеспечения (ПО)** в процессе решения задачи зондирования работает в следующих режимах: ожидание:

- функциональный контроль,
- ввод,
- подготовка,
- полет,
- вывод.

Возможные переходы между различными режимами приведены на рисунке.



Рис. 16. Возможные переходы между различными режимами ПО.

Работа ПО начинается с режима «Ожидание», в который оно переходит после включения аппаратуры и проведения тестового контроля.

ПО «Аэрология 03» — из меню ПО.

В режиме «Ожидание» обеспечивается ориентирование изделия.

Из режима «Ожидание» возможен переход в режим «ФК» или в режим «Ввод». Переход осуществляется нажатием соответствующей кнопки на пульте БЩ6.02.

Режим «ФК» используется для проведения функционального контроля аппаратуры изделия.

Режим «Ввод» используется для ввода в ЭВМ начальных данных, необходимых для расчетов при зондировании и формировании выходных документов.

Перечень вводимых параметров высвечивается на экране ВКУ в виде меню идентификаторов.

Значение периодов метеочастот ( $Q_0$ ,  $Q_T$ ,  $Q_U$ ) вводятся автоматически при наличии сигнала радиозонда.

После ввода коэффициентов радиозонда (радиоблока и датчиков) и значений метеопериодов ПО обеспечивает проверку градуировочной характеристики радиозонда с отпечатыванием результатов проверки на ленте принтера.

Проверка характеристики радиозонда производится по следующим критериям:

- по температуре радиозонд считается исправным, если расхождение между введенной с клавиатуры температурой  $T_0$  и температурой  $T_b$ , рассчитанной по данным, поступающим с радиозонда, не превышает  $2^\circ\text{C}$ ;
- по влажности зонд считается исправным, если расхождение между введенной с клавиатуры влажностью  $U_0$  и влажностью  $U_b$ , рассчитанной по данным, поступающим с радиозонда, не превышает 15 %.

В процессе ввода данных обеспечивается индикация вводимых параметров, а после окончания ввода — отпечатывание введенных данных на ленте принтера (после ввода команды ПД).

Режим «Подготовка» следует за режимом «Ввод». Переход из режима «Ввод» в режим «Подготовка» происходит при нажатии клавиши «Работа» на пульте БЩ6.02.

Основное назначение режима «Подготовка» заключается в подготовке изделия к непосредственному выпуску радиозонда.

Дополнительно в режиме «Подготовка» обеспечивается:

- прием и индикация метеочастот;
- расчет и индикация на экране телеметрических параметров, измеряемых радиозондом (температура —  $T_b$   $^\circ\text{C}$ , влажность —  $U_b$  %);
- вычисление и индикация высоты радиозонда.

Переход из режима «Подготовка» в режим «Полет» происходит после нажатия клавиши ПУСК на панели БЩ6.01.

Основным назначением режима «Полет» является проведение в процессе полета радиозонда расчета метеопараметров в соответствии со схемой решения задачи и выдача их на экран монитора и ленту принтера.

Исходными данными для расчета являются телеметрические данные, поступающие с радиозонда, и данные о координатах радиозонда, поступающие с аппаратуры изделия.

В процессе полета радиозонда с аппаратуры изделия через ВнУ-03 поступают данные о значениях дальностях ( $D$ ), угла места ( $E$ ) и азимута ( $A$ ). По этим данным вычисляются значения скорости и направления ветра, а также высота подъема радиозонда.

ПО обеспечивает в режиме «Полет» индикацию на экране и отпечатывание на ленте принтера следующих метеопараметров:

- параметров на стандартных изобарических поверхностях (высота  $H$  — в м, давление  $P$  — в мбар, температура  $T$  — в  $^{\circ}\text{C}$ , дефицит точки росы  $TD$  — в  $^{\circ}\text{C}$ , азимут ветра — в градусах, скорость ветра — в метрах в секунду). На ленте принтера перед строкой параметров на изобарической поверхности отпечатывается обозначение ИП;
- параметров в особых точках по температуре и влажности ( $P, H, T, TD$ ). На ленте принтера перед строкой этих параметров отпечатывается обозначение  $T_v$ ;
- параметров в особых точках по ветру ( $P, H, AV, V$ ). На ленте принтера перед строкой этих параметров отпечатывается обозначение  $B$ ;
- параметров на уровне тропопаузы ( $P, H, T, TD, AV, V$ ). На ленте принтера перед строкой этих параметров отпечатывается обозначение  $T_p$ ;
- параметров на уровнях максимумов ветра ( $H, P, AV, V_A, V_B$ ). На ленте принтера перед строкой этих параметров отпечатывается обозначение  $MV$ ;
- информации о штормовой скорости ветра. На экране и ленте принтера — телеграмма ШТОРМ в закодированном виде;
- параметров на стандартных аэрологических высотах ( $AB$ ) в нижней строке экрана в следующей последовательности: высота (м), давление (мбар), температура ( $^{\circ}\text{C}$ ), и в скобках градиент температуры между предыдущей и текущей высотами, влажность (%), и в скобках дефицит точки росы, направление ветра (градусы), скорость ветра (м/с).

Меню задач режима «Полет» при виде зондирования КН-04 предусматривает возможность выдачи на экран и печать в процессе полета следующих документов:

- таблицы ПРИЗЕМНЫЙ СЛОЙ;
- частей  $A$  и  $B$  аэрологической телеграммы КН-04;

- частей *C* и *D* аэрологической телеграммы КН-04 до достигнутой высоты зондирования;
- данных о среднем ветре (телеграммы СЛОЙ) до достигнутой высоты;
- расчета ОБЛЕДЕНЕНИЕ;
- данных о вертикальной устойчивости атмосферы (число Ричардсона). Дополнительно в режиме «Полет» ПО обеспечивает:
- прием и индикацию периодов метеочастот;
- расчет и индикацию на экране телеметрических параметров, измеряемых радиозондом ( $T$ ,  $U$ );
- вычисление и индикацию на экране высоты радиозонда и дальности до радиозонда;
- вычисление и индикацию на экране давления на границе последней зоны ( $P$ );
- возможность перевода кода облачности; возможность отмены пуска в возвращением в режим «Подготовка»;

При принятии решения о прекращении зондирования ПО переводится в режим работы «Вывод».

Переход в режим «Вывод» осуществляется последовательным нажатием клавиш СТОП на БЩ6.01 и кнопки «Вывод» на пульте БЩ6.01.

Основное назначение режима «Вывод» — формирование и вывод конечных документов по результатам зондирования.

Меню режима «Вывод» предусматривает возможность выдачи на экран и печать следующих документов:

- частей *A* и *B* аэрологической телеграммы КН-04;
- частей *C* и *D* аэрологической телеграммы КН-04 до достигнутой высоты зондирования;
- данных о среднем ветре (телеграмма СЛОЙ) до достигнутой высоты;
- таблицы ПРИЗЕМНЫЙ СЛОЙ;
- расчета ОБЛЕДЕНЕНИЕ;
- данных о вертикальной устойчивости атмосферы.

### ***1.7.3. Органы управления СОУ***

#### ***Панель управления БЩ6.01***

Панель управления БЩ6.01 предназначена для:

- централизованного и автономного включения блоков (кроме вспомогательной аппаратуры);
- управления работой аппаратуры в период предполетной подготовки радиозонда и проведения зондирования;
- переключения режимов работы систем и устройств;

- индикации с помощью сигнальных индикаторов режимов работы и состояния систем и устройств.

Панель БЩ6.01 разделена на зоны по функциональному назначению органов управления и индикации. Зонам присвоены следующие номера:

- 1 — зона автономного включения блоков;
- 2 — зона управления пуском;
- 3 — зона управления системой дальности;
- 4 — зона управления передающей системой;
- 5 — зона централизованного включения блоков;
- 6 — зона выбора режима обработки метеочастот;
- 7 — зона управления приемной системой;
- 8 — зона управления работой ИКШ;
- 9 — зона управления работой антенны;
- 10 — зона выбора типа радиозонда.

Питание БЩ6.01 осуществляется от источника питания +27 В, расположенного в БЩ8.7, и источника +5 В, расположенного в БЩ6.1.

При включении тумблера АВТОНОМ ВКЛ БЛОКОВ (зона 1) обеспечивается автономное включение блоков и накала БЩ1.1, после включения тумблера с маркировкой соответствующего блока.

При установке тумблера БЛОКИ (зона 5) в положение ВКЛ обеспечивается: общее включение всех блоков (кроме блоков вспомогательной аппаратуры); накала БЩ1.1 и высокого ЭСУ независимо от положения тумблеров зоны 1. Индикация включения накала БЩ1.1 и высокого напряжения ЭСУ производится индикаторами «НАКАЛ» БЩ1.1 ВКЛ и «ВЫСОКОЕ ЭСУ» соответственно.

При неисправном питании какого-либо из включенных блоков по сигналу «+27 В Неиспр. пит.», поступающему из этого блока, загорается индикатор БЛОКИ НЕИСПР ПИТ — (зона 5).

Включение тумблера МЕСТ УПРАВЛ ПрД ВКЛ блокирует выдачу команд на включение высокого напряжения передатчика с БЩ6.01, при этом на панели управления загорается индикатор МЕСТ УПРАВЛ ПрД ВКЛ, а включение высокого напряжения возможно только с панели БЩ1.1.

При нажатии клавиши ПУСК кнопочного переключателя ПУСК-СТОП (зона 2) формируется команда «Пуск», по которой включается счет полетного времени и программа переходит в режим «Полет». При нажатии клавиши СТОП происходит останов счета полетного времени радиозонда.

Тумблером ПЛ-РЛ (зона 3) обеспечивается выбор режима зондирования и блокируется запуск передатчика в радиопеленгационном режиме (ПЛ).



Тумблером ДАЛЬНОСТЬ АВТ-РУЧ выбирается режим сопровождения радиозонда по дальности (режим РЛ).

Тумблером ПРИЗНАК АСД АВТ-РУЧ обеспечивается формирование команды « $\perp$  Признак АСД».

Тумблером ПЕРЕБРОС ДАЛЬН ВКЛ-ОТКЛ (зона 3) в ручном режиме сопровождения обеспечивается изменение СКОРОСТИ перемещения следящих стробов.

При установке тумблера ЗОНД ЗАХВ-ПОТЕРЯН в положение ПОТЕРЯН загорается индикатор ЗОНД ПОТЕРЯН, снимается сигнал "Зонд Захват" и происходит останов расчета выходных данных зондирования и выдачи их на принтер.

Тумблером АНТ-ЭА выбирается режим работы передатчиков: на антенну или на эквивалент антенны. Индикаторы АНТ и ЭА сигнализируют о выбранном режиме работы.

Через 3–5 мин после включения блоков питания загорается индикатор ГОТОВ на панели управления, сигнализируя о разрешении включения высокого напряжения передатчика. Выдача команды на включение высокого напряжения передатчика осуществляется нажатием клавиши ВЫСОКОЕ ПРД ВКЛ. Высокое напряжение на передатчик подается при следующих условиях: блок БЩ2.2 закрыт крышкой; блок БЩ1.1 установлен в рабочее положение; величина тока соленоида близка к номинальной.

При включения высокого напряжения передатчика загорается один из индикаторов "1" или "2" соответствующий работающему генератору. Выбор генератора осуществляется вручную или автоматически установкой переключателя ПЕРЕКЛ Прд "1-АВТ-2" в соответствующее положение.

Напряжение накала на генератор 1 подается в течение времени зондирования. После включения генератора 2 снятие напряжения накала с генератора 1 производится нажатием кнопки НАКАЛ Г1 ОТКЛ. Вновь включение накала генератора 1 осуществляется нажатием кнопки НАКАЛ Г1 ВКЛ. Во время работы Прд 1 на БЩ6.01 с БЩ6.4 поступает команда "+27 В Прд. 1 Общ.", блокирующая ручное включение накала генератора 1 и выдачу команды "+27 В Накал Прд. 1 Откл."

Выбор режима автоматической или ручной перестройки частоты передатчика (в режиме РЛ) или настройки преселектора (приемной части потенциалотрона) приемника (в режиме ПЛ) осуществляется переключателем АПЧП-АУЧП-РПЧП. В режиме РПЧП кнопками "<" и ">" передатчик (преселектор) настраивается на необходимую частоту диапазона. При установке механизма перестройки на один из упоров загорается соответствующий индикатор УПОРЫ "<" или ">".

Частота автоматической настройки передатчика (преселектора) может быть сдвинута вручную относительно средней частоты на  $\pm 5$  МГц (РЛ) или  $\pm 10$  МГц (ПЛ) переключателем СДВИГ  $f$  МГц. Кроме того, во время ФК (РЛ) автоматически осуществляется сдвиг частоты передатчика на 3 МГц.

Тумблеры АТТЕН управляют циркулятором в БЩ2.2. Команда на включение затухания 24 дБ подается тумблером «12 дБ-24 дБ» (при установке тумблера АВТ-РУЧ — в положение РУЧ). Отсутствие команды соответствует затуханию 12 дБ. При установке тумблера АВТ-РУЧ — в положение АВТ команда на включение того или иного затухания выдается с блока БЩ9.6.

В зоне 6 расположены органы управления режимом обработки метеочастот: клавиша КОНТР и тумблер СЕЛ-РАЗД. При нажатии клавиши и установке тумблера в определенное положение в БЩ6.1 поступает соответствующая совокупность логических сигналов, передаваемая через ВнУ-02 в ЭВМ.

Тумблером НАКАЧКА-АВТ-РУЧ выбирается режим включения накачки. Тумблером НАКАЧКА ВКЛ-ОТКЛ в ручном режиме включают или отключают накачку. При установке тумблера НАКАЧКА АВТ-РУЧ в положение АВТ команда поступает с блока БЩ9.6.

Тумблером АПЧГ-РЕЗЕРВ ОК осуществляется включение канала АПЧГ вместо основного канала. При этом управление настройкой частоты гетеродина возможно только вручную. Тумблерами АПЧ 465 ОК-РПЧ и АПЧ 465 АПЧГ-РПЧ выбираются режимы автоматической или ручной подстройки частоты гетеродинов 465 кГц основного канала и канала АПЧГ. Сигналы ручной перестройки частоты гетеродинов 465 кГц снимаются с переменных резисторов РПЧ.

Тумблерами АРУ 30 ОК-РРУ, АРУ 30 АПЧГ-РРУ, АРУ 465 ОК-РРУ и АРУ 465 АПЧГ-РРУ в положении РРУ выдаются команды на включение режимов ручной регулировки усиления. Напряжения ручной регулировки усиления снимаются с переменных резисторов РРУ.

При установке тумблера ПАМЯТЬ ВКЛ-ОТКЛ в положение ВКЛ происходит фиксация частот гетеродина СВЧ и гетеродина 465 кГц.

Переключателем АПЧГ-РПЧГ-ПАПЧ выбирается режим работы схемы перестройки частоты гетеродина СВЧ. При установке переключателя в положение РПЧГ перестройка частоты гетеродина во всем диапазоне осуществляется вручную с помощью потенциометра РПЧГ. В режиме ПАПЧ перестройка частоты гетеродина СВЧ происходит автоматически, но в более узком диапазоне частот по сравнению с режимом АПЧГ, а потенциометром РПЧГ этот узкий диапазон перемещается по всему диапазону.

Клавишами АВТ и РУЧ выбирается режим сопровождения радиозонда по угловым координатам. Клавишами εВКЛ, αВКЛ, εОТКЛ, αОТКЛ включаются и выключаются соответствующие двигатели привода антенны. Индикаторы εВКЛ и αВКЛ сигнализируют о включении соответствующих двигателей.

При установке тумблера МЕСТ УПРАВЛ АНТ ВКЛ-ОТКЛ в положение ВКЛ снимаются напряжения управления с приводов антенной колонки и загорается индикатор МЕСТ УПРАВЛ АНТ.

При стопорении антенной колонки по азимуту или углу места, а также при включении тумблера блокировки на антенной колонке на панели управления БЩ6.01 гаснет индикатор БЛОКИР АНТ ОТКЛ.

Тумблером ГОН ВКЛ-ОТКЛ включается двигатель генератора опорного напряжения. При выключении ГОН загорается индикатор ГОН ОТКЛ.

Переключателем ПОЛОСА ШИР-АВТ-УЗК выбирается полоса следящей системы управления антенной. Индикаторы ШИР и УЗК сигнализируют о включении соответствующей полосы. При установке переключателя в положение АВТ и при условии автоматического сопровождения радиозонда по угловым координатам полоса следящей системы выбирается автоматически в зависимости от дальности. В ручном режиме сопровождения радиозонда по угловым координатам независимо от положения переключателя включается широкая полоса. В режиме ручного сопровождения по дальности (тумблер ДАЛЬНОСТЬ АВТ-РУЧ в положении РУЧ) включением тумблера ИМИТАЦИЯ полета ВКЛ-ОТКЛ обеспечивается перемещение стробов по дальности. Скорость перемещения стробов задается переменным резистором СКОРОСТЬ.

### ***Панель управления БЩ6.02***

Панель управления БЩ6.02 предназначена для:

- управления режимами работы изделия;
- управления работой устройства ввода-вывода (УВВ);
- звуковой сигнализации о прерывании обмена в системе Щ6;
- индикации с помощью светодиодов режимов работы УВВ и состояния системного блока ЭВМ.

Питание БЩ6.02 осуществляется от источника +27 В, размещенного в блоке БЩ8.7 и источника +5 В, размещенного в блоке БЩ6.1.

Кнопки СБРОС и ТЕСТЫ служат для запуска тестов УВВ (при их последовательном нажатии). При этом загорается индикатор ТЕСТЫ, а после их прохождения индикатор ТЕСТЫ гаснет и загорается индикатор ИСПРАВНОСТЬ. Тесты УВВ запускаются также при подаче

питания на БЩ6.1 и при нажатии кнопки ПЕРЕЗАПУСК на БЩ6.1. При этом на БЩ6.02 сначала кратковременно загорается индикатор ГОТОВНОСТЬ, а затем загорается индикатор ТЕСТЫ и (после их прохождения) индикатор ИСПРАВНОСТЬ (индикатор ТЕСТЫ при этом гаснет).

При сбое в работе УБВ на БЩ6.02 загорается индикатор СБОЙ и звучит звуковая сигнализация. Для устранения сбоя необходимо нажать на БЩ6.02 последовательно кнопки СБРОС и ЗАПУСК.

### **Блок БЩ6.4**

На передней панели блока установлены следующие органы управления:

- органы управления ИСРЗ, включающие переключатель УПРАВЛ ИСРЗ (выбирающий ручной или автоматический режим управления ИСРЗ), переключатель  $F_{\text{суп}}$  (выбирающий режим управления частотой суперизации и величину ее расстройки) и тумблеров ручного управления имитатором сигналов радиозонда;
- тумблер ИСРЗ ВКЛ-ОТКЛ;
- тумблер ДАЛЬНОСТЬ 10 км – ПЛАВНО, устанавливающий ответную паузу имитатора на фиксированную дальность 10 км или включающий плавную установку дальности в пределах от 0 до 110 км при помощи потенциометра ДАЛЬН ПЛАВНО;
- тумблер ПОЛЕТ-ОТКЛ, включающий перемещение ответной паузы радиозонда по дальности с фиксированной скоростью и производящий подготовку режима имитации полета по давлению;
- тумблер МЕТЕО КОНТРОЛЬ 1639, 8744(26233)-МЕТЕО ИМИТАЦИЯ ЗОНДА, включающий фиксированные значения метеопериодов или произвольную установку метеопериодов потенциометром МЕТЕО ПЛАВНО;
- кнопочный переключатель " $\uparrow \epsilon - \downarrow \epsilon - \bar{\alpha} - \bar{\alpha} - \text{ОТКЛ}$ " имитирующий сигнал рассогласования между направлением на зонд и положением равносигнальной зоны;
- схема ручного контроля систем изделия, состоящая из: индикаторного прибора; двух переключателей выбора контролируемых параметров систем и органов калибровки индикаторного прибора.

---

***Контрольные вопросы:***

1. Назначение и решаемые задачи СОУ.
2. Состав СОУ.
3. Какие данные принимаются ЭВМ из аппаратуры.
4. Перечислить внешние устройства (ВнУ), подключенные к ЭВМ.
5. Перечислить органы управления СОУ, расположенные на панели управления БЩ6.01.
6. Перечислить органы управления СОУ, расположенные на панели управления БЩ6.02.
7. Перечислить органы управления СОУ, расположенные на блоке БЩ6.4.

## 1.8. Приемная система

### 1.8.1. Назначение, состав приемной системы

Приемная система предназначена для усиления сигналов радиозонда, несущих информацию о его координатах и метеоданных, выделения этой информации и выдачи ее системе определения координат (СОК), каналу управления антенной (КУА), метеопреобразователю и системе автоматической подстройки частоты гетеродина СВЧ.

Приемная система включает в себя следующие составные части:

- усилитель высокой частоты — приемная часть потенциалотрона;
- блок БЩ3.3 — смеситель и гетеродин СВЧ, предварительный усилитель промежуточной частоты (в блоке БЩ3.3 размещены также смеситель и предварительный усилитель системы АПЧП);
- блок БЩ3.5 — главный усилитель промежуточной частоты, схемы выделения сигналов, выдаваемых в каналы дальности (КД), угловой автоматики (КУА), выделения метеочастот и в систему АПЧГ;
- блок БЩ3.6 — схема выделения сигналов метеочастоты радиозонда "FМетео", схема формирования сигнала ПЕРЕПАД и схема формирования модулирующих сигналов генератора ИСРЗ;
- ячейку ЯЩ3.30 — модулятор генератора ИСРЗ;
- ячейку ЯЩ3.11 — фильтр СВЧ (обеспечивает подавление сигнала зеркальной частоты на 30 дБ).

Потенциалотрон, блок БЩ3.3, ячейки ЯЩ3.11 и ЯЩ3.30 размещены в контейнере ШЩ02 неотапливаемого отсека, блоки БЩ3.5 и БЩ3.6 — в шкафу ШЩ03 отапливаемого отсека.

### 1.8.2. Работа приемной системы по структурной схеме

Функционально приемная система состоит из общей части и двух каналов: основного канала и канала автоматической подстройки частоты гетеродина (АПЧГ).

Приемная система построена по супергетеродинной схеме с тройным преобразованием частоты. В ней применены автоматическая и ручная подстройка частоты гетеродина СВЧ, а также автоматическая и ручная регулировки усиления каскадов промежуточных частот.

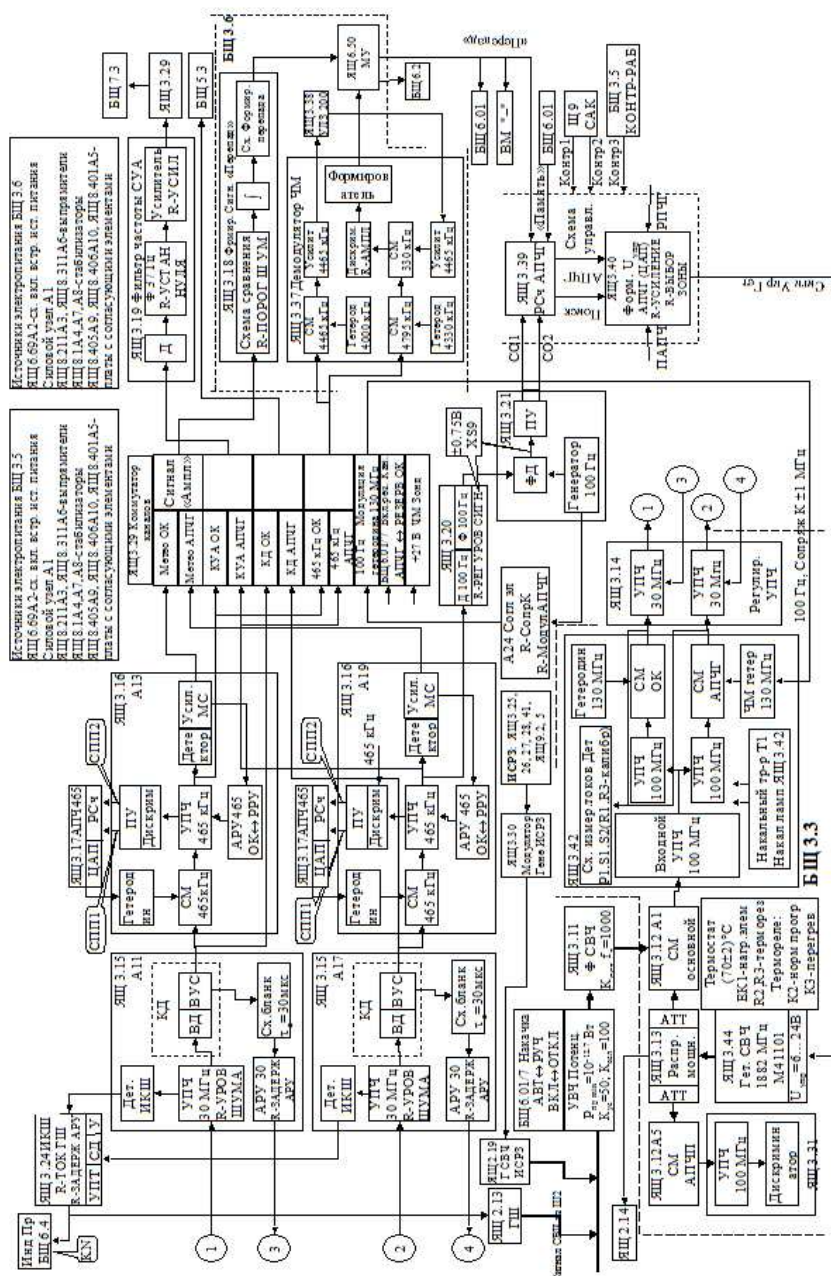


Рис. 17. Структурная схема приемной системы ЩЗ.

Первая промежуточная частота 100 МГц выбрана для обеспечения избирательности по зеркальному каналу. Вторая промежуточная частота 30 МГц выбрана из условия получения оптимальной полосы пропускания, сопряженной со спектром частот радиозонда. На частоте 30 МГц происходит основное усиление сигналов до уровней, необходимых для работы системы определения координат. Третье преобразование (в частоту 465 кГц) применено для построения системы АПЧ-465 кГц. Система АПЧ-465 кГц позволяет исключить влияние изменения частоты суперизации радиозонда 800 (600) кГц на работу метеопреобразователя.

Сигнал радиозонда, принятый антенной, по фидерному тракту поступает на вход приемной части потенциалотрона, выполняющей функции малошумящего усилителя СВЧ.

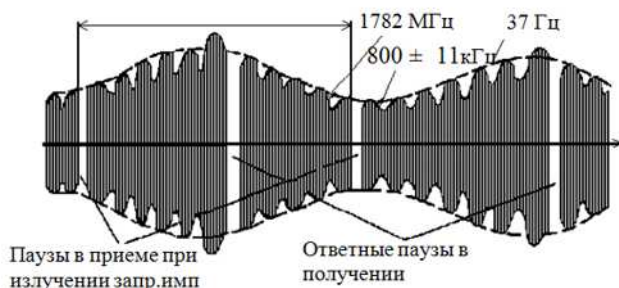


Рис. 18. Сигнал радиозонда на входе приемной системы.

Низкий коэффициент шума усилителя СВЧ определяет высокую чувствительность всей приемной системы. Входные и выходные резонансные элементы СВЧ (фидеры и объемные резонаторы) позволяют из всех принимаемых антенной сигналов выделить сигналы несущей частоты радиозонда, на которую настроен усилитель.

