

Основы радиосвязи

Лабораторные работы

Ташкент – 2005

ГАЖК «Ўзбекистон темир йўллари»

Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта

ОСНОВЫ РАДИОСВЯЗИ

Методические указания по выполнению лабораторных работ для
подготовки бакалавров 3-го года обучения по направлениям:

5140900 «Профессиональное образование»;

5522200 «Телекоммуникация»

Ташкент – 200

УДК 656.254.16(075.8)

Методические указания предназначены для выполнения 9 лабораторных работ по дисциплине «Основы радиосвязи». Каждая лабораторная работа содержит разделы о цели работы, содержание работы, краткие сведения из теории, порядок выполнения работы, содержание отчета, контрольные вопросы. Текст содержит 76 ст., ил. 23, табл. 15, библи. 6 назв.

Рекомендованы к изданию решением Учебно-методической комиссии Ташкентского института инженеров железнодорожного транспорта

Составители: кандидат технических наук, доцент Кривопишин В.А.;
соискатель Мартянова О.С.

Рецензенты: доктор технических наук, профессор Халиков А.А.;
доктор технических наук, профессор Арифджанов М.К.

© Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта, 2007

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

Изучение симплексной линейной системы поездной радиосвязи

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить симплексную линейную поездную радиосвязь

2. КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ИЗ ТЕОРИИ

Поездная радиосвязь включает в себя: диспетчерскую линейную радиосвязь в пределах участка, которая в зависимости от грузонапряженности участка может быть дуплексной с индивидуальным вызовом машинистов или симплексной с групповым вызовом; радиальную радиосвязь машинистов поездных локомотивов с работниками, рассредоточенными по участку и обеспечивающими безопасность движения поездов, связанными с поездной работой или обслуживанием пассажиров (рис. 1.1).

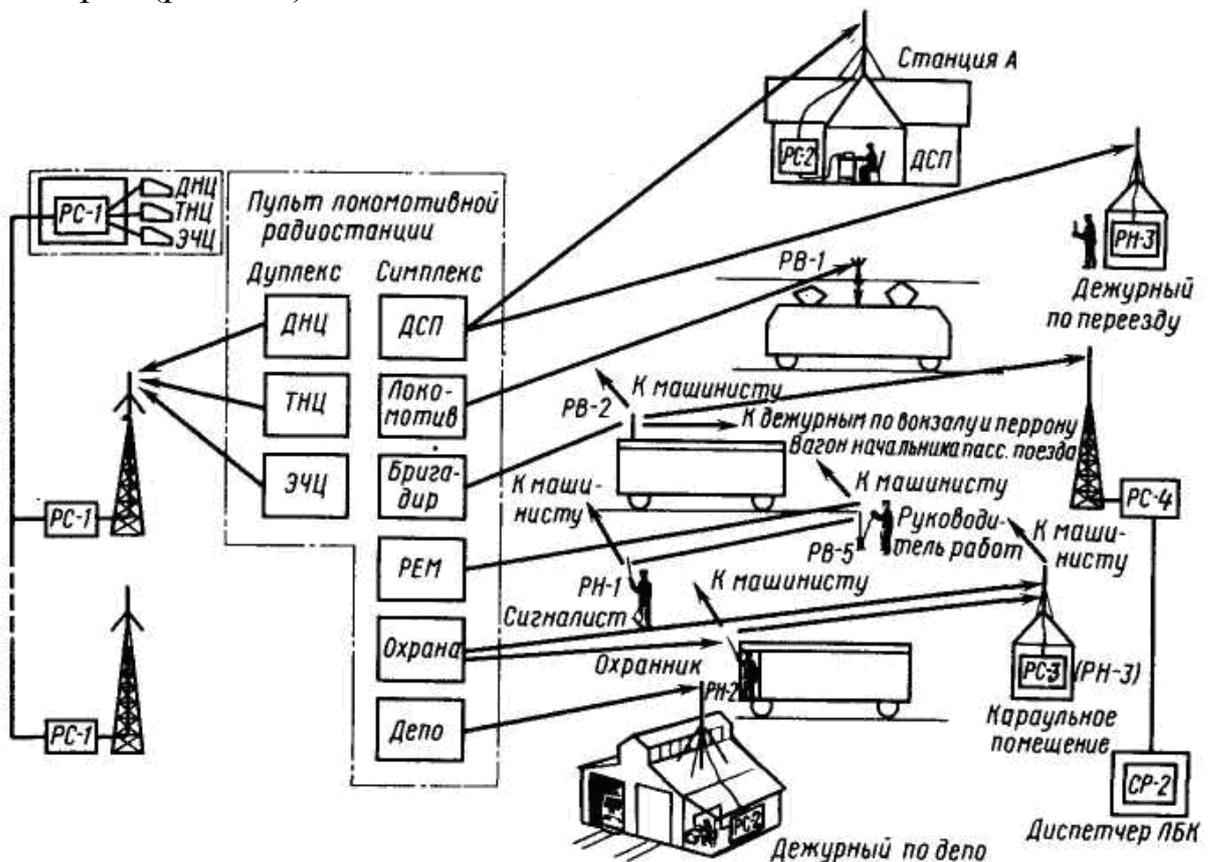


Рис. 1.1. Контингент пользователей поездной радиосвязи

Для участков железных дорог с малым объемом перевозок, где применение ПРС-ДЛ, ПРС-СЗ нецелесообразно, разработана третья сеть ПРС с совмещенным линейно-зонным принципом построения.

Симплексная линейная диспетчерская сеть (ПРС-СЛ) предназначена для обмена информацией машинистов локомотивов, оборудованных радиостанцией РВ-1 с основными руководителями поездной работой (ДНЦ, ТНЦ, ЭЧЦ, ДСП). На промежуточных пунктах диспетчерского участка устанавливаются стационарные радиостанции типа РС-6, объединенные между собой и с распорядительной станцией двухпроводным линейным каналом (рис. 1.2). Радиостанции сети работают на одной общей частоте метрового и гектометрового диапазона волн в симплексном режиме с групповым вызовом тональными сигналами с частотами: 1000 Гц для вызова машиниста, 700 Гц для вызова ДНЦ, 2100 Гц для вызова ЭЧЦ и ТНЦ, 1400 Гц для ДСП.

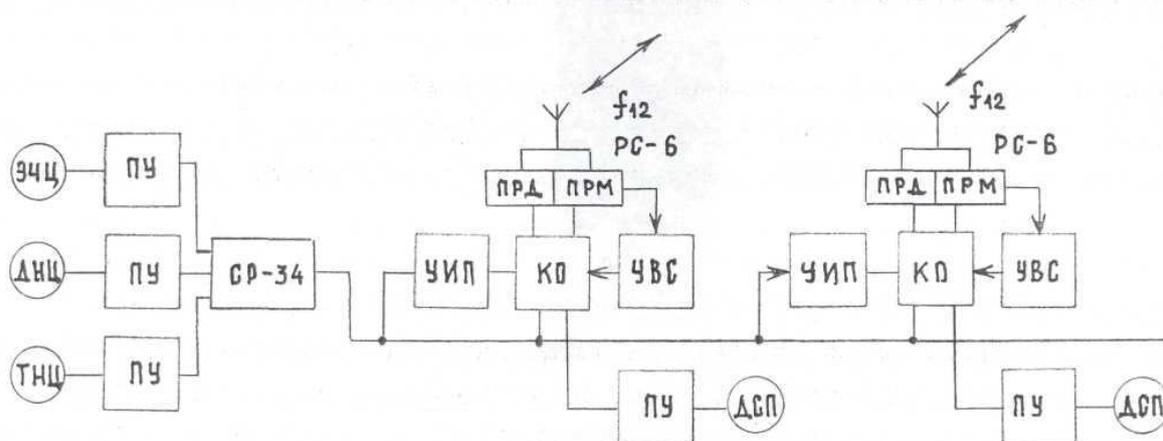


Рис. 1.2. Структурная схема симплексной сети поездной радиосвязи

Поездная симплексная радиосвязь строится по линейному принципу в диапазоне метровых или гектометровых волн на одной общей рабочей частоте. Все стационарные радиостанции РС-6 включают в общий двухпроводный линейный телефонный канал, по которому работает и распорядительная станция СР-34. При управлении системой ДНЦ к линии подключается одна РС-6, вблизи которой находится интересующий его поезд, и при вызове машинистом диспетчера также автоматически выбирается и подключается одна РС-6, через которую обеспечивается лучшее качество радиосвязи. В системе не предусматривается непрерывность радиосвязи, поскольку выбор РС-6 осу-

ществляется лишь при составлении канала, после чего качество канала не контролируется.

В системе дистанционного управления возможно подключение к линии соответствующей кнопкой одной из 28 РС-6 с пульта ДНЦ (СР-34). При нажатии кнопки в линейный канал посылается двухчастотный код, который принимает РС-6. Одновременно от РС-6 посылается квитанция, подтверждающая прием кода, у ДНЦ загорается лампочка, соответствующая данной РС-6. После этого диспетчер посылает сигнал группового вызова машинистов локомотивов частотой 1000 Гц. Этот сигнал может передаваться и автоматически после подключения РС-6. Для передачи сообщения о вызываемом абоненте ДНЦ нажимает педаль, двухчастотным кодом (или постоянным током) РС-6 переключается в режим «Передача» и сообщение от ДНЦ передается в эфир. Вызываемый машинист снимает микротелефон и вступает в переговоры с ДНЦ. При завершении переговоров ДНЦ кнопкой "Отбой" переводит систему в исходное состояние.

При вызове машинистом ДНЦ посылается вызывной сигнал частотой 700 Гц и осуществляется автоматический анализ качества канала на всех РС-6, принявших этот сигнал, в результате которого автоматически выбирается одна РС-6, от нее и посылается вызов ДНЦ в виде двухчастотной посылки. У диспетчера загорается лампочка соответствующей РС-6. В экстренных случаях машинист может голосом передать информацию ДНЦ или вступить с ним в переговоры лишь после его ответа.

Переговоры ведутся, как и при составлении канала диспетчером. Из временных, диаграмм работы симплексной поездной радиосвязи (рис. 1.3, *а* и *б*) следует, что непроизводительные затраты времени на доставку информации при вызове диспетчером машиниста составляют 7 с, при вызове машинистом поездного диспетчера – 6,4 – 7 с, а при вызове ТНЦ и ЭЧС это время увеличивается на 2 – 3 с.

В этой системе в качестве линейного канала используется двухпроводная физическая цепь. Для ее соединения с четырехпроводным каналом разрабатывается устройство УС2/4. Радиостанциями РС-6, помимо ДНЦ, могут пользоваться и дежурные по станциям, для чего в них предусмотрены пульта управления, которые могут удаляться от РС-6 на расстояния до 15 км.

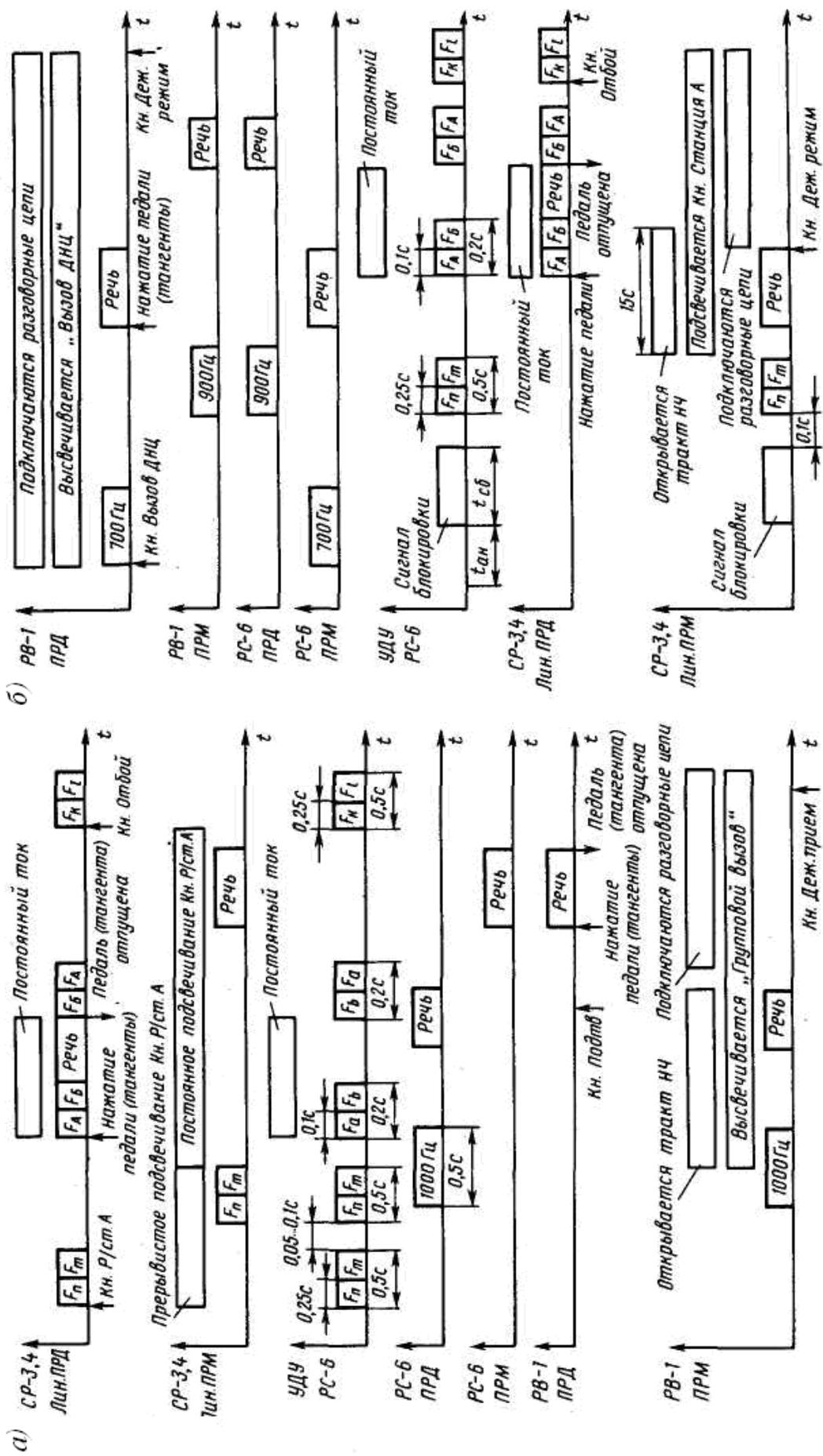


Рис. 1.3. Временные диаграммы работы симплексной поездной радиосвязи

Контрольные вопросы

1. Для чего предназначена симплексная линейная поездная связь?
2. Какими радиостанциями оборудованная симплексная линейная связь?
3. На каком диапазоне работает симплексная линейная связь?
4. Для вызова машинистом ДНЦ какой частотой посылается вызывной сигнал?
5. Для вызова ДНЦ какой частотой посылается вызывной сигнал?
6. Для вызова машиниста какой частотой посылается вызывной сигнал?
7. Для вызова ДСП какой частотой посылается вызывной сигнал?
8. Для вызова ЭЧЦ какой частотой посылается вызывной сигнал?
9. Сколько по времени составляет вызов диспетчером машиниста?
10. Сколько по времени составляет вызов ТНЦ и ЭЧС?
11. В качестве линейного канала какая цепь используется?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

Изучение дуплексной линейной системы поездной радиосвязи

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить дуплексную линейную поездную радиосвязь

2. КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ИЗ ТЕОРИИ

Поездная радиосвязь (ПРС) предназначена для обмена информацией поездного диспетчера (ДНЦ) и дежурных по станциям (ДСП) с машинистами поездных локомотивов, а также машинистов встречных и вслед идущих поездов между собой и другими работниками, связанными с поездной работой. Связь ДСП - машинист осуществляется по радиоканалу, образованному с помощью стационарных радиостанций (СР), установленных на промежуточных станциях, и возимых (локомотивных) радиостанций (ВР), которыми оборудованы локомотивы (рис. 2.1).

Для организации связи ДНЦ - машинист, кроме радиоканала используется линейный проводной канал, который вместе с аппарату-

рой распорядительной станции (РС), установленной у ДНЦ, и коммутационного оборудования промежуточного пункта позволяет диспетчеру подключиться к любой СР участка и провести переговоры с машинистом поезда, находящимся в зоне ее действия.



Рис. 2.1. Принцип организации поездной радиосвязи

Связь машинист – машинист осуществляется по радиоканалу, образованному с помощью двух ВР, связь машинист - работники, участвующие в поездной работе – по радиоканалу, образованному с помощью ВР машиниста, а также стационарных, возимых и носимых радиостанций, имеющих в распоряжении указанных работников.

На рис. 2.2 приведена структурная схема управления движением поездов в пределах диспетчерского участка длиной 120 - 200 км, которая дает представление о контингенте и взаимосвязях служебных лиц участвующих в поездной работе, и являющихся абонентами системы ПРС.

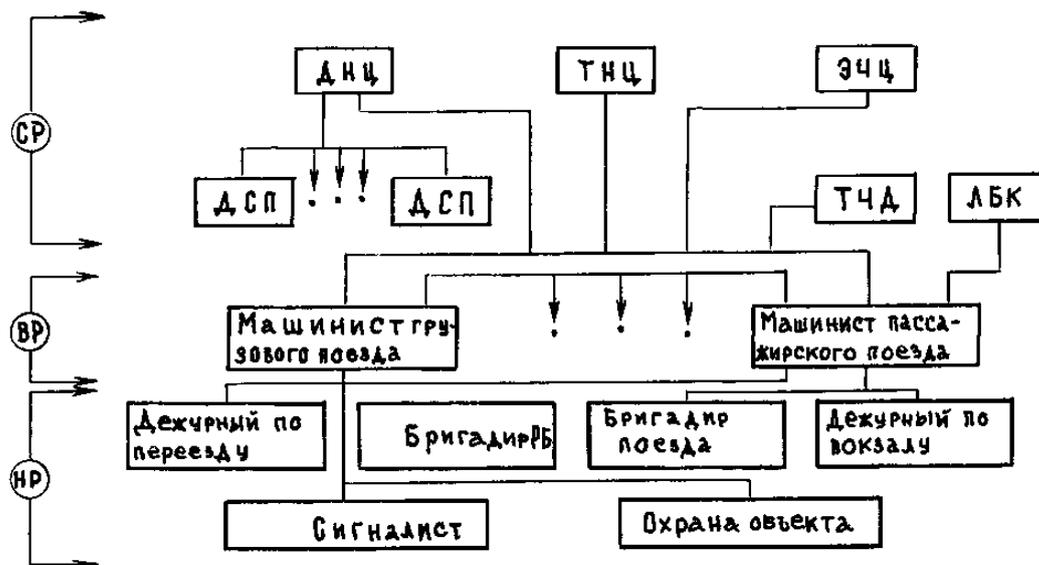


Рис.2.2. Структурная схема управления движением поездов в пределах диспетчерского участка

ВЫЗОВОВ;

- передачу от ДНЦ к машинисту с отображением на дисплее пульта РВ-1 (ПУ-ВР) девяти стандартных команд, принятых в поездной работе;

- передачу от машиниста к ДНЦ с отображением на дисплее пульта СР-1 пяти сообщений;

- автоматическую передачу из заранее установленных зон и отображение номера поезда на пульте СР-1;

автоматический обмен данными между ЭВМ диспетчерского пункта и локомотива;

- передачу на поезд команды экстренной остановки поезда с автоматическим включением тормозов;

аварийный вызов диспетчера со стороны машиниста при занятом канале;

- документированную регистрацию всех переговоров с помощью магнитофона МФ и дискретной информации с помощью телетайпа ТТ;

- автоматический и ручной диагностический контроль работоспособности аппаратуры со световой индикацией результатов.

Диспетчеры соответствующих служб получают доступ с СР-1, а через нее к РС-1 посредством пультов управления ПУ-ДНЦ, ПУ-ТНЦ, ПУ-ЭЧЦ с приоритетом поездного диспетчера. Пульты обеспечивают возможность тастатурного набора номера поезда при его индивидуальном избирательном вызове, формирования команд, а также отображение информации на дисплее. Радиостанции сети работают в дуплексном режиме, что исключает необходимость дистанционного управления ими.

Кроме телефонных переговоров, система позволяет осуществить обмен дискретной информацией, причем в виде дискретных кодограмм, которые предназначаются:

- сигналы индивидуального избирательного вызова машинистов, представляющие собой цифровой код номера поезда или локомотива, записанный в памяти приемника (дешифратора) избирательного вызова (ПИВ) РВ-1;

- команды машинисту от ДНЦ и сообщения диспетчерам от машиниста, посылаемые нажатием соответствующих кнопок на пультах СР-1 и РВ-1 и отражаемые на дисплеях этих пультов, данные диалога между вычислительными машинами диспетчерского пункта управления и локомотива.

Локомотивная радиостанция РВ-1 анализирует качество канала и осуществляет постоянный выбор одной из чередующихся рабочих частот, на которой качество радиосвязи от диспетчера к машинисту обеспечивается выше заданного. Передатчики всех РВ-1 работают на одной рабочей частоте, а анализ качества канала и выбора РС-1, через которую обеспечивается заданное качество радиосвязи от машиниста к диспетчеру, осуществляется на стационарных радиостанциях, приемники которых включены в линейный канал связи. В линейный канал связи включена и распорядительная станция СР (СР-1), которой пользуются поездной энерго- и локомотивный диспетчеры, поездному диспетчеру принадлежит приоритет.

Радиосеть ПРС-Д организуется в дециметровом диапазоне волн, стационарные радиостанции РС-1.1 работают в режиме непрерывного излучения сигнала на одной из трех чередующихся частот f_1 , f_2 при передаче ведется в полосе 343,000-343,450 МГц, а прием ведется в полосе 307,000-307,450 МГц. Возимые радиостанции РВ-1 принимают сигнал на одной из трех частот (f_1, f_2, f_3) и передает на одной частоте f_4 . Разнос между частотой передачи и приема 36 МГц. Используется 6 четырехчастотных групп для исключения влияния радиосетей соседних диспетчерских участков.

При свободности канала радиосети в линию передачи от распорядительной станции СР-1 подается сигнал свободности канала ССК частотой 278 Гц, модулирующий колебания несущей частоты передатчиков всех стационарных радиостанций РС-1.1, которые работают в режиме пониженной мощности ($P_A = 12$ Вт). На дисплее ПУ всех РВ-1 высвечивается надпись «СВОБОДНО» и номер группы частот $f_1 \div f_4$.

Приемники возимых радиостанций РВ-1 в зависимости от их местоположения относительно стационарных радиостанций РС-1.1 работают на той частоте, на которой обеспечивается качество радиосвязи выше заданного. Анализ качества осуществляется на низкой частоте контролем подавления шумов в полосе частот, лежащей за пределами полосы телефонного канала.

При удалении радиостанции РВ-1 от РС-1.1 и ухудшении качества радиосвязи ниже заданного уровня осуществляется поиск канала, обеспечивающего качество выше заданного переключением частоты гетеродина.

Последовательность переключения $f_1 \rightarrow f_2 \rightarrow f_3$ или $f_3 \rightarrow f_2 \rightarrow f_1$ меняется в зависимости от четного или нечетного направления движения поезда. Поиск канала осуществляется непрерывно до нахождения

ния канала с качеством выше заданного. При поиске на табло пульта ПУ-ЛП индуцируется надпись «НЕТ КАНАЛА».

Для переговора с машинистом при индивидуальном вызове ДНЦ набирает номер нужного поезда тастатурным номеронабирателем ПУ-ДНЦ, при этом в линию прекращается посылка сигнала ССК, передатчики всех РС-1.1 переходят в режим излучения максимальной мощности $P_A = 50$ Вт, на пультах ПУ-ТНЦ, ПУ-ЭЧЦ и ПУ-ВР остальных РВ-1 высвечивается надпись «ЗАНЯТО». После нажатия кнопки ТЧМ на дисплее ПУ-ДНЦ высвечивается набранный номер и мигающая надпись «РАЗГОВОР». ДНЦ нажимает кнопку «ПУСК» и в линию идет кодограмма, состоящая из девяти десятичных разрядов общей длительностью 135 мс. Первый десятичный разряд стартовый, следующие шесть разрядов - номер поезда ($N_{п}$), а два последних - номер команды (К) или сообщения (С). Кодограмма передается всеми РС-1, РВ-1, в памяти которой записан номер поезда $N_{п}$, автоматически переходит в режим передачи, излучая контрольный сигнал КС, а затем кодограмму, аналогичную принятой.

По сигналу КС к линейному тракту подключается одна стационарная РС-1.1, у которой приемник обеспечивает передачу кодограммы от РВ-1 к СР-1. Затем в СР-1 сравнивается посланная и принятая кодограммы, и в случае их идентичности в линию посылается кодограмма, соответствующая сообщению $N_{п}$ + разговор, что отражается на РВ-1 индикацией на пульте-табло $N_{п}$ + разговор, а на ПУ-ДЦ высвечивается надпись «РАЗГОВОР» без мигания. РВ-1 воспринимает кодограмму от СР-1 и вновь посылает контрольный сигнал КС, а на пульте РВ-1 высвечивается надпись "РАЗГОВОР" и включается звуковая сигнализация. Машинист подтверждает прием вызова нажатием кнопки «ПОДТВЕРЖДЕНИЕ», на ПУ-РВ высвечивается надпись «ГОВОРИТЕ», подключаются разговорные цепи и в течение 200 мс посылается сигнал подтверждения (СП) частотой $F_{П1}$. Прием сигнала (СП) на СР-1 вызывает подключение разговорных цепей и высвечивание на ПУ-ДНЦ надписи "ГОВОРИТЕ". После чего абоненты ведут переговоры. После окончания переговоров ДНЦ нажатием кнопки «СБРОС» освобождает канал.

При передаче машинисту одной из стандартных команд составление канала происходит аналогично описанному выше до момента приема кодограммы на РВ-1 соответствующей $N_{п}$ + РАЗГОВОР. После ее приема на ПУ-ВР высвечивается переданная ДНЦ команда, включается звуковая сигнализация и начинается передача КС. Машинист нажимает кнопку «ПОДТВЕРЖДЕНИЕ», звуковая сигнализация

прекращается, передается СП до приема СКК, после чего надпись на ПУ-РВ гаснет и РВ-1 переходит в режим дежурного приема.

Для проведения переговоров с ДНЦ машинист нажимает на ПУ-ВР кнопку ДНЦ, что вызывает появление на дисплее надписи «РАЗГОВОР», переход РВ-1 в режим передачи КС и кодограммы $N_{п} + \text{сообщение}$. К линейному каналу подключается ближайшая РС-1.1, обеспечивающая наилучшее качество связи, и через ее приемник, сигнал КС и кодограмма, транслируется к распорядительной станции СР-1, где происходит следующее: отключается ССК, появляется на экране символ входящей связи «>» на ПУ-ДНЦ и надпись «ЗАНЯТО» на ПУ-ЭЦЦ, ПУ-ТНЦ, ПУ-ВР остальных РВ-1, формирование ответной команды $N_{п} + К$. При приеме последней на РВ-1 прекращается посылка кодограммы $N_{п} + С$ и начинается подача сигнала КС и СП с $F_{П1}$.

В СР-1 сигнал подтверждения вызывает на ПУ-ДНЦ номер поезда, надпись «РАЗГОВОР» и включение звуковой сигнализации. После нажатия ДНЦ «ПОДТВЕРЖДЕНИЕ» звуковой сигнал включается, от $К$ к РВ-1 идет кодограмма $N_{п} + \text{РАЗГОВОР}$, которая вызывает на ПУ-ВР появление надписи «ГОВОРИТЕ», подключение разговорных цепей трансляцию канал в течение 200 мс СП с $F_{П1}$.

При приеме последнего на СР-1 на ПУ ДНЦ загорается надпись «ГОВОРИТЕ», подключаются разговорные цепи и абоненты ведут переговоры.

При передаче диспетчеру одного из дискретных сообщений машинист нажимает на ПУ-ВР соответствующую кнопку, после чего составление канала происходит аналогично описанному выше до момента приема на СР-1 сигнала подтверждения, который вызывает появление на пульте ПУ-ДНЦ номера поезда, сообщения и включения звуковой сигнализации. ДНЦ нажимает кнопку «ПОДТВЕРЖДЕНИЕ», к РВ-1 идет кодограмма $N_{п} + \text{РАЗГОВОР}$, после ее приема РВ-1 вновь передает сигнал подтверждения, который в СР-1 включает ССК, что приводит систему в исходное состояние. При связи диспетчер - машинист радиостанции остальных поездов блокируются, что исключает подключение к занятому каналу. В экстренных случаях машинист может вызвать ДНЦ, нажав кнопку аварийного вызова АВ. При этом его радиостанция РВ-1 разблокируется и переводится в режим передачи аварийного сигнала АС частотой 1520 Гц. Этот сигнал транслируется по линейному каналу к СР-1, в подключенной к линейному каналу РС-1.1 выделяется фильтром ФАС, затем отключает ее приемник от линейного канала, замыкает через КО линию приема,

включает в СР-1 звуковую сигнализацию и надпись «АВАРИЙНЫЙ ВЫЗОВ» на ПУ-ДНЦ.

Приняв аварийный вызов и сообщение машиниста, ДНЦ нажимает кнопку «ПОДТВЕРЖДЕНИЕ». В результате чего в линию идут два коротких импульса ССК, которые блокируют включенную в канал РВ-1, а в пославшей аварийный вызов радиостанции отключается АС и обеспечивает реализацию стандартной процедуры установления соединения.

Высокое качество каналов передачи аналоговой и дискретной информации вместе с широкими возможностями делают рассмотренную сеть оперативным и надежным средством централизованное управление движением поездов.

Контрольные вопросы

1. Для чего предназначена поездная радиосвязь?
2. Для чего предназначена дуплексная поездная радиосвязь?
3. Какими радиостанциями оборудованная дуплексная поездная радиосвязь?
4. На каком диапазоне работает симплексная линейная связь?
5. Сколько составляет разнос между частотой передачи и приема?
6. Что такой сигнал свободы канала и чему он равен?
7. Какова длина кодограммы?
8. Из чего состоит кодограмма?
9. Для чего необходима кнопка аварийного вызова и как она работает?
10. Объяснить процедуру переговоров ДНЦ с машинистом?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

Изучение зонной линейной поездной радиосвязи

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить зонной линейную поездную радиосвязь

2. КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ИЗ ТЕОРИИ

Во многих ситуациях машинисту необходим обмен информацией не только с диспетчерами центрального пункта управления, но и с

широким контингентом служебных лиц, участвующих в поездной работе и рассредоточенных вдоль пути следования поезда (рис. 3.1). Эта потребность удовлетворяется радиосредствами зонной сети поездной радиосвязи (ПРС-СЗ), функционирующей совместно с сетью-ПРС-Д.

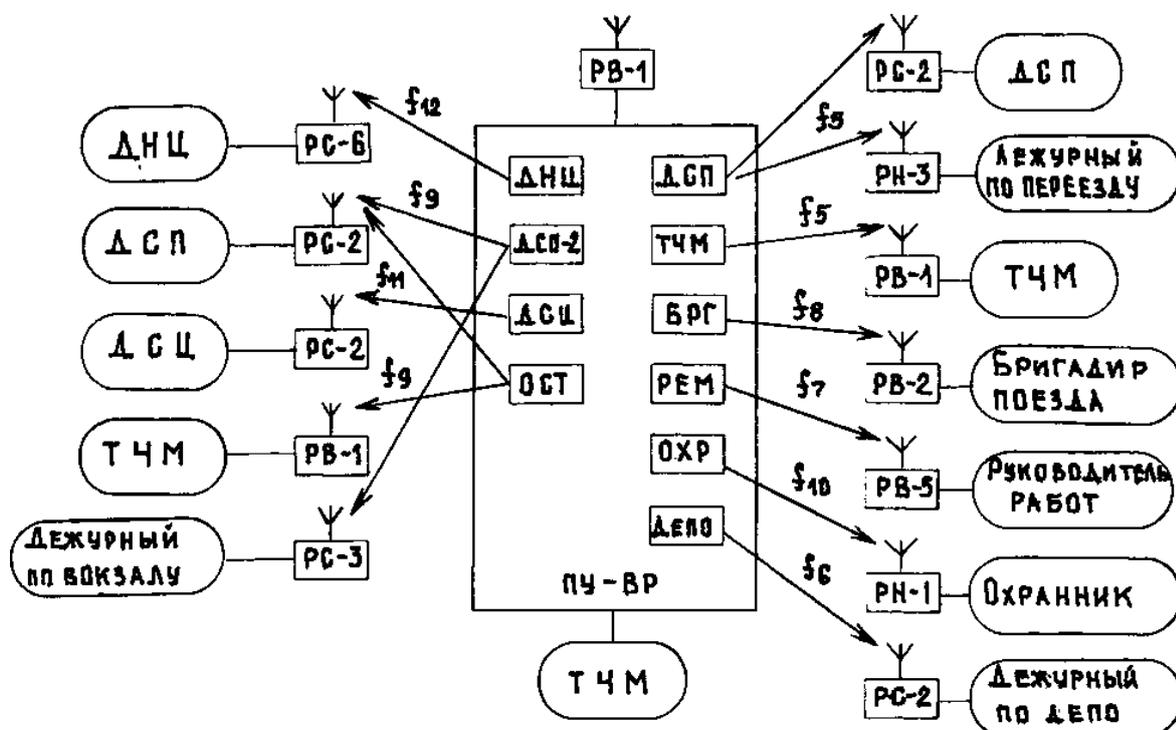


Рис. 3.1. Структурная схема построения зонной сети поездной радиосвязи

Этот вид радиосвязи предполагается организовать в метровом диапазоне. Такое решение позволяет обеспечить ЭМС дуплексных и симплексных средств радиосвязи на станциях и в узлах и, что особенно очень важно, на локомотиве, т. е. сделать 2 канала связи на локомотиве практически независимыми с возможностью их одновременной работы.

ПРС-СЗ предназначена для обмена информацией работников, находящихся в поездах и локальных зонах вдоль пути их следования и имеющих в своем распоряжении радиостанции различных типов, с машинистами поездов, имеющих возимые радиостанции РВ-1.1. В этом случае радиостанции РВ-1.1 состоят из двух полукомплектов: дуплексного дециметрового (для работы в сети ПРС-ДЛ) и симплексного метрового диапазона (для работы в сети ПРС-ЗС).

Основными абонентами симплексной радиосвязи, организующими поездную работу, являются ДСП, машинисты поездных локомотивов, дежурные по переездам. У дежурных по станциям будут установлены радиостанции РС-2, которые обеспечат связь с машинистами поездных локомотивов на перегонах, прилегающих к станции, на основной частоте симплексной поездной радиосвязи. Эта частота единая в пределах всего диспетчерского круга. Переключившись на частоту ремонтной связи, ДСП сможет вызвать ремонтные подразделения, работающие на этих перегонах.

На станциях, где выполняется маневровая работа, в состав радиостанции РС-2 может быть включен дежурный приемник ПРМ-С. В этом случае ДСП сможет руководить маневровой работой, переключив радиостанцию на частоту маневровой радиосвязи. Приемник ПРМ-С будет принимать вызов от машинистов поездных локомотивов независимо от режима работы РС-2. При приеме вызова ДСП переключится на канал поездной радиосвязи и вступит в переговоры с вызывающим его машинистом. Дежурные по переезду получают в распоряжение радиостанции РН-2 с сетевым блоком питания (РН-3), что даст им возможность, кроме аккумуляторной батареи, работать от сети переменного тока. Вызывная частота дежурных по станции и по переездам $F_1 = 1400$ Гц, машинистов поездных локомотивов $F_2 = 1000$ Гц.

Кроме машинистов, абонентами сети ПРС-СЗ являются следующие служебные лица, непосредственно связанные с поездной работой: дежурные по станции (ДСП), имеющие стационарные радиостанции типа РС-2; машинисты встречных и вслед идущих поездов, имеющие возимые радиостанции РВ-1 с двумя полуккомплектами оборудования; дежурные по переездам, имеющие носимые радиостанции типа РН-3 с сетевым блоком питания.

На участках с малыми объемами перевозок поездная диспетчерская радиосвязь будет организована в симплексном режиме с использованием радиостанции РС-6 нераспорядительных станций СР-34. Машинисты будут вызываться диспетчерами на частотах $F_3 = 700$ Гц (ДНЦ) и $F_4 = 2100$ Гц (ЭЧЦ, ТНЦ).

Для улучшения обслуживания пассажиров и решения других вопросов у начальников пассажирских поездов будет установлена радиостанция РВ-2, постоянно работающая в режиме «Дежурный прием» на выделенной частоте f_E . На этой частоте начальника пассажирского поезда смогут вызвать машинист локомотива, а также дежурные по вокзалам (радиостанция РС-3) и перронам (РН-1) при подходе поезда к вокзалам. В свою очередь начальник пассажирского поезда

также сможет вызвать дежурных по вокзалам или перронам, а переключившись на основную частоту поездной радиосвязи, установить связь с машинистом своего поезда или дежурным по станциям.

При передаче сведений о наличии свободных мест в поезде предусматривается возможность установления связи начальника пассажирского поезда с билетно-кассовым диспетчером отделенческого бюро по распределению мест (ЛБК) из специально выделенных для этой цели зон, которые могут быть удалены от ЛБК на 150 - 200 км. В зонах связи будут использоваться радиостанция РС-4, а у диспетчера – распорядительная станция СР-2, которые соединяются двух- или четырехпроводным каналом связи.