Для устранения перегрузки приемника сигналом радиозонда, находящегося на малых дальностях, предусмотрено автоматическое уменьшение усиления потенциалотрона приблизительно на 20 дБ путем отключения напряжения накачки потенциалотрона. С потенциалотрона усиленный СВЧ-сигнал (17 дБ) поступает на фильтр СВЧ ЯЩ3.11, который совместно с резонансной системой потенциалотрона обеспечивает необходимое подавление сигналов на побочных (зеркальном) каналах приема.

С выхода фильтра СВЧ-сигнал (1772 МГц) поступает на вход балансного смесителя СВЧ ЯЩ3.12 А1 блока БЩ3.3. Сюда же через распределитель мощности ЯЩ3.13 поступает сигнал гетеродина СВЧ, частота



которого на 100 МГц выше частоты принимаемого сигнала (1882 МГц). От распределителя мощности сигнал поступает также на смеситель системы АПЧП (ЯЩ3.12 А5) и в волномер (ЯЩ2.14) для измерения частоты сигнала гетеродина. В балансном смесителе происходит преобразование частоты сигнала радиозонда в первую промежуточную частоту 100 МГц. После усиления в УПЧ сигнал 100 МГц с помощью двух гетеродинов 130 МГц в смесителе преобразуется во вторую промежуточную частоту 30 МГц и разделяется на два канала: основной и АПЧГ. В работе приемной системы участвуют оба канала. Основной канал усиливает сигнал, полученный от радиозонда, преобразует его и через коммутатор (ЯЩ3.29) направляет к системам: СОК, СУА, СОИ и САК. Канал АПЧГ, используя сигнал радиозонда, обеспечивает автоматическую подстройку частоты гетеродина СВЧ при изменении несущей частоты сигнала радиозонда.

### *1.8.3. Система автоматической подстройки частоты гетеродина*

Приемный тракт канала АПЧГ выполнен аналогично приемному тракту основного канала и содержит дополнительно схемы, позволяющие выделить сигнал ошибки, пропорциональный величине и знаку ухода промежуточной частоты 100 МГц относительно номинального значения, и сформировать напряжение управления гетеродином СВЧ. К таким схемам относятся: детектор огибающей 100 Гц, усилитель 100 Гц, фазовый детектор, генератор 100 Гц и схема управления частотой гетеродина (ЯЩ3.20, ЯЩ3.21, ЯЩ3.39, ЯЩ3.40).

Для получения сигнала ошибки в канале АПЧГ производится частотная модуляция сигнала гетеродина 130 МГц сигналом генератора 100 Гц. В результате этого любое изменение промежуточной частоты 100 МГц, вызванное изменением несущей частоты радиозонда, приводит к амплитудной модуляции с частотой 100 Гц сигнала на выходе регулируемого УПЧ 30 МГц. Глубина амплитудной модуляции зависит от величины ухода промежуточной частоты 100 МГц, следовательно, и ухода промежуточной частоты 30 МГц, а фаза огибающей 100 Гц определяется знаком ухода промежуточной частоты 30 МГц.

При уходах частоты в область больших значений относительно средней частоты настройки УПЧ фаза огибающей 100 Гц будет отличаться от фазы напряжения генератора 100 Гц на  $180^\circ$ . При уходах частоты в область меньших значений ( $f_{\text{пром}} < 30$  МГц) фаза огибающей 100 Гц и фаза напряжения генератора 100 Гц будут совпадать.

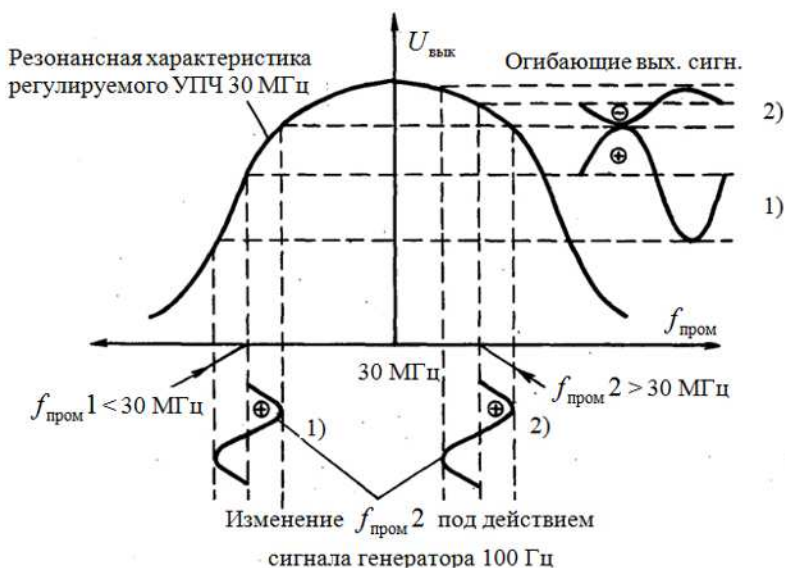


Рис. 19. Образование сигнала ошибки 100 Гц в канале АПЧГ.

С выхода УПЧ 465 кГц канала АПЧГ (ЯЩ3.16 А19) сигнал поступает на детектор огибающей 100 Гц (ЯЩ3.20). После выделения и усиления сигнал ошибки (~СО 100 Гц) поступает на фазовый детектор (ЯЩ3.21). На другой вход фазового детектора поступает сигнал с генератора 100 Гц. На выходе фазового детектора образуется двухполярный сигнал ошибки, пропорциональный величине и знаку ухода частоты радиозонда. Этот сигнал в схеме управления частотой гетеродина (ЯЩ3.39, ЯЩ3.40) преобразуется в управляющее напряжение (6–24 В), которое поступает в СВЧ-гетеродин для подстройки его частоты. Подстройка частоты гетеродина СВЧ продолжается до тех пор, пока значение промежуточной частоты 100 МГц не станет равным номинальному значению.

Предусмотрены три режима управления частотой гетеродина СВЧ: РПЧГ, АПЧГ, ПАПЧ. Выбор режима осуществляется переключателем АПЧГ-РПЧГ-ПАПЧ пульта оператора.

В режиме РПЧГ (ручная подстройка частоты гетеродина) напряжение с потенциометра РПЧГ пульта оператора поступает на гетеродин и определяет его частоту.

В режиме АПЧГ (автоматическая подстройка частоты гетеродина) уход несущей частоты радиозонда отслеживается автоматически системой АПЧГ, как описано выше.

В режимах РПЧГ и АПЧГ подстройка частоты гетеродина СВЧ производится в пределах, охватывающих весь возможный диапазон перестройки.

В режиме ПАПЧ (полуавтоматической подстройки частоты) изменение управляющего напряжения гетеродина СВЧ в небольшом пределе производится системой АПЧГ симметрично относительно напряжения, выставленного вручную потенциометром РПЧГ.

Гетеродин 130 МГц основного канала является неперестраиваемым генератором. Гетеродин 130 МГц канала АПЧГ имеет возможность перестройки частоты в небольшом пределе. Для точной подстройки частоты гетеродина 130 МГц канала АПЧГ на частоту 130 МГц гетеродина основного канала на гетеродин канала АПЧГ одновременно с модулирующим сигналом 100 Гц подается напряжение «Сопряж. К» (сопряжения каналов), которым гетеродины сопрягаются с точностью  $\pm 1$  МГц.

В приемной системе предусмотрен режим резервирования, когда канал АПЧГ используется в качестве основного канала при выходе последнего из строя. Переключение каналов осуществляется с пульта оператора установкой переключателя АПЧГ-РЕЗЕРВ ОСН в положение РЕЗЕРВ ОСН. При этом с помощью коммутатора (ЯЩ3.29) ко входам систем СОК, СОИ, САУ и САК подключаются каскады канала АПЧГ, а также отключается модуляция сигнала гетеродина 130 МГц канала АПЧГ частотой 100 Гц. Подстройка гетеродина СВЧ в этом режиме производится только вручную потенциометром РПЧГ с пульта оператора.

### ***Работа канала выделения метеосигнала***

Канал выделения метеосигнала конструктивно располагается в блоке БЩ3.6, в него входят:

ЯЩ3.37 — демодулятор ЧМ;

ЯЩ3.38 — ультразвуковая линия задержки;

ЯЩ6.50 — согласующий магистральный усилитель.

Сигнал третьей промежуточной частоты 465 кГц, несущий метеоинформацию, поступает из БЩ3.5 на вход ЯЩ3.37, которая совместно с ЯЩ3.38 образует демодулятор ЧМ.

В ячейке ЯЩ3.37 сигнал частоты 465 кГц преобразуется в сигнал частоты 4465 кГц, на которой работает ультразвуковая линия задержки (УЗЛ) ЯЩ3.38.

Сигнал, задержанный в ЯЩ3.38 на 200 мкс, вновь возвращается в ЯЩ3.37, где смешивается с незадержанным входным сигналом, преобразованным в частоту 4795 кГц. При отсутствии частотной манипуляции во входном сигнале после такого преобразования получается сигнал частоты 330 кГц, соответствующий нулевому уровню напряжения

на выходе дискриминатора. Поэтому при отсутствии ЧМ-сигнал на выходе дискриминатора и формирователя отсутствует.

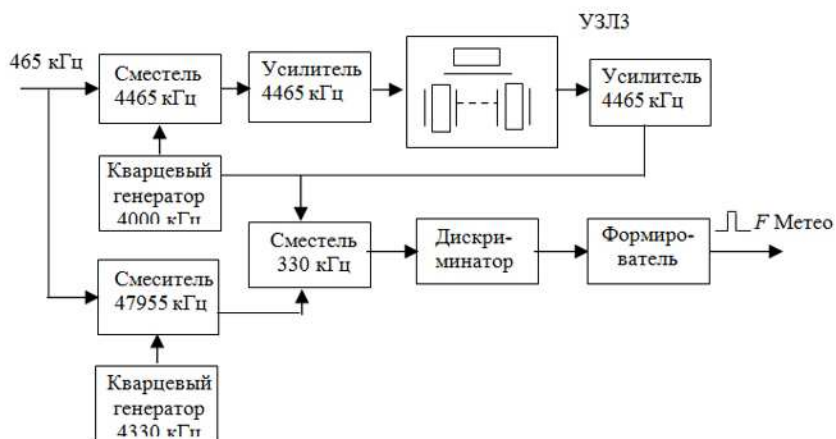


Рис. 20. Структурная схема демодулятора ЧМ.

При наличии частотной модуляции (манипуляции) входного сигнала частота на выходе смесителя 330 кГц на время задержки в ЯЦЗ.38 отличается от номинальной на удвоенную величину девиации частоты (22 кГц), что приводит к появлению импульсов напряжения на выходе дискриминатора и появлению на выходе формирователя метеочастоты, передаваемой радиозондом.

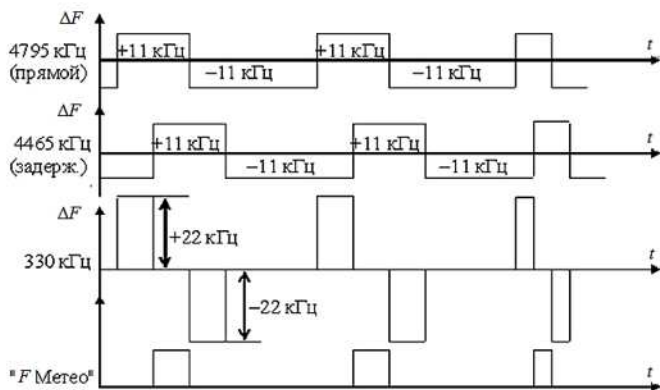


Рис. 21. Диаграммы работы демодулятора ЧМ

Выходной сигнал ЯЩ3.37 "F Метео" выдается в БЩ6.2 через магистральный усилитель ЯЩ6.50.

Ячейка ЯЩ3.37 содержит эксплуатационную регулировку АМПЛ, с помощью которой устанавливается амплитуда импульсов на выходе дискриминатора, равной 3В.

### ***Работа ИСРЗ***

Имитатор сигнала радиозонда (ИСРЗ) вырабатывает сигналы, близкие по параметрам к реальным сигналам радиозонда. Он содержит СВЧ-генератор (ЯЩ2.19), работающий на несущей частоте радиозонда, модулятор СВЧ-генератора (ЯЩ3.30) и схему формирования модулирующих сигналов в блоке БЩ3.6. Включение ИСРЗ производится автоматически или вручную при установке переключателя ИСРЗ ВКЛ-ВЫКЛ на блоке БЩ6.4 в положение ВКЛ. Во всех режимах вырабатывается команда «+27 В ВКЛ ИСРЗ».

Конструктивно ИСРЗ располагается в блоке Щ3.6 и БЩ2.2 и содержит:

ЯЩ3.25 – имитатор ответа по дальности ИСРЗ;

ЯЩ3.26 – формирователь метеоимпульсов;

ЯЩ3.27 – генератор импульсов суперизации;

ЯЩ3.28 – коммутатор фаз ГОН;

ЯЩ3.41 – формирователь метеосигнала;

ЯЩ3.30 – модулятор генератора ИСРЗ;

ЯЩ2.19 – генератор ИСРЗ;

ЯЩ9.2 – коммутатор режимов ИСРЗ;

ЯЩ9.5 – имитатор полета по давлению.

Ячейки ЯЩ3.25, ЯЩ3.26, ЯЩ3.27, ЯЩ3.28, ЯЩ3.41, ЯЩ9.2, ЯЩ9.5 образуют имитатор сигнала радиозонда. Генератор СВЧ имитатора радиозонда размещен в ЯЩ2.19 блока БЩ2.2.

ИСРЗ обеспечивает имитацию:

- сигнала суперизации радиозонда (800 кГц и 600 кГц) с частотной манипуляцией его метеочастотами и возможностью плавной и ступенчатой ( $\pm 25$  кГц) регулировки частоты суперизации;
- ответной паузы радиозонда по дальности с возможностью точной ее установки на контрольную дальность, плавного перемещения вручную и плавного автоматического перемещения, имитирующего полет радиозонда;
- модуляции сигнала с частотой сканирования СУА, обеспечивая изменения фазы сигнала ошибки;
- метеочастот (метеопериодов) радиозондов температурного ( $T$ ), температурно-влажностного ( $T_v$ ), температурно-барического ( $T_p$ ) с

возможностью установки точных фиксированных значений метеопериодов и их плавной ручной перестройки (метеочастоты следуют в течение своих канальных интервалов (5–7 с) с очередностью, определяемой типом имитируемого радиозонда);

- плавного изменения метеочастоты (метеопериода) давления, имитирующего подъем зонда по высоте.

Частоты суперизации ИСРЗ вырабатываются генератором в ЯЩ3.27. Предусмотрена перестройка частоты за счет изменения управляющего напряжения, выдаваемого с потенциометра в блоке БЩ6.4 (плавная регулировка) или с коммутатора, находящегося в ячейке ЯЩ9.5 (фиксированная установка). Формирователь управляющего напряжения ЧМ обеспечивает частотную манипуляцию частоты суперизации метеочастотами, выдаваемыми из ЯЩ9.2. В ячейке ЯЩ3.27 производится формирование импульсов суперизации необходимой длительности (0,45 мкс) и формирование ответной паузы — «вырезание» импульсов суперизации в момент поступления импульса дальности с выхода ЯЩ3.25.

Импульсы суперизации с выхода ЯЩ3.27 поступают на вход ячейки ЯЩ3.30, размещенной в контейнере ШЩ02.

В ячейке ЯЩ3.30 импульсы суперизации усиливаются и через эмиттерный повторитель подаются на генератор СВЧ ИСРЗ в ячейке ЯЩ2.19 блока БЩ2.2. В ЯЩ3.30 размещен также накальный трансформатор генератора СВЧ ИСРЗ. Ячейка содержит две эксплуатационные регулировки: ТОК, с помощью которой устанавливается номинальная длительность (0,35 мкс) сигнала ИСРЗ на выходе канала дальности блока БЩ3.5 и РЕЖИМ, которую используют для получения максимальной модуляции сигнала ИСРЗ частотой сканирования СУА (37 Гц).

В ЯЩ3.25 осуществляется задержка импульса дальности по отношению к импульсу запуска передатчика, имитирующая время распространения импульса от изделия до радиозонда и обратно. Задержка обеспечивается за счет применения генераторов пилообразного напряжения (ГПН) и компараторов: ГПН 110 км обеспечивает ручное изменение задержки при вращении потенциометра ДАЛЬН ПЛАВНО на БЩ6.4; ГПН 2 км обеспечивает имитацию полета радиозонда. Фиксированная задержка ( $\approx 10$  км) обеспечивается передачей на компаратор через коммутатор импульса контрольной дальности, поступающего из БЩ5.3. Имитация модуляции сигнала радиозонда частотой сканирования 37 Гц производится в ЯЩ3.28. На вход ЯЩ3.28 поступают синусоидальные сигналы с двух обмоток ГОН, находящегося в антенной колонке. Эти напряжения сдвинуты по фазе на  $90^\circ$ . Электронные коммутаторы 1, 2, 3 и 4 по командам с переключателя " $\epsilon\uparrow$ – $\epsilon\downarrow$ –...." от пульта оператора подают на входы операционного усилителя то или иное на-

пряжение, обеспечивая тем самым изменение фазы напряжения на его выходе. Выходное напряжение поступает в БЩ2.2 на генератор СВЧ ИСРЗ. Имитация метеочастот (метеопериодов) для различных радиозондов производится с помощью ЯЩ3.26, ЯЩ3.41 и ЯЩ9.2.

Возможны следующие варианты имитации метеочастот:

- 1) выдача постоянных контрольных метеопериодов 1639 мкс или 8743. Этот режим используется при АФК;
- 2) выдача метеопериодов, переключаемых по канальным интервалам радиозонда ( $Q_o$  — опорной частоты,  $Q_T$  — температурной частоты,  $Q_U$  — влажностной частоты,  $Q_p$  — барической частоты,  $Q_k$  — калибровочной частоты).

Очередность следования частот по канальным интервалам при этом соответствует:

- для температурного зонда (МРЗ-4) —  $Q_o, Q_T$ ;
- для температурно-влажностного зонда (МРЗ-3) —  $Q_o, Q_T, Q_U, Q_T$ ;
- для температурно-барического зонда (МРЗ-5) —  $Q_o, Q_p, Q_T, Q_p, Q_k, Q_p, Q_T, Q_p$ .

При этом метеопериоды  $Q_o$  и  $Q_k$  имеют фиксированные значения ( $1639 \pm 2$ ) мкс —  $Q_o$  и ( $26233 \pm 5$ ) мкс —  $Q_k$ , а длительности периодов  $Q_T, Q_U$  и  $Q_p$  могут принимать фиксированное значение ( $8744 \pm 2$ ) мкс (при положении тумблера МЕТЕО на БЩ6.4 — КОНТРОЛЬ 1639, 8744(26233) либо могут принимать значения в зависимости от положения регулировок  $Q_T, Q_U, Q_p$  на БЩ6.4 (при положении тумблера МЕТЕО на БЩ6.4 — ИМИТАЦИЯ ЗОНДА).

Ячейка ЯЩ2.26 вырабатывает регулируемые и фиксированные метеочастоты. Фиксированная частота равна 114 Гц ( $Q = 8744$  мкс). Значение регулируемой частоты определяется напряжением «Рег 0», подаваемым на вход перестраиваемого генератора с потенциометров регулировки  $Q_T, Q_U, Q_p$  на блоке БЩ6.4, через формирователь напряжения регулировки метеопериодов в ЯЩ3.41.

В ЯЩ3.41 производится формирование канальных интервалов для радиозондов ТЕМПЕР (МРЗ-4) и ТЕМПЕР-ВЛАЖН (МРЗ-3), формирование опорного метеосигнала ( $Q_o = 1639$  мкс), формирование (коммутация) напряжения регулировки метеопериодов, подаваемого в ЯЩ3.26, и коммутация метеочастот по канальным интервалам. Выходной сигнал ( $\bigcup Q$  МЕТЕО) подается для дальнейшей коммутации в ЯЩ9.2.

В ЯЩ9.2 производится формирование метеосигнала радиозонда ТЕМПЕР, ДАВЛ (МРЗ-5). Для этого формируется сигнал частоты калибровки ( $Q_k = 26233$  мкс) и, кроме того, формируется цикл зонда ТЕМПЕР, ДАВЛ, в котором через четыре канальных интервала пе-

риоды  $Q_o$  заменяются на  $Q_k$  и наоборот. В ЯЩ9.2 производится также коммутация сигнала зонда ТЕМПЕР, ДАВЛ, а также сигналов зондов ТЕМПЕР и ТЕМПЕР ВЛАЖН, поступающих из ЯЩ3.41. Выходной сигнал ЯЩ9.2 ( $\sqcup Q$  МЕТЕО) подается в ЯЩ3.27 для осуществления частотной манипуляции частоты суперизации.

В ЯЩ9.5 имитируется автоматическое плавное изменение периода метеочастоты давления ( $Q_p$ ), соответствующее реальному подъему радиозонда в процессе зондирования (имитация полета) — для режима «КН-04» не используется. Ячейка обеспечивает установку начальной высоты (начального метеопериода давления) с помощью кнопок «НУ  $Q_p$ » и «Н>>» на передней панели блока БЩ3.6. Нажатием кнопки «НУ  $Q_p$ » имитируемая высота устанавливается в нуль (сбрасывается значение высоты). Кнопкой «Н>>» устанавливается необходимое значение высоты приблизительно, а необходимая коррекция значения высоты достигается при помощи ручных коммутаций тумблером ИМИТАЦИЯ ПОЛЕТА на БЩ6.01.

При включении тумблера ИМИТАЦИЯ ПОЛЕТА происходит автоматическое плавное изменение периода давления (сигнала « $\sqcup Q_p$  Метео» на ХС ЯЩ9.5 и сигнала на гнезде « $\sqcup Q_p$  ПОЛЕТ» передней панели БЩ3.6). Этот сигнал формирователем метеосигнала (ЯЩ9.2, ЯЩ3.41) включается в каналный интервал давления сигнала ИСРЗ.

Имитатор полета по давлению ЯЩ9.5 используется для тренировки и обучения расчета.

#### **1.8.4. Органы управления приемной системы**

На пульте оператора БЩ6.01 расположены:

- тумблер АПЧГ-РЕЗЕРВ ОК — переключение режимов канала АПЧГ: работа в режиме АПЧГ (штатный режим) или в режиме резервирования основного канала;
- тумблер ИКШ ВКЛ-ОТКЛ — управление измерителем коэффициента шума;
- тумблер ОТКЛ-ИКШ БЛОКИР — блокировка измерителя коэффициента шума;
- тумблеры АПЧ 465 РПЧ ОК АПЧГ — включение автоматической или ручной подстройки частоты гетеродина 465 кГц основного канала и канала АПЧГ;
- тумблеры АРУ 30 РРУ ОК АПЧГ — автоматическая или ручная регулировка усиления основного канала и канала АПЧГ;
- тумблер НАКАЧКА АВТ-РУЧ — автоматическое или ручное включение накачки;



- тумблер НАКАЧКА ВКЛ-ОТКЛ включение или отключение накачки в ручном режиме;
- тумблер ПАМЯТЬ ВКЛ-ОТКЛ – в положение ВКЛ происходит фиксация частот гетеродина СВЧ и гетеродина 465 кГц;
- переключатель АПЧГ-РПЧГ-ПАПЧ – выбор режима работы схемы перестройки частоты гетеродина СВЧ. При установке переключателя в положение РПЧГ перестройка частоты гетеродина во всем диапазоне осуществляется вручную с помощью потенциометра РПЧГ. В режиме ПАПЧ перестройка частоты гетеродина СВЧ происходит автоматически, но в более узком диапазоне частот по сравнению с режимом АПЧГ, а потенциометром РПЧГ этот узкий диапазон перемещается по всему диапазону.

***Контрольные вопросы:***

1. Назначение и состав приемной системы.
2. Что такое сигнал зеркальной частоты?
3. Работа приемной системы по структурной схеме.
4. Работа системы автоматической подстройки частоты гетеродина.
5. Работа канала выделения метеосигнала по структурной схеме.
6. Назначение и работа ИСРЗ.
7. Перечислить органы управления приемной системы.

## 1.9. Система определения координат

### 1.9.1. Назначение и состав системы определения координат

Система определения координат (СОК) *предназначена* для:

- слежения по дальности за ответной паузой сигнала РЗ и измерения временного интервала между импульсом запуска передатчика и ответной паузой;
- формирования синхронизирующих сигналов для работы аппаратуры комплекса;
- отображения ответной паузы сигнала РЗ на экране индикатора БЩ5.2 в процессе сопровождения;
- преобразования угловых перемещений антенны в двоичный код;
- выдачу данных о координатах радиозонда через мультиплексный канал в ЭВМ.

Система определения координат включает в себя следующие составные части:

- блок БЩ5.1 – хронизатор, цифровая следящая система измерения дальности, отсчетная часть преобразователя «Угол-Код», ВЛУ блока;
- блок БЩ5.2 – контрольный индикатор;
- датчики грубого и точного отсчетов преобразователя «Угол-Код» каналов азимута и угла места, расположенные в блоке БЩ7.4 (антенная колонка);
- БЩ6.05 – узел ручного наведения по дальности, размещенный на пульте оператора.

Для питания аналоговых ячеек в блоке имеется источник стабилизированных напряжений  $\pm 6,3$  В, 0,3 А и  $\pm 12,6$  В, 0,3 А.

На передней панели блока размещены сигнальные лампы СЕТЬ, НЕИСПР ПИТ, кнопка СБРОС, контрольный разъем Х11 и регулировки «НУЛЬ ДИСКР АВТ 800» и «НУЛЬ ДИСКР АВТ 600». При появлении «самохода» цифрового дальномера, при отсутствии ответной паузы в сигнале радиозонда, ими производится регулировка нуля дискриминатора на гнезде СО передней панели БЩ5.1.

### 1.9.2. Следящий измеритель дальности

Цифровая следящая система дальности представляет собой автоматическую замкнутую следящую систему по отклонению ответной паузы радиозонда относительно центра стыка следящих полустрелов.

Для измерения дальности до радиозонда используется метод, осно-

ванный на отсчете временного интервала между импульсом, излучаемым передатчиком, и ответным сигналом радиозонда, принятым аппаратурой. Отсчет временного интервала, пропорционального дальности, производится между импульсом запуска передатчика и стыком следящих стробов. Следящие стробы перемещаются по всему рабочему интервалу дальности в пределах 0–300 км. При автосопровождении по дальности стробы перемещаются с ответной паузой радиозонда и стык стробов совпадает с центром паузы.

Цифровая следящая система измерения дальности состоит из следующих схем:

- в качестве чувствительного элемента измерения дальности до радиозонда используется временной дискриминатор (ВД);
- элементом, управляющим перемещением следящих стробов, является двоичный реверсивный счетчик дальности — экстраполятор (Э);
- в качестве исполнительного элемента перемещения применяется регулируемая цепь задержки (преобразователь «Код-Временной интервал» и интерполирующая схема) — синтезатор (Синт).