В грузовых поездах для сопровождающих лиц предусматривается радиостанция РН-2, которая будет работать на специально выделенной частоте $f_{и}$. При этом будет обеспечена радиосвязь между лицами, находящимися в поездах, и в служебных помещениях при подходе к ним. В служебных помещениях в зависимости от назначения разместятся стационарные радиостанции РС-3 или носимые с сетевым блоком питания РН-3, работающие на той же частоте $f_{и}$. Кроме того, в экстренных случаях предусматривается возможность переключения на основную частоту поездной радиосвязи $f_{д}$ и вызов машиниста своего поезда или дежурного по станции при подходе поезда к станции. Таким образом, будет передаваться экстренная информация через машиниста из любой точки перегона.

При подходе поезда к станции, где располагаются локомотивные депо, и особенно к тем, на которых меняются локомотивы, важную роль будет играть связь машинистов с дежурными по локомотивным депо. У последних для обеспечения оперативной связи в пределах депо предусматривается радиостанция РС-2, которая будет работать на специально выделенной частоте $f_{к}$. Однако дежурный по депо при подходе поезда к станции сможет перейти на частоту $f_{и}$ и вызвать машиниста локомотива. В свою очередь машинист сможет вызвать дежурного по депо, переключившись на частоту $f_{к}$.

При подходе поезда к месту выполнения работ службой пути или энергослужбой машинист сможет установить связь с руководителем ремонтного подразделения. Организация радиосвязи в зависимости от характера работ различна. Однако общим здесь является наличие радиостанции РВ-5 или РВ-6 у руководителя ремонтных работ и радиостанции РН-1 у сигнальщиков. Радиостанцию машиниста РВ-1 можно будет переключить на частоту $f_{л}$ и вызвать руководителя работ. В свою очередь он и, что особенно важно, сигнальщики смогут переключить

читься на частоту f_d и вызвать машиниста поезда. Это позволит своевременно передать сообщения машинисту поезда, подходящего к месту проведения работ при возникновении непредвиденных ситуаций, связанных с нарушением безопасности движения.

Как отмечалось, все перечисленные абоненты рассредоточены вдоль пути следования поезда. Для уменьшения их взаимного мешающего влияния требуется обеспечивать оптимальную дальность радиосвязи или необходимый уровень напряженности поля в зоне обслуживания и минимальную напряженность поля в зоне мешающего влияния. С этой целью предусматривают возможность оперативного переключения (уменьшения) мощности передатчика, работу сети в режиме двухчастотного симплекса, использование направленных антенн и снижение их высоты. Наибольшее число абонентов будет работать на основной частоте f_d , однако предусматривается и вспомогательная частота f_T . Использование второго канала будет наиболее эффективным при подходах к крупным станциям и узлам.

Учитывая, что внедрение новых радиосредств будет вестись в период оснащения железнодорожного транспорта радиостанциями, работающими в гектометровом диапазоне, намечается разработка приемопередатчика для ПРС, работающего на частотах 2,13 и 2,15 МГц. Требования, предъявляемые к нему по установочным размерам, идентичны приемопередатчикам метрового и дециметрового диапазонов. Это позволит использовать его в радиостанции РВ-1 в любых сочетаниях. Например, если вместо приемопередатчика дециметрового диапазона установить приемопередатчик гектометрового диапазона, то связь с диспетчером будет осуществляться в симплексном режиме с групповым вызовом с использованием линейной радиосвязи на радиостанциях РС-6 с указанным приемопередатчиком.

Перечисленные лица являются основными абонентами сети ПРС-СЗ, причем их радиостанции работают в симплексном режиме на единой для своего диспетчерского участка частоте f_5 с групповым вызовом ДСП и дежурного по поезду тональным сигналом частотой 1000 Гц.

К числу не основных временных абонентов сети относятся:

- дежурные по локомотивному депо, имеющие стационарные радиостанции типа РС-3 с рабочей частотой f_6 ;
- руководители ремонтных бригад, проводящих работы на перегоне, имеющие в зависимости от технической оснащенности или возимые радиостанции типов РВ-5, РВ-6, или носимые радиостанции типов РН-1, РН-4 с рабочей частотой f_7 ;

- дежурные по вокзалу и перрону, имеющие соответственно стационарную (РС-3) и носимую (РН-1) радиостанции с рабочей частотой f_9 ;
- работники охраны, сопровождающие грузы или находящиеся на важных объектах и имеющие носимые радиостанции типа РН-1 или типа РН-3 с рабочей частотой f_{10} ;
- маневровый диспетчер (ДСЦ), имеющий стационарную радиостанцию РС-2 с рабочей частотой f_{11} ;
- поездной диспетчер (ДНД) включенной в сеть симплексной линейной поездной радиосвязи на базе стационарных радиостанций РС-б с рабочей частотой f_{12} .

При этом необходимая дальность связи машиниста с абонентами стационарных радиостанций до 15 км, с абонентами возимых радиостанций до 10 км, с абонентами носимых радиостанций до 3 км.

Многие из перечисленных категорий абонентов включены в свои автономные радиосети, поэтому рабочие частоты их радиостанции отличаются от основной частоты сети ПРС-СЗ. Для связи с ними машинист должен перестроить радиостанцию РВ-1 с частоты f_5 на одну из частот $f_6 \div f_{12}$, что достигается двойным кратковременным нажатием кнопки на пульте ПУ-ВР, соответствующей категории вызываемого абонента. После первого нажатия на кнопку РВ-1 перестраивается на необходимую частоту и переходит из дежурного в режим приема. Удостоверившись в свободности канала, машинист нажимает кнопку вторично, в результате чего включается передатчик и в канал на новой частоте посылается сигнал вызова, а на пульте высвечивается шифр вызываемого абонента.

Перечисленные выше абоненты в свою очередь вызывают машиниста, нажав на пультах стационарных и возимых радиостанций кнопку ТЧМ и автоматически перестроив их на частоту поездной радиосвязи f_5 .

При использовании носимых радиостанций перестройка осуществляется ручным способом.

Контрольные вопросы

1. Для чего предназначена зонная сеть радиосвязь?
2. На каком диапазоне работает зонная связь?
3. Какими радиостанциями оборудованная дуплексная поездная радиосвязь?
4. Какова дальность связи машиниста с абонентами стационарных

- радиостанций?
5. Какова дальность связи машиниста с абонентами возимых радиостанций?
 6. Какова дальность связи машиниста с абонентами носимых радиостанций?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4

Изучение стационарной радиосвязи

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Ознакомление с принципами организации стационарной радиосвязи, изучение состава оборудования стационарных и локомотивных радиостанций.

Приобретение практических навыков по проектированию стационарной радиосвязи.

2. СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. Изучить принцип организации стационарной радиосвязи.
2. Изучение блочной структуры состава оборудования стационарных и локомотивных радиостанций и их технических характеристик. Изучение порядка работы при установлении соединения, ведения переговоров, отбой.
3. Решение задач по расчёту электромагнитной совместимости и дальности действий стационарной радиосвязи.

4. КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ИЗ ТЕОРИИ

Стационарной радиосвязью (СРС) называется комплекс устройств радиотелефонной связи, предназначенной для оперативного управления технологическими процессами на железнодорожных станциях.

К технологическим процессам на станциях относятся следующие виды работ:

- а) промежуточные станции
 - маневровые операции по отцепке вагонов от сборных поездов;
 - погрузка и выгрузка вагонов;

- операции по обслуживанию подъездных путей предприятий и т.д.;

б) участковые станции

- обработка составов в парке (приём поездов, техническое обслуживание, коммерческий осмотр, обработка документации, подготовка состава к формированию, расформированию);

- маневровая работа с транзитом, сборными, участковыми, маршутными поездами на выделенных путях;

- местная работа с вагонами (выгрузка, погрузка, подача и уборка вагонов) и т.д.;

в) сортировочные станции

- обработка поездных составов в парках;

- маневровая работа на сортировочных парках;

- местная работа;

- накопление вагонов на составы;

- коммерческий и технический осмотр вагонов.

Из краткого анализа технологических процессов на некоторых станциях следует, что устройствами радиосвязи должен быть оснащён широкий круг командиров и исполнителей, кроме того, требуется создание независимых сетей радиосвязи, для обеспечения оперативной работы различных командиров и подчинённых им исполнителей.

Введём понятие радиосеть. Радиосеть – это способ связи между тремя и более пунктами, при котором каждому из них выделяется радиостанция, работающая на общих для радиосети данных (рабочих и вызывных устройствах).

Радиосети могут строиться по следующим схемам (рис. 4.1):

- звёздная; абоненты связаны по принципу каждый с каждым, все абоненты равноправны, достигается максимальная надёжность сети;

- радиальная; схема характерна наличием центра принятия решений (диспетчера). Диспетчер устанавливает связь с любым абонентом. Абоненты друг с другом могут установить связь только через диспетчера;

- радиально-кольцевая; при такой схеме в отличие от предыдущей схемы абоненты могут устанавливать связь между собой без участия диспетчера.

Радиосвязь может работать в симплексном режиме на одной рабочей частоте и в дуплексном режиме на двух и более частотах (рис. 4.2).

Первый режим не даёт возможности ведения двух или нескольких независимых переговоров.

При дуплексном режиме обеспечивается независимость ведения двух или нескольких независимых переговоров.

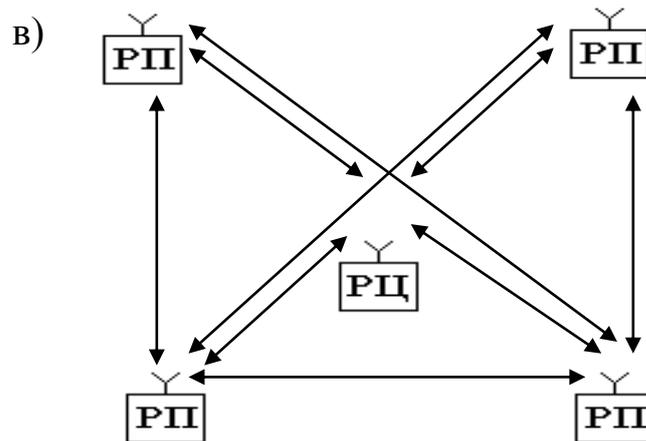
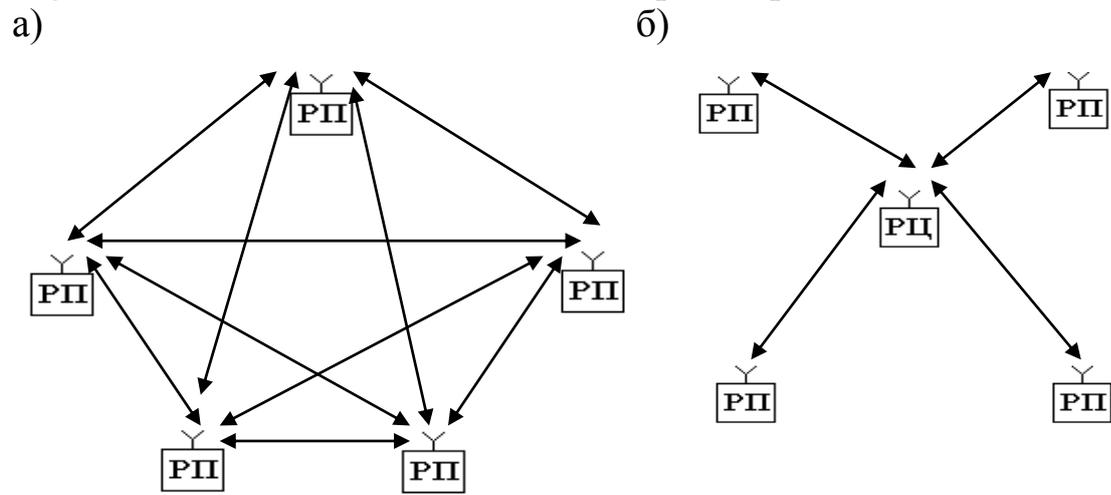


Рис. 4.1. Структура радиосетей: а) звездная; б) радиальная; в) радиально-узловая

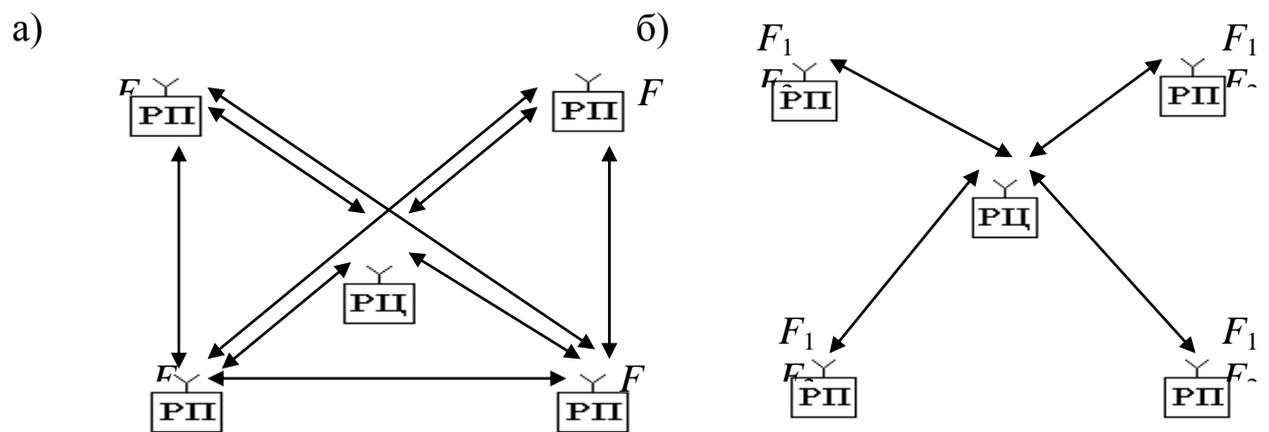


Рис. 4.2. Режимы работы радиосети: а) симплексный; б) дуплексный

Радиосеть может быть построена по иерархической структуре (рис. 4.3). При этом имеется центральная радиостанция диспетчерского типа, связанная дуплексно с мобильными радиостанциями, а последние связаны на тех же частотах с носимыми радиостанциями.

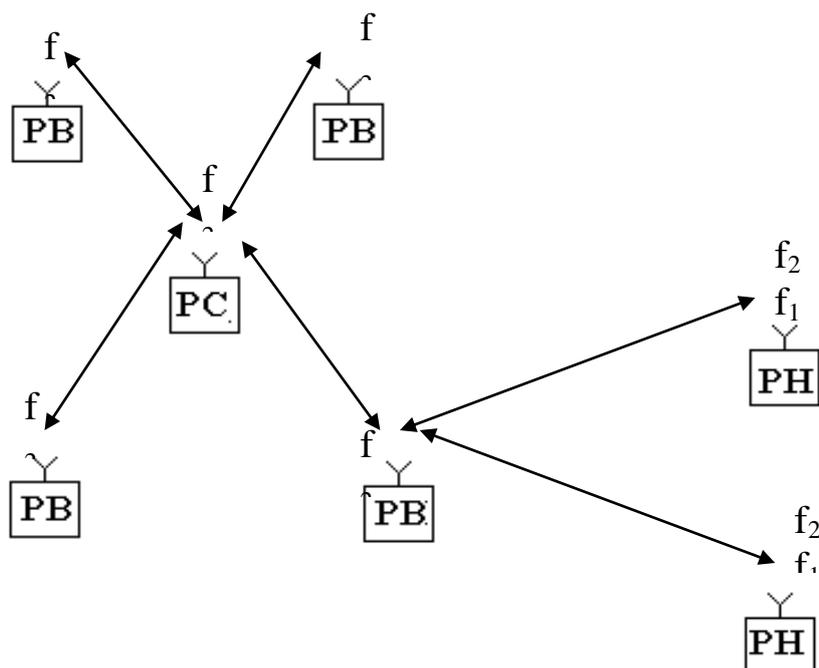


Рис. 4.3. Иерархическая структура радиосети

Абонентов станционной радиосвязи можно разделить на две группы:

а) работники, непосредственно участвующие в выполнении горочной и маневровой работы:

- маневровый диспетчер ДСЦ;
- станционный диспетчер ДСЦС;
- старший помощник начальника станции ДСПС;
- дежурный по парку приёма ДСПП;
- дежурный по парку отправления ДСПО;
- дежурный по парку формированию ДСПФ;

- дежурный по горке ДСПГ;
- оператор горочных постов, составители поездов;
- машинисты горочных (ГЛ) и маневровых (МЛ) локомотивов;
- расцепщики;
- машинисты хозяйственных и вывозных локомотивов.

б) работники, обеспечивающие технологический процесс обработки составов:

- списчики вагонов;
- коммерческие и технические осмотрщики;
- слесари – автоматчики;
- приёмосдатчики грузовых дворов;
- работники объединений технической конторы ОТК;
- работники пунктов технического осмотра (ПТО) и коммерческого осмотра (ПКО).

На станциях различают маневровую и горочную радиосвязь, которыми пользуются указанные выше работники.

3.1. Схема организации маневровой связи

Маневровая связь предназначена для связи ДСП, ДСЦС, ДСПС, ДСПП, ДСПО, ДСПФ с составителями поездов и машинистами маневровых локомотивов МЛ, хозяйственных и вывозных локомотивов, а также машинистов локомотивов с составителями поездов (рис. 4.4).

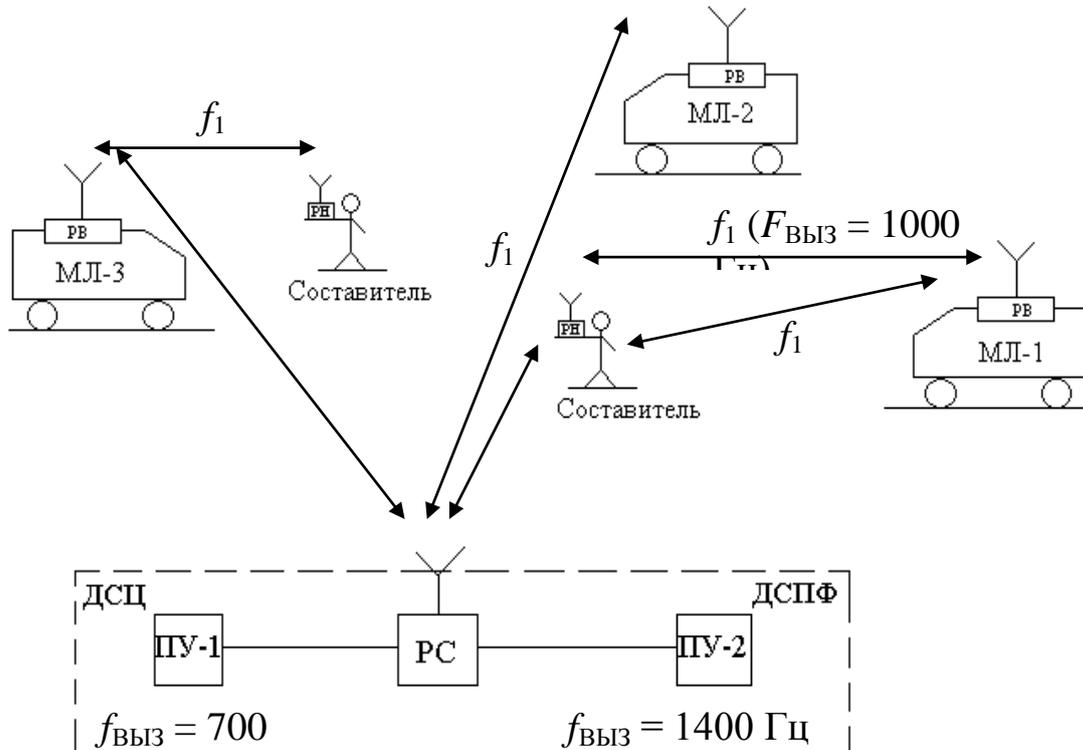


Рис. 4.4. Структура сети маневровой радиосвязи

Радиостанция центральная – стационарная и устанавливается у руководителя маневровой работы, она имеет два пульта, т.е. ею могут пользоваться 2 руководителя, соблюдая правила старшинства. Руководитель старшего ранга может перебить руководителя младшего ранга и ему связь предоставляется в первую очередь. Старшинство ранга определяется местом установки радиостанции.

В исходном состоянии все радиостанции радиосети находятся в положении «Дежурный приём», при котором приёмники заперты со стороны вызывного устройства. Если руководителю маневровой работы, например ДСЦ, необходимо войти в связь с МЛ-2, то он на 2-3 сек. с помощью радиостанции РЦ посылает вызывной сигнал модулированный напряжением с частотой $F_1 = 1000$ Гц, при этом все приёмники возимых радиостанций открываются на 10-15 с. и в громкоговорителе слышен сигнал частотой $F_1 = 1000$ Гц. Затем ДСЦ голосом вызывает того машиниста, который необходим.

Вызываемый абонент снимает микротелефонную трубку с пульта управления, тем самым переводит радиостанцию в режим «Приём». Другие абоненты по истечении 10-15 сек. уже не слышат дальнейших переговоров. Их радиостанции вновь переходят в режим «Дежурный приём».

Руководители вызываются посылкой избирательного вызова, для этого имеются вызывные частоты $F_1 = 700$ Гц и $F_2 = 1400$ Гц и $F_3 = 2100$ Гц. Последняя частота предназначена для вхождения в связь с абонентами двухсторонней парковой громкоговорящей связи СДПС.

3.2. Схема организации горочной связи

Структурная схема организации горочной радиосвязи приведена на рис. 4.5. На сортировочной горке движением локомотивов ГЛ руководит дежурный по горке ДСПГ. Особенностью горочной радиосвязи является то, что центральная и мобильная радиостанции работают в режиме «Приём». Абоненты вызываются голосом, что даёт возможность выполнять команды немедленно. Центральная радио-

станция имеет, как правило, два пульта управления для ДСПГ и ДСПИ. Совместно с мобильной радиостанцией эксплуатируются носимые радиостанции (РН), которыми оснащаются расцепщики вагонов, башмачники и т.д.

3.3. Аппаратура станционной радиосвязи

Станционная радиосвязь организуется в полосе частотой 150–156 МГц с использованием стационарных, локомотивных и носимых радиостанций.

В качестве стационарных применяются радиостанции типа 71 РТС-А2-ЧМ, которая предназначена для организации двухсторонней симплексной безподстроечной и беспойсковой радиотелефонной связи. Радиостанция устанавливается в служебных помещениях.

Каждый знак типа станции расшифровывается таким образом:

71- модификация радиосредства;

РТ- радиотелефонная;

С- стационарная;

А- абонентская;

2- класс станции, второй;

ЧМ- частотная модуляция несущего сигнала, с частотно избирательным вызовом.

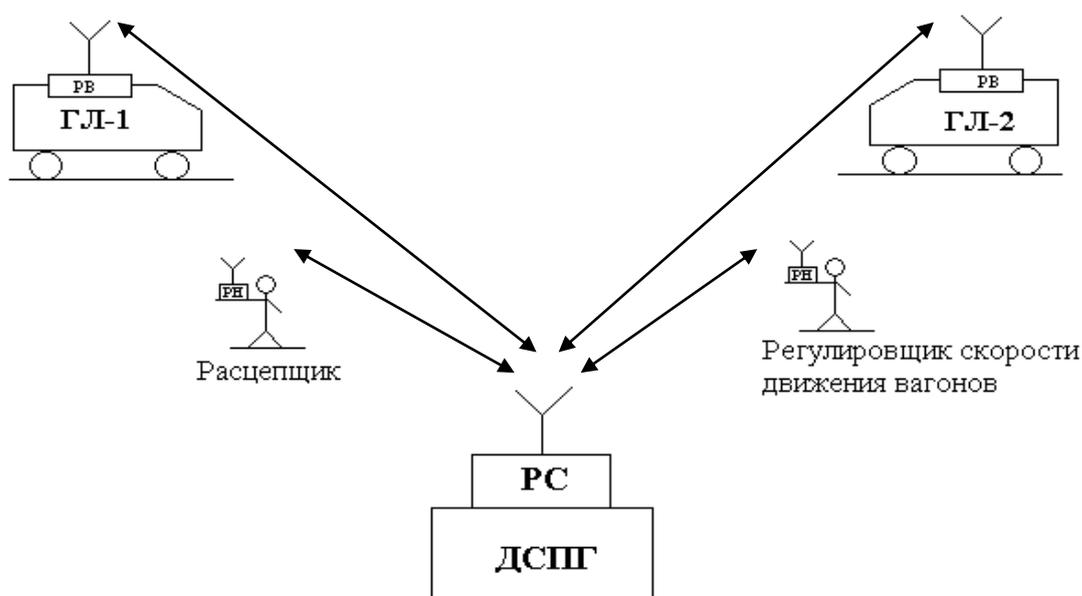


Рис. 4.5. Структурная схема горочной радиосвязи

Выпускаются модификации с одним, двумя, тремя каналами связи. Разность частот между каналами 50 кГц.

Питание стационарной радиостанции осуществляется от сети переменного тока частотой 50 Гц напряжением 12 или 220 В, питание локомотивной радиостанции осуществляется от аккумуляторов локомотива напряжением 60 В.

Радиостанция обеспечивает:

- ведение связи с одного или двух пультов управления, с выносного переговорного устройства ВПУ, подключаемого взамен второго пульта управления;
- посылку вызова с самоконтролем и приёмом вызова с последующей передачей контроля прохождения вызова;
- переключение на любой из трёх каналов;
- световую индикацию включения питания и приёма вызова;
- автоматическое переключение на резервный источник питания или на аккумуляторную батарею.

Основные параметры радиостанций:

- | | |
|---|--------|
| 1. Выходная мощность передатчика | 8 Вт |
| 2. Максимальная девиация частоты в диапазоне модулирующих частот от 300 + 3400 Гц | 10 кГц |
| 3. Чувствительность приёмника при соотношении сигнал/шум 20 дБ | 1 мкВ |
| 4. Половина полосы пропускания на уровне 0,5 | 14 кГц |

Структурная схема радиостанции 71РТС-А2-ЧМ изображена на рис. 4.6.

В исходном состоянии радиостанция находится в режиме «Дежурный приём», это означает, что к выходу приёмника подключён приёмник тонального вызова ПТВ, а громкоговоритель Гр и микрофон Тф отключён с помощью устройства коммутации.

При поступлении вызывных сигналов (частоты $F_1 = 700$ и $F_2 = 1400$ Гц) срабатывает ПТВ, загорается клавиша «вызов», срабатывает устройство коммутации УК, приёмник ПРМ подключается к усилителю приёма и радиостанция переводится в режим «Приём».

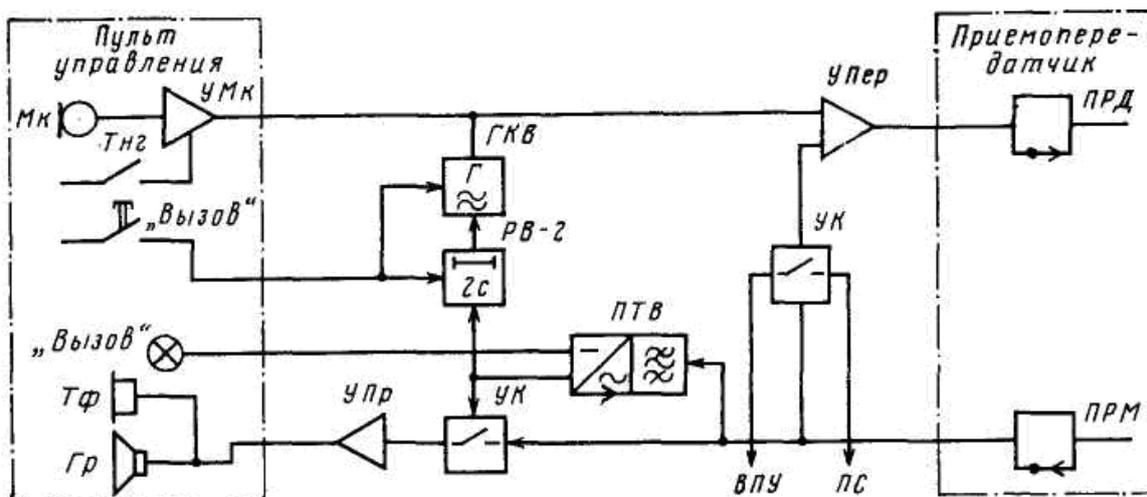


Рис. 4.6. Структурная схема радиостанции 71 РТС-А2-ЧМ

По окончании приёма тонального вызова запускается в работу реле времени, которое включает на 2 сек. генератор квитанции ГКВ (он генерирует сигнал частотой 890 Гц) и переключает радиостанцию в режим передачи. Вызывающему абоненту передаётся сигнал контроля приёма вызова ($F = 890$ Гц), который прослушивается в громкоговорителях. Для ведения переговоров с рычагов снимается микротелефонная трубка, при этом гаснет сигнализация «Вызовов», а радиостанция остаётся в режиме «Приём». При нажатии тангенты радиостанции переводится в режим «Передача» и включается микрофонный усилитель УМК.

Для посылки вызова машинисту локомотива нажимается «Вызов», включается РВ₂, ГКВ, перестраивается на частоту 1000 Гц и радиостанция на 2 сек. переключается в режиме «Передача».

Работа с первого и второго пультов управления аналогична, за исключением – вызов на пульт 2 поступает сигнал частотой 1400 Гц.

Радиостанция позволяет включить выносное переговорное устройство ВПУ, которое может находиться на значительном расстоянии от радиостанции. К радиостанции подключаются соединительные линии с аппаратурой громкоговорящей парковой связи.

В качестве мобильной радиостанции, возимой локомотивом, применяется радиостанция типа 72 РТМ-А2-ЧМ, основные параметры которой совпадают с параметрами 71 РТС-А2-ЧМ.

Радиостанция комплектуется в зависимости от варианта поставки. Конструктивное исполнение УВК радиостанции показано на рис. 4.7.

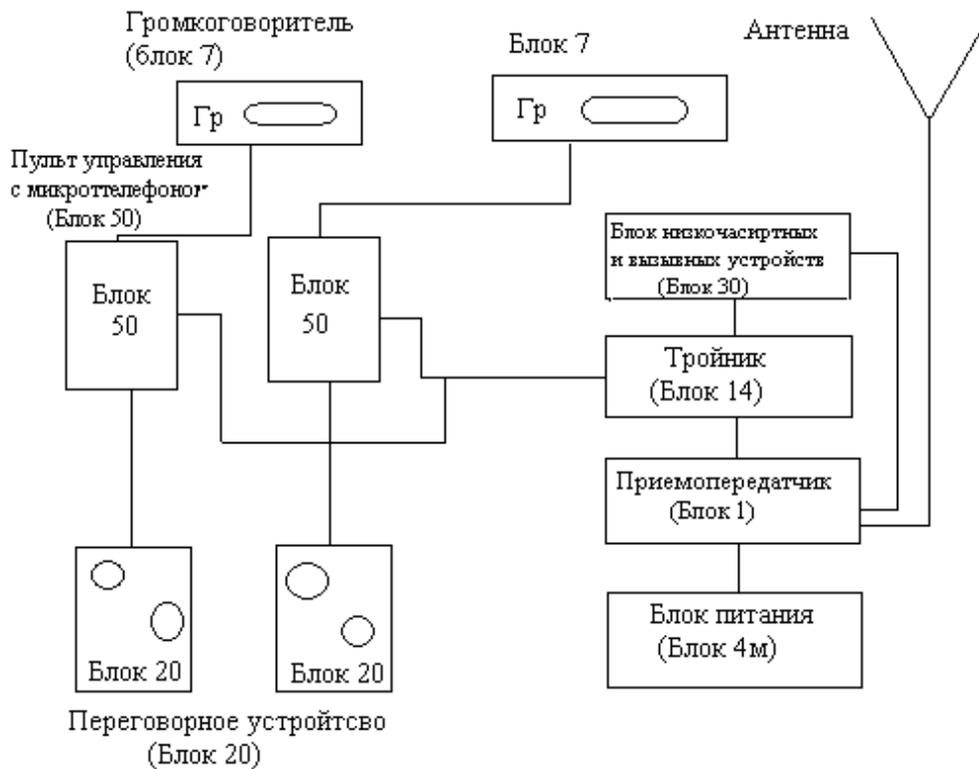


Рис. 4.7. Блочный состав радиостанции 72 РТМ-А2-ЧМ

Радиостанция 72 РТМ-А2-ЧМ состоит из отдельных блоков, которые соединяются между собой кабелем с разъёмами типа 2 РМ. Блоки ЧМ, ЗС, I устанавливаются на амортизационных рамах. Для радиостанции с двойным управлением предусмотрен распределительный блок 14.

Структурная схема радиостанции предоставлена на рис. 4.8.

4. РАСЧЁТ СИСТЕМЫ СТАНЦИОННОЙ РАДИОСВЯЗИ

В расчёт системы входят:

1. Расчёт канала радиосвязи, т.е. определение условий обеспечения радиосвязи между двумя или несколькими радиостанциями, работающими на одной частоте.

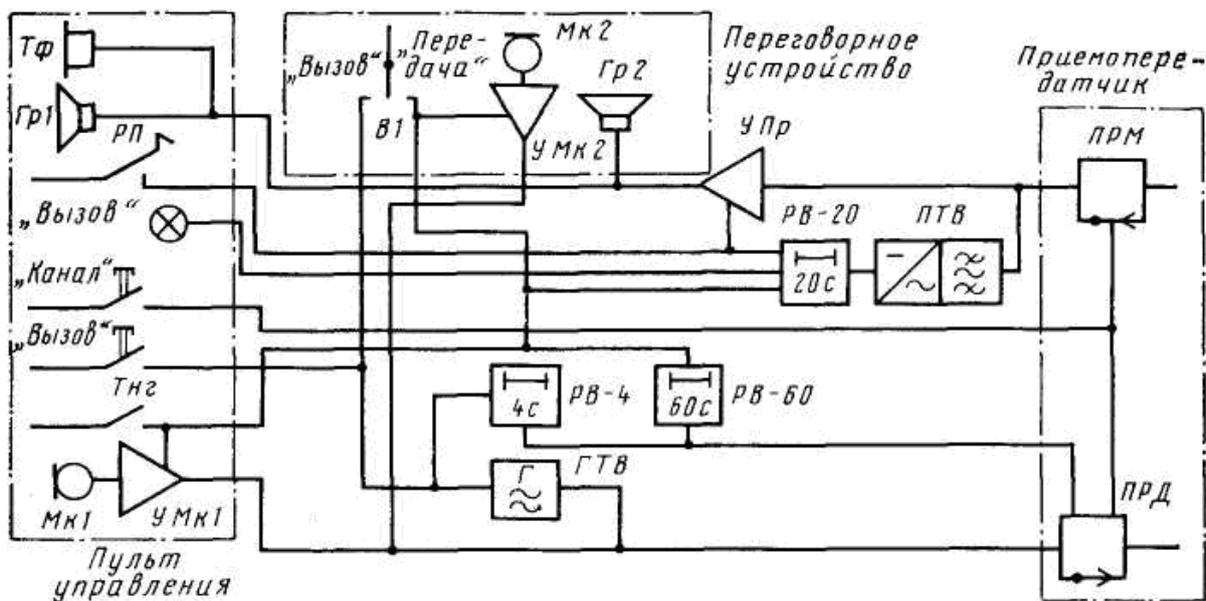


Рис. 4.8. Структурная схема радиостанции 72 РТМ-А2-СМ

2. Расчёт электромагнитной совместимости (ЭМС) радиосредств или определение условий обеспечения устойчивой работы наземных радиостанций без взаимных мешающих влияний.

3. Определение координатных расстояний, т.е. наименьшего территориального радиуса между стационарными радиостанциями, работающими на одной частоте.

4.1. Расчёт канала радиосвязи

В основу расчёта положены графические зависимости изменения напряжённости электромагнитного поля от расстояния при заданных высотах установки антенн (рис. 4.9).

Зависимости на рис. 4.9 построены для неэлектроцирированного участка при следующих исходных данных:

- излучаемая мощность передатчика 8 Вт (148 дБ);
- коэффициент усиления приёмной и передающей системы $G_1=G_2=0$ дБ (используются изотропные излучатели);
- затухание приёмного и передающего фидеров $1 = 0$ дБ (0-коэффициент затухания, дБ/м; 1-длина фидера, м).

С целью удобства расчёта в правой части графика на рис. 9 указаны величины напряжения на входе приёмника (V), соответствующие уровню напряжённости поля полезного сигнала в точке приёма.

Расчёт канала радиосвязи сводится к вычислению величины U_2 и определению по графику ожидаемой дальности связи для заданной высоты установки системы.

В реальных условиях при расчёте канала необходимо учитывать фонтические параметры рассчитываемой системы:

- B_K – коэффициент затухания поля вследствие влияния контактной сети ($B_K = 8$ дБ);

- B_L – коэффициент затухания поля вследствие влияния корпуса локомотива ($B_L = 9$ дБ);

- B_{II} – поправочный коэффициент учитывающий интерференцию сигнала (1-неэлектрифицированный участок, 2-электрифицированный участок, B – вероятность надежности работы);

- G_1, G_2 – коэффициенты усиления соответственно передающей и приёмной антенн, для несимметричного петлевого вибратора ($G_1 = G_2 = 2$ дБ);

- 111 – затухание передающего фидерного тракта;

- 212 – затухание приёмного фидерного тракта;

Для радиостанций ЖРУ рекомендуется использовать кабель РК-75-4-11 ($=0,15$ дБ/м).

Таким образом, необходимый уровень полезного сигнала на входе приёмника определяется формулой:

$$U_{BX} = U_2 - 211 + G_1 + 212 + G_2 - B_K - B_L + B_{II}, \text{ дБ.} \quad (4.1)$$

Значение величин в (4.1) задаётся в дБ.

Рассчитываемый канал связи должен обеспечивать заданную разборчивость речи. Дальность связи необходимо рассчитать исходя из принятой наименьшей величины полезного сигнала на входе приёмника $U_{2\min}$, при которой на выходе низкочастотного тракта обеспечивается заданное отношение $U_C/U_{Ш}$, равное 12 дБ, т.е. должна выполняться условно $U_{BX} = U_{2\min}$.