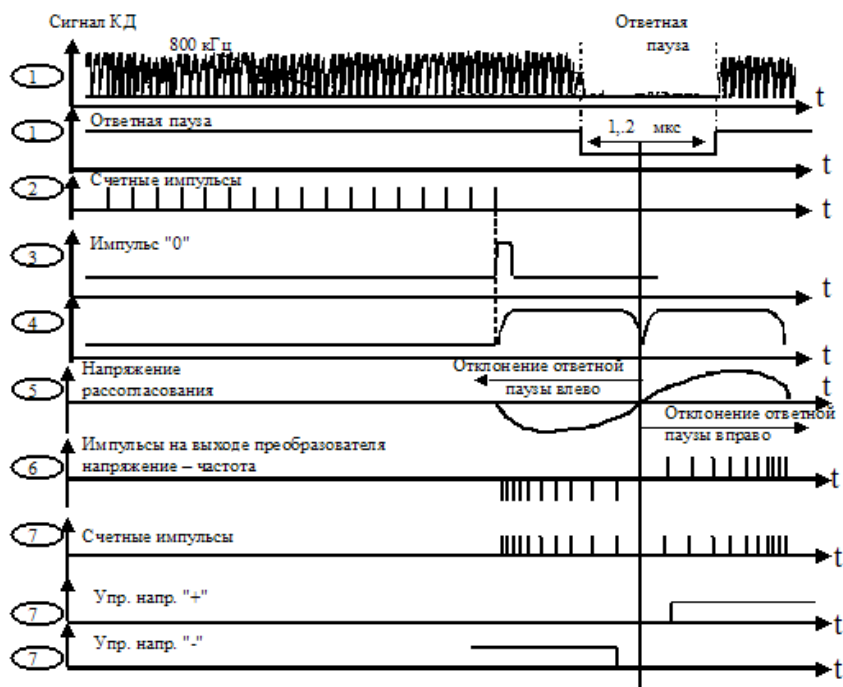


Рис. 22. Диаграммы работы следящей системы дальности.

Все эти схемы замкнуты в кольцо, что обеспечивает непрерывное слежение за изменяющейся дальностью до радиозонда.



Рис. 23. Цифровая следящая система дальности.

Процесс цифрового слежения и измерения можно разбить на три этапа:

- 1) формирование числа, соответствующего рассогласованию во времени стыка следящих стробов и середины ответного сигнала;
- 2) сложение, с учетом знака, этого числа и кода дальности, который имеется в системе;
- 3) формирование импульсов дальности и запуска развертки в соответствии со значением текущего кода дальности, а также формирование следящих стробов.

Формирование числа, соответствующего рассогласованию, выполняет дискриминатор. Входной переменной величиной для следящей схемы дальности является положение ответной паузы относительно стыка стробов (эпюры 1 и 4). Сравнение центра ответной паузы и стыка стробов производится в дискриминаторе и, в случае их несовпадения, вырабатывается сигнал рассогласования. Сигнал рассогласования (СО), в виде медленно изменяющегося напряжения положительной или отрицательной полярности (эпюра 5), с выхода дискриминатора через корректирующее звено подается на преобразователь «Напряжение-Частота» (ячейка ЯЩ5.25). Преобразователь вырабатывает импульсы, полярность которых определяется полярностью сигнала рассогласования (эпюра 6). С преобразователя импульсы поступают на схему управления и преобразуются в импульсы счета (СЧИ) и сигналы управления счетчиком дальности «┐+» или «┐-» (эпюра 7).

Сложение, с учетом знака текущего рассогласования и текущего значения дальности, производится в счетчике дальности (ячейка ЯЩ5.26 А14). Счетчик дальности представляет собой 15-разрядный двоичный

реверсивный счетчик с начальной установкой кода, что позволяет перекрыть весь интервал дальности 300 км с дискретностью 10 м. Поступающие на счетный вход импульсы СчИ в зависимости от действующего сигнала управления реверсом счета «┐+» или «┐-» складываются или вычитаются с содержимым счетчика, непрерывно образуя код дальности. Во время работы системы дальности код, записанный в счетчике дальности, всегда соответствует задержке стыка стробов относительно импульса запуска передатчика, а в режиме автосопровождения код одновременно соответствует текущей дальности до радиозонда. Код дальности во всех режимах работы с выходных регистров дальности через мультимплексор ячейки ЯЩ5.28 поступает на ВнУ блока и передается в ЭВМ по запросам ЭВМ. Обновление информации производится с частотой 457 Гц.

Схема формирования следящих стробов и визира запускается импульсом «┐Д» и формирует два следующих один за другим импульса следящих стробов «┐1 Стр.» и «┐2 Стр.», а также импульс электрического визира «┐Визир», центр которого совпадает со стыком стробов.

Импульсы «┐Визир» и «┐Зап. Разв.» через магистральный усилитель ЯЩ5.27 подаются на индикатор дальности. Следящие стробы поступают на временной дискриминатор и, таким образом, следящая система замыкается.

Следящие стробы перемещаются во времени при изменении кода дальности до тех пор, пока рассогласование между положениями стыка стробов и ответной паузы не уменьшится до нуля. Так как значение временного интервала в следящей схеме изменяется с дискретностью по дальности 10 м, то при автосопровождении происходит периодическое изменение величины дальности на 10 м около установившегося значения, вызывающее соответствующее изменение сигнала рассогласования (СО). Периодичность колебаний сигнала СО определяется постоянной времени корректирующего звена. Корректирующее звено обеспечивает полосу пропускания следящей системы (0,2–0,3) Гц в режиме автосопровождения и (1,5–2,0) Гц в режиме автозахвата. Переключение полосы с широкой на узкую происходит в тот момент, когда в корректирующее звено поступает сигнал «Пр. АСД» (признак автосопровождения по дальности).

Импульсы «┐Визир» и «┐Зап. Разв.» через магистральный усилитель ЯЩ5.27 подаются на индикатор дальности. Следящие стробы поступают на временной дискриминатор и, таким образом, следящая система замыкается.

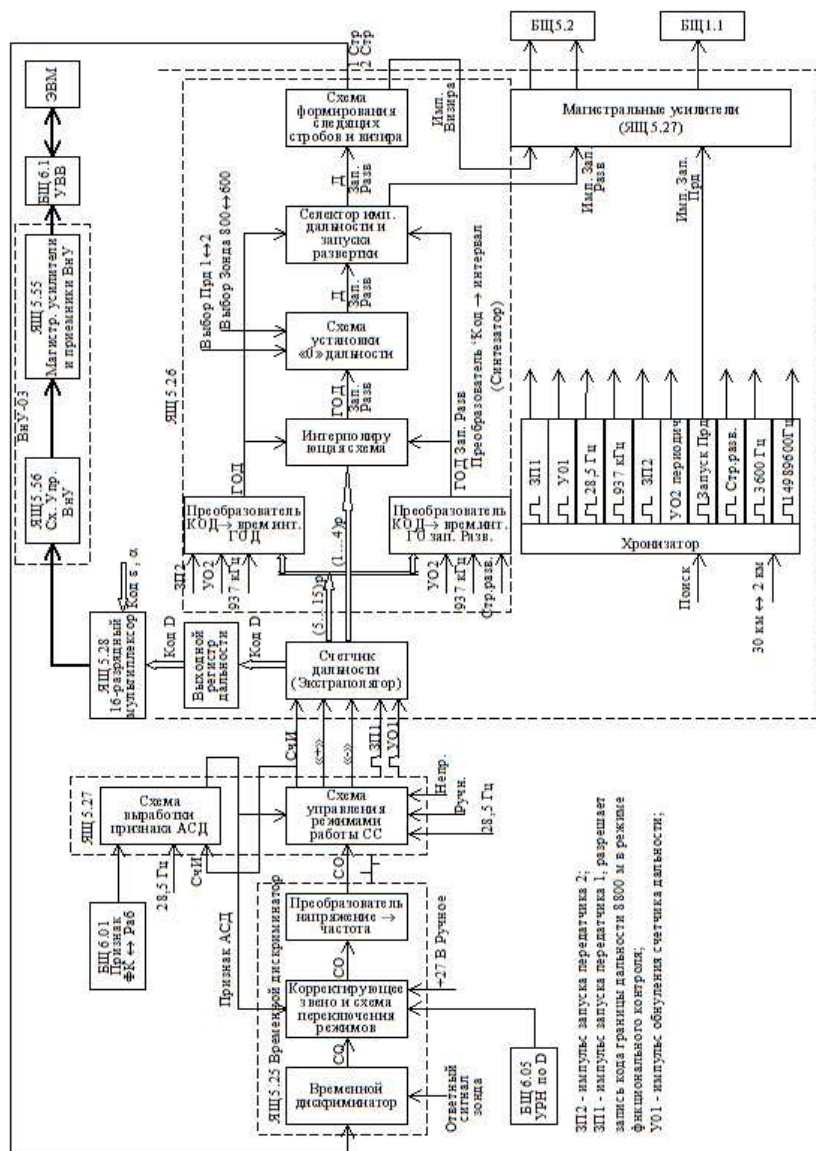


Рис. 24. Структурная схема циф-ровой следящей системы дальности.

Следящие стробы перемещаются во времени при изменении кода дальности до тех пор, пока рассогласование между положениями сты-

ка стробов и ответной паузы не уменьшится до нуля. Так как значение временного интервала в следящей схеме изменяется с дискретностью по дальности 10 м, то при автосопровождении происходит периодическое изменение величины дальности на 10 м около установившегося значения, вызывающее соответствующее изменение сигнала рассогласования (СО). Периодичность колебаний сигнала СО определяется постоянной времени корректирующего звена. Корректирующее звено обеспечивает полосу пропускания следящей системы (0,2-0,3) Гц в режиме автосопровождения и (1,5-2,0) Гц в режиме автозахвата. Переключение полосы с широкой на узкую происходит в тот момент, когда в корректирующее звено поступает сигнал «Пр. АСД» (признак автосопровождения по дальности).

Сигнал «Пр. АСД» формируется в схеме выработки признака АСД или подается от переключателя Пр. АСД ВКЛ-ВЫКЛ на пульте оператора.

В схеме выработки признака АСД производится сравнение частоты счетных импульсов СчИ и импульсов частоты 28,5 Гц, вырабатываемых хронизатором. Признак АСД вырабатывается тогда, когда частота счетных импульсов будет меньше значения частоты 28,5 Гц. Это условие выполняется, если произошло совпадение (захват) одного из следящих стробов с ответной паузой при небольшом рассогласовании положений. При больших рассогласованиях частота СчИ много больше 28,5 Гц, при малых — частота СчИ стремится к нулю (эпюра 7).

Цифровая следящая система измерения дальности работает в трех режимах:

- автосопровождение,
- поиск,
- ручной режим управления.

Для установки режима автосопровождения в схему управления режимами работы подается команда «┐ Непр.» (непрерывное), замыкающая следящую систему, если в схему управления режимами работы подается сигнал «Пр. АСД». При этом производится непрерывное слежение за положением ответной паузы сигнала радиозонда.

Для установки ручного режима в схему управления режимами подается команда «┐ Ручн.», блокирующая поступление в схему управления сигнала «Пр. АСД», а в корректирующее звено подается команда «+27 В Ручн.». При поступлении этой команды следящая система замыкается и на вход преобразователя «Напряжение-Частота» с устройства ручного наведения по дальности подается постоянное напряжение положительной или отрицательной полярности, пропорциональное скорости перемещения следящих стробов и визира по дальности в сторону уменьшения или увеличения.

В режиме поиска система дальности работает, когда производится автоматический функциональный контроль при включенном ИСРЗ, с которого на временной дискриминатор через приемную систему поступает в сигнале КД пауза, установленная на дальность 10 км. Режим поиска предназначен для проверки автозахвата паузы дальности ИСРЗ и сопровождение паузы при ее перемещении. Режим устанавливается, когда в хронизатор подается команда «┐ Поиск», а команды «┐ Ручн.», «┐ Непр.» и «┐ +27 В Ручн.» отменяются.

### ***1.9.3. Устройство считывания угловых координат***

Устройство считывания угловых координат предназначено для преобразования углов положения антенны по азимуту  $\alpha$  и углу места  $\varepsilon$  в цифровые коды и передачи кодов в ЭВМ. Преобразование производится по принципу "Угол-Фаза-Временной интервал-Код". Преобразование является циклическим и двухотсчетным, то есть по каждой координате производится грубый и точный отсчет.

Устройство состоит из четырех бесконтактных индукционных фазовращателей (БИФ), двух коммутаторов грубого (ГО) и точного (ТО) отсчетов, четырех регистров, предназначенных для хранения результатов преобразования и других вспомогательных схем.

В качестве датчиков угловых положений антенны используются БИФ, которые кинематически связаны с поворотным механизмом антенны, причем, фазовращатели ГО связаны передаточным соотношением 1:1, а фазовращатели ТО через редуктор связаны соотношением 1:32. Питанием напряжением фазовращателей является синусоидальное напряжение частотой 3660 Гц. Оно формируется в схеме формирования синусоидального напряжения из импульсного напряжения типа меандр частотой 3660 Гц, которое образуется в хронизаторе путем деления кварцевой частоты. Фазовращатели формируют напряжение частотой 3660 Гц, фаза которого изменяется относительно фазы питающего напряжения пропорционально углу поворота ротора фазовращателя. Это напряжение подается в фазирующий контур, где оно усиливается, ограничивается и из синусоидального преобразуется в «меандр»Ы.

Таким образом, в четырех каналах образуется четыре напряжения одинаковой частоты, но с различными фазами, соответствующими четырем отсчетам. Два напряжения грубого отсчета  $\alpha$  и  $\varepsilon$  поступают на коммутатор ГО, а два напряжения точного отсчета  $\alpha$  и  $\varepsilon$  — на коммутатор ТО.



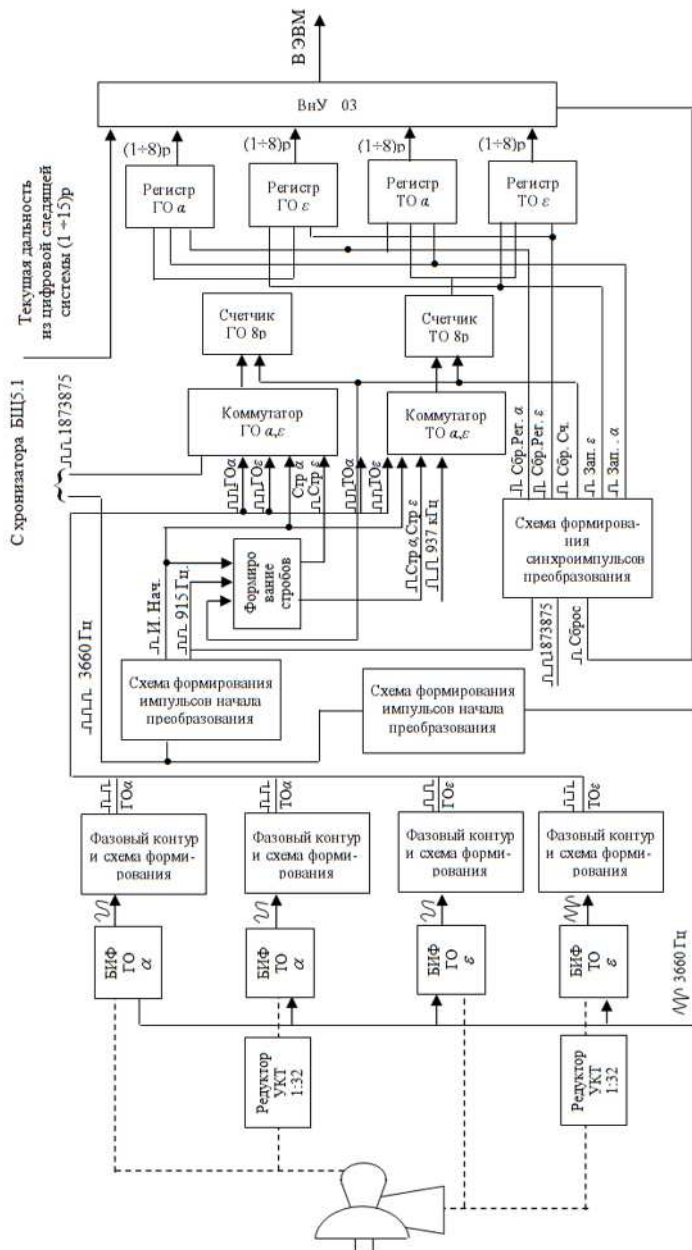


Рис. 25. Структурная схема устройства считывания угловых координат.

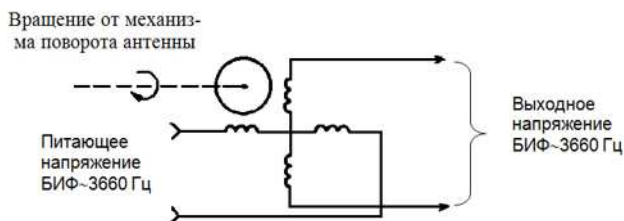


Рис. 26. Электрическая схема бесконтактного индукционного фазовращателя.

#### 1.9.4. Контрольный индикатор (Блок БЩ5.2)

На передней панели блока размещены органы управления, сигнализации и контроля с соответствующими надписями или символами. Электронно-лучевая трубка расположена в верхней части блока. На задней панели блока расположены разъемы блока.

Масштабы разверток переключаются с помощью переключателей МАСШТАБ МЕТЕО и тумблера «2 km-30 km».

Переключателем МАСШТАБ МЕТЕО изменяется масштаб метеоимпульсов радиозонда при установке переключателя РЕЖИМ РАБОТЫ в положение МЕТЕО.

Тумблером «2 km-30 km» изменяется масштаб дальности при установке переключателя РЕЖИМ РАБОТЫ в положение РАБОТА.

Назначение положений переключателя РЕЖИМ РАБОТЫ следующее:

- РАБОТА — суперирующий сигнал радиозонда с ответной паузой;
- ВЫХОД АМПЛ. — сигнал с выхода амплитудного детектора;
- МЕТЕО — метеоимпульсы радиозонда (опорные, температурные, влажностные);
- СО СУА — сигнал ошибки системы управления антенной;
- СО АПЧГ — сигнал ошибки системы АПЧГ;
- СИГН ГШ — сигнал генератора шума;
- И СВЧ — вид огибающей СВЧ-импульса передатчика;
- СО АПЧП — сигнал ошибки системы АПЧП;
- КОНТР  $f$  Прд — для измерения частоты передатчика с помощью волномера.

С выходов =A1-X1:7 « $\nabla$  И Разв» и =A1-X1:10 « $\nearrow$  И Разв» сигналы в виде двух парафазных пилообразных напряжений подаются на горизонтально отклоняющие пластины ЭЛТ. При помощи имеющихся в ячейке регулировок ДЛИТ РАЗВ и РАЗМ РАЗВ в режиме «Работа, 2 км» выставляется размер развертки ( $60 \pm 5$ ) мм и ее длительность с помощью отметки по дальности ( $2000 \pm 200$ ) м.

Сигналы, поступающие на БЩ5.2 с других систем для контроля, подаются на вход усилителя вертикального отклонения с входных разъемов БЩ5.2 через контакты переключателя РЕЖИМ РАБОТЫ и тумблер РАБОТА-КОНТРОЛЬ, установленный в положении РАБОТА. При подаче контрольных сигналов на гнездо КОНТРОЛЬ, расположенное на передней панели блока, тумблер РАБОТА-КОНТРОЛЬ устанавливается в положение КОНТРОЛЬ.

Отметки визиров дальности «2 km» и «30 km» замешиваются в сигнал усилителя вертикального отклонения. С выходов =A1-X2:15 и =A2-X2:35 сигналы в виде двух разнополярных импульсных напряжений подаются на вертикально отклоняющие пластины.

### ***Датчики грубого и точного отсчетов преобразователя «угол - код»***

Датчики грубого и точного отсчетов предназначены для преобразования углов вращения выходных осей антенной колонки в сдвиг фазы напряжения питания датчиков. В качестве датчиков используются фазовращатели типа БИФ-112, работающие совместно с фазирующими контурами. Датчики точного отсчета подсоединены к выходной оси соответствующего канала (азимута или угла места) через механический редуктор 1:32.

### ***Узел ручного наведения по дальности БЩ6.05 - УРН по D***

Узел ручного наведения по дальности БЩ6.05 – УРН по D (БЕ5 137 005 ЭЗ) предназначен для формирования управляющих напряжений для следящей системы измерения дальности при ручном наведении следящих стробов на ответную паузу в сигнале радиозонда. Напряжение с УРН по D поступают на БЩ5.1 (ячейка ЯЩ5.25).

При нажатии кнопок «БЛИЖЕ » и «ДАЛЬШЕ » производится грубое (быстрое), а при нажатии кнопок «БЛИЖЕ » и «ДАЛЬШЕ » точное (медленное) перемещение следящих стробов в сторону уменьшения или увеличения дальности. Знак и величина управляющего напряжения определяются назначением кнопки и продолжительностью нажатия.

В исходном состоянии на выход X1:7 узла ручного наведения выдается напряжение « Стоп», блокирующее вход счетчика дальности =БЩ5.1-ЯЩ5.16. При нажатии любой из кнопок узла блокировка снимается.

Узел ручного наведения по дальности размещается на панели БЩ6.02.

### ***1.9.5. Органы управления системы определения координат***

- ДАЛЬНОСТЬ АВТ РУЧН – переключение дальномера в автоматический (ручной) режим;
- ПЕРЕБРОС ДАЛЬН ВКЛ ОТКЛ включение переброса дальности;
- тумблер «2 км-30 км»;
- кнопки ДАЛЬНОСТЬ «БЛИЖЕ  » и «ДАЛЬШЕ  » - грубое (быстрое) и точное (медленное) перемещение следящих стробов.

#### ***Контрольные вопросы:***

1. Назначение и состав системы определения координат.
2. Работа следящего измерителя дальности по структурной схеме.
3. Работа устройства считывания угловых координат по структурной схеме.
4. Органы управления системы определения координат.

## 1.10. Система управления антенной

### 1.10.1. Назначение и состав системы управления антенной

Система управления антенной предназначена:

- для ручного наведения антенны на радиозонд;
- автозахвата радиозонда;
- автоматического слежения за ним в полете.

Система состоит:

- из канала управления антенной по азимуту;
- канала управления антенной по углу места;
- устройства управления;
- индикации и блокировок.

Конструктивно СУА выполнена в виде двух блоков: БЩ7.3 — преобразователя сигнала ошибки по угловым координатам в напряжения управления исполнительными двигателями антенной колонки и БЩ7.4 — антенной колонки, предназначенной для совмещения электрической оси сканирования антенны с направлением на радиозонд и выдачи информации об угловых координатах в СОИ и СОК. Для ручного наведения антенны используется панель БЩ6.04 — узел ручного наведения по азимуту и углу места на пульте оператора БЩ6.01.

В блоке БЩ7.3 имеются два в основном одинаковых канала (канал азимута и канал угла места). Канал азимута расположен в верхней части блока, а канал угла места — в нижней его части.

Блок БЩ7.3 содержит следующие ячейки:

- ЯЩ7.4 А11, А14 — фазовые детекторы;
- ЯЩ7.7 А13, А16 — корректирующие звенья и суммирующий усилитель;
- ЯЩ7.5 А15, А17 — усилители и преобразователи;
- ЯЩ7.6 А18, А19 — формирователь управляющих импульсов и предварительные усилители;
- ЯЩ7.8 А20, А21 — тиристорные усилители мощности.

Электропитание блока обеспечивается выпрямителями и стабилизаторами.

Каналы угла места и азимута работают независимо друг от друга и выполнены по одной схеме.

### 1.10.2. Работа системы управления антенной Блок БЩ7.3

На переднюю панель блока вынесены индикаторы «СЕТЬ» и «НЕ-ИСПР ПИТ», кнопка «СБРОС», контрольные гнезда «+5 V», «+6,3 V»,

« $-6,3 \text{ В}$ », « $+12,6 \text{ В}$ », « $0 \text{ В}$ ». На задней стенке блока закреплены кронштейны с нижним расположением разъемов.

В блоке имеются два, в основном, одинаковых канала (канал азимута и канал угла места). Канал азимута расположен в верхней части блока, канал угла места — в нижней его части.

Рассмотрим работу блока в режиме автоматического сопровождения.

В следящей системе используется равносигнальный метод сопровождения радиозонда. При отклонении радиозонда от равносигнального направления возникает сигнал ошибки в виде модуляции сигнала радиозонда огибающей 37 Гц. Глубина модуляции и фаза определяют величину и направление отклонения радиозонда. В канале угловой автоматики выделяется огибающая 37 Гц и поступает на входы фазовых детекторов (ФД) каналов азимута и угла места. На вторые входы ФД подаются с ГОН два опорных напряжения  $U_{\text{опа}}$  и  $U_{\text{опз}}$ , сдвинутые по фазе в каналах на  $90^\circ$ . Фазовые детекторы вырабатывают сигналы ошибки (СО) пеленга в каналах азимута (по горизонтальной оси) и угла места (по вертикальной оси). Сигнал ошибки представляет собой выпрямленное напряжение 37 Гц положительной или отрицательной полярности, амплитуда которого определяет величину отклонения радиозонда по одной из координат, а полярность — направление его отклонения (вверх-вниз, влево-вправо). Сигнал СО поступает на корректирующее звено, формирующее полосу пропускания следящей системы (широкую, равную 0,8–1 Гц, или узкую — 0,1–0,3 Гц). На начальном участке сопровождения, когда угловые перемещения радиозонда максимальны, следящая система работает с широкой полосой.

С дальности **2500 м** происходит переключение системы на работу с узкой полосой пропускания, что позволяет уменьшить колебания антенны и повысить точность сопровождения. Выбор полосы пропускания системы в зависимости от дальности до радиозонда производится автоматически по команде из ЭВМ или вручную — при переключении тумблера ПОЛОСА (Узкая—Широкая) на пульте оператора.

С выхода корректирующего звена сигнал ошибки поступает на вход суммирующего усилителя. На другой вход суммирующего усилителя поступает напряжение обратной связи, формируемое в фазовом детекторе обратной связи (ОС) из выходного напряжения тахогенератора, кинематически связанного с механизмом поворота антенны. Тахогенератор вырабатывает напряжение частотой 400 Гц с амплитудой, зависящей от скорости вращения антенны, а фаза напряжения ( $0$  или  $180^\circ$ ) определяется направлением вращения тахогенератора. В фазовом детекторе ОС с опорным напряжением 400 Гц происходит выпрямление входного напряжения. При этом фаза входного напряжения преобразуется в со-

ответствующую полярность выходного напряжения. Напряжение обратной связи всегда имеет противоположную с напряжением сигнала ошибки полярность и уменьшает напряжение управления антенной. Уменьшение будет тем больше, чем больше разгон при повороте получает антенна, поэтому при действующей обратной связи достигается безынерционное перемещение антенны.

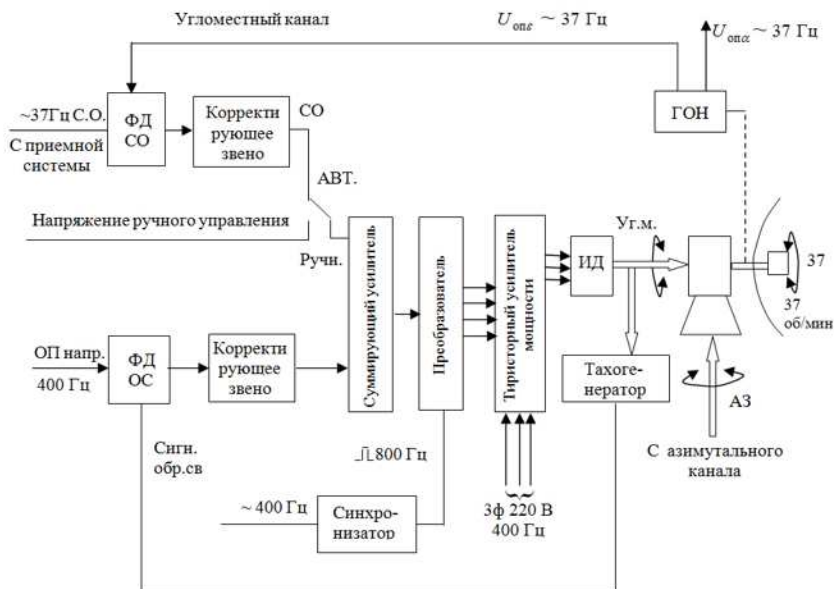


Рис. 27. Структурная схема угломестного канала СУА.

Тиристорный усилитель мощности выполняет роль коммутатора фаз для реверса двигателя и регулятора мощности питающего трехфазного напряжения 400 Гц 220 В. Питающее напряжение воздействует на исполнительный двигатель, приводящий в движение антенну, и антенна поворачивается в направлении на радиозонд до тех пор, пока сигнал ошибки не станет минимальным.

В режиме ручного наведения следящая система разомкнута. Вместо сигнала ошибки на вход суммирующего усилителя поступает сигнал управления с устройства ручного наведения антенны по  $\alpha$  и  $\varepsilon$ . В остальном система работает также, как и в режиме автоматического сопровождения.

### 1.10.3. Функциональная схема преобразователя и тиристорного усилителя мощности

Преобразователь состоит: из схемы формирования импульсов управления, включающей в себя детектор-усилитель (Дт.Ус.), логарифмический усилитель (Лог.Ус.), генератор пилообразного напряжения (ГПН) и компаратор; схемы формирования признаков поворота антенны (Г Впр., Г Вл.), включающую в себя компаратор преобразования уровня (Комп. Пр.Ур.), триггер фазы (Тр.Ф.) и мультивибратор импульсов защиты от короткого замыкания (МИКЗ); трех формирователей импульсов управления (Ф.И.Упр.); мультивибратора импульсов 35 кГц и схемы совпадения, состоящей из пяти элементов И-НЕ (Д1, Д2, Д3, Д4, Д5).

Тиристорный усилитель мощности состоит из пяти цепочек, формирующих импульсы управления и состоящих из усилителя, согласующего трансформатора и пяти тиристорных ключей, подключающих обмотки исполнительного двигателя к фазам напряжения 220 В 400 Гц.

Каждый ключ образован двумя встречно и параллельно включенными тиристорами Д7, Д8.

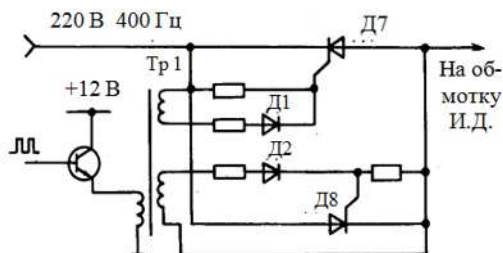


Рис. 28. Принципиальная схема тиристорного ключа

Тиристор Д8 проводит ток положительного полупериода, тиристор Д7 проводит ток отрицательного полупериода. Для отпираания тиристоров на их управляющие электроды относительно катода подаются положительные отпирающие импульсы. С трансформатора Тр1 импульсы отпираания подаются одновременно на оба тиристора, но отпирается только тот тиристор, у которого напряжение между анодом и катодом будет приложено в прямом направлении. Когда тиристор открыт, он теряет управление, которое восстанавливается только после спада напряжения на его электродах до нуля, а затем нарастания этого напряжения до номинального значения. Вспомогательные элементы ключа (резисторы и диоды) устраняют максимальные напряжения и токи, действующие в управляющей цепи тириستоров.



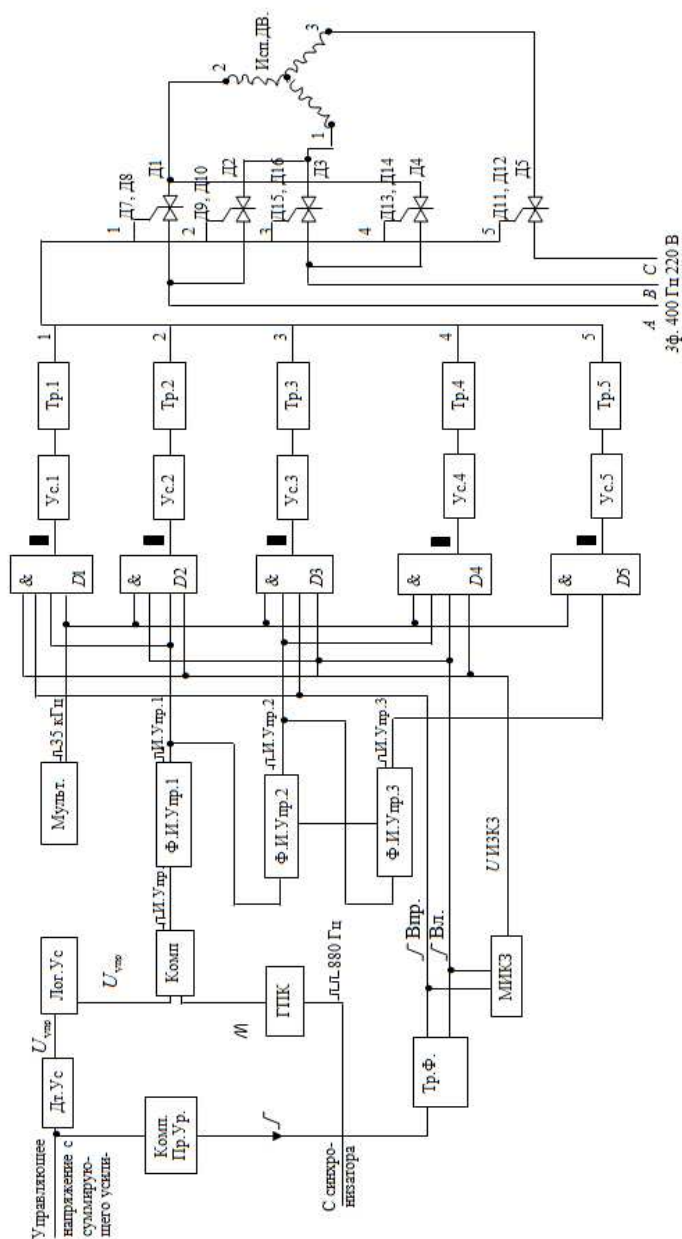


Рис. 29. Функциональная схема преобразователя и тиристорного усилителя мощности.

### **Блок БЩ7.4**

Блок БЩ7.4 — антенная колонка включает в себя:

- визир оптический В8 — предназначен для проведения ориентирования изделия;
- привод азимута;
- силовой привод угла места;
- приборный привод угла места;
- токосъемник;
- привод генератора опорных напряжений;
- азимутальный тормоз и угломестный фиксатор;
- элементы АФС (фидерный тракт ФЩ2.1).

Основанием антенной колонки является корпус токосъемника, выполненный из алюминиевого сплава. Снизу к корпусу токосъемника крепится привод азимута. В корпусе привода азимута размещены силовой и приборный редукторы азимута. В средней части корпуса токосъемника между верхними и нижними шарикоподшипниками установлен пустотелый вал с кольцами токосъемника. К верхней части токосъемника крепится корпус из алюминиевого сплава, в котором горизонтально установлен вал, на концах которого установлены силовой и приборный редукторы угла места, жестко соединенные с кронштейном крепления параболического отражателя, привода ГОН и антенной головки.

В приводе азимута размещены силовой и приборный редукторы азимута.

Силовой редуктор азимута предназначен для вращения антенны по азимуту. В нем размещены:

- исполнительный двигатель М1;
- тахогенератор обратной связи BR1.

Вращение антенны по азимуту производится исполнительным двигателем. Вращение антенны по азимуту не ограничено.

Силовой привод угла места предназначен для вращения антенны по углу места. В нем размещены:

- исполнительный двигатель угла места М3;
- тахогенератор обратной связи.

Силовой привод угла места аналогичен силовому редуктору азимута.

Привод ГОН предназначен для вращения генератора опорных напряжений и антенной головки.

В нем размещены:

- двигатель ГОН М2;
- генератор опорных напряжений BR2;
- антенная головка =Щ2-WA1.

Азимутальный тормоз предназначен для закрепления антенны в походном положении по азимуту. Он расположен в верхней части корпуса токосъемника. Тормоз колодчатый. Усилие прижима колодок к тормозной поверхности корпуса токосъемника создается на эксцентриках вала тормозной рукоятки и передается с помощью тяг и пружин. Пружины имеют предварительное сжатие, что обеспечивает короткий ход тормозных колодок. Прижим колодок, а, следовательно, и тормозной момент тормоза, регулируется предварительным сжатием с помощью регулировочных гаек.

В заторможенном состоянии размыкаются контакты микровыключателей *S10*, при этом разрывается цепь включения приводных двигателей азимута и угла места.

Угломестный стопор предназначен для закрепления антенны в походном положении по углу места. Он представляет собой конический фиксатор, установленный в фиксированное (заторможенное) положение с помощью гайки. При установке угломестного фиксатора в фиксированное положение размыкаются контакты микровыключателя *S11*, при этом размыкается цепь включения приводных двигателей азимута и угла места.

Бесконтактные индукционные фазовращатели питаются синусоидальным напряжением частотой 3660 Гц амплитудой 6 В. Питание на первичную обмотку фазовращателя подается с усилителя синусоидального напряжения, расположенного в блоке БЩ5.1.

#### ***Узел ручного наведения БЩ6.04-УРН по $\alpha$ , $\epsilon$***

Узел ручного наведения БЩ6.04 формирует управляющие напряжения для следящих систем азимута и угла места при ручном наведении на радиозонд по угловым координатам.

Формирование управляющих напряжений по каждой координате производится с помощью двух клавиш точного наведения и двух клавиш грубого наведения. Знак управляющего напряжения определяется назначением клавиш, величина — назначением клавиши и продолжительностью нажатия. Клавиши управления находятся на панели БЩ6.02.

#### ***1.10.4. Органы управления системы управления антенной***

Органами управления системы управления антенной являются:

- Кнопки управления антенной колонкой в ручном режиме «Вверх грубо», «Вверх точно», «Вниз грубо», «Вниз точно», «Влево грубо», «Влево точно», «Вправо грубо», «Вправо точно»;

- кнопки включения и отключения приводных двигателей по азимуту и углу места;
- кнопки включения автоматического и ручного режимов работы СУА;
- тумблер «ГОН вкл-выкл»;
- переключатель «Полоса широкая-узкая»;
- тумблер «Мест упр ант».

***Контрольные вопросы:***

1. Назначение и состав системы управления антенной.
2. Работа системы управления антенной по структурной схеме.
3. С какой дальности происходит переключение СУА на работу с узкой полосой пропускания?
4. Каким органом управления выбирается вручную полосу пропускания СУА?
5. Перечислить органы управления системы управления антенной.

## ГЛАВА 2. ПОДГОТОВКА МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА К ЗОНДИРОВАНИЮ АТМОСФЕРЫ

### 2.1. Радиозонды и радиозондовые оболочки

#### 2.1.1. Назначение, состав, основные характеристики радиозондов

Для обеспечения комплексного зондирования атмосферы с выдачей телеграммы КН-04 применяется метеорологический радиозонд МРЗ-3 (1Б72, 1Б72-1).

Радиозонд является прибором одноразового применения и предназначен для:

- преобразования в радиотелеметрический сигнал информации о температуре и относительной влажности в пределах от 15 до 100 %;
- передачи сформированного радиотелеметрического сигнала на наземную станцию слежения с целью определения значений температуры, влажности и его угловых координат;
- выработки ответного сигнала по дальности.

Текущие координаты радиозонда —  $\alpha$  (азимут),  $\varepsilon$  (угол места) и  $D$  (наклонную дальность) используют для вычисления скорости и направления ветра (ветровое зондирование атмосферы). Метеорологическая информация, содержащаяся в телеметрическом сигнале в закодированном виде, используется для определения метеорологических параметров атмосферы. Метеорологическая и координатная информация обрабатывается в СОУ РПМК для подготовки и выдачи аэрологических телеграмм КН-04, СЛОЙ и ШТОРМ, а также таблицы ПРИЗЕМНЫЙ СЛОЙ.

Радиозонд имеет следующие технические характеристики:

1. Несущая частота излучения сверхрегенеративного приемопередатчика —  $1782 \pm 8$  МГц.
2. Частота следования суперирующих импульсов (поднесущая частота) — 800 или 600 кГц.
3. Плотность потока мощности излучения передатчика радиозонда на расстоянии  $2 \pm 0,05$  м, направленного под углом  $55^\circ$  относительно вибратора антенны, не менее  $0,8 \cdot 10^{-3}$  Вт/м<sup>2</sup>.
4. Чувствительность радиозонда к запросным радиоимпульсам станции слежения длительностью 0,8 мкс, частотой следования от 400 до 900 Гц и несущей частотой  $1782 \pm 5$  МГц — не хуже минус 60 дБ ( $10^{-6}$  Вт/м<sup>2</sup>) относительно 1 Вт/м<sup>2</sup>.

5. Длительность огибающей излучаемых радиоимпульсов по уровню  $0,5 P_{\max}$  — не менее 0,2 мкс.
6. Период следования импульсов измерительного преобразователя (метеопериодов):
  - в опорном канале  $T_{\text{оп}}$ , от 1,45 до 1,79 мс;
  - в канале температуры  $T_p$ , от 1,5 до 5,8 мс, при изменении сопротивления датчика температуры  $R_t$  в диапазоне от 3 до 1000 Ом;
  - в канале влажности  $T_v$ , от 1,562 до 2,5 мс.

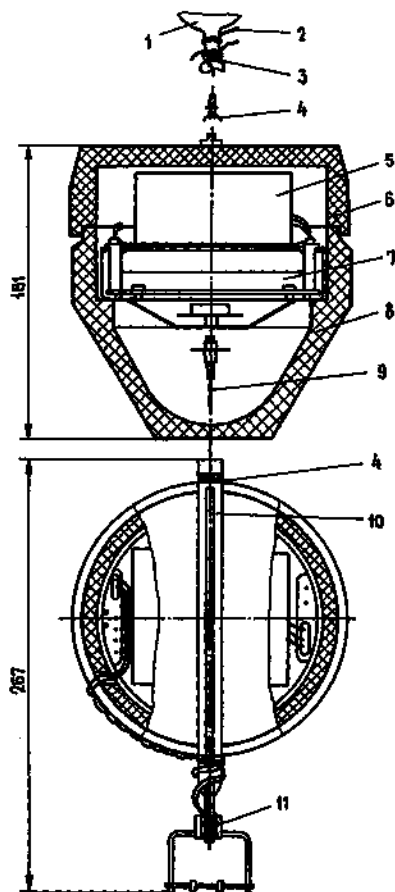


Рис. 30. Внешний вид радиозонда МРЗ-3.

1 — оболочка; 2 — шнур 0,75 м; 3 — шнур 20 м; 4 — шнур 1 м; 5 — батарея; 6 — крышка; 7 — радиоблок; 8 — корпус; 9 — антенна; 10 — кронштейн; 11 — датчик температуры.

7. Девияция частоты следования суперирующих импульсов ( $\Delta F_{\text{суп}}$ ), составляет  $\approx \pm 11$  кГц.  
Передача импульсов формирователя соответствует посылке максимального значения частоты суперирующих импульсов ( $F_{\text{суп}} + 11$ ) кГц, передача пауз между импульсами формирователя соответствует посылке минимального значения частоты суперирующих импульсов ( $F_{\text{суп}} - 11$ ) кГц.
8. Источник питания радиозонда — батарея 28 МХМ-0,1 (магний-хлористая медь), водоактивируемая, резервного типа, обеспечивающая в течение 120 мин следующие значения напряжений:
  - от 24,4 до 32 В по цепи 27 В;
  - от 8,5 до 10,6 В по цепи 9,5 В.
 Токи, потребляемые радиозондом по цепи 27 и 9,5 В, не превышают 50 мА.
9. Время на подготовку радиозонда к работе не превышает 22 минуты (время выдержки радиозонда перед стартом в указанные 22 минуты не включается. Время на сборку — не более 8 минут).
10. Ресурс работы радиозонда не менее 3 часов. Продолжительность непрерывной работы радиозонда с момента подключения к нему батареи составляет не менее 2 часов.

Основными узлами радиозонда являются: радиоблок, датчики (влажности, температуры, давления — в зависимости от типа радиозонда) батарея 28 МХМ-0,1, корпус, крышка.

В состав радиоблока входят:

- электронный коммутатор (ЭК);
- формирователь импульсов (ФИ);
- измерительный преобразователь (ИП);
- сверхрегенеративный приемо-передатчик (СПП) включающий в себя генератор суперирующих импульсов (ГСИ) и СВЧ-автогенератор (СВЧ-АГ), выполненный на основе СВЧ-модуля М45302;
- антенна;
- стабилизаторы напряжения и тока (СН);
- батарея питания.

Функциональные узлы радиоблока смонтированы на печатной плате, установленной внутри замкнутого цилиндрического стакана, который совместно с излучающим вибратором и емкостной шайбой образуют антенную систему. Модуль СВЧ М45302 крепится двумя винтами ко дну стакана. На коаксиальный вывод СВЧ-энергии модуля неподвижно установлена тонкостенная втулка, внутри которой расположен излучающий вибратор антенны, а снаружи емкостная шайба. Антенна

представляет собой активный четверть-волновой несимметричный вибратор, электрическим противовесом которого служит стакан. Стакан также выполняет функцию экрана, защищающего узлы радиоблока от СВЧ-поля, излучаемого антенной. Антенна формирует всенаправленную в горизонтальной плоскости диаграмму направленности и служит для приема запросных импульсов от аппаратуры комплекса, работающей в радиолокационном режиме зондирования атмосферы, а также передачи сигналов телеметрической информации и вырабатываемого сверхрегенеративным приемопередатчиком (СПП) ответного сигнала по каналу дальности, который используется комплексом для автосопровождения радиозонда по дальности.

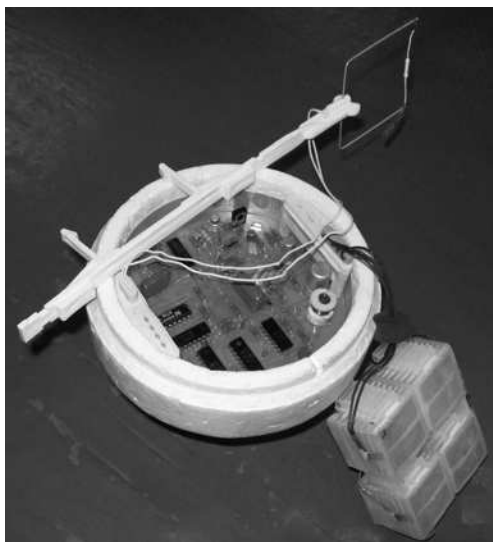


Рис. 31. Радиоблок с подключенной батареей и термистором.

Корпус радиоблока выполнен из пенополистирола, закрываемый крышкой. Корпус служит для размещения в нем радиоблока и батареи, защищает их от механических повреждений и атмосферных осадков во время полета, а также обеспечивает необходимый тепловой режим внутри радиозонда. Крепление крышки к корпусу осуществляется при помощи шнура.

Датчиком температуры служит медно-марганцевый термистор типа ММТ-1. Выводы термистора приварены к металлической рамке, состоящей из двух электрически изолированных кронштейнов, заканчивающихся проводами с двухконтактной вилкой.



Питание радиозонда осуществляется от источника постоянного тока – батареи 28 МХМ-0,1.

### 2.1.2. Устройство и работа радиозондов

Электронный коммутатор (ЭК) поочередно подключает к измерительному преобразователю (ИП) датчик с изменяющимся сопротивлением  $R_t$  и постоянное опорное сопротивление  $R_{оп}$ .

Измерительный преобразователь является преобразователем типа "сопротивление-частота".

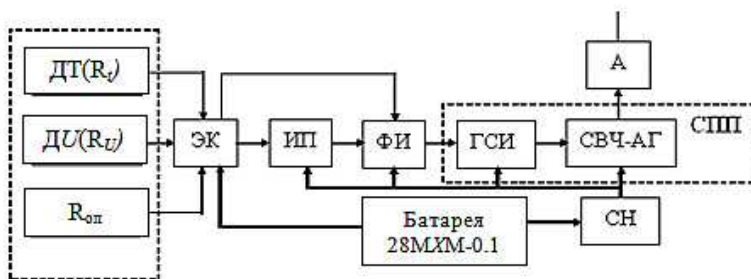


Рис. 32. Структурная схема радиозонда МРЗ-3.

Следовательно, на входе ИП поочередно действуют два различных сопротивления:  $R_{оп}$  и  $R_t + R_{оп}$ , и в соответствии с этим на выходе ИП образуются две импульсных последовательности с частотами (периодами) следования – опорная  $F_{оп}(T_{оп})$  и температурная  $F_t(T_t)$ . Эти частоты (периоды) следования представляют собой коды метеопараметров. Длительность всех импульсов на выходе ИП одинакова и равна  $\approx 10$  мкс.

Для последующего формирования радиотелеметрического сигнала, обеспечивающего передачу указанных кодов на наземную аппаратуру комплекса и последующего декодирования метеопараметров в его приемной системе, в радиозонде используется амплитудно-частотная модуляция (АЧМ) импульсов, вырабатываемых ГСИ (поднесущая частота) с помощью формирователя импульсов (ФИ). Формирователь последовательно включен между выходом ИП и входом ГСИ.

При поочередном подключении датчиков к входу ИП на выходе ФИ формируются видеоимпульсы двух различных длительностей:  $\tau_{оп}$  и  $\tau_t$ . Частоты повторения этих импульсов соответственно равны  $F_{оп}$  и  $F_t$ . Таким образом, формирователь позволяет ввести признак канала в передаваемое сообщение и этот признак будет содержаться в длительности импульсов на его выходе

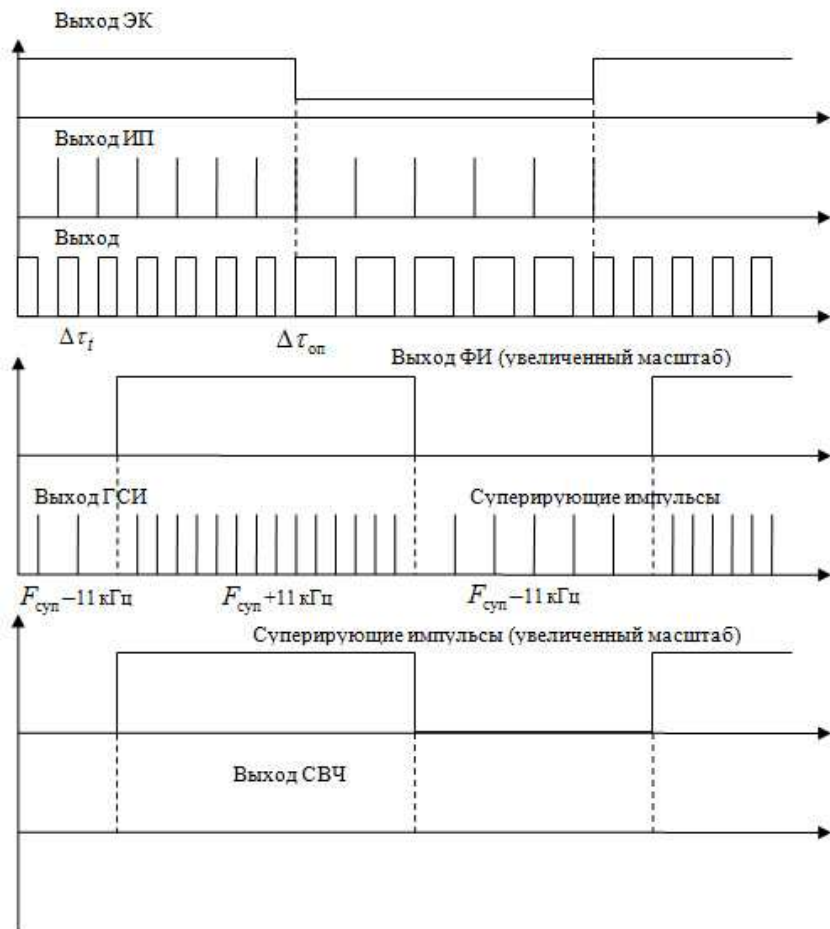


Рис. 33. Вид сигналов, формируемых радиозондом

В высокочастотном радиотелеметрическом сигнале этот признак сохраняется путем его частотной модуляции, вносимой генератором ГСИ. При этом во временных промежутках между видеоимпульсами формирователя частота следования суперирующих видеоимпульсов ГСИ равна  $F_{суп} - \Delta F$ , а во время действия импульсов она возрастает до величины  $F_{суп} + \Delta F$  (где  $\Delta F \approx 11 \text{ кГц}$ ) — девиация частоты. Этими частотоманипулированными суперирующими видеоимпульсами модулируется высокочастотное излучение СВЧ-АГ радиозонда, работающего на несущей частоте  $f_k = 1780 \pm 8 \text{ МГц}$ .

На наземной аппаратуре комплекса восстанавливаются частоты следования импульсов  $F_{\text{оп}}$  и  $F_i$  (и соответствующие им периоды следования  $T_{\text{оп}}$  и  $T_i$ ) путем использования временных селекторов по длительности импульсов  $\tau_{\text{оп}}$ ,  $\tau_i$  и частотного демодулятора.

СПП состоит из ГСИ и СВЧ-АГ, совмещающего функции приемника запросных радиоимпульсов по дальности и ответчика. Видеоимпульсы, вырабатываемые ГСИ, обеспечивают работу СВЧ-АГ в сверхрегенеративном режиме. В качестве СВЧ-АГ используется СВЧ-модуль М45302, представляющий собой гибридно-пленочную микросхему с бескорпусным СВЧ-транзистором.

Ответ СПП на запросный радиоимпульс по дальности представляет собой уменьшение длительности радиоимпульса до величины 50 нс. Это уменьшение длительности радиоимпульса тем больше, чем выше уровень мощности запросного сигнала. Нормальная длительность радиоимпульса составляет 0,2 мкс. После действия запросного сигнала длительность радиоимпульса, излучаемого радиозондом, возрастает. Таким образом, в излучении радиозонда возникает пауза, которая используется аппаратурой комплекса для его автоматического сопровождения по дальности.

Алгоритм преобразования в ЭВМ кодов метеопараметров в численные значения температуры воздуха  $t$  ( $^{\circ}\text{C}$ ) заключается в следующем.

Статическая характеристика преобразования ИП радиоблока (СХИП) для канала температуры имеет вид:

$$y_i = \frac{R1}{R2 + R_i}, \quad (2.1.)$$

где  $R1$  и  $R2$  — характеристические сопротивления измерительного преобразователя, кОм. Величины этих сопротивлений известны и указаны в этикетке на радиоблок;  $R_i$  — сопротивление датчика температуры, кОм;  $y = T_i / T_{\text{оп}}$  — выходной информационный параметр радиоблока в канале температуры.

Вычисление этого параметра производится на станции слежения.

Функция, обратная СХИП, для температурного канала имеет вид:

$$R_i = \frac{R1}{y_i} - R2. \quad (2.2)$$

Статическая характеристика преобразователя датчика температуры (СХДТ) имеет вид:

$$R_i = A \cdot e^{\left(\frac{B}{T+C+273}\right)} \text{ Ом}, \quad (2.3)$$

где  $A$ ,  $B$ ,  $C$  – константы датчика (определены при градуировке конкретного датчика температуры на заводе изготовителе и записаны в этикетку датчика температуры данного радиозонда, Ом, КОм, КОм соответственно),  $T$  – температура в градусах Цельсия.