Для электрифицированного участка переменным током:

$$U_{2\min} = 14 \text{ дБ (5 мкВ)}. \quad (4.2)$$

Для электрифицированного участка постоянным током:

$$U_{2\min} = 6 \text{ дБ (2 мкВ)}. \quad (4.3)$$

Для неэлектрифицированного участка:

$$U_{2\min} = 4 \text{ дБ (1,5 мкВ)}. \quad (4.4)$$

Подставляя в формулу (4.1) значения поправочных коэффициентов и $U_{BX} = U_{2\min}$, определяем U_2 .

По значению напряжения U_2 можно найти на графике ожидаемую дальность связи при заданных высотах антенн или высоту установки при заданной дальности связи.

4.2. Варианты задач, предлагаемых к решению (см. табл. 4.1)

4.3. Пример расчёта

Задача 1. Дано: максимальное удаление локомотива $V = 4$ км; вид тяги-электрическая на переменном токе; допустимое минимальное напряжение сигнала на входе приёмника $U_2 = 14$ дБ; коэффициент затухания поля за счёт ослабления контактной сетью $B_K = 8$ дБ. Тип радиостанции 72РТС-А2-ЧМ, 72-РТМ-А2-ЧМ. Мощность передатчика $P_1 = 8$ Вт. Тип антенного фидера РК-7-4-11, его коэффициент затухания = 0,15 дБ. Минимальная длина антенного фидера не менее $l = 16$ м. Коэффициент усиления антенны стационарной радиостанции $G = 2$ дБ. Высота подвеса антенны локомотивной радиосвязи $P = 99\%$. Поправочный коэффициент, учитывающий затухание поля за счёт корпуса локомотива $B_L = 9$ дБ.

Решение:

По графику рис. 10 определить коэффициент B_H по величине заданной надёжности связи P :

$$B_H = -12 \text{ дБ.}$$

1. По формуле (4.1) определить напряжение на входе приёмника:

$$\begin{aligned} U_{BX} &= U_2 - 211 + G_1 + 212 + G_2 - B_K - B_L + B_H = \\ &= 14 + 0,15 \cdot 16 + 0,15 \cdot 4 - 2 + 2 + 8 + 12 + 9 = 42, \text{ дБ.} \end{aligned}$$

2. Определить по графику (рис. 4.9) значение величины произведения:

$$h_1 \cdot h_2 = 80 \text{ м}^2.$$

3. Определить высоту подвеса стационарной антенны:

$$h_1 = \frac{80}{h_2} = \frac{80}{5} = 16 \text{ м.}$$

Контрольные вопросы

1. Что называется станционной радиосвязью?
2. Какие работы относятся к технологическим процессам на промежуточных станциях?
3. Какие работы относятся к технологическим процессам на сортировочных станциях?
4. Какие работы относятся к технологическим процессам на сортировочных станциях?
5. Что такое радиосеть?
6. По какому принципу строятся радиосети?
7. Какие режимы работы радиосетей бывают?
8. Пояснит схему организации маневровой работы?
9. Пояснит схему организации горочной работы?
10. Какая аппаратура применяется в станционной радиосвязи?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5

Изучение передатчика радиостанции типа 42 РТМ-А2-ЧМ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучение конструкции, исследование характеристик мобильной радиостанции типа 42 РТМ-А2-ЧМ.

2. СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Определение несущей частоты первого и второго каналов, выходной мощности передатчика, эффективности системы шумоподавления «ШОУ».

3. КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ИЗ ТЕОРИИ

Радиостанция 42 РТМ-А2-ЧМ – телефонная, мобильная, симплексная, с частотно-фазовой модуляцией и частотно-избирательным вызовом.

Радиостанция служит для установки на подвижных объектах железнодорожного транспорта и может эксплуатироваться при температуре окружающей среды в пределах $-25 +50$ С.

Вариант КВ радиостанции имеет два канала на частотах 2130 кГц и 2150 кГц.

Питание радиостанции осуществляется от источника постоянного тока – локомотивной батареи аккумуляторов напряжением 50 В или 75 В.

Исследуемая радиостанция питается от выпрямителя с выходным напряжением 50 В.

В состав радиостанции входят:

Блок 2 – приемопередатчик;

Блок 3 – низкочастотные и вызывные устройства;

Блок ЧМ – блок питания;

Блок 5 – пульт управления;

Блок 6 – антенно-согласующее устройство;

Блок 7 – громкоговоритель;

На рис. 5.1 показана схема соединений блоков в варианте КВ.

К гнезду А, связанному с движком эквивалентного резистора можно подключать измерительные приборы для контроля параметров радиостанции. $R1=300$ Ом.

3.1. Параметры радиостанции

- 1) выходная мощность передатчика – 8 Вт;
- 2) максимальная девиация частоты передатчика – при частотах информационного сигнала 300 – 3400 Гц не более 3 кГц, среднее значение девиации – 1,5 кГц;
- 3) чувствительность приемника при соотношении сигнал/шум 20 дБ не хуже 50 мкВ;
- 4) полоса пропускания приемника на уровне 0,5 не менее 8 кГц;
- 5) максимальная потребляемая мощность в режиме передачи – 120 Вт, дежурного приема – 50 Вт.

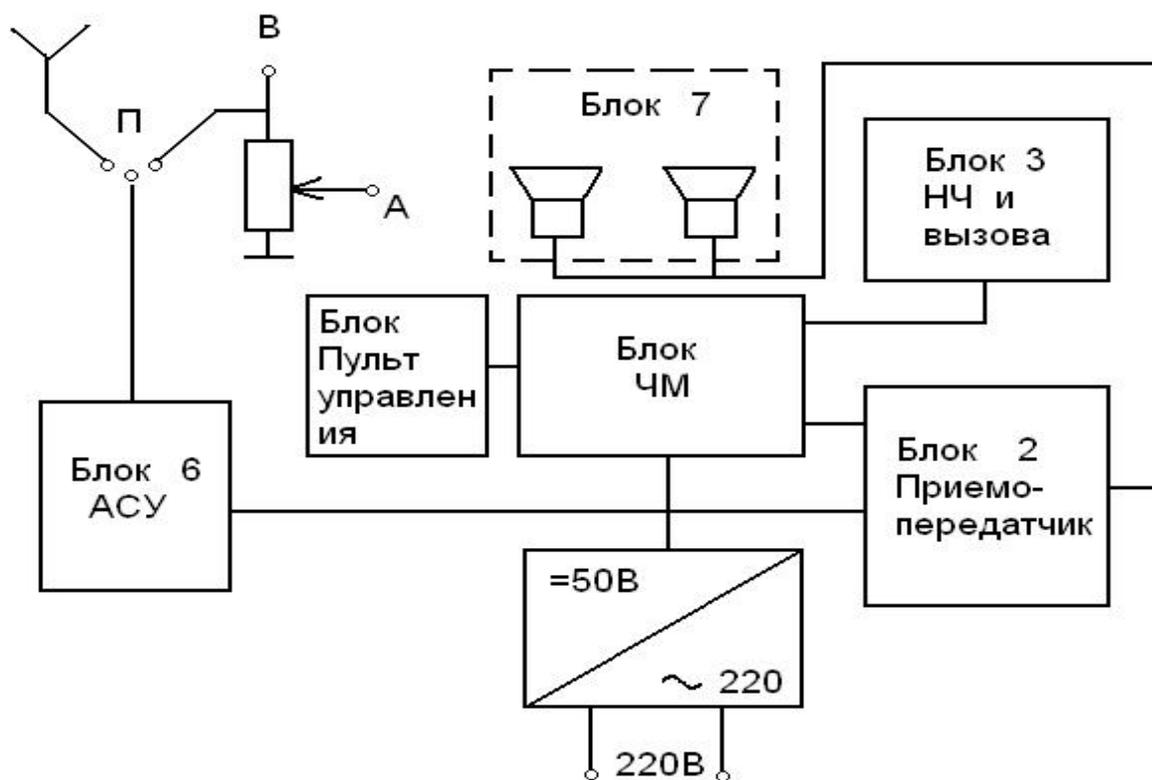


Рис. 5.1. Структурная схема радиостанции

4. ПОРЯДОК РАБОТЫ С РАДИОСТАНЦИЕЙ

4.1. После проверки правильности соединений студентом, а затем преподавателей, включают напряжение питания с помощью тумблера на выпрямителе с выходным напряжением 50 В, имитирующим локомотивную батарею аккумуляторов.

4.2. Снять микрофонную трубку с рычага пульта управления. При этом радиостанция переводится из режима «Дежурный прием» в режим «Прием».

На тангенту микрофонной трубки не нажимать.

Прослушать в течении 5-10 минут ведущиеся служебные переговоры на данном канале (2130 кГц).

4.3. Нажав кнопку Пк на пульте управления: включить П канала радиостанции 2150 кГц.

4.4. На блоке 3 – низкочастотные и вызывные устройства – включить шумоподаватель (ШП).

Прослушать затем в течении 5 минут, не ведутся ли на данном канале служебные переговоры.

Если на частоте данного канала ведутся служебные переговоры, то категорически запрещается переводить радиостанцию в режим «Передача» нажатием тангеты микротелефонной трубки.

5. ПРОВЕДЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ

5.1 Определение несущей частоты

Включить радиостанцию. Установить в электронно-счетном частотомере чувствительность 1:100. К выходу передатчика подключить эквивалентный резистор, мощность которого не менее 10 Вт. Подключить частотомер к эквивалентному резистору (гнездо А). Установить на пульте управления 1 канал. После проверки схем преподавателем включить радиостанцию, частотомер и определить 5 значений несущей частоты. Для перевода радиостанции в режим «Передача» при измерениях нажимать на тангету микротелефонной трубки. Измерения частоты проводить с интервалом в 1 минуту. Данные занести в табл.5.1.

Таблица 5.1

Значения несущих частот

Частота I кана- ла, кГц	f1	f1	f1	f1	f1	f1средн	f1средн
Частота II кана- ла, кГц	f2	f2	f2	f2	f2	f2средн	f2средн

Установить на пульте управления II канал и выполнить 5 измерений частоты II канала с интервалом в 1 минуту. Данные внести в Табл. 5.1.

5.2. Определение выходной мощности передатчика

Убедиться в том, что радиостанция включена. Отключить частотомер и подключить к эквивалентному резистору (точка В и корпус) транзисторный милливольтметр, установив предел шкалы 100В. После проверки преподавателем, включить милливольтметр и радиостанцию, работающую на I канале.

Снять микротелефонную трубку с пульта управления и нажать тангету.

По показаниям вольтметра определить напряжение U_1 на эквивалентном нагрузочном резисторе.

Входную мощность определить по формуле:

$$P_1 = U_1^2 / 300 \text{ Вт.}$$

Включить II канал и аналогично определить мощность при работе на II канале:

$$P_1 = U_2^2 / 300 \text{ Вт.}$$

5.3. Определение эффективности «ШОУ» приемника радиостанции

Включить радиостанцию. Подключить транзисторный милливольтметр к громкоговорителю, соблюдая правило «заземленный провод – к заземленному проводу». Установить предел измерения в транзисторном милливольтметре – 1-В и включить его. Включив радиостанцию и сняв микротелефонную трубку с пульта управления, перевести ее в режим «Прием». Определить среднее из 5 значений через 1 мин. Значение напряжения помех при включенной системе «ШОУ» и выключенной. Данные занести в табл. 5.2.

Таблица 5.2

с ШОУ	U_1	U_2	U_3	U_4	U_5	Усреднее
без ШОУ	U_1'	U_2'	U_3'	U_4'	U_5'	U' среднее

6. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ

6.1. По данным табл. 5.1 определить минутную нестабильность частоты по формулам. Сделать вывод о нестабильности частоты колебаний передатчика

6.2. Сравнить выходные мощности передатчика при работе на I и II каналах.

6.3. Сделать вывод об эффективности «ШОУ», определить во сколько раз уменьшится средний уровень выходных шумов радиоприемника при включении «ШОУ».

7. Контрольные вопросы

1. Система поездной радиосвязи.

2. Структурная схема радиостанции 42 РТМ-А2-ЧМ (КВ-вариант).
3. Система шумоподавления «ШОУ»
4. Основные параметры пятиканальной радиостанции 42 РТМ-А2-ЧМ.

Лабораторная работа №6

Изучение приемника радиостанции типа 42 РТМ-А2-ЧМ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучение радиостанции 42РТМ-А2-ЧМ. Измерение параметров передатчика и приемника.

2. СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Изучение состава оборудования радиостанции 42РТМ-А2-ЧМ. Изучение основных характеристик радиостанции 42РТМ-А2-ЧМ. Измерение частоты выходной мощности передатчика. Измерение девиации частоты передатчика. Проверка работы реле времени *РВ-4* и *РВ-60*. Измерение чувствительности и выходной мощности приемника. Проверка допустимого отклонения частоты гетеродина приемника.

3. КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ИЗ ТЕОРИИ

3.1. Радиостанция 42РТМ-А2-ЧМ

Радиостанция 42РТМ-А2-ЧМ выполнена в виде отдельных блоков, соединенных между собой кабелями с разъемами *2РМ* на концах. Комплект радиостанции состоит из двух идентичных полукомплектов, отличающихся между собой только приемо-передатчиками (*КВ* или *УКВ*). Полукомплект радиостанции содержит следующие блоки:

- Приемо-передатчик (блок 1 - *УКВ* или блок 2 - *КВ*);
- Блок низкочастотный и вызывных частот (блок 3), устанавливаемые на первой амортизационной раме в кузове локомотива;
- Блок питания (блок 4), крепящийся на второй амортизационной раме также в кузове локомотива;

- Пульт управления (блок 5) и громкоговоритель (блок 7), устанавливаемые в кабине машиниста локомотива;
- Антенно-согласующее устройство (блок 6), которое крепят в непосредственной близости к антенне локомотива.

Как правило, полукомплект должен обеспечивать двойное управление (работу из каждой кабины локомотива). Для этой цели на первой амортизационной раме дополнительно устанавливают тройник (блок 14), к которому кабелем подключают второй пульт управления, размещаемый во второй кабине локомотива, там же находится дополнительный громкоговоритель.

Функциональная схема полукомплекта *КВ* радиостанции с одинарным направлением приведено на рис. 6.1.

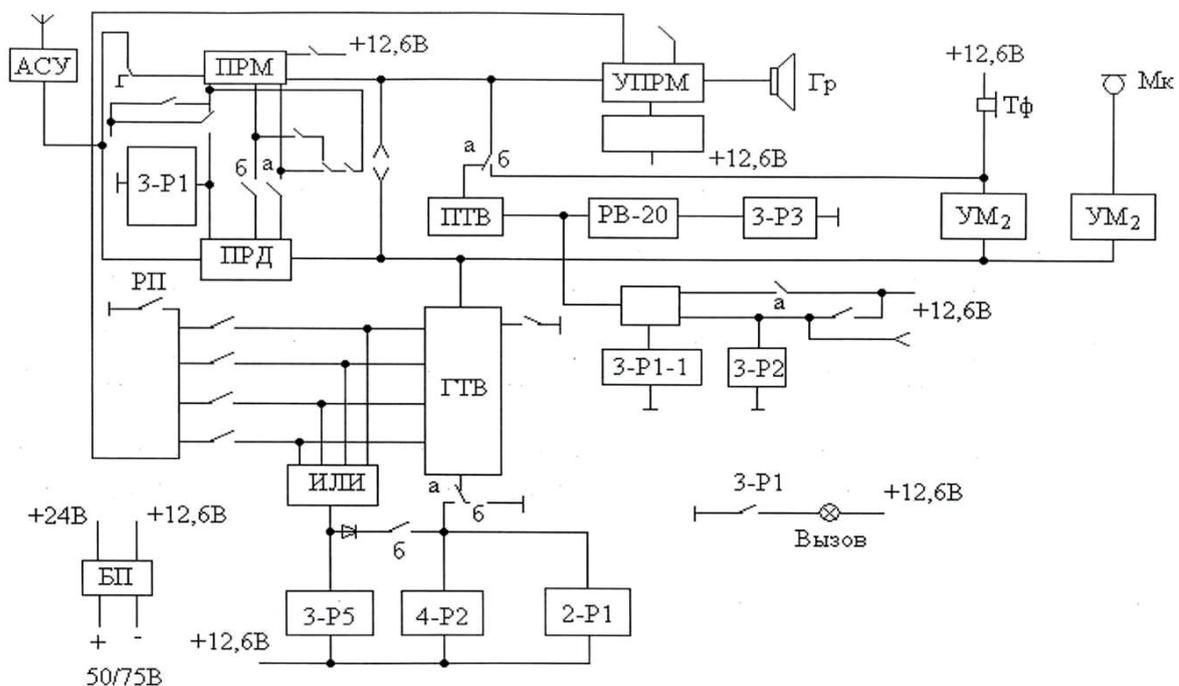


Рис. 6.1. Функциональная схема полукомплекта *КВ* радиостанции с одинарным управлением

Приемо-передатчик аналогичен блоку 2 радиостанции 43РТС-А2-ЧМ. В блоке 3 размещены усилитель приема *УПРМ*, приемник тонального вызова *ПТВ* с реле времени *РВ-20*, генератор тонального вызова *ГТВ*, усилитель магнитофона *УМ2*, реле времени *РВ-1,5/4/60*, логический элемент "*ИЛИ*" и электромагнитные реле *3-Р1-1*, *3-Р1-3-Р5*. Цифры после наименования реле с его порядковым номером означают номер платы блока, на который оно установлено. Усилитель приема *УПРМ* осуществляет необходимое усиление сигнала с выхода

приемника *ПРМ*. *НТВ* принимает сигнал избирательного вызова частотой 1000Гц с возможностью приема вызова голосом в течение 20сек. *ГТВ* предназначен для получения вызывных сигналов частотами 1000Гц для вызова машинистов локомотивов, 1400 Гц - ДСП, 700 Гц - ДНЦ, 2100 Гц - руководителя ремонтных работ и контрольного сигнала частотой 890 Гц. *УМ_г* усиливает разговорные сигналы при их приеме и передаче для записи на магнитофон входящей и исходящей информации.

Реле времени *PВ-1,5/4/60* включает реле передачи *3-Р1-1* на 1,5 с при передаче контрольного сигнала частотой 890 Гц, на 4 с - - при передаче вызывных сигналов и на 60 с - максимальное время непрерывной работы радиостанции в режиме "*ПЕРЕДАЧА*". Логический элемент "*ИЛИ*" обеспечивает срабатывание реле *3-Р5* при нажатии любой вызывной кнопки. Электромагнитные реле *3-Р-1*, *3-Р1*, *3-Р2* и др. коммутируют цепи радиостанции при ее работе.

В блоке питания *ЧМ* (на схеме *БП*) смонтированы преобразователь, выпрямители и стабилизаторы напряжений электропитания, там же расположено реле *4-Р2*.

Преобразователь и выпрямители напряжений предназначенных для получения необходимых нестабилизированных напряжений при электропитании радиостанции от аккумуляторных батарей напряжением 50В или 75В. Стабилизаторы напряжений поддерживают постоянными необходимые для питания напряжения (12,6В и 24В).