Функция, обратная СХДТ, имеет вид:

$$T = \frac{B}{\ln \frac{R_t}{A}} - C - 273^\circ. \quad (2.4)$$

Таким образом, определив по радиотелеметрическому сигналу радиозонда величину параметра  $u$  для данного момента времени зондирования (а следовательно, и высоты подъема радиозонда), а по формуле (2.3) величину сопротивления датчика температуры  $R_t$ , определяют значение температуры воздуха на достигнутой радиозондом высоте.

### Сертификат радиоблока

|                                                                                                                                                                                                                                  |        |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-----|
| *****                                                                                                                                                                                                                            |        |     |
| 0*                                                                                                                                                                                                                               | XXXXXX | *0  |
| 1*                                                                                                                                                                                                                               | XX.XXX | *1  |
| 2*                                                                                                                                                                                                                               | XX.XXX | *2  |
| 13*                                                                                                                                                                                                                              | X.XXXX | *13 |
| 14*                                                                                                                                                                                                                              | X.XXXX | *14 |
| 15*                                                                                                                                                                                                                              | XXXXX  | *15 |
| -----                                                                                                                                                                                                                            |        |     |
| <div style="display: flex; justify-content: space-around; width: 100px;"> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></div> </div> |        |     |

|                                                                                                                                                                                                                                  |          |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----|
| *****                                                                                                                                                                                                                            |          |     |
| 0*                                                                                                                                                                                                                               | 3600043* | *0  |
| 1*                                                                                                                                                                                                                               | 30.394   | *1  |
| 2*                                                                                                                                                                                                                               | 30.291   | *2  |
| 13*                                                                                                                                                                                                                              | 0.8087   | *13 |
| 14*                                                                                                                                                                                                                              | 0.9564   | *14 |
| 15*                                                                                                                                                                                                                              | 170603   | *15 |
| -----                                                                                                                                                                                                                            |          |     |
| <div style="display: flex; justify-content: space-around; width: 100px;"> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></div> </div> |          |     |

символ \*\*\*\*\* указывает на радиоблок;

0\*...\*0 – первые цифры (36 или 38) указывают на частоту суперизации (600 или 800), следующие – зав. номер;

1\*...\*1 – коэффициент  $R_1$ , килоомы;

2\*...\*2 – коэффициент  $R_2$ , килоомы;

13\*...\*13, 14\*...\*14 – калибровочные константы;

15\*...\*15 – дата калибровки.

### Сертификат термистора

|                                                   |         |     |
|---------------------------------------------------|---------|-----|
| *****                                             |         |     |
| *****                                             |         |     |
| 6*                                                | XXXXX   | *6  |
| 7*                                                | X.XXXXX | *7  |
| 8*                                                | XXXXX.X | *8  |
| 9*                                                | XXX.XX  | *9  |
| 15*                                               | XXXXXXX | *15 |
| -----                                             |         |     |
| <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |         |     |

|                                                   |         |     |
|---------------------------------------------------|---------|-----|
| *****                                             |         |     |
| *****                                             |         |     |
| 6*                                                | 00051   | *6  |
| 7*                                                | 0.00830 | *7  |
| 8*                                                | 8273.0  | *8  |
| 9*                                                | 153.03  | *9  |
| 15*                                               | 080503  | *15 |
| -----                                             |         |     |
| <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |         |     |

СИМВОЛ \*\*\*\*\* указывает на термистор;  
 \*\*\*\*\*  
 6\*...\*6 — зав. номер;  
 7\*...\*7, 8\*...\*8, 9\*...\*9 — коэффициенты  $A, B, C$ ;  
 15\*...\*15 — дата калибровки.

### Сертификат датчика влажности

|                                                   |         |     |
|---------------------------------------------------|---------|-----|
| *****                                             |         |     |
| *****                                             |         |     |
| *****                                             |         |     |
| 5*                                                | XXXXXX  | *5  |
| 10*                                               | XXX.X   | *10 |
| 11*                                               | XX.XX   | *11 |
| 12*                                               | X.XXX   | *12 |
| 15*                                               | XXXXXXX | *15 |
| -----                                             |         |     |
| <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |         |     |

|                                                   |        |     |
|---------------------------------------------------|--------|-----|
| *****                                             |        |     |
| *****                                             |        |     |
| *****                                             |        |     |
| 5*                                                | 00070  | *5  |
| 10*                                               | 159.7  | *10 |
| 11*                                               | -6.89  | *11 |
| 12*                                               | 0      | *12 |
| 15*                                               | 060803 | *15 |
| -----                                             |        |     |
| <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |        |     |

СИМВОЛ \*\*\*\*\* указывает на датчик влажности;  
 \*\*\*\*\*  
 5\*...\*5 — зав. номер;  
 10\*...\*10, 11\*...\*11, 12\*...\*12 — коэффициенты  $K, N, M$ ;  
 15\*...\*15 — дата калибровки.

### *2.1.3. Порядок подготовки радиозонда к выпуску*

Подготовка радиозондов к выпуску предусматривает:

- предварительную проверку радиозондов;
- подготовку радиозонда к выпуску;
- выдержку и предполетную проверку радиозонда.

Предварительная проверка радиозонда имеет целью укомплектование возимого на метеокомплексе запаса радиозондов исправными приборами, надежность работы которых не вызывает сомнений. Предварительная проверка проводится для партии радиозондов в свободное от зондирования время. Ее начинают проверкой комплектности и внешним осмотром приборов, сверкой номеров радиоблоков и датчиков температуры и давления с их номерами на этикетках, укладкой по принадлежности этикеток и датчиков под крышку корпуса радиозонда.

Для подготовки и проверки радиозондов используются следующие приборы:

- приспособление для подготовки батарей (ППБ);
- приспособление для питания радиозондов (ППЗ);
- радиопоглощающая камера.

**ППБ** предназначено для предполетной активации источников питания радиозондов — батарей питания 28МХМ-0,1.

Основными элементами приспособления для подготовки батарей являются: резисторы, обеспечивающие необходимые режимы активации и контроля батарей; прибор **КОНТРОЛЬ НАПРЯЖЕНИЯ**, используемый для индикации выходных напряжений подключенной к приспособлению батареи. Выбор контролируемого напряжения осуществляется тумблером +27 В — +9,5 В. Для проверки напряжений с помощью более точного прибора предусмотрены гнезда Гн1, Гн2, Гн3. Выбор режима работы приспособления (активация батареи или контроль напряжений батареи) осуществляется тумблером **АКТИВАЦИЯ-КОНТРОЛЬ** 2,7—3,6.

**ППЗ** предназначено для питания радиозондов в точке их выдержки и выпуска при проверке радиозондов с помощью аппаратуры радиолокатора.

В качестве первичного напряжения в приспособлении используется постоянное напряжение 27 В, подаваемое на приспособление с аппаратной машины с помощью кабеля длиной 70 м. Включение приспособления осуществляется тумблером **ВКЛ.-ВЫКЛ.** При этом загорается светодиод, сигнализирующий о включенном состоянии приспособления, и на выходной разъем подаются необходимые напряжения 27 В и 9,5 В.



Рис. 34. Приспособление для подготовки батарей (ППБ) с подключенной батареей.



Рис. 35. Приспособление для питания радиозондов (ППЗ).

Подготовка радиозонда к выпуску проводится радиозондистом-метеонаблюдателем и включает подготовку батареи питания и сборку радиозонда.

Для подготовки батареи питания радиозонда 28МХМ-01 необходимо:

- вскрыть полиэтиленовый чехол и извлечь из него батарею, рабочие полиэтиленовые чехлы (2 шт.) и нитки;
- замочить батарею, погрузив ее на пять минут в сосуд с водой при температуре воды  $25 \pm 10^\circ\text{C}$  так, чтобы над батареей был слой воды не меньше 5 см. При этом разъем батареи не должна увлажняться водой;
- извлечь батарею из сосуда, удалить остатки воды стряхиванием и поместить батарею в рабочие чехлы;
- подключить батарею для активации к приспособлению для подготовки батареи (ППБ), включенному в режим «Активация»;
- периодически контролировать напряжение в цепях батареи, для чего переключатель АКТИВАЦИЯ-КОНТРОЛЬ устанавливают в положение КОНТРОЛЬ. По мере достижения в отдельных цепях батареи минимально допустимого напряжения (для цепи 27 В—24,4 В; для цепи 9,5 В—8,6 В) отключить нагрузку. Батарея считается непригодной для питания радиозонда, если она не выходит на режим в течение 15 минут после ее подключения к ППБ;
- отключить батарею от ППБ и привести ее в полетное состояние, для чего завязать каждый полиэтиленовый чехол ниткой на втулке.

При температуре окружающей среды ниже  $10^\circ\text{C}$  батарею необходимо замачивать в воде с температурой  $40\text{--}50^\circ\text{C}$ . Разрешается хранение батареи в замоченном состоянии в полиэтиленовом чехле, завязанном на втулке нитками, не более 5 часов с момента слива воды до начала активации. В активированном состоянии допускается хранение батареи в полиэтиленовом чехле не более двух часов. Не допускается короткое замыкание контактной вилки батареи после ее замачивания на всех этапах подготовки батареи к работе.

Сборку радиозонда осуществляют в следующем порядке:

- проводят внешний осмотр радиозонда, при отсутствии механических повреждений (поломок, перекосов) и подключают к радиоблоку датчики температуры и влажности; радиозонд размещают на приспособлении для выпуска радиозондов;
- по готовности батареи питания подключают к радиоблоку зонда батарею, укладывают ее в корпус радиозонда маркировкой вверх, закрывают корпус радиозонда крышкой, проведя провод от датчика температуры в паз крышки корпуса;
- проводят обвязку радиозонда шнуром и закрепляют держатель с датчиком температуры на крышке корпуса.



После оборки радиозонда радиозондист-метеонаблюдатель докладывает по телефону старшему оператору о готовности радиозонда к проверке функционирования и наземные метеопараметры в точке выдержки.

Выдержка и предполетная проверка радиозонда проводится в целях контроля исправности измерительных цепей радиозонда и проверки его готовности к зондированию атмосферы. Для этого радиозонд устанавливают на подставке приспособления для выпуска радиозонда так, чтобы его датчик температуры был предохранен экраном от прямого воздействия солнечных лучей и располагался в непосредственной близости от датчиков температуры психрометра (при температуре окружающего воздуха  $-25^{\circ}\text{C}$  и ниже — низкоградусного термометра). Это обеспечивает одинаковые температурные условия для терморезистора и контрольного термометра. Восприятие ими температуры окружающего воздуха достигается выдержкой на пункте радиозонда, а также вентилиционного психрометра не менее 10 минут.

Предполетная проверка радиозонда проводится с использованием аппаратуры радиолокатора после ввода начальных данных в ЭВМ с завершением выдержки радиозонда. При проверке контролируют наличие сигнала радиозонда и значения метеопериодов телеметрического канала. Кроме того, с использованием тестов проверяют градуировку радиозонда по каналам температуры вводом команды ПГ (проверка градуировки) с клавиатуры. По результатам проверки на экране ВКУ высвечивается сообщение ЗОНД ИСПР. или ЗОНД БРАК, а на АЦПУ отпечатываются паспортные данные радиозонда и результаты проверки.

Особое внимание в ходе проверки уделяют контролю наличия сигнала, и метеоимпульсов, точности измерения температуры, а также, по возможности, проверки качества ответного сигнала по дальности в радиолокационном режиме сопровождения радиозонда. По итогам проверки на корпусе радиозонда делается отметка об исправности прибора, дате проверки с фамилией проверяющего.

Сообщение ЗОНД БРАК высвечивается на экране ВКУ в случае, если результаты наземных метеорологических измерений ( $T_0$  и  $P_0$ ), полученные в точке выпуска, отличаются на величину:

- по температуре — более  $2^{\circ}\text{C}$  ;
- по относительной влажности более 15 %.

В случае если по результатам проверки радиозонд забракован, проверяют, выдержан ли радиозонд на точке выпуска в течение 10 минут, а также правильность ввода в АБУ паспортных данных зонда и результатов наземных метеорологических измерений. Повторно вводят указанные значения и проверяют градуировку радиозонда. Если при этом радиозонд бракуется по температуре или влажности — заменяют терми-

стор или датчик влажности и повторяют ввод начальных данных и проверку. При отрицательном результате необходимо взять другой радиозонд и провести предполетную проверку радиозонда в полном объеме.

Завершают предполетную проверку радиозонда вводом в АБУ начальных координат радиозонда  $D_0$ ,  $E_0$ ,  $A_0$  включением тумблера ЗАХВАТ на панели управления.

#### ***2.1.4. Водород и радиозондовые оболочки***

На аэрологических станциях водород применяют для наполнения радиозондовых (шаропилотных) оболочек. Химически чистый водород представляет собой бесцветный, лишенный запаха и вкуса газ. Это самый легкий газ, 1 м<sup>3</sup> водорода весит 0,083 кг при температуре +15 °С и атмосферном давлении 750 мм рт.ст. Водород в 14,5 раза легче сухого воздуха, 1 м<sup>3</sup> которого при тех же условиях весит 1,206 кг. Разность между весом 1 м<sup>3</sup> воздуха и 1 м<sup>3</sup> водорода составляет полную подъемную силу водорода.

Аэрологические станции получают водород в сжатом виде в специальных стальных баллонах. В баллонах содержится технический водород, чистота которого не ниже 97,5 %. Примеси (главным образом воздух) утяжеляют 1 м<sup>3</sup> водорода до 0,125 кг и уменьшают подъемную силу водорода до 1,08 кг (при температуре +15 °С и атмосферном давлении 750 мм рт.ст.). Водород — горючий газ. В воздухе он горит бледным пламенем с температурой около 1500 °С. Водород, смешанный с воздухом (кислородом), образует смесь, которая называется гремучим газом.

Если к водороду примешано от 25 до 96 % воздуха, такая смесь от пламени или электрической искры взрывается. Если воздуха примешано менее 25%, смесь от огня воспламеняется и горит без взрыва.

При примеси воздуха более 96% смесь не взрывается и не горит. Водород дает самый сильный взрыв в том случае, если к нему применено 71% воздуха по объему. Чистый водород не электризуется, но присутствие в нем пыли, которая является носителем электрических зарядов, приводит к тому, что запыленный водород, находясь в движении, способен электризовать шланг и наполняемую шаропилотную оболочку и создавать опасность ее взрыва. Пыль в водороде может появиться, прежде всего, при наполнении оболочек, в которых остался тальк, а также при накоплении в баллонах порошкообразного окисла его стенок.

На аэрологических станциях водород содержится в баллонах, которые размещаются в соответствующих секциях прицепа РПМК-1 и вспомогательной машины МРК-1. Баллон для сжатого водорода пред-

ставляет собой герметически закрывающийся сосуд цилиндрической формы с закругленным дном и оттянутой горловиной, в которую ввернут вентиль.

Длина баллона составляет 1,53 м, наружный диаметр – 22 см, толщина стенок – 8 мм, вес баллона около 67 кг. Давление водорода в полностью заполненном баллоне при температуре  $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$  составляет 150 атм. При этом давлении из баллона можно получить  $5,5\text{ м}^3$  несжатого водорода при нормальном атмосферном давлении. В расчетах и заявках на сжатый водород количество водорода в баллоне принимается равным  $5\text{ м}^3$ . Опознавательные признаки водородного баллона: баллон должен быть окрашен в зеленый цвет, на баллоне нанесена надпись красным цветом «Водород».

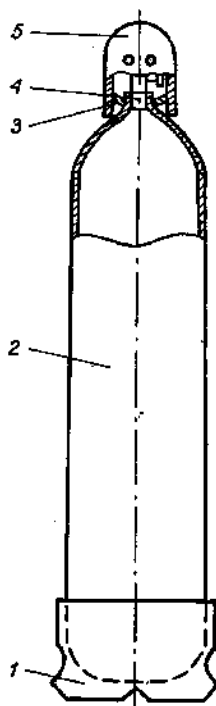


Рис. 36. Водородный баллон.

1- опорный башмак; 2 – корпус; 3 – кольцо горловины; 4 – вентиль; 5 – предохранительный башмак.

Давление в баллоне измеряется с помощью водородного редуктора (окраска зеленого цвета).

Водородные баллоны, как сосуды высокого давления, подлежат поверке. Периодичность поверки составляет 5 лет. Год и месяц очередной поверки выбивается на головной части баллона. Эксплуатация баллонов с истекшим сроком поверки не допускается.

Для подъема в атмосферу радиозондов применяются эластичные оболочки, изготавливаемые из вулканизированного резинового латекса или из пластифицирующей композиции на основе фригита. При подъеме в верхние слои атмосферы оболочек, наполненных водородом, вследствие уменьшения внешнего давления линейное растяжение ее латексной пленки может достигать 700 %.

Радиозондовая оболочка имеет форму эллипсоида с трубчатым отростком (аппендиксом), служащим для наполнения оболочки водородом и подвешивания к ней радиозонда. Для придания аппендиксу необходимой прочности он делается из материала в 10–20 раз большей толщины, чем сама оболочка.

Оболочки различают по номерам, которые примерно соответствуют радиусу оболочки в ненаполненном состоянии в сантиметрах. На метеокомплексах применяются оболочки № 50, 100 и № 150. Основные характеристики радиозондовых оболочек приведены в таблице.

Таблица 4

**Основные характеристики радиозондовых оболочек**

| Номер оболочки | Масса, г | Количество водорода для наполнения, м3 | Свободная подъемная сила, г | Средняя высота подъема, км |
|----------------|----------|----------------------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| 50             | 200-250  | 1,0-1,3                                | 1400                        | 14-15                      |
| 100            | 365-450  | 1,5-1,8                                | 1600                        | 22-24                      |
| 150            | 800-950  | 2,0-2,5                                | 1800                        | 30-35                      |

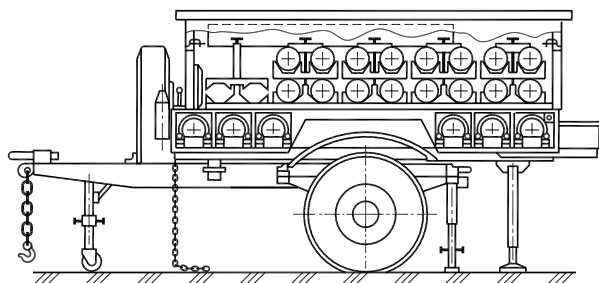


Рис. 37. Прицеп для перевозки водорода.



Рис. 38. Кран-гиря.

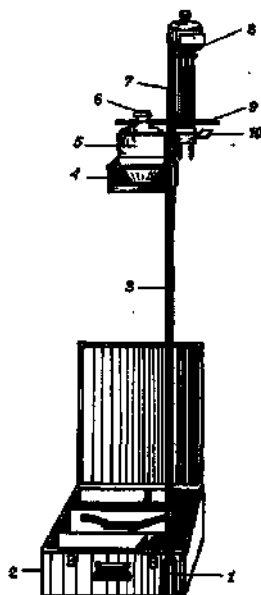


Рис. 39. Оборудование пункта выдержки и выпуска радиозондов.

1 – гнездо штанги; 2 – ящик радиозондиста; 3 – штанга; 4 – подставка для радиозонда; 5 – радиозонд; 6 – датчик влажности; 7 – стойка; 8 – подставка для психрометра; 9 – экран; 10 – датчик температуры.



Рис. 40. Радиозонд на пункте выдержки с подключенным ППЗ.



Рис. 41. Разновесы и кран-гиря.



Рис. 42. Комплект инструмента для наполнения оболочек водородом.



Рис. 43. Редуктор.





Рис. 44. Термостат.

### ***2.1.5. Подготовка оборудования для наполнения оболочек водородом***

Для выпуска в полет радиозондов газонаполнитель с участием оператора-радиотелефониста осуществляет подготовку и наполнение водородом радиозондовых оболочек, которые включают:

- подготовку оборудования для наполнения оболочек водородом;
- подготовку радиозондовых оболочек;
- наполнение оболочек водородом.

***Порядок подготовки оборудования*** к наполнению оболочек следующий:

- заземлить баллон, вбив в грунт штырь заземления и подсоединив шину заземления к основанию корпуса редуктора;
- заземлить кран-гирю;
- отвинтить у баллона с водородом предохранительный колпак ключом для круглых гаек и снять заглушку со штуцера вентиля баллона;
- подсоединить с помощью зажима закрепленную на прицепе шину заземления водородных баллонов к горловине баллона, из которого будет наполняться оболочка;
- подсоединить редуктор к штуцеру вентиля баллона и шланг к штуцеру редуктора соответствующими ключами;
- подсоединить шину штыревого заземления к наконечнику на конце шланга со стороны кран-гири и шланг к кран-гире шаропилотного комплекта с надетыми на нее разновесами;



### 2.1.6. Обработка радиозондовых оболочек

Латексные (непластифицированные) оболочки, теряющие при низких температурах и длительном хранении свои эластичные свойства, требуют дополнительно перед наполнением водородом специальной обработки, которая проводится заблаговременно, как правило, в процессе предыдущих зондирований и включает их *термическую и химическую обработку*.

Термическая обработка латексных оболочек проводится в термостате из комплекта метеорологического комплекса. Перед термической обработкой оболочку осматривают, вытряхивают из нее тальк и развешивают на поперечных штырях в рабочей камере термостата. Оболочка не должна касаться дна и стенок рабочей камеры. В термостате оболочку прогревают в течение одного часа. Температура автоматически поддерживается равной 70 °С. Для равномерного прогрева оболочки необходимо через 30 минут ее переворачивать, а с завершением термической обработки, чтобы исключить электризацию стенок оболочки при наполнении ее водородом, вытряхиванием удалить остатки талька.

Химическую обработку оболочки проводят в керосине. Для обработки разогретую оболочку погружают в бак с керосином, начиная с вершины так, чтобы находящийся в ней воздух вытеснялся и оболочка не всплывала на поверхность. Непогруженным оставляют конец аппендикса длиной 2-3 см. Время обработки оболочки устанавливают в зависимости от температуры керосина. Не допускается попадание керосина внутрь оболочки. При проникновении керосина внутрь оболочки ее бракуют.

Таблица 5

**Время обработки латексной оболочки в керосине**

| Температура керосина, °С      | +30            | +20 | 0  | –20 | –40 |
|-------------------------------|----------------|-----|----|-----|-----|
| Время выдержки не менее, мин. | Только смочить | 3   | 10 | 20  | 30  |

Обработку оболочки разрешается производить в смеси бензина Б-70 (10 л) и смазки ЦИАТИМ-201 (100 г) – летом в течение 3–4 мин, зимой – 5-8 мин.

После обработки оболочку извлекают из керосина, дают стечь остаткам керосина с поверхности оболочки и приступают к наполнению водородом. В случае необходимости хранения обработанной оболочки ее требуется свернуть верхней частью внутрь и поместить в полиэтиленовом мешке в бак для обработанных оболочек. Обработанные оболочки могут храниться при положительных температурах в течение трех суток.

### **2.1.7. Наполнение оболочек водородом**

Наполнение оболочек водородом проводят в такой последовательности:

- подсоединяют аппендикс обработанной оболочки к кран-гире шаропилотного комплекта и перевязывают его шнуром из комплекта радиозонда;
- подсоединяют наконечник шланга к кран-гире;
- медленным вращением вентиля по часовой стрелке подают водород в оболочку, наполнение проводят до тех пор, пока оболочка не начнет поднимать кран-гиру с разновесами;
- по окончании наполнения оболочки поворачивают вентиль баллона против часовой стрелки, снимают наполненную оболочку с кран-гири и завязывают ее горловину.

После наполнения оболочки необходимо осмотреть ее со всех сторон на предмет обнаружения свищей (небольших отверстий). При обнаружении свища необходимо перевязать его ниткой, оттянув пальцами резину. Если выпустить оболочку со свищем, то на некоторой высоте оболочка «зависнет», то есть прекратит подъем.

Наполнение оболочки должно быть закончено к моменту окончания проверки радиозонда. Наполненную оболочку подвешивают к подготовленному к выпуску радиозонду шнуром длиной 20 м из комплекта радиозонда.

### **2.1.8. Меры безопасности при работе с водородом**

Правила работы с водородными баллонами изложены в нормативном документе ПБ 03-576-03 «Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением». Эти требования обязательны для всех организаций, эксплуатирующих сосуды, работающих под высоким давлением.

При работе с водородными баллонами и водородом необходимо выполнять следующие меры безопасности:

- тщательно осматривать баллоны с водородом при их получении для укомплектования метеокомплекса. Не принимать баллоны с механическими повреждениями, а также с истекшим сроком поверки. Дата следующей поверки выбита на горловине. Периодичность поверки составляет 5 лет;
- в случае неисправности вентиля наполненного баллона отправить его на предприятие-наполнитель с надписью мелом: «ОСТОРОЖНО, ПОЛНЫЙ». Не разбирать и не ремонтировать вентили баллонов своими силами;

- баллон с водородом необходимо переносить вдвоем, с надетым на вентиль предохранительным колпаком;
- поднимая или переворачивая баллон, не брать и не опирать его на вентиль, а также не задевать вентилем за препятствия;
- сберегать окраску баллона. В случае нарушения окраски — подкрашивать зеленой краской. Не бросать, не ударять, не перекачивать баллон по мостовой или земле;
- перевозить только укомплектованные баллоны с заглушками на вентилях и с навернутыми предохранительными колпаками;
- при транспортировании баллонов не грузить поверх них какие-либо предметы, при разгрузке не сбрасывать баллоны с автомашины или прицепа;
- защищать баллоны от прямых солнечных лучей (накрывать баллон защитным тентом);
- перед выпуском водорода из баллона (при наполнении оболочки) проверить состояние шланга, редуктора, заземление редуктора и шланга. Не применять дефектный шланг, а также не обматывать его изоляционной лентой;
- при отвинчивании предохранительного колпака баллона не ударять по ключу железными предметами или камнями. Использовать только омедненный молоток или алюминиевую колотушку из комплекта инструмента;
- при выпуске водорода предохранять шланг от скручивания, перегибания и сплющивания, не убирать руку с вентиля крана для того, чтобы при разрыве оболочки или загорании водорода немедленно закрыть кран;
- после наполнения оболочки или полном выпуске водорода из баллона во избежание проникновения в баллон воздуха немедленно закрыть вентиль, навинтить заглушку и предохранительный колпак.

**Внимание!** При полном выпуске водорода из баллона остаточное давление газа в баллоне должно быть не менее  $0,5 \text{ кгс/см}^2$ . На опорожненном баллоне у горловины мелом нанести ноль (0) — баллон пустой.

### ***Контрольные вопросы:***

1. Назначение, состав, основные характеристики радиозондов.
2. Порядок подготовки радиозонда к выпуску.
3. Свойства водорода.
4. Основные характеристики радиозондовых оболочек.
5. подготовки оборудования к наполнению оболочек.
6. Порядок наполнения оболочек водородом.
7. Перечислить меры безопасности при работе с водородом.

## 2.2. Подготовка аппаратуры радиолокатора к сопровождению радиозонда

### 2.2.1. Меры безопасности при работе с аппаратной машиной

При работе с изделием 1Б44-1 дополнительно необходимо соблюдать следующие меры безопасности:

- не проводить работы под автомобилем, стоящем на домкратах системы горизонтирования;
- не снимать автомобиль с ручного тормоза при незакрепленных в транспортное положение передних и задних домкратов;
- на крышу кузова подниматься только по закрепленной лестнице;
- для исключения травм при работе людей на крыше кузова необходимо до подъема на крышу включить тумблер «МЕСТ УПРАВЛ АНТ» на БЩ6.01; находясь на лестнице, ведущей на крышу, установить ручку «БЛОКИР АНТ» (уступ крыши) в положение «ВКЛ». Спускаясь с крыши, возвращать органы управления в исходное положение в обратной последовательности;
- не находиться в неотапливаемом отсеке во время подъема и опускания антенной колонки;
- замену электронно-лучевой трубки (ЭЛТ) проводить в защитных очках из ЗИП-О;
- работы по установке и снятию блоков БЩ1.1М2, БЩ3.3 проводить вдвоем. Снятие и установку БЩ2.2 (антенная колонка) — с помощью подъемного крана только за рым-болты;
- не включать вентилятор шкафа ШЩ03 без жалюзийной решетки;
- перед установкой блока в шкаф к верхнему упору блока на задней стенке прикрепить предохранительный ремень;
- при включенной аппаратуре в изделии должны одновременно работать не менее двух человек;
- при возникновении пожара в 1Б44-1 выключить автомат «СЕТЬ» на БЩ8.01, выключить кондиционер, вынуть предохранитель в ящике с аккумуляторами, отключить нагрузку, выключить агрегат питания, отсоединить силовой кабель от БЩ8.03 и начать тушить пожар огнетушителем;
- соблюдать осторожность при осмотре, проверках, поиске неисправностей аппаратуры, находящейся под напряжением. В БЩ1.1М2, БЩ5.2, ШЩ02 имеются напряжения свыше 1000 В;
- не выдвигать блок за переднюю панель. Выдвижение производить с помощью ручек БК4 400 008, закрепленных на передней панели одного из блоков;
- к контрольным гнездам подключаться только с помощью специ-

- альных переходников из состава ЗИП-О 1Б44;
- снимать предохранители ТК-400-2 только штатными щипцами (закреплены на корпусе трансформаторной коробки ТК-400-2);
- не замыкать искусственно блокировочные контакты в БЩ1.1М2, БЩ7.4, ШЩ02;
- проводить осмотр и ремонт БЩ5.2 не ранее 10 мин после выключения питания;
- если при прикосновении к металлическим частям изделия обнаружено напряжение, выключить изделие, проверить состояние изоляции цепей питания, найти и устранить неисправность. Убедиться в отсутствии напряжения на корпусе с помощью комбинированного прибора.

Проводить все включения передатчика, не требующие выхода в эфир, на эквивалент антенны;

- не находиться при включенном передатчике на расстоянии менее 15 м от рефлектора со стороны облучателя антенны;
- не отпускать резко домкрат и не стоять сбоку домкрата, пока он не закреплен;
- очистить перед началом работы при наличии снега и льда ступеньки трапов, площадки (решетки) на крыше и крышу кузова;
- не заправлять топливом отопителя ОВУ в 1Б44-1 при включенном двигателе автомобиля;
- не находиться в неотапливаемом отсеке 1Б44-1 при закрытой двери при работе ОВУ в режиме «Отопление».

### **2.2.2. Исходное положение органов управления**

Органы управления основной аппаратуры должны быть установлены в исходное положение, приведенное в таблице. Органы управления, не отмеченные в таблице, могут находиться в произвольном положении.

*Таблица 6*

#### **Исходное положение органов перед включением**

| Место-нахождение | Наименование органа управления        | Положение                       | Примечание      |
|------------------|---------------------------------------|---------------------------------|-----------------|
| БЩ6.1            | Тумблер «Автономное включение блоков» | Выкл.                           | Закрыты крышкой |
|                  | Тумблер «Местн. управл. Прд»          | Выкл                            | То же           |
|                  | Кнопка «Пуск»                         | Отжата (нажатием кнопки «Стоп») | Область 2       |

| Место-нахождение | Наименование органа управления | Положение                   | Примечание                   |
|------------------|--------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
|                  | Тумблер «Дальн. Авт-руч»       | Руч.                        | Область 3                    |
|                  | Тумблер «РЛ-ПЛ»                | РЛ                          | То же                        |
|                  | Тумблер «Признак АСД авт-руч»  | Руч                         |                              |
|                  | Тумблер «Зонд захв-потерян»    | потерян                     |                              |
|                  | Переключатель «Тип зонда»      | В зависимости от типа зонда | Область 10                   |
|                  | Тумблер «600-800»              | То же                       | То же                        |
| БЩ5.2            | Переключатель «Режим работы»   | Работа                      |                              |
|                  | Переключатель «Вид сигнала»    | Огиб.                       |                              |
|                  | Тумблер «Работа-контроль»      | Работа                      |                              |
| БЩ6.4            | Тумблер «ИСПЗ вкл-выкл»        | Выкл.                       |                              |
|                  | Переключатель «Управл. ИСПЗ»   | Ручн.                       |                              |
| БЩ7.4            | Тумблер «Мест. управл. ант.»   | Откл.                       | Антенная колонка             |
|                  | Тумблер «Блокир. ручн.»        | Откл.                       | То же                        |
|                  | Рукоятка «Блокир. ант.»        | Откл.                       | На крыше аппаратурной машины |

### 2.2.3. Последовательность включения аппаратуры

Последовательность включения аппаратуры радиолокатора показана в табл. 7.

Таблица 7

#### Последовательность включения аппаратуры радиолокатора

| Место-нахождение | Наименование органа управления | Положение              | Примечание                   |
|------------------|--------------------------------|------------------------|------------------------------|
| БЩ8.01           | Кнопки «1-3», «2-3»            | Нажать                 | Проверка напряжения по фазам |
|                  | Тумблер «Сеть»                 | Вкл.                   |                              |
| БЩ6.01           | Тумблер «Блоки»                | Вкл.                   |                              |
| ВКУ              | Тумблер «Сеть»                 | Вкл.                   |                              |
|                  | Тумблер «Раб-деж»              | Раб.                   |                              |
| АЦПУ             | Тумблер «Сеть»                 | Вкл.                   |                              |
| БЩ6.01           | Кнопки «Сброс АБУ», «Тесты»    | Последовательно нажать |                              |

Непосредственно после включения аппаратуры радиолокатора проводится тестовый контроль АВУ (последовательным нажатием кнопок «Сброс АВУ», «Тесты»), в ходе которого осуществляется проверка блоков памяти ЭВМ, работоспособность вычислительного устройства ЭВМ, возможность обмена информацией между ЭВМ и ВКУ, между ЭВМ и АЦПУ. Если аппаратура, проверяемая в режиме тестового контроля, исправна, автоматически устанавливается режим «Ожидание» (на экране ВКУ появляется кадр «Ожидание»). Если в результате тестового контроля АВУ выявилась неисправность, с БШ6.02 выдается длительный звуковой сигнал, выключить который можно нажатием клавиши СБРОС АВУ. В этом случае по документации на ЭВМ осуществляется поиск и устранение неисправностей.



Рис. 45. Кадр экрана. Режим «ОЖИДАНИЕ».

#### ***2.2.4. Автоматизированный функциональный контроль***

При подготовке комплексного зондирования атмосферы с целью быстрой (в течение нескольких минут) проверки работоспособности систем проводится автоматизированный функциональный контроль (АФК). Режим АФК задается с пульта оператора и проводится в следующих случаях:

- при подготовке к первому зондированию после совершения марша и развертывания на данной позиции;
- при последующих зондированиях по решению начальник расчета, а также, если промежутки времени между зондированиями более 24 ч;
- при проверках технического состояния аппаратуры в межрегламентный период и при технических обслуживаниях;
- при поиске неисправностей.

### *Исходное положение органов управления перед проведением АФК*

Перед проведением автоматизированного функционального контроля органы управления необходимо установить в исходное положение согласно табл. 8.

*Таблица 8*

#### **Порядок проведения автоматизированного функционального контроля**

| Место-нахождение | Наименование органа управления | Положение  | Примечание                                           |
|------------------|--------------------------------|------------|------------------------------------------------------|
| БЩ6.4            | Переключатель «Управл.ИСПЗ»    | Автоматич. |                                                      |
| БЩ6.01           | Тумблер «Дальн. авт-руч»       | Авт.       | Область 3                                            |
|                  | Тумблер«Признак АСД авт-руч»   | Авт.       | Область 3                                            |
|                  | Тумблер «ГОН»                  | Вкл.       | Область 9                                            |
|                  | Кнопки «а, е вкл»              | Нажать     | То же                                                |
|                  | Кнопка «авт.»                  | Нажать     | То же                                                |
|                  | Кнопка «Высокое Прд»           | Нажать     | Область 4 нажать после вклю-чения светодиода «Готов» |
| БЩ6.02           | Кнопка «ФК»                    | Нажать     |                                                      |

После нажатия на кнопки «ФК» и пробела на экране монитора появится кадр режима «ФК», рисунок 46.

Расшифровка параметров приведена в табл. 9.

По мере проведения функционального контроля систем комплекса заполняется таблица, которая высвечивается на экране ВКУ.

Параметры ФК появляются на экране по мере проведения соответствующих проверок. Время проведения ФК отображается за идентификатором «S». Общее время проведения ФК до появления на экране сообщения «СИСТЕМА ИСПРАВНА» или «СИСТЕМА НЕИСПРАВНА» не должно превышать 150 секунд.

Результирующее сообщение «СИСТЕМА ИСПРАВНА» выдается после окончания проверки всех систем. ФК начинается с проверки параметров системы Щ9 (первая колонка) и параметров «FS» и «F».







Рис. 46. Кадр экрана. Режим «Функциональный контроль».

В случае неисправности любого из этих параметров высвечивается «Щ9 НЕИСПР» (а при неисправном «ФП» и «Щ5 НЕИСПР») и дальнейшие проверки не проводятся. Если получено сообщение о неисправности любой другой системы, сразу выдается результирующее сообщение «СИСТЕМА НЕИСПРАВНА», а проверка продолжается до полного заполнения таблицы.

При проведении проверок в пеленгационном режиме отключаются проверки системы Щ5 (кроме «ФП»), Щ1 и АПЧП.

Во время ФК можно отпечатать любую информацию, набранную на клавиатуре ЭВМ (обычно это вид проводившейся проверки, номер станции, дата, фамилия оператора и т.д., которые необходимо вывести на печать при вводе в эксплуатацию, при техническом обслуживании, перед установкой на хранение и при снятии с хранения).

Ленту с таблицей ФК и информацией о виде и дате проверки, с указанием должности и фамилии оператора следует хранить в формате метеокомплекса.

При получении сообщения «СИСТЕМА НЕИСПРАВНА» необходимо в первую очередь проверить правильность установки органов управления и повторить ФК нажатием кнопки «Повтор» на экране.

Если все операции были выполнены правильно и повторно получено сообщение «СИСТЕМА НЕИСПРАВНА», для окончательной оценки работоспособности аппаратуры необходимо провести ручной функциональный контроль (РФК).

Из режима ФК можно выйти в режим «Ввод» или «Ожидание».

С завершением АФК на АЦПУ печатается итоговая таблица. При сообщении о неисправности системы Щ9 проверка работоспособности радиолокатора прекращается. При возникновении случайных сбоев в системе автоматического контроля (САК) проводится повторное включение АФК. Если система Щ9 исправна, АФК продолжается до окончания проверки всех систем, контроль которых сопровождается информацией на ВКУ о соответствии значений основных параметров систем допустимым пределам и результирующим сообщением об исправности или неисправности каждой системы. Знак «—» справа от значения параметров при этом означает его выход за нижнюю границу допуска, знак «+» — за верхнюю границу допуска, а сообщение «НЕТ» вместо значения параметра означает, что параметр не поступил за отведенное время или неисправен соответствующий элемент системы.

При получении сообщения «система неисправна» необходимо проверить правильность установки органов управления, напряжение сети и повторить АФК через тесты АБУ.

После проведения АФК переходят в режим «Ввод данных» с распечаткой на АЦПУ даты и времени контроля, фамилии проводившего проверку и таблицы АФК.

В случае невозможности проведения зондирования для окончательной оценки работоспособности аппаратуры проводится ручной функциональный контроль и в соответствии с инструкцией по эксплуатации аппаратной машины настройка систем, поиск и устранение неисправностей.

### ***2.2.5. Ориентирование радиолокатора***

Ориентирование радиолокатора аппаратной машины проводят с помощью буссоли или другого аналогичного прибора после смены позиции при подготовке к первому зондированию атмосферы. При последующих зондированиях ориентирование проводят, используя записанные данные первоначального ориентирования. К ориентированию предъявляются жесткие требования, так как от его результатов зависит точность определения данных о ветре, помещаемых в бюллетень.

Ориентирование радиолокатора с помощью буссоли производится следующим образом:

- развернуть буссоль и сориентировать ее по магнитной стрелке;
- навести антенну на центр объектива буссоли по оптическому визиру, а буссоль — на центр оптического визира антенны;
- определить дирекционный угол на центр оптического визира:

$$\alpha = A_m - \Delta A_m, \quad (2.5)$$

где  $A_m$  — магнитный азимут буссоли;  $\Delta A_m$  — поправка буссоли, учитывающая магнитное склонение, сближение меридианов и инструментальную погрешность прибора;

- изменить дирекционный угол на 30-00 (это значение  $A_m$ );
- в режиме «Ожидание» считать с экрана ВКУ и записать значение азимута антенны, наведенной на буссоль, относительно продольной оси изделия со своим знаком (это значение  $A$ );
- ввести с клавиатуры значение  $A_m$ ;
- через 3—4 на экране ВКУ появится значение ПА:  $ПА = A_m - A$  (дирекционный угол продольной оси машины), записать его.

В аномальных районах ориентирование радиолокатора проводят с помощью буссоли геодезическим или астрономическим способами.

Для контроля ориентирования при последующих зондированиях необходимо определить дирекционные углы на 2—3 удаленных ориентира. Для этого в режиме «Ввод» или «Работа» навести антенну (с крыши) на удаленный ориентир и снять значение «А» с экрана ВКУ.

#### ***Порядок повторного ориентирования на прежней позиции***

Если позиция не менялась, то после выключения аппаратуры или проведения тестового контроля АВУ для ориентирования изделия нет необходимости использовать буссоль и наводить антенну с крыши. При проведении первого ориентирования необходимо записать с экрана значение  $A$  (азимут антенны на буссоль) и  $A_m$  (дирекционный угол с буссоли, измененный на 30-00) и при последующих ориентированиях установить антенну в положение, при котором значение угла  $A$  на ВКУ будет равно записанному при ориентировании радиолокатора, затем ввести в АВУ команду и значение дирекционного угла  $A_m$ .

При этом ***порядок действий оператора*** следующий:

- навести антенну, используя кнопки «Азимут <<», «Азимут >>» на БЩ6.02, на азимут, записанный в значении  $A$ . При этом положение антенны контролировать по экрану ВКУ;
- в режиме «Ожидание» ввести с клавиатуры записанное ранее значение  $A_m$ ;
- сравнить рассчитанное значение ПА с записанным ранее.

При совпадении значений ПА считается, что ориентирование проведено верно.

#### ***2.2.6. Порядок ввода данных***

Переход в режим «Ввод» производится нажатием клавиши «Ввод» на панели БЩ6.02. при этом на экране ВКУ появится изображение, по-

казанное на рисунке 47. На время ввода данных перевести в положение ручное дальность и управление антенной, отключить ГОН и высокое напряжение передатчика.



Рис. 47. Кадр «Ввод данных».

В режиме «Ввод» производится ввод необходимых для проведения зондирования начальных данных. Номенклатура вводимых данных определяется видом зондирования и типом применяемого зонда. С клавиатуры вводятся (в любом порядке) параметры, приведенные в табл. 10.

Таблица 10

### Расшифровка параметров режима «Ввод»

| Наименование параметра          | Обозначение | Размерность | Примечание                                      |
|---------------------------------|-------------|-------------|-------------------------------------------------|
| Текущее время                   | ВР          | ч, мин      |                                                 |
| Дата                            | ДТ          |             |                                                 |
| Номер станции                   | $N_c$       |             |                                                 |
| Высота позиции над уровнем моря | $H_0$       | м           | Определяется по карте                           |
| Широта точки стояния станции    | ШМ          | град        | Определяется по карте                           |
| Долгота точки стояния станции   | ДМ          | град        | То же                                           |
| Азимут ориентирования           | АМ          | ду          | Вводится в режиме «Ожидание»                    |
| Наземная температура            | $T_0$       | $^{\circ}C$ | Сообщается радиозондистом с точки выпуска зонда |

| Наименование параметра            | Обозначение | Размерность | Примечание                       |
|-----------------------------------|-------------|-------------|----------------------------------|
| Наземное давление                 | $P_0$       | мм          | Измеряется барометром            |
| Наземная относительная влажность  | $U_0$       | %           | Измеряется психрометром или ДМК. |
| Угловая высота Солнца             | $Z$         | град        | Из таблицы                       |
| Скорость наземного ветра          | $V$         | м/с         |                                  |
| Направление наземного ветра       | $AV$        | град        |                                  |
| Код облачности                    | ОБЛ         |             |                                  |
| Дальность до точки выпуска        | $D_0$       | м           |                                  |
| Угол места точки выпуска          | $E_0$       | ду          |                                  |
| Азимут точки выпуска              | $A_0$       | ду          |                                  |
| Коэффициенты терморезистора зонда | $A, B, C$   |             |                                  |
| Коэффициенты радиоблока           | $R1, R2$    |             |                                  |
| Коэффициенты датчика влажности    | $K, N, M$   |             |                                  |

**Внимание!** Дальность, угол места и азимут точки выпуска ( $D_0$ ,  $E_0$ ,  $A_0$ ) с клавиатуры не вводить, т.к. при захвате радиозонда на автоматическое сопровождение они вводятся автоматически.

Ввод значений параметров производится с клавиатуры пульта оператора БЩ6.02. Знак «+» не набирать.

При вводе значений *применять следующие правила:*

- ввести обозначение параметра (например, ВР);
- ввести двоеточие;
- ввести значение параметра (например, для времени: 10-35);
- нажать точку — команда ввода параметра в память ЭВМ;
- если начертание латинских и русских букв совпадает, то данную букву можно вводить на любом регистре;
- переход на верхний или нижний регистр производится клавишами «ВР» и «НР»;
- время (часы и минуты) вводится через тире;
- дата (день, месяц, две цифры года) вводится без знаков;
- десятичный знак вводится как запятая.

Если при вводе значение параметра в наборе допущена ошибка, то следует откорректировать введенное значение и нажать клавишу «Точка». Для удаления введенных символов использовать клавишу «?».

Значение  $Z$  (угловая высота Солнца) определяется по табл. 11, приведенной в Инструкции по эксплуатации, часть 2.

Таблица 11

## Значения угловой высоты Солнца

| Время<br>суток,<br>часы | Время года (месяцы) |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |     |
|-------------------------|---------------------|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
|                         | 01                  | 02  | 03  | 04  | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12  |
| Широта 55°              |                     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |     |
| 01 , 23                 |                     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |     |
| 02 , 22                 |                     |     |     |     |    | -7 | -7 |    |    |    |    |     |
| 03 , 21                 |                     |     |     |     | -8 | -3 | -4 | -8 |    |    |    |     |
| 04 , 20                 |                     |     |     | -10 | -2 | 3  | 2  | -3 | -8 |    |    |     |
| 05 , 19                 |                     |     | -10 | -2  | 6  | 11 | 9  | 5  | -4 |    |    |     |
| 06 , 18                 |                     | -10 | -4  | 7   | 15 | 18 | 17 | 13 | 4  | -5 |    |     |
| 07 , 17                 | -9                  | -3  | 5   | 15  | 23 | 27 | 26 | 22 | 13 | 4  | -5 | -10 |
| 08 , 16                 | -2                  | 5   | 13  | 24  | 32 | 36 | 34 | 30 | 21 | 13 | 4  | -3  |
| 09 , 15                 | 5                   | 12  | 21  | 32  | 40 | 43 | 43 | 38 | 29 | 19 | 9  | 4   |
| 10 , 14                 | 10                  | 16  | 26  | 38  | 46 | 51 | 51 | 45 | 35 | 25 | 15 | 9   |
| 11 , 13                 | 13                  | 20  | 30  | 42  | 51 | 56 | 55 | 50 | 40 | 28 | 18 | 11  |
| 12                      | 13                  | 21  | 31  | 44  | 53 | 57 | 56 | 51 | 41 | 29 | 19 | 12  |
| Широта 65°              |                     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |     |
| 01 , 23                 |                     |     |     |     | -5 | -2 | -3 | -6 |    |    |    |     |
| 02 , 22                 |                     |     |     |     | -4 | 0  | 0  | -4 |    |    |    |     |
| 03 , 21                 |                     |     |     |     | 0  | 4  | 4  | -3 |    |    |    |     |
| 04 , 20                 |                     |     |     | -5  | 4  | 9  | 8  | 3  | -6 |    |    |     |
| 05 , 19                 |                     |     | -8  | 1   | 10 | 14 | 14 | 8  | -1 |    |    |     |
| 06 , 18                 |                     |     | -4  | 8   | 16 | 21 | 20 | 14 | 5  | -5 |    |     |
| 07 , 17                 |                     | -5  | 3   | 13  | 22 | 27 | 26 | 21 | 12 | 1  | -7 |     |
| 08 , 16                 | -8                  | -2  | 9   | 20  | 29 | 34 | 33 | 27 | 18 | 7  | -2 |     |
| 09 , 15                 | -3                  | 4   | 13  | 26  | 34 | 39 | 38 | 32 | 23 | 12 | 2  | -5  |
| 10 , 14                 | 0                   | 7   | 17  | 30  | 38 | 44 | 43 | 37 | 27 | 16 | 6  | -1  |
| 11 , 13                 | 3                   | 11  | 20  | 33  | 41 | 46 | 46 | 40 | 30 | 18 | 8  | 1   |
| 12                      | 3                   | 11  | 21  | 34  | 43 | 48 | 47 | 41 | 31 | 19 | 8  | 2   |

После заполнения всех параметров производится захват радиозонда, размещенного на точке выпуска. Для этого необходимо:

- включить высокое напряжение передатчика нажав клавишу «Высокое Прд» на БЩ6.01;

- установить на БЩ6.01 тумблер «АНТ-ЭА» в положение «АНТ» и нажать клавиши «α ВКЛ», «ε ВКЛ»;
- навести антенну на зонд с помощью устройства ручного наведения (УРН) панели БЩ6.02 по α, ε, наблюдая снаружи кабины за положением антенны;
- убедиться в появлении сигнала зонда и метеоимпульсов (установить на БЩ5.2 переключатель «РЕЖИМ РАБОТЫ» в положение «МЕТЕО» и наблюдать на экране метеоимпульсы);
- на БЩ6.01 включить тумблер «ГОН» и нажать клавишу «АВТ».

Затем необходимо проверить, что произошел захват радиозонда по угловым координатам:

- антенна изделия 1Б44-1 смотрит в сторону радиозонда;
- отметка равносигнального направления внутри круговой шкалы на экране монитора колеблется около центра перекрестия;
- на экране БЩ5.2 наблюдается характерный сигнал радиозонда;
- навести визир дальности на ответную паузу радиозонда (кнопками на БЩ6.02).

*Для ввода координат точки выпуска  $D_0$ ,  $E_0$ ,  $A_0$  установить тумблер «Зонд захв-потерян» в положение «Захват».*

Проверить, что на экране монитора ниже значений метеопериодов отображается температура и влажность, измеряемые зондом.

Сравнить значение температуры и влажности, измеренное зондом с введенными значениями  $T_0$  и  $U_0$ . Разность показаний не должна превышать 2°C и 15%.

Если вышеуказанные условия не выполняются — проверить правильность ввода коэффициентов зонда и правильность измерения температуры и давления. Проверить правильность сборки и подготовки зонда. Если все выполнено правильно, то необходимо заметить радиозонд.

В случае если вышеуказанные условия выполняются, перейти к проверке градуировки зонда, для чего ввести с клавиатуры команду «ПГ». При этом на ленте принтера будет отпечатан результат проверки градуировки зонда.

Затем производится печать введенных начальных данных. Для этого необходимо набрать на клавиатуре команду «ПД» и проверить, что при этом произойдет отпечатывание на ленте принтера начальных данных.

|    |         |    |         |   |         |    |        |    |        |
|----|---------|----|---------|---|---------|----|--------|----|--------|
| А  | х,ххххх | В  | хххх,х  | С | ххх,ххх | Е1 | хх,ххх | Э2 | хх,ххх |
| К  | -хх,х   | Н  | хххх,хх | М | -х,ххх  |    |        |    |        |
| Т0 | -хх,х   | У0 | ххх,х   |   |         |    |        |    |        |
| ТВ | -хх,х   | УЭ | ххх,х   |   |         |    |        |    |        |

ЗОНД ИСПР

Рис. 48. Печать результатов проверки радиозонда типа ТВ.



|    |        |    |       |     |       |    |       |       |       |
|----|--------|----|-------|-----|-------|----|-------|-------|-------|
| ДТ | 110697 | НС | 29440 | Е0  | 265   | ШМ | 57    | ДМ    | 61    |
| АМ | 39-45  | ПА | 24-00 | 00  | 70    | Э0 | 00-20 | А0    | 10-40 |
| СП | -6     | Z  | 44    | ОБЛ | 00900 | V  | 7     | AV    | 270   |
| T0 | 15     | U0 | 55    | P0  | 749.0 | мм | =     | 997.3 | мб    |

Рис. 49. Печать начальных данных.

После завершения ввода и отпечатывания результатов ПГ и начальных данных перейти в режим «Подготовка» нажатием клавиши «Раб».



Рис. 50. Кадр экрана. Режим «Подготовка».

Из режима «Подготовка» можно переходить в режим «Ввод» и обратно (например, для проверки правильности введенных данных).

### 2.2.7. Контроль подготовки зондирования атмосферы

Контроль подготовки и проведения зондирования атмосферы является начальным этапом контроля комплексного зондирования атмосферы. Он возлагается непосредственно на начальника расчета и осуществляется в целях своевременного обнаружения и устранения грубых ошибок, которые могут быть допущены расчетом в ходе подготовки к выпуску радиозонда и в процессе зондирования атмосферы.

Контроль подготовки зондирования атмосферы включает проверку следующих элементов:

- горизонтирования и ориентирования аппаратной машины;
- результатов наземных метеорологических измерений;
- правильности ввода данных в ЭВМ;
- подготовки и предполетной проверки радиозонда.

При проведении контроля в процессе разворачивания метеокомплекса и подготовки зондирования атмосферы начальник расчета должен руководствоваться следующими правилами:

- контроль горизонтирования аппаратной машины осуществляется по точным уровням антенной колонки;
- контроль ориентирования радиолокатора выполняют наведением антенны (с крыши) на удаленный ориентир и сравнением азимута с записанным ранее;
- контроль результатов наземных метеорологических измерений осуществляют проверкой соблюдения правил подготовки приборов к измерениям, а также своевременности их проведения в интересах как предполетной проверки радиозонда, так и для включения в наземную группу метеобюллетея;
- контроль подготовки радиозонда к выпуску, правильности ввода данных в ЭВМ и предполетной проверки радиозонда ограничивают проверкой по таблице кадра «Ввод» на мониторе паспортных и фактических данных о его пригодности к выпуску, своевременном принятии мер по устранению причин результирующего сообщения «ЗОНД БРАК», включая его замену с целью не допустить срыв начала зондирования атмосферы, а также проверкой начальных координат точки выпуска.