3.2. Основные характеристики радиостанции *ЖР-УК-ЛП* (*42-РТМ-А2-ЧМ*)

Две первые буквы ведомственного шифра обозначают железнодорожную радиостанцию:

одна или две последние - диапазоны, в которых работает радиостанция: *У* – ультракоротковолновый (точнее метровый), *К* – коротковолновый (точнее гектаметровый);

предпоследняя буква – место установки радиостанции: *Л* – локомотивная, *С* – стационарная;

последняя буква - назначение радиостанции: *П* - поездная, *С* - для станционной радиосвязи.

Комплекс радиостанций железнодорожной технологической радиосвязи обозначают *ЖРУ* (железнодорожные радиостанции унифицированные). Под унификацией понимают использование отдельных

блоков в локомотивных и стационарных радиостанциях, а также унификация блоков в радиостанциях поездной и стационарной радиосвязи. Радиостанция 42 РТМ-А2-ЧМ – приемно-передающая, симплексная, телефонная, с частотно-фазовой модуляцией и частотно-избирательным вызовом - предназначена для организации поездной радиосвязи на железнодорожном транспорте.

Радиостанция предназначена для установки на подвижных объектах транспорта и эксплуатации в следующих климатических и механических условиях:

- температура окружающего воздуха, С°	+50
	-25
- относительная влажность при 30С°, %	95
- вибрационные нагрузки в диапазоне частот от 10 до 70 Гц	3,8
- многократные удары	25

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ:

Радиостанция 42 РТМ-А2-ЧМ имеет 3 частотных канала, разнесенных на 50 кГц, 153,90; 153,95; 154,00 МГц и 2 частотных канала на частотах 2130 и 2150 кГц или 2444 и 2464 кГц. Частоты 2444 и 2464 кГц используют для организации связи на метрополитене.

Таблица 6.1

Электрические параметры радиостанции

Передатчик	УКВ	КВ
Выходная мощность передатчика, Вт	8-12	8-12
Чувствительность микрофонного входа, мВ	5-12	5-12
Коэффициент нелинейных искажений передатчика, %	10	10
Максимальная девиация частоты передатчика, кГц		
300-3400 Гц	10	-
300-3000 Гц	-	3
Отклонение частотно-модуляционной характеристики передатчика от характеристики предкоррекции 6 дБ/октав, дБ	+2 -3	-
Отклонение частотно-модуляционной характеристики передатчика от характеристики предкоррекции 3 дБ/октав, дБ	-	+2 -3
Величина паразитной амплитудной модуляции передатчика, %	5	5

Побочные излучения передатчика, мкВт	25	250
Допускаемое отклонение частоты передатчика в миллионных долях	+20	+200
Приемник	УКВ	КВ
Эффективность работы шумоподавителя приемника, дБ	-40	+40
Чувствительность приемника при соотношении сигнал/шум 20 дБ, мкВ	1	50
Чувствительность приемника по срабатыванию шумоподавителя, мкВ	-	30-70
Выходная мощность приемника при нагрузке: - на телефон, мВА - на громкоговоритель, ВА	1 2,5	1 2,5
Отклонение частотной характеристики после коррекции 6 дБ/октав, дБ: - при работе на телефон - при работе громкоговоритель	+2 -3	-
Коэффициент нелинейных искажений приемника радиостанции, %	10	10
Двухсигнальная избирательность приемника по соседнему каналу, дБ	70	50
Трехсигнальная избирательность приемника по соседнему каналу, дБ	50	30
Ослабление ложных каналов приема, дБ	75	60
Половина полосы пропускания приемника на уровне 0,5 кГц	14	4
Излучение гетеродинов приемника на антенном вводе радиостанции, нВ.	20	$20 \cdot 10^{-3}$
Допускаемое отклонение частоты гетеродинов приемника	+30	+100
Отклонение вызывных частот от номинала, %	1,5	1,5
Половина полосы срабатывания приемника тонального вызова, Гц	30-60	30-60
Радиолиния	УКВ	КВ
Коэффициент нелинейных искажений радиолинии, %	15	15
Фон радиолинии, дБ	-30	-30
Система питания	УКВ	КВ
Максимальная потребляемая мощность, Вт:		

- в режиме дежурного приема;	50	50
- в режиме передачи	120	120

4. ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ

Для осуществления контроля и измерения параметров радиостанции организовано рабочее место, используется стандартный стол проверки радиостанции ЖР-3М (рис. 6.1).

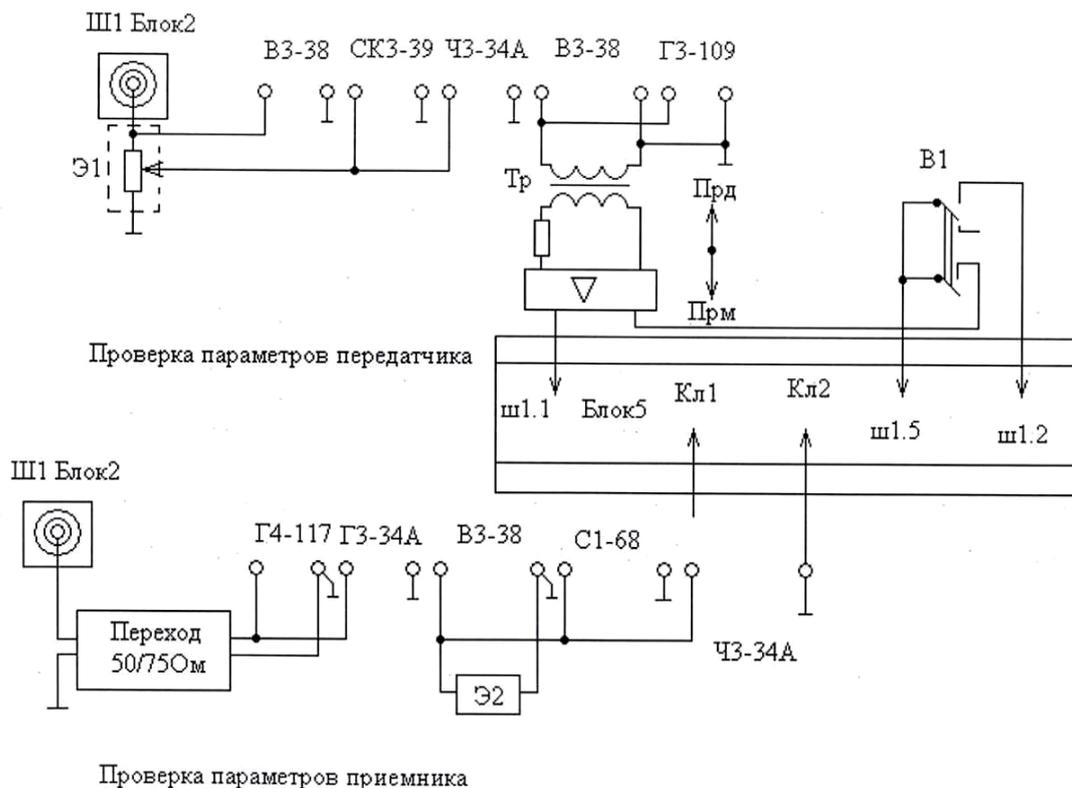


Рис. 6.1. Внешний вид измерительной панели

На столе имеющим специальную раму из уголковой стали, размещаются контрольно-измерительные приборы:

- Частотомер 43-34А;
- Генератор сигналов низкочастотный ГЗ-109;
- Генератор сигналов высокочастотный Г4-117;
- Измеритель девиации частоты СКЗ-39;
- Осциллограф С1-68;
- Милливольтметр ВЗ-38.

Для обеспечения коммутации контрольно-измерительных приборов с блоками радиостанции при измерении параметров передатчика и при-

емника используется измерительная панель, на которой смонтированы:

- Эквивалент антенны.
- Эквивалент громкоговорителя.
- Разъемы для подключения передатчика и приемника.
- 10 гнезд для подключения измерительных приборов.
- Микрофонный усилитель.
- Переключатель рода работы радиостанции «*Прием*», «*Передача*».

Для измерения параметров радиостанции требуется генератор сигналов высокочастотный с частотой модуляции. В генератор *Г4-117* с этой целью внесены изменения. В нем заменена амплитудная модуляция на частотную.

Для выполнения необходимой коммутации приемника и передатчика радиостанции на пульте радиостанции (блок 5) смонтирован дополнительный разъем.

5. ПОРЯДОК ВЫПОЛЕНИЯ РАБОТЫ

5.1. Подготовка к лабораторной работе

Изучить разделы 3 и 4 настоящих методических указаний. Найти и включить для прodelывания приборы, необходимые для исследования параметров передатчика.

5.2. Измерение параметров передатчика

5.2.1. Измерение частоты и выходной мощности передатчика

Для этого необходимо: соединить высокочастотным кабелем (с волновым сопротивлением 750м) выход передатчика (*Ш1*) блока 2 радиостанции с панелью для измерения параметров передатчика (разъем *Ш1*)\ подключить милливольтметр *ВЗ-38* к клеммам *Вк-7-9* (переключатели диапазонов измерения милливольтметра - в положение до 100В); к клеммам *СЗ-3* панели подключить вход А частотомера *43-34* (положение переключателя входного делителя частотомера - в положение 1:1, положение переключателя рода работы – «*Контроль*», переключатель "метки времени" - в положение А, переключатель "время измерения"- 10).

Тумблер *В1* на панели стенда включить в положение "*Прм*". Включить питание радиостанции и измерительных приборов. После 10 минутного прогрева приборов произвести измерения. Для этого необходимо тумблер *В1* "тангента" перевести в положение "*Прд*".

Соединить приборы согласно схемы на рис. 6.2.

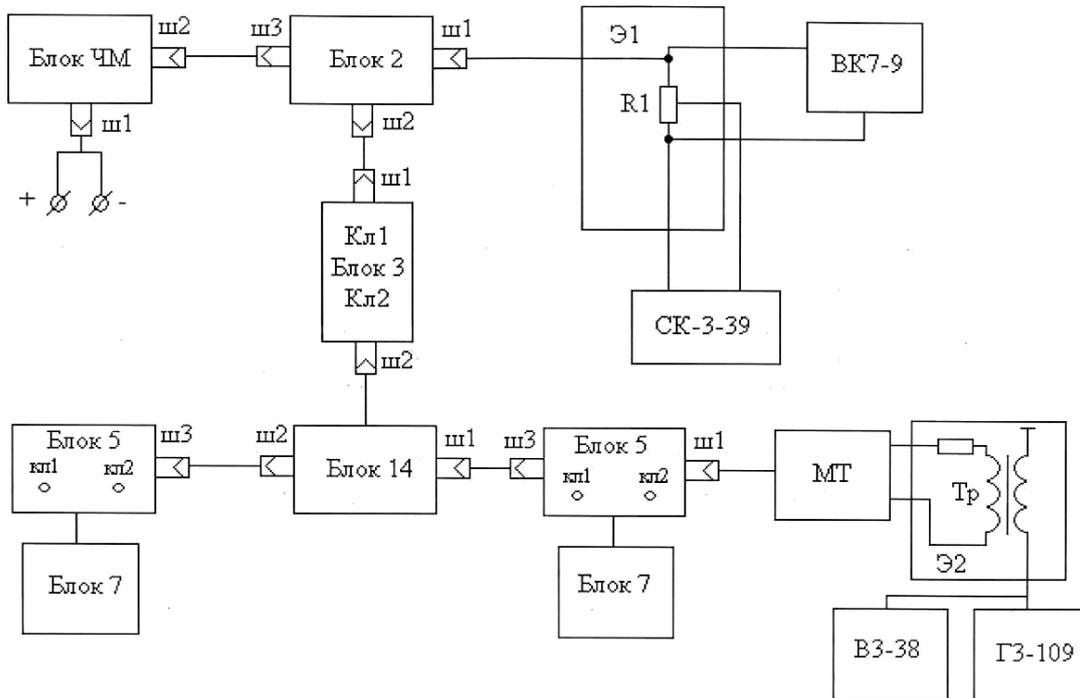


Рис. 6.2. Общая схема рабочего места для измерения параметров передатчика КВ

По показаниям прибора ВЗ-38 измерить напряжение сигнала ВЧ на эквиваленте, вычислить выходную мощность передатчика по формуле:

$$P = \frac{U^2}{R},$$

где: U – напряжение, измеренное милливольтметром ВЗ-38, в вольтах;
 R – эквивалентное нагрузочное сопротивление, равное 75 Ом.

5.2.2. Проверка чувствительности микрофонного входа передатчика

Откалибровать измеритель СКЗ-39. Соединить приборы согласно схемы рис. 5.1. К клеммам ГЗ-109 подключить генератор НЧ ГЗ-109. Подать от генератора такой сигнал с частотой 1000 Гц, чтобы получить на СКЗ-39 девиацию равную 1,5 кГц. Зафиксировать напряжение на выходе ГЗ-109. Данное напряжение будет соответствовать чувствительности микрофонного входа передатчика КВ. Чувствительность

микрофонного входа должна быть равна 8 мВ. Установка требуемого уровня чувствительности производится регулятором *НЧ ПРД* на блоке 3 радиостанции.

5.2.3. Проверка максимальной девиации частоты передатчика

Соединить приборы согласно схеме рис. 6.2. Перевести тумблер В1 в положение «*Передача*» {*Пер*). Увеличить выходной сигнал от генератора *ГЗ-109* на 12 дБ (в 4 раза) относительно чувствительности микрофонного входа и, сохраняя уровень сигнала постоянным, изменить частоту сигнала в диапазоне от 300 Гц до 3000 Гц.

Для каждого значения частоты произвести измерения девиации с помощью *СКЗ-39*, Результаты измерения занести в табл.6.1.

Таблица 6.1

Зависимость девиации частоты от частоты модулирующего сигнала

Частота модулир. сигнала, f , кГц	300	800	1000	1500	2400	3000
Девиация частоты передатчика f , кГц						

По полученным данным построить кривую зависимости $\Delta f = F(f)$ предельную величину максимальной девиации.

5.2.4. Проверка работы реле времени *PВ-4* и *PВ-60*

Для измерения указанных параметров необходимо перевести радиостанцию в режим «*Передача*» и произвести отсчет времени до момента срабатывания *PВ-60*. Момент срабатывания *PВ-60* будет соответствовать пропаданию высокочастотного напряжения на эквиваленте Э1 измерительной панели стенда. Измерение производить милливольтметром *ВЗ-38* переключатель диапазонов переключения - 100В на клеммах *ВЗ-38* измерительной панели.

Проверку работы реле времени *PВ-4* можно произвести аналогичным образом. Только в этом случае необходимо произвести нажатие на пульте управления (блок 5) кнопки одной из вызывных частот (*ДНЦ, Лок, ДСП, Рем*). Результаты измерений занести в табл. 6.2.

Таблица 6.2

Результаты измерений реле времени *PB-4, PB-60*

Номер измерения	Время замедления реле PB-60	Время замедления реле PB-4			
		ДНЦ	ЛОК	ДСП	РЕМ
1					
2					
3					
4					
5					
3					
7					
8					
9					
10					
	Среднее значение				

5.2.5. Измерение частоты вызывных сигналов

Подключить частотомер 43-34 к клеммам панели стенда. Переключатель входного делителя частоты частотомера 43-34 установить в положение 1:100.

Нажимая поочередно на пульте управления радиостанции (блок 5) кнопки вызова *ДНЦ, Лок, ДСП, Рем* произвести измерения вызывных частот по показаниям частотомера. Результаты занести в табл. 6.3.

Таблица 6.3

Результаты измерений частоты вызывных сигналов

Наименование вызывной частоты	Номинальное значение, Гц	Измеряемое значение									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ДНЦ	700										
ЛОК	1000										
ДСП	1400										
РЕМ	2100										

Определить отклонение вызывных частот относительно номинальных значений, сравнить с допустимой нормой ($\pm 20\%$).

5.3. Измерение параметров приемника *КВ*

5.3.1. Проверка чувствительности приемника по срабатыванию шумоподавителя

Выньте предохранитель 12,6В - ОД 5А в блоке *ЧМ*. Подключите приборы согласно схеме рис. 6.3. Для этого необходимо вход приемника радиостанции *УП* (блок 2) соединить высокочастотным кабелем с *1111* панели стенда проверки параметров приемника.

Результируемый выход высокочастотного генератора *Г4-117* подключить к клеммам *Г4-140* панели. Нерегулируемый выход (3В) генератора "Контроль" *Г4-117* подключить ко входу А частотомера *43-34*, входной делитель которого установить в положение 1:1.

Подать от генератора *НЧ Г3-109* сигнал частотой 1000Гц с уровнем 0,5В. По показанию частотомера установить частоту высокочастотного генератора *Г4-117*, соответствующую частоте включенного канала.

Тумблер *ШОУ* на блоке 2 должен быть включен, переключатель и регулировка чувствительности в положение "0". На блоке 3 радиостанции переключатель "*Шумоподаватель*" в положение "*Вкл*". Плавно изменять выходной уровень *Г4-117* от минимального значения в сторону увеличения до такой величины, при которой на нагрузке приемника 32 панели стенда появится звуковое напряжение. Отметить уровень сигнала на выходе *Г4-117*. Данный уровень поделенный на 5 будет соответствовать чувствительности приемника по срабатыванию *ШП*. Деление результата на 5 необходимо, так как согласующее устройство 50/75Ом имеет коэффициент деления равным 5.

5.3.2. Проверка выходной мощности приемника *КВ*

Подключить приборы согласно схеме рис. 6.3.

Установить напряжение генератора *Г4-117* равным 500 мкВ. Произвести отсчет напряжения на выходе приемника по показанию милливольтметра В3-38. Оно должно быть равным 39В. Выходную мощность приемника определяют по формуле:

$$P = \frac{U^2}{z},$$

где: P – выходная мощность приемника, ВА;
 U – выходное напряжение на нагрузке приемника, В;
 z – волновое сопротивление нагрузки, равное 600 Ом.