При отсутствии возможности контроля подготовки зондирования атмосферы до выпуска радиозонда необходимо по окончании зондирования до передачи метеобюллетея проверить точность горизонтирования и ориентирования радиолокатора метеокомплекса. При обнаружении грубых ошибок — исправить результаты зондирования, делая соответствующие записи на ленте принтера. Например, если при вводе в ЭВМ значение АМ не изменено на 30-00, то после проведения зондирования все значения среднего ветра на стандартных высотах необходимо изменить на 30-00.

Для проверки правильности расчета станцией температуры и влажности воздуха необходимо убедиться, что на экране монитора ниже значений метеопериодов отображаются температура и влажность, измеряемые зондом. Необходимо сравнить значение температуры и влажности, измеренные зондом с введенными значениями  $T_0$  и  $U_0$ . Разность показаний не должна превышать 2 °С и 15 %.

Если вышеуказанные условия не выполняются, то – проверить:

- зав. номера на этикетках и радиоблоке и датчиках;
- правильность ввода коэффициентов радиоблока;
- правильность измерения температуры и влажности.

Если все выполнено правильно, то необходимо заменить радиозонд.

***Контрольные вопросы:***

1. Порядок ориентирования радиолокатора с помощью буссоли.
2. Порядок повторного ориентирования радиолокатора на прежней позиции.
3. Порядок ввода координат точки выпуска  $D_0$ ,  $E_0$ ,  $A_0$ .
4. В чем заключается контроль подготовки зондирования атмосферы?
5. Какова должна быть разность показаний температуры и влажности между измеренными зондом и введенными?
6. Действия оператора, если выдается сообщение «Зонд брак».

## ГЛАВА 3. ПРОВЕДЕНИЕ КОМПЛЕКСНОГО ЗОНДИРОВАНИЯ АТМОСФЕРЫ

### 3.1. Переход в режим «ПОЛЕТ». Сопровождение радиозонда

#### 3.1.1. Переход в режим «ПОЛЕТ»

В режиме «Полет» осуществляются сопровождение зонда, расчет, отображение и печать метеоданных.

Переход в режим «Полет» осуществляется нажатием клавиши «Пуск» на пульте оператора БЩ6.01 по команде начальника метеокомплекса в момент выпуска радиозонда.

При этом на экране монитора отображается кадр режима «ПОЛЕТ».



Рис. 51 — Кадр экрана режима «ПОЛЕТ».

В режиме «Полет» необходимо проверить, что:

- на экране появился кадр режима «Полет»;
- произошел реальный выпуск зонда (увеличиваются значения высоты ( $H$ ) и угла места ( $E$ );
- не произошло потери зонда по угловым координатам и дальности;
- на принтере отпечатался текст: ВРЕМЯ ВЫПУСКА XX-XX.

**Внимание!** В случае, если реального выпуска не произошло (например, клавиша «ПУСК» нажата ошибочно), необходимо возвратиться в режим «Подготовка», для чего нажать на БЩ6.01 клавишу «СТОП» и, не отпуская ее, набрать на клавиатуре «ОТП» (отмена пуска). Проверить, что на экране отобразился кадр режима «Подготовка».

После устранения причин задержки реального выпуска произвести повторный пуск.

### ***3.1.2. Сопровождение радиозонда***

В процессе сопровождения радиозонда оператор должен контролировать:

- совпадение ответной паузы с визиром дальности (на экране БЩ5.2);
- периодически переключать режимы «Работа», «Метео» (переключателем «Режим работы» на БЩ5.2) и наблюдать на экране БЩ5.2 метеоимпульсы: опорные, температурные, влажностные;
- изменяющиеся значения метеопериодов и расчетные значения температуры и влажности (на экране монитора ВКУ);
- положение точки (сигнал ошибки по угловым координатам) вблизи перекрестия (на экране монитора ВКУ);
- увеличение высоты радиозонда (на экране монитора ВКУ);
- вертикальную скорость радиозонда 5–6 м/с (на экране монитора ВКУ);
- периодическую печать данных на АЦПУ (при заклинивании или окончании бумаги — открыть крышку АЦПУ и устранить неисправность);
- в процессе полета контролировать выводимые на экран и печать данные на стандартных аэрологических высотах, изобарах и особых точках.

При получении информации о падении зонда (вертикальную скорость радиозонда приняла отрицательное значение) не следует спешить с переходом в режим «Вывод». Следует убедиться в достоверности информации о падении по быстрому уменьшению значения угла места в течение не менее 90 секунд.

При возникновении звукового сигнала о перегреве аппаратуры немедленно включить вентиляцию тумблером «ВЕНТ» на БЩ8.02.

В случае прекращения изменения метеопериодов на экране монитора:

- проверить по экрану БЩ5.2 в режиме «МЕТЕО» наличие метеосигнала зонда и периодическое изменение длительностей периодов метеосигнала;
- при наличии нормального метеосигнала и при возникновении красного символа «?» после значения какого-либо метеопериода

установить тумблер «СЕЛ-РАЗД» в положение «РАЗД» и после исчезновения знака «?» и возобновления изменения метеопериодов вернуть тумблер в положение «СЕЛ».

При ухудшении качества ответной паузы на экране БЩ5.2 в режиме «РАБОТА» подстроить частоту передатчика переключателем «СДВИГ  $f$  МГц» на панели БЩ6.01.

При полете зонда на больших дальностях при малом отношении сигнала к шумам (периодически мигает индикатор «ПЕРЕПАД» на БЩ6.01) в период улучшения отношения сигнал/шум (гаснет индикатор «ПЕРЕПАД») установить тумблер «ПАМЯТЬ» на БЩ6.01 в положение ВКЛ.

При ухудшении параметров радиозонда сразу после его выпуска может понадобиться преждевременная выдача некоторых команд, выдаваемых обычно в автоматическом режиме:

- при плохом соотношении сигнал/шум после выпуска зонда выключить аттенюатор в тракте приемника (установить на БЩ6.01 тумблера «АТТЕН Прм» в положения «РУЧ» и «ОТКЛ»).

При нарушении работы системы автоматической подстройки частоты гетеродина (АПЧГ) перейти в режим ручной подстройки. Для этого:

- установить на БЩ6.01 переключатель «АПЧГ-РПЧГ-ПАПЧ» в положение «РПЧГ»;
- регулировкой РПЧГ на БЩ6.01 подстроить гетеродин СВЧ по наилучшему виду сигнала зонда на экране БЩ5.2 в режиме «РАБОТА» и по максимуму напряжения АРУ ОК по прибору блока БЩ6.4.

При нарушении работы системы автоматической подстройки частоты передатчика (АПЧП) перейти в режим ручной подстройки:

- установить на БЩ6.01 тумблер «АПЧП-РПЧП» в положение «РПЧП»;
- кнопками «>» и «<» на БЩ6.01 подстроить передатчик по наилучшему качеству ответного сигнала на экране БЩ5.2 (в режиме «РАБОТА»).

При отказе какой-либо ячейки в основном канале приемного устройства переключиться на резервный канал:

- включить на БЩ6.01 тумблер «ПАМЯТЬ» и установить тумблер «АПЧГ-РЕЗЕРВ ОК» в положение «РЕЗЕРВ ОК»;
- перейти в режим ручной подстройки гетеродина, как указано выше.

Для выдачи телеграммы КН04 необходимо набрать на клавиатуре команду «КН04».

В процессе полета оператор может изменить введенный код облачности (например, по наблюдению момента входа шара в облака).

В процессе полета по мере готовности выходных документов производить выдачу их на экран и печать.

Данные о вертикальной устойчивости атмосферы в слое 0–50 м можно выдать после достижения зондом высоты 200 м.

Полностью заполненную таблицу «Приземный слой» можно выдать после достижения зондом высоты 4000 м.

Полные данные об обледенении можно выдать после прохождения изобары 500 мб.

Полная телеграмма «СЛОЙ» может быть выдана после достижения высоты 30000 м (частичная – после высоты 1600 м).

Полные части *A* и *B* телеграммы КН-04 могут быть выданы после достижения зондом изобары 100 мб.

Части *C* и *D* телеграммы КН-04 обычно выдаются в режиме «Выход», но неполные части могут быть выданы и в режиме «Полет».

| ИП, ТУ, В<br>АВ | Р<br>Н | Н<br>Р | Т<br>Т (°C) | ТD<br>C (TD) | AV<br>AV | V<br>V S |
|-----------------|--------|--------|-------------|--------------|----------|----------|
|                 | 1600   | 844.4  | 12.1 (K.XX) | 54 (9.0)     | 220      | 3 320    |
| ИП              | 850    | 1544   | 12.6        | 9.6          | 219      | 2        |
|                 | 1800   | 824.3  | 10.5 (K.XX) | 59 (7.7)     | 222      | 3 360    |
| ТУ              | 844.4  | 1600   | 12.1        | 9.0          |          |          |
|                 | 2000   | 804.7  | 10.3 (K.XX) | 45 (11.4)    | 218      | 4 400    |
| В               | 824.3  | 1800   |             |              | 222      | 3        |
|                 | 2200   | 785.4  | 8.9 (K.XX)  | 44 (11.5)    | 224      | 4 440    |
|                 | 2400   | 766.6  | 7.3 (K.XX)  | 45 (11.1)    | 212      | 6 480    |
|                 | 2600   | 748.0  | 5.9 (K.XX)  | 42 (11.9)    | 213      | 7 520    |
|                 | 2800   | 729.8  | 4.5 (K.XX)  | 42 (11.8)    | 209      | 6 560    |
|                 | 3000   | 712.0  | 3.0 (K.XX)  | 42 (11.5)    | 212      | 6 600    |
| ТУ              | 729.8  | 2800   | 4.5         | 11.8         |          |          |
|                 | 3200   | 694.5  | 1.7 (K.XX)  | 42 (11.6)    | 212      | 6 640    |
| ИП              | 700    | 3137   | 2.1         | 11.6         | 212      | 6        |
|                 | 3400   | 677.4  | 0.5 (K.XX)  | 39 (12.4)    | 207      | 4 680    |
|                 | 3600   | 660.5  | -1.4 (K.XX) | 41 (11.4)    | 203      | 3 720    |
|                 | 3800   | 644.1  | -2.4 (K.XX) | 33 (14.0)    | 155      | 4 760    |
| В               | 660.5  | 3600   |             |              | 303      | 3        |
| .....           |        |        |             |              |          |          |
| ТР              | 200.3  | 12000  | -60.8       | 6.7          | 188      | 5        |

Рис. 52 – Промежуточные данные с выдачей параметров на аэрологических геопотенциальных высотах.

### **Условные обозначения:**

*ИП* – параметры на изобарической поверхности;

*ТУ* – параметры в особой точке по температуре или влажности;

*В* – параметры в особой точке по ветру;

*АВ* – параметры на стандартной аэрологической высоте, м;

$P$  – давление, мбар;  
 $H$  – геопотенциальная высота, м;  
 $T$  – температура, °C;  
 $G$  – градиент температуры °C/100 м.  
 $U$  – относительная влажность, % (для стандартных высот);  
 $TD$  – дефицит точки росы, °C;  
 $AV$  – направление ветра, градусах;  
 $V$  – скорость ветра, м/с;  
 $TP$  – параметры на уровне тропопаузы;  
 $S$  – полетное время, с.

| Н    | P      | V | AV | T    | U  | TD   |
|------|--------|---|----|------|----|------|
| 100  | 1000.0 | 1 | 54 | 21.9 | 49 | 11.6 |
| 200  | 997.5  | 2 | 59 | 20.9 | 47 | 11.8 |
| 300  | 996.9  | 3 | 62 | 20.0 | 49 | 11.5 |
| 400  | 995.9  | 4 | 63 | 19.2 | 50 | 11.0 |
| 500  | 995.0  | 4 | 63 | 18.5 | 50 | 10.9 |
| 600  | 924.1  | 4 | 65 | 17.7 | 52 | 10.4 |
| 700  | 902.7  | 5 | 69 | 16.8 | 54 | 9.5  |
| 800  | 892.2  | 5 | 71 | 16.0 | 55 | 9.0  |
| 900  | 891.7  | 5 | 75 | 15.2 | 55 | 9.1  |
| 1000 | 871.4  | 5 | 75 | 14.3 | 56 | 9.8  |
| 2000 | 772.8  | 5 | 82 | 6.8  | 43 | 12.0 |
| 4000 | 603.5  | 4 | 76 | -3.1 | 36 | 13.3 |

Рис. 53 – Таблица приземный слой

### Условные обозначения к таблице ПРИЗЕМНЫЙ СЛОЙ:

$H$  – стандартная высота, м (экран), дкм (печать) ;  
 $P$  – давление, мбар;  
 $V$  – скорость ветра, м/с;  
 $AV$  – направление ветра, градусы;  
 $T$  – температура, °C;  
 $U$  – относительная влажность, %;  
 $TD$  – дефицит точки росы, °C.

| РАСЧЕТ ОБЛЕДЕНЕНИЯ |       | ДД.ММ.ГГ. |      | ЧЧ-ММ |      |
|--------------------|-------|-----------|------|-------|------|
| ИНДЕКС             | цифры |           |      |       |      |
| ИЗОВАРА            | 500   | 700       | 850  |       |      |
|                    | hhiv  | hhiv      | hhiv |       |      |
| ОСОБЫЕ ТОЧКИ       |       |           |      |       |      |
| hhiv               | hhiv  | hhiv      | hhiv | hhiv  | //// |

Рис. 54 – Расчет обледенения.



### **Условные обозначения к расчету облечения:**

дд.мм.гг — число, месяц, год;

чч-мм — часы, минуты;

щщщщ — индекс станции;

hh — высота, дкм;

i — интенсивность облечения: (+ сильное, — слабое, H отсутствует);

V — значение скорости, в сотнях км/час, менее которой возможно облечение.

ШТОРМ    IIIII    YYGGЗ    11111    6НННН    6DDVV

Рис. 55 — Телеграмма ШТОРМ.

### **Условные обозначения телеграммы ШТОРМ:**

IIII — номер станции;

YY — число месяца;

GG — часы;

З — отличительная цифра;

11111 — отличительная группа;

6 — отличительная цифра;

НННН — высота штормового ветра в декаметров;

DD — направление ветра;

VV — скорость штормового ветра.

СЛОЙ    ИИИИ    ДДЧЧВ  
IIIISS 2IIIISS 3IIIISS 4IIIISS 5IIIISS 6IIIISS 7IIIISS

Рис. 56 — Телеграмма СЛОЙ.

### **Условные обозначения к телеграмме СЛОЙ:**

ИИИИ — номер станции;

ДДЧЧ — дата, время;

1–7 — порядковый номер слоя (1.5, 3, 6, 12, 18, 24, 30 км);

НН — направление ветра в десятках градусов;

СС — скорость ветра в м/с (при скорости более 100 м/с кодируется в десятках м/с, при этом к НН прибавляется 50).

### 3.1.3. Вывод информации

Вывод информации производится в режиме «Вывод».

Для перехода в режим «Вывод» необходимо нажать на пульте БЩ6.01 клавишу «СТОП», а на пульте БЩ6.02 — клавишу «Вывод». После этого на экране появится кадр режима «Вывод».



Рис. 57 — кадр режима «Вывод».

Переход в режим «Вывод» осуществляется старшим оператором при окончании зондирования и производится в следующих случаях:

- оболочка лопнула и начала падать (стабильная отрицательная скорость радиозонда, уменьшение высоты);
- исчез сигнал от радиозонда (несущий сигнал, метеосигнал, ответная пауза);
- появилась помеха (например, от аналогичного радиозонда);
- достигнута необходимая высота.

Падение радиозонда можно наблюдать на экране по уменьшению высоты и угла места антенны, а также по отрицательному значению вертикальной скорости.

Далее следует установить органы управления в исходное положение: нажать на БЩ6.01 клавиши «ВЫСОКОЕ Прд ОТКЛ», СУА «РУЧ», «α ОТКЛ», «ε ОТКЛ». Установить на БЩ6.01 тумблеры «ДАЛЬНОСТЬ АВТ-РУЧ» в положение «РУЧ», «ГОН ВКЛ-ОТКЛ» в положение «ОТКЛ», тумблер «ЗОНД ЗАХВ-ПОТЕРЯН» — в положение «ПОТЕРЯН».

### 3.1.4. Контроль проведения зондирования атмосферы

В процессе сопровождения радиозонда в режиме «Полет» необходимо контролировать:

- величину питающего напряжения (по прибору на БЩ8.01), подаваемого на аппаратуру. При необходимости - подрегулировать;
- изменение текущих параметров (по экрану монитора):
  - $S$  – полетного времени в секундах;
  - $D$  – дальности до зонда в метрах;
  - $H$  – высоты радиозонда в метрах;
  - $E$  – угла места в ду;
  - $A$  – азимута в ду;
  - $Q(Q_0, Q_T, Q_U)$  – периодов метеочастоты в микросекундах;
  - $T$  – текущей температуры в  $^{\circ}C$ ;
  - $U$  – текущей влажности в %;
- вид сигнала радиозонда на экране БЩ5.2:
  - в режиме «РАБОТА» контролировать вид сигнала и нахождение визира в пределах ответной паузы;
  - контролировать вид сигнала и периодическое изменение периода и длительности метеосигнала;
- сопровождение радиозонда по угловым координатам по нахождению отметки равносигнального направления вблизи центра перекрестия круговой шкалы на экране монитора;
- автоматическое переключение с первого передатчика на второй при достижении дальности до радиозонда 3000 м;
- автоматический переход системы угловой автоматики (СУА) на узкую полосу при горизонтальной дальности до зонда 2500 м (на БЩ6.01 загорается индикатор «ПОЛОСА УЗК»);– контролировать выдачу через каждые 30 секунд в нижней части экрана строки текущих данных:
  - $S$  – полетного времени, в секундах;
  - $D$  – дальности до зонда, в метрах;
  - $E$  – угла места, в ду;
  - $A$  – азимута, в ду;
  - $H$  – высоты радиозонда, в метрах;
  - $T$  – текущей температуры, в  $^{\circ}C$ , за ним, в скобках, полетное время в секундах, к которому относится эта температура;
  - $U$  – текущей влажности в %;
- выдачу на экран промежуточных данных телеграммы КН04;
- скорость подъема зонда  $VH$  на экране монитора.

### **3.1.5. Контроль результатов зондирования атмосферы**

Для выявления ошибок, не обнаруженных на этапах зондирования атмосферы, и принятия решения о пригодности полученных телеграмм начальником метеокомплекса проводится контроль результатов зондирования атмосферы. Контроль результатов зондирования атмосферы включает:

- оценку результатов зондирования с учетом основных закономерностей изменения ветра и температуры воздуха с высотой;
- сравнение результатов данного зондирования с результатами предыдущих зондирований или с результатами зондирования других метеокомплексов.

При наличии данных предыдущего выпуска необходимо контролировать данные на стандартных высотах сравнением их с данными предыдущего выпуска. При отсутствии данных предыдущего выпуска — **контролировать данные текущего выпуска с использованием общих закономерностей изменения среднего ветра и температуры с высотой:**

- минимальная толщина слоя атмосферы, в котором метеопараметры могут быть приняты линейно изменяющимися от высоты, составляет 50 м, максимальная — не более 2 км;
- скорость ветра в слое от 0 км до 12–15 км, как правило, возрастает с высотой. Чаще всего максимум скорости действительного ветра находится на высотах от 6–7 км до 11–13 км;
- чем больше скорость ветра, тем устойчивей направление ветра;
- направление ветра в нижнем двухсотметровом слое, как правило, отличается от направления наземного ветра не более 5–6 градусов. Большие различия могут наблюдаться лишь при слабом ветре у земли;
- температура воздуха в слое до 9–12 км, как правило, убывает примерно на 0,6 °C на каждые 100 м;
- летом в утренние часы после ясной и безветренной ночи температура в приземном слое может не падать, а оставаться постоянной или даже возрастать. Высоты такого хода температуры обычно не превышают 500 м. Продолжительность такого распределения температуры незначительна: уже к 10–11 часам дня восстанавливается обычный ход температуры с высотой. Зимой подобное распределение температуры может сохраняться более длительный период (в течение суток и более) и до больших высот.

Если обнаружены большие расхождения метеопараметров от вышеописанных общих закономерностей, необходимо провести повторное зондирование и по его результатам принять решение о пригодности результатов зондирования.

### *3.1.6. Основные закономерности изменения метеопараметров*

При оценке результатов зондирования с учетом основных закономерностей изменения ветра и температуры воздуха с высотой руководствуются следующими положениями из физики атмосферы:

- скорость среднего ветра в слое от уровня земли до высоты 10–12 км, как правило, возрастает. Максимальное значение скорости среднего и действительного ветра чаще всего находится на высотах 7–11 км в пределах тропопаузы в струйных течениях;
- с увеличением высоты ветер поворачивается вправо (в северном полушарии), его скорость возрастает, причем вблизи земной поверхности (до высоты 50–100 м) быстро возрастает скорость ветра и сравнительно мало изменяется направление, на более высоких уровнях скорость ветра изменяется медленно, а направление ветра — быстрее, чем выше скорость ветра, тем устойчивее направление ветра;
- для определенных географических районов характерны местные ветра, которые определенным образом искажают общую закономерность распределения ветра с высотой;
- в пограничном слое атмосферы отмечается значительный суточный ход скорости ветра, достигающий в умеренных широтах в среднем до 3 м/с с наиболее ярким проявлением летом в ясные солнечные дни и, наоборот, зимой при облачной погоде;
- характерной особенностью вертикального распределения температуры воздуха в тропосфере до высоты 9–12 км является понижение ее с высотой на всех широтах в среднем на 0,55–0,6 °C на каждые 100 м;
- летом в утренние часы после ясной и безветренной ночи температура в приземном слое (до 500–700 м) может не падать, а оставаться постоянной (изотермия) или даже возрастать; (инверсия). Наиболее сильные инверсии и изотермии наблюдаются весной, осенью и зимой при ясной погоде. В условиях, характеризующих сплошной облачностью, туманом и осадками, образования инверсии могут сохраняться в течение нескольких суток и даже недель;
- суточные колебания температуры распространяются на слой высотой 1–1,5 км летом, до 0,5 км зимой и в северных широтах могут достигать 3–4 °C и более.

### ***3.1.7. Меры безопасности при работе на метеокомплексе***

При работе на метеокомплексе необходимо выполнять следующие общие меры безопасности:

- проводить любые работы с изделием только с разрешения начальника комплекса;
- выполнять правила пожарной безопасности, взрывобезопасности, правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением;
- не разводить открытый огонь на расстоянии менее 40 м от баллонов с водородом;
- не проводить сварочные, паяльные и ремонтные работы с возможным образованием искры на расстоянии менее 40 м от баллонов с водородом;
- не устанавливать и не хранить прицеп, укомплектованный баллонами с водородом, под навесом или в хранилище, где может образоваться скопление водорода под крышей. Помещение должно быть оборудовано специальной вентиляцией согласно правилам устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением;
- не устанавливать и не хранить прицеп, укомплектованный баллонами с водородом, на расстоянии менее 50 м от других машин и жилых строений;
- не включать предпусковой разогрев агрегата питания на расстоянии ближе 40 м от прицепа с водородными баллонами;
- не транспортировать прицеп с баллонами, наполненными водородом, без закрепленных на нем ярлыков опасности;
- не заливать пламя водой при возникновении пожара в любом из изделий. Для гашения пламени следует использовать штатные средства пожаротушения (огнетушители) и подручные средства (песок, землю);
- при небольшом очаге пожара допускается накрыть его войлоком, брезентом;
- не заправлять топливо, пользуясь воронкой и шлангом; Заправку топливом агрегата питания выполнять только с помощью ручного насоса, при этом емкость с топливом размещать снаружи кузова-фургона;
- следить, чтобы не было течи топлива и масла в баках и трубопроводах. При обнаружении течи немедленно устранять ее. Тщательно очищать и вытирать все части агрегата питания, отопительно-вентиляционных установок (ОВУ), автомобилей от подтеков топлива и смазки. В случае проливания горюче-смазочных материалов немедленно удалять их ветошью;
- не курить в кузовах-фургонах;

- не оставлять без присмотра ОВУ при работе в режиме «Отопление», через 1,5–2 часа проветривать отапливаемый отсек в 1Б44-1 и бытовой отсек в 1Б44-2;
- не включать двигатель автомобиля на стоянках при работе ОВУ в режимах «Отопление» и «Вентиляция»;
- не включать ОВУ, не оставлять включенными двигатели автомобилей, не включать агрегат питания без металлорукавов для отвода выхлопных газов при размещении изделий в закрытых помещениях и капонирах;
- не включать аппаратуру 1Б44-1 без заземления 1Б44-1 и 1Б44-2.
- не включать переносные контрольно-измерительные приборы без заземления, кроме случаев специально оговоренных;
- оповещать обслуживающий персонал изделия о включении агрегата питания и подаче напряжения на 1Б44-1;
- не проводить разборку, чистку, смазку, сборку, монтаж, ремонт аппаратуры, мойку и чистку изделий, не соединять и не разъединять разъемы, не устанавливать предохранители при включенном напряжении питания;
- не прикасаться к токоведущим частям изделий, находящимся под напряжением. Работать одной рукой. Пользоваться защитными средствами и предупредительными плакатами из состава ЗИП 1Б44;
- закреплять оборудование и имущество на штатных местах перед началом движения изделия;
- соблюдать максимальную осторожность при передвижении по крыше кузова во время работы;
- вывешивать плакат «НЕ ВКЛЮЧАТЬ! РАБОТАЮТ ЛЮДИ!» при проведении работ по техническому обслуживанию и ремонту. В 1Б44-1 плакат вывешивать на БЩ8.01, в 1Б44-2 – на щите управления агрегата питания. Плакаты, находятся в ящике № 1 ЗИП-0 в 1Б44-1 и в сумке, закрепленной по левому борту агрегатного отсека изделия 1Б44-2;
- при работе с баллонами выполнять правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением.

### **3.2. Действия обслуживающего персонала метеокомплекса при выпуске радиозонда в полет**

#### ***3.2.1. Организация и порядок действий расчета при выпуске радиозонда***

Момент выпуска радиозонда является наиболее кульминационным во всем процессе зондирования, требует слаженности действий расчета, поэтому выпуском радиозонда руководит лично начальник метеокомплекса. После доклада о готовности старшего оператора, радиозондиста-метеонаблюдателя и газонаполнителя начальник метеокомплекса подает команду «Выпустить радиозонд». Газонаполнитель выносит из палатки радиозондовую оболочку и становится между радиозондом и аппаратной машиной, чтобы при наборе высоты оболочка пролетела над радиозондом (это исключит удар радиозонда об землю при натяжении шнура) и производит выпуск ее в полет. Во время выноса оболочки начальник метеокомплекса передает по телефону на аппаратную машину сигнал «Приготовиться», а в момент отрыва радиозонда от подставки — сигнал «Пуск». При получении сигнала старший оператор нажимает на пульте БЩ6.01 клавишу «ПУСК». При этом аппаратура переходит в режим «Полет», в котором осуществляются сопровождение зонда, расчет, отображение и печать метеоданных.

Если существует вероятность срыва автосопровождения зонда при выпуске (например, позиция не удовлетворяет требованиям), то начальник метеокомплекса при выпуске находится рядом с аппаратной машиной в готовности руководить оператором при наведении на зонд (в условиях хорошей видимости).

В условиях плохой видимости оператор самостоятельно наводит антенну радиолокатора на радиозонд с пульта оператора.

Обязанности обслуживающего персонала при проведении зондирования заключаются в следующем.

Старший оператор. В момент отрыва радиозонда от пускового устройства нажимает кнопку «Пуск». Контролирует работу аппаратуры, следит за сопровождением радиозонда по экрану монитора. По указанию начальника метеокомплекса определяет высоту нижней границы облаков, степень вертикальной устойчивости атмосферы, выводит на печать телеграмму КН04. По окончании зондирования докладывает начальнику метеокомплекса: «Зондирование закончено».

Радиозондист-метеонаблюдатель. По команде начальника метеокомплекса выносит радиозонд на точку выпуска и участвует в его пуске.



Готовит очередную батарею питания и радиозонд. Проводит наземные метеорологические наблюдения, измеряет наземную температуру и влажность воздуха.

Газонаполнитель. По команде начальника метеокомплекса выносит наполненную водородом оболочку из палатки и выпускает оболочку. Подготавливает радиозондовую оболочку к очередному зондированию и наполняет ее водородом.

### ***3.2.2. Действия обслуживающего персонала при срыве автосопровождения***

Если позиция метеокомплекса не удовлетворяет требованиям (недостаточная дальность до радиозонда на точке выпуска, ветер от радиозонда в сторону аппаратной машины и т.д.), то возможен срыв автосопровождения радиозонда по угловым координатам. Данная ситуация может возникать, если площадка ограничена по размерам, вблизи имеются высокие деревья, мачты, здания и т.д. Кроме того, при слабом ветре направление ветра нестабильно, поэтому при выпуске радиозонд может полететь в сторону станции. При этом угловые перемещения антенны будут настолько велики, что произойдет срыв автосопровождения системы управления антенной.

В случае возможного срыва автосопровождения начальник метеокомплекса организует зондирование в зависимости от условий видимости и от степени выучки расчета. Возможны две ситуации: при хорошей видимости и при плохой видимости.

Рассмотрим работу в условиях *хорошей видимости*. Данная ситуация связана с нахождением человека на крыше аппаратной машины, поэтому от личного состава требуются слаженные действия и осторожность. В условиях хорошей видимости начальник метеокомплекса дает указание радиозондисту при выпуске находиться на крыше аппаратной машины (вне зоны вращения антенны). Начальник расчета находится рядом с аппаратной машиной так, чтобы одновременно видеть старшего оператора (через открытую дверь) и радиозондиста и наблюдает за антенной и полетом радиозонда.

Если произошел срыв (антенну резко бросило в сторону), начальник расчета подает команду старшему оператору: «Потерян».

По этой команде старший оператор нажимает кнопки «Ручн» СУА и «а, ε Выкл», тумблер «Дальн. Авт-Руч» — в положение «Ручн» и тумблер «Зонд Захват-Потерян» — в положение «Потерян» и докладывает: «Привода выключены».

Начальника расчета подает команду радиозондисту: «Навести».

Радиозондист, наблюдая в визир, наводит антенну на радиозонд и докладывает: «Наведено».

Начальник расчета подает команду старшему оператору: «Взять на автомат».

Старший оператор нажимает кнопки и «а, е Вкл» «Авт» СУА, кнопками управления дальностью наводит ответную паузу на визир, тумблер «Дальн. Авт-Руч» — в положение «Авт» и тумблер «Зонд Захват-Потерян» — в положение «Захват» и докладывает: «Зонд на автомате».

Убедившись в устойчивости работы антенной системы, начальник расчета дает указание радиозондисту спуститься с крыши.

В условиях *плохой видимости* данный способ не пригоден. Старший оператор работает самостоятельно и от него требуется значительный навык. Перед выпуском переключатель на блоке БЩ6.4 необходимо установить в положение «АРУ ОК», чтобы контролировать по стрелочному прибору уровень сигнала радиозонда.

При выпуске старший оператор следит по экрану монитора (по аналоговым шкалам) за угловым положением антенны. Если произошел срыв (резко изменились угловые положения антенны), старший оператор приблизительно запоминает угловые положения антенны, нажимает кнопки «Ручн» СУА, тумблер «Дальн. Авт-Руч» — в положение «Ручн», тумблер «Зонд Захват-Потерян» — в положение «Потерян» и кнопками управления антенной наводит антенну на запомненное положение. Короткими нажатиями этих кнопок корректирует положение антенны, добиваясь максимального показания прибора «АРУ ОК», и одновременно добиваясь качественного сигнала радиозонда по экрану блока БЩ5.2. Нажимает кнопку «Авт» СУА, если антенна наведена верно (наблюдается устойчивое сопровождение), кнопками управления дальностью наводит ответную паузу на визир, тумблер «Дальн. Авт-Руч» — в положение «Авт» и тумблер «Зонд Захват-Потерян» — в положение «Захват».

### 3.3. Проведение зондирования в режиме имитации полета

В режиме имитации реальный зонд отсутствует, аппаратура формирует такой же сигнал, как от реального зонда (частота суперизации, ответная пауза, импульсы метеопериодов). Порядок работы в режиме имитации полета аналогичен реальной работе, изложенной выше, однако, имеются некоторые особенности.

Особенность ИСРЗ состоит в том, что при имитации полета имитируется движение паузы (движение зонда по дальности), а изменения угловых координат не происходит (они могут изменяться вручную нажатием клавиш «Азимут», «Угол места» на БЩ6.02), сигнал ошибки по угловым координатам не формируется, поэтому положение органов управления имеет отличие от боевой работы.

Эти отличия заключаются в следующем:

- тумблер «Дальн. АВТ-РУЧН» на БЩ6.01 — в положение «РУЧН»;
- тумблер «ГОН» на БЩ6.01 не включать;
- передатчик не включать;
- вручную установить дальность 50–200 м и угол места зонда 1-00–2-00, после чего установить на БЩ6.01 тумблера «ЗОНД» из положения «ПОТЕРЯН» в положение «ЗАХВАТ»;
- система управления антенной — в ручном режиме или выключена;
- переключатель «Управл. ИСРЗ» на БЩ6.4 — в положение «РУЧН»;
- тумблер «ИСРЗ» — в положение ВКЛ.

Для имитации выпуска зонда на БЩ6.02 включить тумблер «ПОЛЕТ» в положение «Вкл» и для перехода в режим «ПОЛЕТ» нажать кнопку «ПУСК». Если скорость подъема зонда сильно отличается от реальной (меньше 3 и больше 10 м/с), ее можно откорректировать потенциометром «Скорость полета». Этой же регулировкой, а также изменением угла места антенны можно изменить скорость ветра. Метеопараметры можно изменять регулировками « $Q_T/Q_U$  грубо, точно» и « $Q_p/Q_T$  грубо, точно» на блоке БЩ6.4.

Устанавливаемый угол места зонда 1-00–2-00 в режиме имитации отличается от режима боевой работы (поскольку антенна станции выше радиозонда на точке выпуска, то угол места зонда получается отрицательный). Отличие объясняется следующим. Имитатор задает скорость изменения наклонной дальности (т.е. наклонную скорость радиозонда).

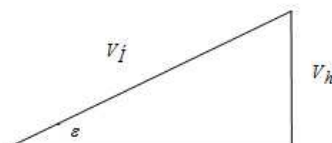


Рис. 58 — Схема формирования вертикальной скорости радиозонда

Как видно из рисунка, вертикальная скорость радиозонда:

$$V_h = V_H \sin \epsilon. \quad (3.1)$$

Поэтому, если угол места будет отрицательный, то и вертикальная скорость радиозонда также будет отрицательная, что противоречит здравому смыслу.

Из рисунка также видно, что вертикальную скорость можно изменять изменением угла места антенны (клавишами «Угол места» на БЩ6.02).

### ***Порядок проведения зондирования в режиме имитации полета***

Установить органы управления в исходное положение согласно таблицы 6.

Включить аппаратуру радиолокатора согласно таблицы 7, выбрать вид зондирования «КН».

На блоке БЩ6.4 переключатель «Управл. ИСРЗ» установить в положение «Руч».

Тумблер «ИСРЗ» установить в положение «Вкл». Наблюдать на экране блока БЩ5.2 сигнал имитатора радиозонда.

Произвести ввод данных согласно таблицы 8. При этом дальность установить (клавишами «Ближе-дальше» на пульте БЩ6.02) в пределах 50–200 м (контролировать по экрану ВКУ).

Установить угол места антенны (клавишами «Угол места» на пульте БЩ6.02) в пределах 1-00–2-00.

Тумблер «Зонд захват-потерян» установить в положение «Захват». Убедиться, что координаты точки выпуска отобразились на экране ВКУ в графах  $D_0$ ,  $E_0$ ,  $A_0$ .

Регулировками « $Q_T/Q_U$  грубо, точно» и « $Q_P/Q_T$  грубо, точно» на блоке БЩ6.4 установить необходимые значения температуры и влажности (регулировкой « $Q_T/Q_U$ » устанавливается влажность, а регулировкой « $Q_P/Q_T$ » — температура).

Ввести значения температуры и влажности ( $T_0$  и  $U_0$ ), рассчитанные ЭВМ по данным имитатора.

Ввести команду ПГ, наблюдать сообщение «Зонд испр.»

Проверить, что:

- тумблер «Дальн. АВТ-РУЧН» на БЩ6.01 — в положение «РУЧН»;
- тумблер «ГОН» на БЩ6.01 выключен;
- передатчик выключен;
- система управления антенной — в ручном режиме или выключена.

Перейти в режим подготовка (нажатием клавиши «Раб» на БЩ6.02).

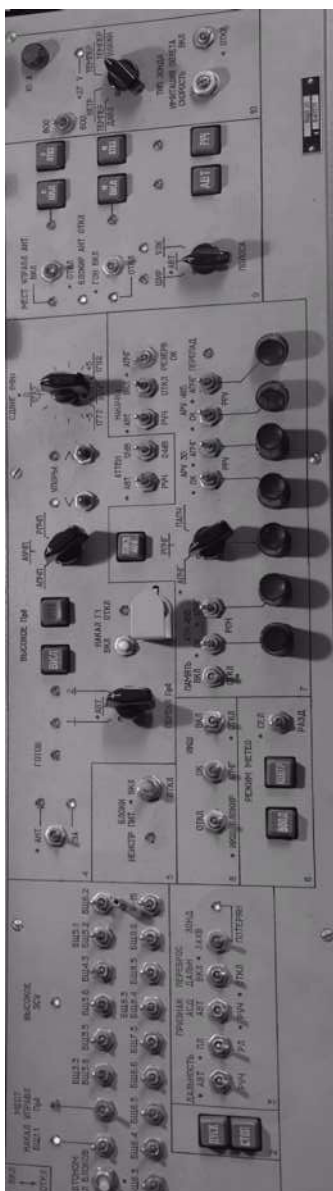
---

Произвести имитацию выпуска зонда, для чего тумблер «Имитация полета» установить в положение «Вкл» и одновременно перейти в режим «Полет» (нажатием клавиши «Пуск» на БЩ6.01).

Далее наблюдать за ходом зондирования как описано выше.

***Контрольные вопросы:***

1. Порядок перехода в режим «ПОЛЕТ».
2. Какие параметры контролируются при проведения зондирования атмосферы?
3. Основные закономерности изменения метеопараметров.
4. На каком расстоянии от других машин и жилых строений разрешается хранить прицеп, укомплектованный баллонами с водородом?
5. На каком расстоянии от баллонов водородом разрешается разводить открытый огонь?
6. Действия обслуживающего персонала при срыве автосопровождения.
7. Изложить порядок проведения зондирования в режиме имитации полета.



Пульт БЩ6.01.



Пульт БЩ6.02.



Блок БЩ5.2.



Блок БЩ6.4.



---

## ЛИТЕРАТУРА

1. Изделие 1Б44. Техническое описание. Часть 1. БЕ1 400 063 ТО. 216 листов.
2. Изделие 1Б44. Техническое описание. Часть 2. БЕ1 400 063 ТО1. 115 листов.
3. Изделие 1Б44. Инструкция по эксплуатации. Часть 1. БЕ1 400 063 ИЭ. 118 листов.
4. Изделие 1Б44. Инструкция по эксплуатации. Часть 2. БЕ1 400 063 ИЭ1. 127 листов.
5. *Костюков В.И.* Метеорологическое обеспечение РВиА. Учебник. — СПб.: Военный артиллерийский университет, 2000. — 192 с.
6. *Рудианов Г.В.* Радиосистемы передачи информации. Учебное пособие. — СПб.: Михайловский военный артиллерийский университет, 2005. — 185 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВВЕДЕНИЕ .....                                                                             | 3  |
| ГЛАВА 1. УСТРОЙСТВО И РАБОТА РАДИОПЕЛЕНГАЦИОН-<br>НОГО МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА РПМК-1 |    |
| 1.1. Общие сведения о радиопеленгационном метеорологическом<br>комплексе РПМК-1 .....      | 5  |
| 1.1.1. Назначение и состав метеокомплекса .....                                            | 5  |
| 1.1.2. Основные технические характеристики метеокомплекса .....                            | 5  |
| 1.1.3. Общее содержание организации зондирования атмосферы .....                           | 7  |
| Контрольные вопросы .....                                                                  | 9  |
| 1.2. Аппаратура метеорологического комплекса РПМК-1 .....                                  | 10 |
| 1.2.1. Состав и размещение аппаратуры .....                                                | 10 |
| 1.2.2. Работа аппаратной машины по структурной схеме .....                                 | 11 |
| 1.2.3. Вспомогательная аппаратура и дополнительное оборудование . . .                      | 24 |
| Контрольные вопросы .....                                                                  | 24 |
| 1.3. Алгоритм решения задачи зондирования атмосферы .....                                  | 25 |
| 1.3.1. Система координат. Определение координат радиозонда .....                           | 25 |
| 1.3.2. Поиск и расчет метеопараметров для аэрологи-ческой<br>телеграммы КН-04 .....        | 26 |
| 1.3.3. Стандартные геопотенциальные уровни и расчет дав-ления . . . . .                    | 29 |
| Контрольные вопросы .....                                                                  | 35 |
| 1.4. Передающая система Щ1 .....                                                           | 36 |
| 1.4.1. Назначение, состав и технические характеристики пере-<br>дающей системы .....       | 36 |
| 1.4.2. Работа передающей системы .....                                                     | 37 |
| 1.4.3. Система автоматической подстройки частоты передат-<br>чика (АПЧП) .....             | 43 |
| 1.4.4. Органы управления передающей системы .....                                          | 45 |
| Контрольные вопросы .....                                                                  | 45 |
| 1.5. Антенно-фидерная система .....                                                        | 46 |
| 1.5.1. Назначение, состав, устройство АФС .....                                            | 46 |
| 1.5.2. Работа АФС по структурной схеме .....                                               | 51 |
| 1.5.3. Органы управления АФС .....                                                         | 53 |
| Контрольные вопросы .....                                                                  | 53 |
| 1.6. Система отображения информации .....                                                  | 54 |
| 1.6.1. Назначение и состав СОИ .....                                                       | 54 |
| 1.6.2. Работа СОИ по структурной схеме .....                                               | 54 |
| 1.6.3. Органы управления СОИ .....                                                         | 56 |
| Контрольные вопросы .....                                                                  | 56 |
| 1.7. Система обработки и управления .....                                                  | 57 |
| 1.7.1. Назначение и состав СОУ .....                                                       | 57 |
| 1.7.2. Работа СОУ по структурной схеме .....                                               | 57 |
| 1.7.3. Органы управления СОУ .....                                                         | 63 |
| Контрольные вопросы .....                                                                  | 69 |

|                                                                                           |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1.8. Приемная система .....                                                               | 70  |
| 1.8.1. Назначение, состав приемной системы .....                                          | 70  |
| 1.8.2. Работа приемной системы по структурной схеме .....                                 | 70  |
| 1.8.3. Система автоматической подстройки частоты гетеродина .....                         | 73  |
| 1.8.4. Органы управления приемной системы .....                                           | 80  |
| Контрольные вопросы .....                                                                 | 81  |
| 1.9. Система определения координат .....                                                  | 82  |
| 1.9.1. Назначение и состав системы определения координат .....                            | 82  |
| 1.9.2. Следящий измеритель дальности .....                                                | 82  |
| 1.9.3. Устройство считывания угловых координат .....                                      | 88  |
| 1.9.4. Контрольный индикатор (Блок БЩ5.2) .....                                           | 90  |
| 1.9.5. Органы управления системы определения координат .....                              | 92  |
| Контрольные вопросы .....                                                                 | 92  |
| 1.10. Система управления антенной .....                                                   | 93  |
| 1.10.1. Назначение и состав системы управления антенной .....                             | 93  |
| 1.10.2. Работа системы управления антенной .....                                          | 93  |
| 1.10.3. Функциональная схема преобразователя и тиристорно-<br>го усилителя мощности ..... | 96  |
| 1.10.4. Органы управления системы управления антенной .....                               | 99  |
| Контрольные вопросы .....                                                                 | 100 |

## ГЛАВА 2. ПОДГОТОВКА МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА К ЗОНДИРОВАНИЮ АТМОСФЕРЫ

|                                                                           |     |
|---------------------------------------------------------------------------|-----|
| 2.1. Радиозонды и радиозондовые оболочки .....                            | 101 |
| 2.1.1. Назначение, состав, основные характеристики радиозондов .....      | 101 |
| 2.1.2. Устройство и работа радиозондов .....                              | 105 |
| 2.1.3. Порядок подготовки радиозонда к выпуску .....                      | 110 |
| 2.1.4. Водород и радиозондовые оболочки .....                             | 114 |
| 2.1.5. Подготовка оборудования для наполнения оболочек водородом .....    | 120 |
| 2.1.6. Обработка радиозондовых оболочек .....                             | 121 |
| 2.1.7. Наполнение оболочек водородом .....                                | 122 |
| 2.1.8. Меры безопасности при работе с водородом .....                     | 122 |
| Контрольные вопросы .....                                                 | 123 |
| 2.2. Подготовка аппаратуры радиолокатора к сопровождению радиозонда ..... | 124 |
| 2.2.1. Меры безопасности при работе с аппаратной машиной .....            | 124 |
| 2.2.2. Исходное положение органов управления .....                        | 125 |
| 2.2.3. Последовательность включения аппаратуры .....                      | 126 |
| 2.2.4. Автоматизированный функциональный контроль .....                   | 127 |
| 2.2.5. Ориентирование радиолокатора .....                                 | 131 |
| 2.2.6. Порядок ввода данных .....                                         | 132 |
| 2.2.7. Контроль подготовки зондирования атмосферы .....                   | 137 |
| Контрольные вопросы .....                                                 | 139 |

## ГЛАВА 3. ПРОВЕДЕНИЕ КОМПЛЕКСНОГО ЗОНДИРОВАНИЯ АТМОСФЕРЫ

|                                                              |     |
|--------------------------------------------------------------|-----|
| 3.1. Переход в режим «ПОЛЕТ». Сопровождение радиозонда ..... | 140 |
| 3.1.1. Переход в режим «ПОЛЕТ» .....                         | 140 |

---

|                                                                                               |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.1.2. Сопровождение радиозонда .....                                                         | 141 |
| 3.1.3. Вывод информации .....                                                                 | 146 |
| 3.1.4. Контроль проведения зондирования атмосферы .....                                       | 147 |
| 3.1.5. Контроль результатов зондирования атмосферы .....                                      | 148 |
| 3.1.6. Основные закономерности изменения метеопараметров .....                                | 149 |
| 3.1.7. Меры безопасности при работе на метеокомплексе .....                                   | 150 |
| 3.2. Действия обслуживающего персонала метеокомплекса при<br>выпуске радиозонда в полет. .... | 152 |
| 3.2.1. Организация и порядок действий расчета при выпуске<br>радиозонда .....                 | 152 |
| 3.2.2. Действия обслуживающего персонала при срыве автосо-<br>провождения .....               | 153 |
| 3.3. Проведение зондирования в режиме имитации полета .....                                   | 155 |
| Контрольные вопросы .....                                                                     | 157 |
| Приложение .....                                                                              | 158 |
| Литература .....                                                                              | 161 |

## CONTENT

|                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| INTRODUCTION .....                                                                                 | 3  |
| CHAPTER 1. ARRANGEMENT AND USING OF RADIO BEARING METEOROLOGICAL COMPLEX ППМК-1                    |    |
| 1.1. Main information about Radio Bearing Meteorological Complex ППМК-1 ...                        | 5  |
| 1.1.1. of Complex. ....                                                                            | 5  |
| 1.1.2. Main technical parameters of Complex .....                                                  | 5  |
| 1.1.3. Main information about order of atmosphere sounding .....                                   | 7  |
| Questions for control .....                                                                        | 9  |
| 1.2. The equipment of Meteorological Complex ППМК-1 .....                                          | 10 |
| 1.2.1. Structure and placement of the equipment .....                                              | 10 |
| 1.2.2. The operation of apparatus machine according structure circuit .....                        | 11 |
| 1.2.3. Auxiliary equipment and supplementary blocks. ....                                          | 24 |
| Questions for control .....                                                                        | 24 |
| 1.3. Algorithm to solve the problem of atmosphere sounding .....                                   | 25 |
| 1.3.1. Coordinates system. The location of radiosound coordinates. ....                            | 25 |
| 1.3.2. Location and calculation of meteorological parameters for<br>aerologic telegram KN-04 ..... | 26 |
| 1.3.3. Standard geopotential levels and pressure calculation .....                                 | 29 |
| Questions for control .....                                                                        | 35 |
| 1.4. Transmitting system III1 .....                                                                | 36 |
| 1.4.1. Appointment, structure and technical parameters of transmitting system                      | 36 |
| 1.4.2. Transmitting system operation .....                                                         | 37 |
| 1.4.3. Automatic frequency control system of transmitter. ....                                     | 43 |
| 1.4.4. Transmitting system controls .....                                                          | 45 |
| Questions for control .....                                                                        | 45 |
| 1.5. Aerial-feeder system (AFS) .....                                                              | 46 |
| 1.5.1. Appointment, structure and arrangement of AFS .....                                         | 46 |
| 1.5.2. Operation of AFS according structure circuit .....                                          | 51 |
| 1.5.3. System controls of AFS .....                                                                | 53 |
| Questions for control .....                                                                        | 53 |
| 1.6. Information indication system (IIS) .....                                                     | 54 |
| 1.6.1. Appointment and structure of IIS .....                                                      | 54 |
| 1.6.2. Operation of IIS according structure circuit .....                                          | 54 |
| 1.6.3. System controls of IIS .....                                                                | 56 |
| Questions for control .....                                                                        | 56 |
| 1.7. Control and transform system (CTS) .....                                                      | 57 |
| 1.7.1. Appointment and structure of CTS .....                                                      | 57 |
| 1.7.2. Operation of CTS according structure circuit .....                                          | 57 |
| 1.7.3. System controls of CTS .....                                                                | 63 |
| Questions for control .....                                                                        | 69 |
| 1.8. Receiving system .....                                                                        | 70 |
| 1.8.1. Appointment and structure of receiving system(RS) .....                                     | 70 |
| 1.8.2. Operation of RS according structure circuit .....                                           | 70 |

|                                                                        |     |
|------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1.8.3. Automatic frequency control of heterodyne. ....                 | 73  |
| 1.8.4. System controls of RS. ....                                     | 80  |
| Questions for control. ....                                            | 81  |
| 1.9. Coordinates location system. ....                                 | 82  |
| 1.9.1. Appointment and structure of coordinates location system. ....  | 82  |
| 1.9.2. Monitoring of distance measure. ....                            | 82  |
| 1.9.3. The arrangement to read angle coordinates. ....                 | 88  |
| 1.9.4. Control indicator (Block БИИ5.2). ....                          | 90  |
| 1.9.5. System controls of coordinates location system. ....            | 92  |
| Questions for control. ....                                            | 92  |
| 1.10. Aerial control system. ....                                      | 93  |
| 1.10.1. Appointment and structure of aerial control system. ....       | 93  |
| 1.10.2. Aerial control system operation. ....                          | 93  |
| 1.10.3. Block-diagram of converter and thyristor power amplifier. .... | 96  |
| 1.10.4. System controls of aerial control system. ....                 | 99  |
| Questions for control. ....                                            | 100 |

## CHAPTER 2. ORDER OF THE COMPLEX PREPARING FOR ATMOSPHERE SOUNDING

|                                                                         |     |
|-------------------------------------------------------------------------|-----|
| 2.1. Radiosounds and radiosound envelopes. ....                         | 101 |
| 2.1.1. Appointment, structure and main parameters of radiosounds. ....  | 101 |
| 2.1.2. Arrangement and operation of radiosounds. ....                   | 105 |
| 2.1.3. Order of radiosounds preparing for launch. ....                  | 110 |
| 2.1.4. Hydrogen and radiosound envelopes. ....                          | 114 |
| 2.1.5. Preparing of the arrangement to fill envelopes by hydrogen. .... | 120 |
| 2.1.6. Preparing of radiosound envelopes. ....                          | 121 |
| 2.1.7. Filling of envelopes by hydrogen. ....                           | 122 |
| 2.1.8. Safety measures during work with hydrogen. ....                  | 122 |
| Questions for control. ....                                             | 123 |
| 2.2. Preparing of radiolocation arrangement to track radiosound. ....   | 124 |
| 2.2.1. Safety measures during work with apparatus machine. ....         | 124 |
| 2.2.2. Initial position of system controls. ....                        | 125 |
| 2.2.3. Order to drive the equipment. ....                               | 126 |
| 2.2.4. Automatic function control. ....                                 | 127 |
| 2.2.5. Radio locator orientation. ....                                  | 131 |
| 2.2.6. Order to input data. ....                                        | 132 |
| 2.2.7. Control of preparing of atmosphere sounding. ....                | 137 |
| Questions for control. ....                                             | 139 |

## CHAPTER 3. COMPLEX ATMOSPHERE SOUNDING

|                                                                    |     |
|--------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.1. Turning to mode «FLY». Radiosound tracking. ....              | 140 |
| 3.1.1. Turning to mode «FLY». ....                                 | 140 |
| 3.1.2. Radiosound tracking. ....                                   | 141 |
| 3.1.3. Information indication. ....                                | 146 |
| 3.1.4. Control of atmosphere sounding. ....                        | 147 |
| 3.1.5. Control of atmosphere sounding results. ....                | 148 |
| 3.1.6. Main regularities of atmosphere parameters variations. .... | 149 |

---

|                                                                                             |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.1.7. Safety measures during work with Complex . . . . .                                   | 150 |
| 3.2. Stuff actions during radiosound launching . . . . .                                    | 152 |
| 3.2.1. The organization and order of stuff members during<br>radiosound launching . . . . . | 152 |
| 3.2.2. Stuff actions during fail of automatic radiosound tracking . . . . .                 | 153 |
| 3.3. Radiosounding during imitation of fly . . . . .                                        | 155 |
| Questions for control . . . . .                                                             | 157 |
| APPENDIX . . . . .                                                                          | 158 |
| REFERENCES . . . . .                                                                        | 161 |

Учебное издание

Г.В. Рудианов, Ю.Г. Осипов, А.Г. Саенко, А.В. Дядюра

УСТРОЙСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ  
РАДИОПЕЛЕНГАЦИОННОГО МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО  
КОМПЛЕКСА РПМК-1

Учебное пособие

Редактор: *И.Г. Максимова*  
Компьютерная верстка: *Ю.И. Климов*

ЛР № 020309 от 30.12.96.

---

Подписано в печать 20.08.12. Формат 60х90  $\frac{1}{16}$ . Гарнитура Newton.  
Печать цифровая. Усл. печ. л. 10,5. Тираж 200 экз. Зак. № 98  
РГГМУ, 195196, Санкт-Петербург, Малоохтинский пр. 98.  
Отпечатано в ЦОП РГГМУ

---