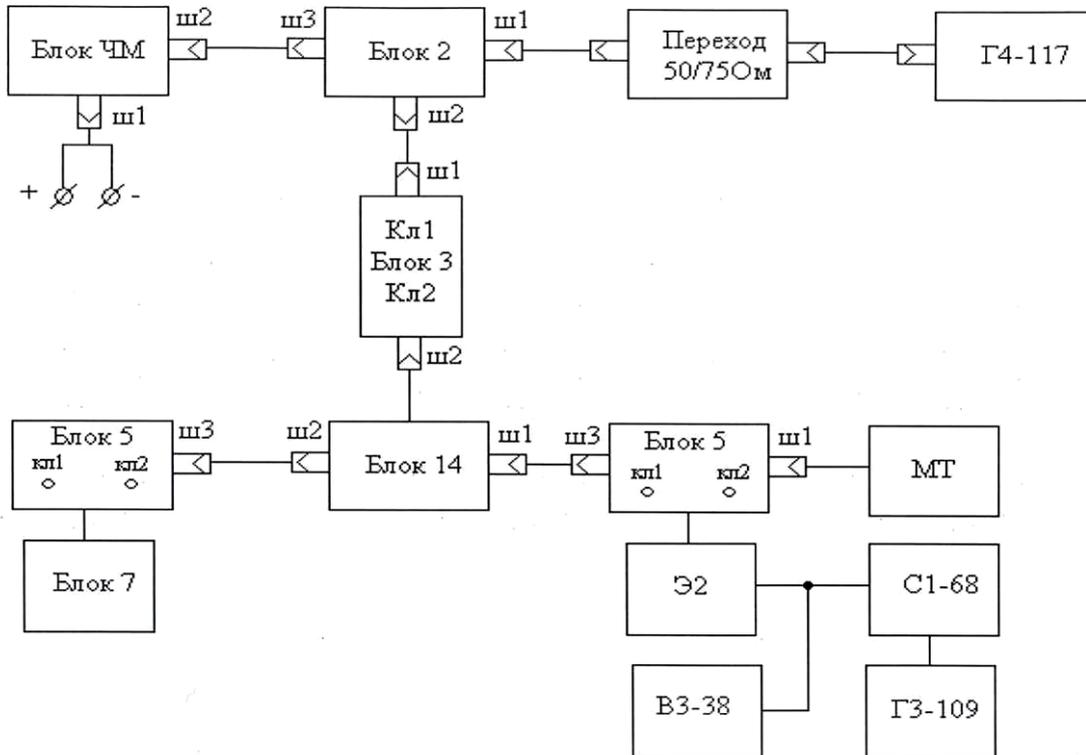


Рис. 6.3. Общая схема рабочего места для измерения параметров приемника КВ

Контрольные вопросы

1. Система поездной радиосвязи.
2. Структурная схема радиостанции 42 РТМ-А2-ЧМ (КВ-вариант).
3. Основные параметры радиостанции 42 РТМ-А2-ЧМ.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7

Изучение передатчика радиостанции РС 46 системы «Транспорт»

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить передатчик радиостанции РС 46.

2. КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ИЗ ТЕОРИИ

Радиостанция РС 46 (рис.7.1) предназначена для применения в следующих сетях железнодорожной радиосвязи:

ПРС-С - линейная симплексная поездная радиосвязь;

РОРС-Л - линейная ремонтно-оперативная радиосвязь.

Радиостанция состоит из следующих территориально рассредоточенных изделий:

устройство радиопроводное оборудование (РПО) - устанавливается в отапливаемых или не отапливаемых служебных помещениях, в контейнерах;

пульты управления стационарные (ПУС) - устанавливаются в отапливаемых помещениях;

антенны АС-х/2М - устанавливаются на крышах станционных зданий и специальных мачтах; устройство антенно-согласующее АНСУ-С – устанавливается на открытом воздухе.

Для передачи команд используются одно и двухчастотные посылки.

Структура и параметры сигналов передачи команд с помощью тональных посылок:

а) номера и частоты сигналов указаны в таблице 7.1.



Рис. 7.1. Внешний вид радиостанции

Таблица 7.1

Номер	2	6	7	9	10	12	14
Частота, Гц	1071	1207	1241	1309	1343	1411	1279
Номер	16	17	19	20	36	38	
Частота, Гц	1547	1581	1649	1683	2227	2295	

б) допустимое отклонение частоты - (± 1) Гц;

в) длительность команд:

СИП, СКП, ОТБОЙ, КОНТРОЛЬ – 500 мс (две тональные посылки по 250 мс каждая);

ПРИЕМ и ПЕРЕДАЧА – 200 мс (две тональные посылки по 100 мс каждая);

БЛОКИРОВКА - 250; 500; 750 мс (устанавливается неоперативно);

ИДЕНТИФИКАЦИЯ (двадцать тональных посылок по 250 мс каждая);

"Запрос обобщ. результата контроля" - 1 с (4 тональных посылки по 250 мс каждая);

"Запрос уточн. результата контроля"- 2 с (8 тональных посылок по 250 мс каждая);

г) номера частот для образования команд "СИП" и "СКП":

Перечень №1 - для взаимодействия с первой распорядительной станцией (СИП1)

2-7	6-7	7-2	14-2	19-2	20-2
2-14	6-14	7-6	14-6	19-6	20-6
2-19	6-19	7-14	14-7	19-7	20-7
2-20	6-20	7-19	14-19	19-14	20-14
		7-20	14-20	19-20	20-19

Перечень №2 - для взаимодействия со второй распорядительной станцией (СИП2)

9-6	12-2	16-2	16-19	17-2	17-16
9-14	12-6	16-6	16-20	17-6	17-19
9-19	12-7	16-7	16-19	17-7	17-20
9-20	12-14	16-9	16-20	17-9	
	12-19	16-12		17-12	
	12-20	16-14		17-14	

д) Номера частот для образования остальных команд указаны в таблице 7.2.

Таблица 7.2

Команда	Номера частот
ПЕРЕДАЧА	36-38
ОТБОЙ	2-6
БЛОКИРОВКА	10
Запрос обобщ.	(6-2)+СИП
Результат контроля	СКП+СКП - испр. СКП-неиспр.

Команда	Номера частот
Прием	38-36
Контроль	(6-2)+(6-2)
Идентификация	7 – исправ. 10 – неиспр. 17 – повтор.
Запрос уточн.	(6-)+СИП+(6-2)+СИП

Типы физических цепей для образования линейного канала:

а) двухпроводные кабельные пупинизированные и непупинизированные линии (КЛС);

б) двухпроводные воздушные линии (ВЛС) без постоянной составляющей;

в) четырехпроводные каналы (ТЧ).

Диапазоны рабочих частот:

а) гектометровый - две частоты 2130 и 2150 кГц;

б) метровый - 172 номера в полосе 151,725...156,000 МГц с разном 25 кГц между соседними номерами, в том числе:

- номера 1...92 - частоты с 151,725 по 154,00 МГц;

- номера 93...132 - частоты с 155,000 по 155,975 МГц;

- номера 133...171 - частоты с 154,025 по 154,975 МГц;

- номер 172 - частота 156,000 МГц.

Режим связи симплексный:

а) одночастотный - в гектометровом диапазоне;

б) одночастотный и двухчастотный - в метровом диапазоне.

Команды взаимодействия с радиостанциями указаны в таблице 7.3.

Обмен дискретной информацией по радиоканалу осуществляется кодограммами, начинающимися со стартовой посылки. Для передачи одинаковых рядом стоящих значений используется посылка повторения. Длительность одной посылки при передаче данных составляет 15 мс;

Таблица 7.3

Сигнал	Назначение	Тип	Параметры	
			F, Гц	T, с
Вызов ЛОК	Вызов возимой радиостанции	Исходящая	1000	В соответствии с конфигурактором
Вызов ДПС	Вызов стационарных радио станций: а) от возимой или соседней стационарной (отключение приема – не оперативно); б) на соседнюю стационарную	Входящая Исходящая	1400	> 0.1 В соответствии с конфигурактором
ППВ	Подтверждение приема вызова	Исходящая	900	> 0.5
Вызов ДНЦ1	Вызов ДНЦ (1-ой станции распорядительный)	Входящая	700	> 0.1
Вызов ДНЦ2	Вызов ДНЦ (2-ой станции распорядительный)	Входящая	210 0	> 0.1
Вызов ВЛ	Вызов радиостанции с вагона лаборатории	Входящая	1100 1200 1300	> 0.1
ПВ ВЛ	Подтверждение вызова вагона лаборатории	Исходящая	900	3 – УПП 1 8 – УПП 2

Номинальные значения частот для образования кодограмм приведены в таблице 7.4.

Таблица 7.4

Код	Частота, Гц	Код	Частота, Гц
0	2500	6	2174
1	1724	7	2083
2	2632	8	2000
3	2941	9	1613
4	2381	Старт	1923
5	1852	Повтор	2778

В состав радиостанции входят следующие функционально законченные устройства:

- 1) блок радиоборудования (устройство РПО);
- 2) пульт ПУС;
- 3) педаль;
- 4) микрофон;

- 5) АНСУ-С;
- 6) устройство гальванической развязки УГР;
- 7) усилитель мощности УМ40.

Тип устройства РПО, наличие, тип и количество пультов ПУС, педалей и микрофонов, наличие АНСУ-С, УГР, УМ40 определяется вариантом исполнения радиостанции.

Пульт ПУС с микрофоном и педалью устанавливаются на рабочем месте дежурного по станции. Соединение между пультом ПУС и микрофоном с педалью осуществляется с помощью кабеля входящего в состав педали. Соединение между пультом ПУС и устройством РПО осуществляется с помощью кабеля, изготавливаемого на месте установки (схема электрическая соединений радиостанций ХЖ1.100.053 Э4).

Устройство РПО соединяется с пультом с помощью двухпроводной физической линии с затуханием не более 10 дБ (линия ДУ).

В системе радиосвязи радиостанции размещаются вдоль железнодорожного полотна. Линейные выходы устройств РПО радиостанций подключаются к линии диспетчерской связи (ЛДС), к которой подключена также распорядительная станция, размещаемая, как правило, в крупных железнодорожных узлах на рабочем месте поездного диспетчера.

Локомотивные радиостанции устанавливаются в кабине машинистов маневровых, горочных и поездных локомотивов.

Руководит связью поездной диспетчер с распорядительной станцией. Для вызова нужного локомотива диспетчер посылает команду на подключение к ЛДС той радиостанции, которая находится ближе к локомотиву. После подключения к ЛДС устройство РПО формирует следующие сигналы:

- а) посылает к линии ДУ1 и ДУ2 команды ЗАНЯТО на оба пульта ПУС;
- б) посылает в ЛДС на распорядительную станцию сигнал, подтверждающий подключение этой радиостанции к ЛДС;
- в) посылает в эфир сигнал тонального вызова частотой 1000 Гц на основном канале.

Диспетчер голосом вызывает нужный ему локомотив.

Управление режимами ПРИЕМ и ПЕРЕДАЧА радиостанции во время переговоров диспетчера с машинистом локомотива осуществляется посылкой на ЛДС соответствующих команд с распорядительной станции. После завершения переговоров с распорядительной станции на радиостанцию поступает команда ОТБОЙ, отключающая радиостанцию от ЛДС.

Одновременно в линии ДУ1 и ДУ2 поступает с устройства РПО команды ЗАНЯТО на оба пульта ПУС46.

Дежурный по станции может вызвать нужный ему локомотив с помощью пульта ПУС, если радиоканал не занят поездным диспетчером или другим пультом ПУС, подключенным к тому же устройству РПО (в случае занятости радиоканала светится индикатор ЗАНЯТО на передней панели пульта ПУС). Для этого необходимо нажать кнопку ВЫЗОВ ЛОК на пульте ПУС, предварительно сняв МТ с трубкадержателя или нажав кнопку ОТКР. КАНАЛ на пульте ПУС. Услышав звуковое подтверждение вызова, дежурный по станции голосом вызывает нужный ему локомотив. Ведение радиотелефонных переговоров осуществляется с помощью МТ или микрофона, педали и громкоговорителя. Управление режимами работы устройства РПО ПРИЕМ и ПЕРЕДАЧА осуществляется посылкой в линию ДУ соответствующих команд с пульта ПУС.

При необходимости перевода радиостанции на другой радиоканал дежурный по станции нажимает кнопку "КАНАЛЫ 1-6" на передней панели пульта ПУС. В этом случае пульт ПУС формирует и посылает соответствующую команду в линию ДУ на устройство РПО. Устройство РПО посылает в линию ДУ на пульт ПУС команду - подтверждение перевода радиостанции на нужный радиоканал. Индикация выбранного канала осуществляется с помощью свечения соответствующего светодиода на передней панели пульта ПУС.

Дежурный по станции имеет возможность также вести переговоры с поездным диспетчером. Для этого необходимо нажать кнопку ЛИНИЯ на пульте ПУС (линия ДУ подключается к ЛДС, о чем свидетельствует постоянное мигание индикатора ЛИНИЯ на передней панели пульта ПУС) и голосом вызвать поездного диспетчера.

В экстренной ситуации дежурный по станции может взять управление радиостанцией на себя даже в том случае, если у него на ПУС горит индикатор ЗАНЯТО. Аварийный режим включается следующим образом: дежурный снимает трубку и прослушивает занятый радио/проводной канал, при экстренной необходимости разрушает его с захватом управления на себя путем одновременного нажатия кнопок КОНТРОЛЬ и ОТКР. КАНАЛ на своем ПУС. После этого управление радиостанцией осуществляется в соответствии с вышеописанным.

Все переговоры дежурного по станции должны заканчиваться установкой МТ в держатель либо нажатием кнопки ОТКР. КАНАЛ при положенной трубке.

Контроль исправности описываемой радиостанции производится посылкой соответствующей команды в ЛДС на устройство РПО. Если радиостанция исправна, то в ЛДС поступает соответствующая ответ-

ная команда. Контроль исправности радиостанции с пульта ПУС производится посылкой соответствующей команды в линию ДУ на устройство РПО. Для этого необходимо при нажатой кнопке КОНТРОЛЬ нажать и отпустить кнопку ВЫЗОВ ДНЦ на передней панели пульта ПУС при закрытом канале.

Если радиостанция исправна, то ответная команда с устройства РПО (норма приемо-передающего устройства) приведет к постоянному свечению всех индикаторов на пульте ПУС. При переводе радиостанции в режим ПЕРЕДАЧА с пульта ПУС осуществляется запрос исправности передающего устройства. Если радиостанция исправна, то ответная команда с устройства РПО (норма передающего устройства) приводит к постоянному свечению индикатора ПЕРЕДАЧА на пульте ПУС.

При необходимости поездной диспетчер и дежурный по станции могут быть вызваны машинистом локомотива.

Для вызова поездного диспетчера машинист передает с локомотивной радиостанции сигнал тонального вызова частотой 700 или 2100 Гц для вызова дежурного по станции или оператора малой распорядительной станции - сигнал тонального вызова частотой 1400 Гц.

При приеме вызова 700 или 2100 Гц или 1400 Гц (режим устанавливается через параметры конфигуратора) к ЛДС подключается радиостанция с лучшим качеством связи, блокирует остальные радиостанции и формирует сигнал подтверждением приема вызова частотой 900 Гц на локомотивную радиостанцию.

При вызове поездного диспетчера и оператора малой распорядительной станции устройство РПО формирует и посылает команду ЗАНЯТО в линии ДУ1 и ДУ2 на оба пульта ПУС. При вызове дежурного по станции устройство РПО формирует и посылает команду "ВЫЗОВ" в один или оба пульта ПУС (в зависимости от режимов работы пультов). При приеме вызывного сигнала от вагона-лаборатории (трехчастотной посылки или частот 1100, 1200 или 1300 Гц в зависимости от конфигуратора) радиостанция формирует сигнал подтверждения частотой 900 Гц длительностью три секунды для радиостанций метрового и 8 секунд - гектометрового диапазонов. При этом в линии ДУ1 и ДУ2 на оба пульта ПУС подается команда ЗАНЯТО. По окончании формирования сигнала радиостанция возвращается в режим дежурного приема.

Основными режимами работы радиостанции являются:

- а) ДЕЖУРНЫЙ ПРИЕМ;
- б) ПРИЕМ;
- в) ПЕРЕДАЧА.

Режим ДЕЖУРНЫЙ ПРИЕМ соответствует состоянию, когда МТ установлен в трубкодержатель пульта ПУС.

Радиостанция остается в режиме ДЕЖУРНЫЙ ПРИЕМ в одном из случаев:

а) МТ снят с трубкодержателя пульта ПУС (индикатор ОТКР. КАНАЛ на пульте ПУС светится постоянно);

б) нажата кнопка ОТКР. КАНАЛ на пульте ПУС (индикатор ОТКР. КАНАЛ на пульте ПУС светится постоянно).

Радиостанция переводится в режим ПРИЕМ в одном из случаев:

а) получен с локомотивной радиостанции сигнал вызова дежурного по станции (индикатор ВЫЗОВ на пульте ПУС светится прерывисто на протяжении 15 сек. По истечении этого времени радиостанция переводится в состояние предшествующее вызову: открытый либо закрытый канал);

б) получен вызов со стороны диспетчера;

в) получен с локомотивной радиостанции сигнал вызова диспетчера;

г) по команде с пульта ПУС (при нажатии кнопки ЛИНИЯ на пульте ПУС) устройство РПО подключено к ЛДС (индикатор ЛИНИЯ на пульте ПУС мигает).

Радиостанция переводится в режим ПЕРЕДАЧА в одном из случаев:

а) МТ снят с трубкодержателя пульта ПУС и нажата тангента (индикатор ПЕРЕДАЧА на пульте ПУС светится постоянно);

б) открыт канал на пульте ПУС и нажата педаль (индикатор ПЕРЕДАЧА на пульте ПУС светится постоянно);

в) при работе диспетчера через радиостанцию и поступлении от него команды ПЕРЕДАЧА;

г) при формировании сигнала подтверждения 900 Гц

Вызов диспетчером машиниста локомотива (связь ДНЦ – ЛОК):

- распорядительная станция посылает в линию двухчастотную посылку СИП (250+250 мс);

- при приеме СИП РС-46МЦВ формирует или не формирует (в соответствии с параметром конфигулятора) частоту 1000 Гц в радиоканал (время генерации определяется параметром конфигулятора (в пределах 1...5 сек.));

- в линейный канал так же формируется аналогичный сигнал 1000 Гц. За 500 мс до окончания генерации сигнала в радиоканал в линию ЛДС посылается двухчастотная посылка сигнала СКП;

- генерация частоты в радиоканал и СКП заканчивается одновременно;

- в пульта ПУС посылается команда ЗАНЯТО;

- время составления канала в направлении ДНЦ-ЛОК не более 5 сек.;

- распорядительная станция переводит РС-46МЦВ в режим передачи при приеме команды ПЕРЕДАЧА (2227/2295 Гц, 100+100 мс), при приеме команды ПРИЕМ (2295/2227 Гц; 100+100 мс) РС-46МЦВ переходит в режим приема;

- командой ОТБОЙ (1071/1207 Гц; 250+250 мс) РС-46МЦВ переводится в режим ДЕЖ. ПРИЕМ;

- дежурный по станции (ДСП) может прослушивать ведущиеся переговоры нажатием кнопки ОТКР. КАНАЛ.

Вызов диспетчера машинистом локомотива (связь ЛОК – ДНЦ):

- ЛОК излучает несущую модулированную частотой вызова диспетчера 700, 2100 или 1400 Гц (в зависимости от параметров конфигулятора);

- минимум через 300 мс приемник в плате обработки приемопередатчика принимает решение о приеме частоты и включается в работу устройство автовыбора, необходимое для того, чтобы к линии подключилась одна из принявших сигнал вызова радиостанций;

- время работы устройства автовыбора зависит от уровня сигнала на входе приемника и определяет время, через которое РС-46МЦВ посылает в линию сигнал БЛОКИРОВКА (1343 Гц) длительностью, определяемой параметром БС (250, 500, 750 мс);

- во время автовыбора приемник сигнала БЛОКИРОВКА (на плате ЛК) становится активным и при приходе "чужой" блокировки радиостанция отбивается (обработка последующих вызовов 700, 2100 Гц становится возможной через 5 сек.);

- если станция выбирается, то после генерации блокировки и после паузы производится анализ приемника блокировки;

- при наличии сигнала "чужой" блокировки станция отбивается, в случае отсутствия производится анализ наличия несущей (или модулирующей частоты) т. е. ожидается окончание вызова;

- по окончании вызова РС-46МЦВ посылает в проводной канал СКП, в радиоканал выдается сигнал подтверждения вызова (ППВ) частотой 900 Гц (наличие или отсутствие подтверждения определяется параметром конфигулятора).

Вызов дежурного по станции машинистом локомотива (связь ЛОК – ДСП):

- ЛОК излучает несущую модулированную частотой 1400 Гц;

- приемник в плате обработки приемопередатчика принимает частоту, в радиоканал выдается сигнал подтверждения ППВ, в пульты ПУС подается команда вызова ДСП (на ПУС в течении 15 сек. загорается индикатор ОТКР. КАНАЛ и горит индикатор ВЫЗОВ);

- если дежурный в течении 15 сек. не снимет трубку или не нажмет педаль, пульт ПУС вернется в исходное состояние
- Вызов машиниста дежурным по станции (ДСП-ЛОК):
 - ДСП снимает трубку и нажимает кнопку ВЫЗОВ ЛОК (несущая модулируется частотой 1000 Гц);
 - ДСП голосом вызывает конкретный ЛОК и ведет переговоры.
- Работа речевого информатора (РИ):
 - речевой информатор подключается к входу РИ разъема ТУ-ТС или входу речевого входа ТУ-ТС. Работа РИ определяется параметрами конфигулятора;
 - при срабатывании РИ текущий режим работы разрушается, выход в режим возможен по окончании работы РИ.

Контрольные вопросы

1. Для чего предназначена радиостанция РС 46?
2. Из каких составных частей состоит радиостанция?
3. Сколько составляет длительность команды СИП, СКП, ОТБОЙ, КОНТРОЛЬ?
4. Какие типы физических цепей для образования линейного канала?
5. Где устанавливаются локомотивные радиостанции?
6. Какие основные режимы работы радиостанции:

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №8

Изучение приемника МВ радиостанции РС 46 системы «Транспорт»

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить приемник МВ радиостанции РС 46

2. КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ИЗ ТЕОРИИ

Приемник МВ

Приёмник МК предназначен для усиления, двойного преобразования и демодуляции принимаемых частотно-модулированных колебаний радиосигналов.

Принцип работы приёмника и назначение его основных частей поясняет функциональная схема на рисунке 8.1.

Приёмник представляет собой отдельный модуль с входящими в его состав трактами усиления, преобразования, демодуляции сигналов, синтезатора частоты первого гетеродина, подавителя импульсных помех (ПИП), подавителя шумов (ПШ) и формирователей: напряжений регистрации, команд сигнала обнаружения (СО) и исправности приёмника.

Приёмник выполнен по супергетеродинной схеме с двойным преобразованием частоты. Принимаемый сигнал в диапазоне частот от 151,725 до 156 МГц через входной разъём поступает на вход однокаскадного усилителя радиочастоты, который обеспечивает требуемую чувствительность приёмника. На входе и выходе усилителя установлены полосовые фильтры, обеспечивающие избирательность приёмника по побочным каналам приема и в первую очередь по первому зеркальному каналу.

Отфильтрованный и усиленный ВЧ сигнал подается на первый преобразователь частоты, в котором происходит преобразование входного сигнала в сигнал первой промежуточной частоты (21,4 МГц). На второй вход смесителя подается сигнал первого гетеродина. Данный сигнал формируется синтезатором, выполненным по классической схеме на основе кольца ФАПЧ. Частоты гетеродина 173,125-177,4 МГц с шагом 25 кГц.

Сигнал первой промежуточной частоты усиливается двухкаскадным усилителем (УПЧ1). В состав УПЧ1 входят полосовые фильтры на связанных контурах, основное назначение которых обеспечить задержку сигнала на время необходимое для обработки сигнала в подавителе импульсных помех (ПИП). Основную селекцию сигнала по ПЧ обеспечивает кварцевый фильтр с полосой пропускания 18 кГц.

ПЧ сигнал подается на вход многофункциональной схемы, где он преобразуется в сигнал второй промежуточной частоты 455 кГц, усиливается и детектируется. Низкочастотный информационный сигнал усиливается усилителем низкой частоты.

Для устранения подавления сигнала в условиях воздействия импульсных помех в приёмнике имеется специальное устройство ПИП. Данное устройство представляет самостоятельный канал обработки сигнала, предназначенный для выделения импульсной помехи. Дан-

ный канал содержит в своем составе преобразователь частоты, усилитель ПЧ, детектор, одновибратор. Работа данного устройства основана на инерционности работы АРУ ПИП. При быстром увеличении уровня сигнала АРУ не успевает отреагировать на это изменение и импульс проходит на выход тракта ПЧ ПИП, детектируется и через одновибратор поступает в основной приемный тракт ПЧ1, запирая его на время действия помехи. Таким образом прохождение сигнала через УПЧ1 может быть прервано под воздействием блокирующего импульса, поступающего на ключ тракта ПЧ с ПИП при воздействии на вход приёмника импульсных помех.

Подавитель шумов приёмника, предназначен для защиты оператора от прослушивания шумов в канале связи при отсутствии несущей.

Работа подавителя шумов приёмника основана на принципе выделения шумов с частотами выше спектра информационных (речевых) сигналов, примерно на частотах 13- 15 кГц, с выхода частотного детектора. Уровень шумов на выходе частотного детектора коррелирован с уровнем принимаемого сигнала и при отсутствии входного сигнала уровень шумов становится максимальным.

При превышении шумами заданного порогового значения происходит запираение тракта низкой частоты. И соответственно при появлении входного сигнала происходит уменьшение уровня шумов и отпираение тракта.

В схеме ПШ предусмотрен ряд мер, защищающих его от ложных срабатываний при малом отношении сигнал/шум. Для этого в ПШ введен дополнительный контур анализа принимаемого сигнала. Данный контур обрабатывает сигнал с выхода RSSI многоцелевой микросхемы (усилителя ПЧ2). Сигналы с обоих контуров поступают на сумматор с разными знаками направления изменения, чем достигается улучшение избирательности ПШ при слабых сигналах.

В приёмнике имеется два тракта формирования напряжений регистрации. Первое напряжение регистрации формируется при входных сигналах от 0,5 мкВ до 1 мВ специализированной микросхемой обработки сигнала ПЧ2, второе напряжение регистрации формируется при входных сигналах от 1 мВ до 100 мВ логарифмическим усилителем.

Рассмотрим работу приемного устройства по электрической принципиальной схеме приемника МВ.

Принимаемый сигнал через разъем X1 поступает на вход усилителя радиочастоты, выполненного на транзисторе V3, с полосовыми фильтрами на входе (Z1) и на выходе (L6 ... L8, C9, C13). Согласование входного и выходного сопротивлений ПАВ фильтра осуществ-

ляется с помощью согласующих цепей на элементах C1, C3, L2, C5, C7, L4.

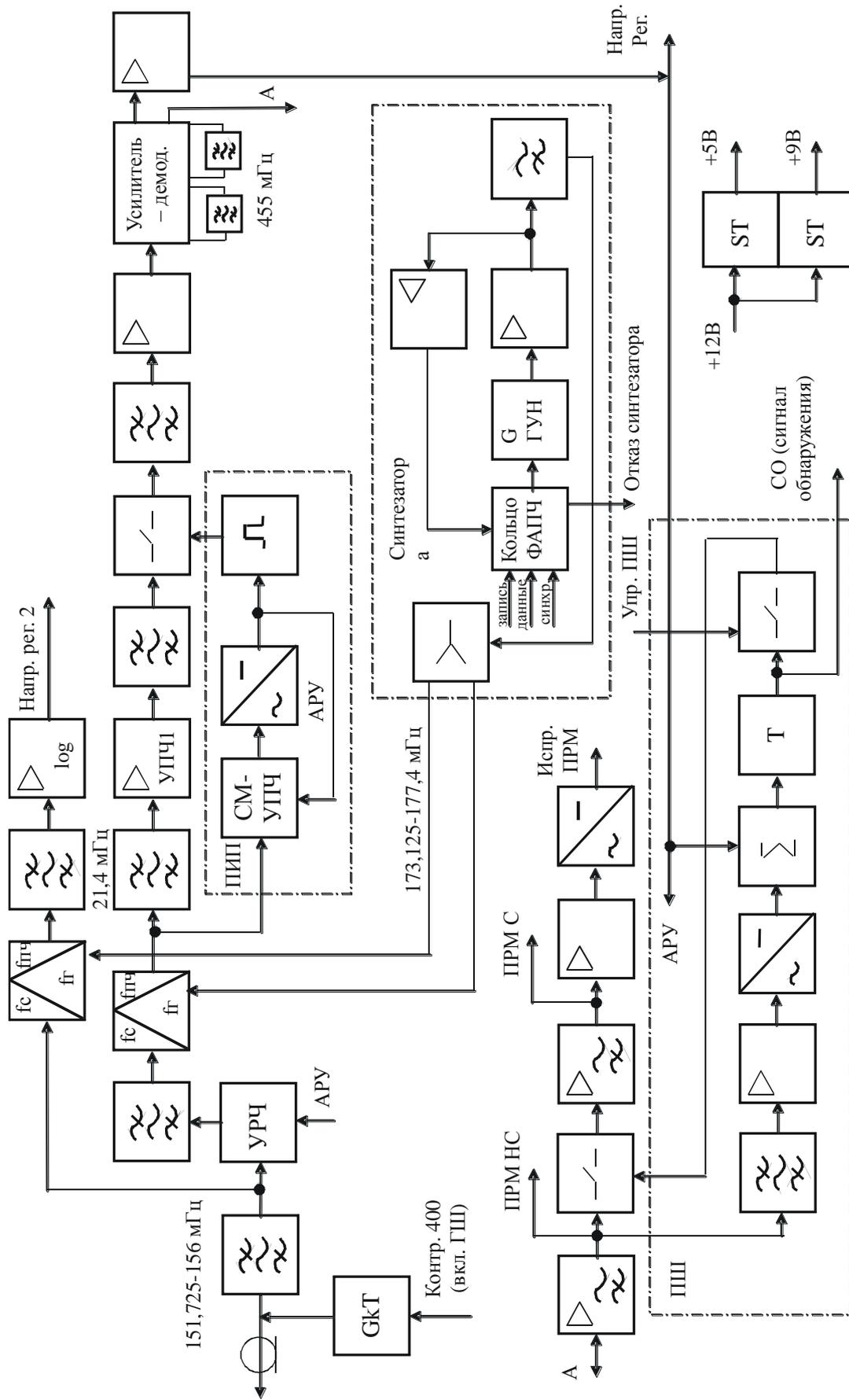


Рис. 8.1. Функциональная схема приемника МВ

Усиленный и отфильтрованный сигнал радиочастоты поступает на смеситель (первый затвор транзистора V4). Напряжение гетеродина с частотами 173,125 – 177,4 МГц подаётся на второй затвор транзистора V4.

Нагрузкой смесителя является фильтр на связанной паре контуров L12, L13, C19, C21, C20. С выхода смесителя снимается сигнал первой промежуточной частоты (ПЧ1) 21,4 МГц.

Тракт ПЧ1 представляет собой транзисторный (V6, V8) усилитель с полосовыми фильтрами (L16, L17, L18, L19, C24, C27, C28, C29, C32), а также кварцевым фильтром Z2, обеспечивающим основную избирательность приёмника по соседнему каналу. Контур L20, L21, C33 согласующие. Полосовые фильтры на контурах, установленные в тракте ПЧ1 обеспечивают задержку сигнала, необходимую для его обработки в подавителе импульсных помех (ПИП).

Усиленный и отфильтрованный сигнал ПЧ1 поступает на вход многофункциональной микросхемы D2, осуществляющей второе преобразование частоты, усиление и частотное демодулирование сигнала. Сигнал второй промежуточной частоты (ПЧ2) 455 кГц выделяется кварцевыми фильтрами Z5, Z6.

Кварцевый резонатор Z4 формирует частоту второго гетеродина 20,945 МГц.

Индуктивность L27 служит для подстройки частоты второго гетеродина, а контур L28, C57 является фазосдвигающим для частотно-го демодулятора.

Сигнал звуковой частоты (ЗЧ) с выхода 8 D1 поступает в тракт низкой частоты, собранный на операционных усилителях D5.1, D7, D6.2. На микросхеме D7.1 выполнен фильтр верхних частот с частотой среза 300 Гц. На микросхеме D7.2 выполнен фильтр нижних частот с частотой среза 3400 Гц. Каскад на микросхеме D6.2 обеспечивает послекоррекцию сигнала минус 6 дБ/октава.

С выхода D7.2 сигнал поступает на линейный выход приёмника ПРМ НС и с выхода D6.2 сигнал ЗЧ через разделительный конденсатор C88 поступает на выход приёмника ПРМ С.

Подавитель импульсных помех (ПИП), выполнен на микросхемах D11, D12.1. Данное устройство представляет самостоятельный канал обработки сигнала.

При поступлении на контакт 14 разъёма X2 команды "Вкл ПИП" на микросхему D11 подаётся питающее напряжение плюс 9 В, при этом включается тракт ПИП и сигнал ПЧ1 с частотой 21,4 МГц поступает через усилитель V5 на вход 1 D11, а на выводе 4 микросхемы

формируется напряжение гетеродина с частотой 18,65 МГц. С выхода 7 усиленный микросхемой D11 и отфильтрованный контурами сигнал ПЧ 2,75 МГц детектируется амплитудным детектором на диоде V34 и поступает через ФНЧ и дифференцирующую цепь C146, R148 на одновибратор D12.1, который при воздействии быстродействующей импульсной помехи вырабатывает импульс заданной длительности. Полученный импульс открывает диод V7, обеспечивая запираание тракта ПЧ1 на время действия импульсной помехи.

Напряжения регистрации приёмника формируются следующим образом.

Первое напряжение регистрации формируется непосредственно микросхемой D2, выход 7 (RSSI OUT). С выхода 7 микросхемы D2 сформированное по логарифмическому закону напряжение регистрации через ФНЧ и корректирующий усилитель на D12.2 поступает на выход НАПР. РЕГ. приёмника. Это же напряжение используется в приёмнике в системах подавления шумов и автоматической регулировки усиления. Второе напряжение регистрации формируется специальной функциональной группой на транзисторе V9, фильтре Z3 и микросхеме D1 (логарифмический усилитель), включенных параллельно основному тракту приёмника.

Подавитель шумов приёмника, предназначенный для защиты оператора от прослушивания шумов в канале связи при отсутствии несущей, выполнен на микросхемах D5.2, D3, D4, транзисторах V15, V16, V18.

Шумовой сигнал в приёмнике с выхода 8 микросхемы D2 выделяется полосовым фильтром на микросхеме D5.2, усиливается усилителем на транзисторе D3.2 и детектируется диодом V11. Далее идет обработка выпрямленного сигнала.

Второй контур анализа принимаемого сигнала обрабатывает сигнал с выхода RSSI микросхемы D2, пропорциональный уровню суммы сигнала и шума. Сигналы с обоих контуров поступают на сумматор D3.1 с разными знаками направления изменения, чем достигается улучшение избирательности ПШ при слабых сигналах. Далее напряжение пропорциональное сигналу поступает на микросхему D4.1 (компаратор), которая формирует характеристику гистерезиса ПШ. Выходной управляющий сигнал ПШ формируется микросхемой D4.2 и подается на управляемый транзистор V16; также по данному сигналу транзистором V15 формируется сигнал обнаружения (СО). ПШ может отключаться по цепи ОТКЛ ПШ (13) через транзистор V18.

В режиме контроля работоспособности приёмника на разъём X2 платы поступают команда "Контроль" (лог.1) и сигнал контроля

КОНТ 400. По команде контроль в приёмнике происходят следующие переключения: запирается тракт ЧМ микросхемы D2, отпирается транзистор V10, отпирается транзистор V16. Таким образом тракты приёмника подготавливаются к анализу сигнала контроля. Сигнал контроля подается на генератор шума V2. Шумовое напряжение генератора шума через конденсатор C4 и переключаемый диод V1 поступает в радиотракт, усиливается, обрабатывается приёмником и создает на выводе 7 микросхемы D2 соответствующее интенсивности шума регистрирующее напряжение. Данное напряжение проходит через тракт НЧ и поступает на активный выпрямитель с порогом на микросхеме D6.1 и диоде V23. При достаточном уровне сигнала формируется сигнал исправности приёмника (СО).

Стабилизаторы D13, D14 предназначены для стабилизации напряжения плюс 5 В и плюс 9 В. Ключевые схемы, собранная на транзисторах V37, V38, V39, V40 обеспечивают коммутацию напряжений питания ПИП и Конт 400 в режиме контроля.

В приёмнике предусмотрена система АРУ, выполненная на микросхеме D10.1. Сигнал АРУ формируется из напряжения регистрации, а исполнительным элементом является транзистор V3.

Первый гетеродин приёмника предназначен для первого преобразования частоты принимаемого сигнала. Диапазон генерируемых частот первого гетеродина 173,125 – 177,4 МГц. Шаг сетки 25 кГц. Относительная нестабильность частоты 3×10^{-6} , выходной уровень не менее 0,5 В. Гетеродин состоит из генератора, управляемого напряжением (ГУН) V29, синтезатора частоты D9, буферных усилителей V31, V32, стабилизатора напряжения D8. Колебательная система генератора управляемого напряжением состоит из индуктивности L32, конденсаторов C105, C106 и варикапов V25...V28. С целью увеличения добротности колебательной системы использовано неполное включение варикапов в контур, коэффициент включения определяется емкостью конденсатора C79. Для обеспечения необходимой развязки и усиления выходного сигнала ГУН используются буферные усилители. Сигнал с выходов буферных усилителей через делитель T1 и фильтр поступает на смеситель приёмника и через дополнительный каскад на транзисторе V32 на вход 5 микросхемы D9, которая представляет собой БИС синтезатора частоты. В состав микросхемы D9 входят входной усилитель-ограничитель, высокочастотный делитель с переключаемым коэффициентом деления 31/32, делитель частоты с переменным коэффициентом деления (ДПКД), делитель частоты опорного генератора, частотно-фазовый детектор и прием-

ный буферный регистр для записи управляющего двоичного кода. Напряжение рассогласования, сформированное фазовым детектором синтезатора, через элементы фильтра R115, R117, R118, L30, L31 поступает на варикапы ГУН и управляет его частотой. Таким образом, ГУН оказывается охваченным кольцом ФАПЧ, в котором в качестве опорного колебания используется высокостабильный опорный генератор частотой 10 МГц на кварцевом резонаторе Z7. Частота сравнения кольца ФАПЧ равна 6,25 кГц. Запись коэффициентов деления ДПКД и опорного делителя в буферный регистр БИС D9 осуществляется последовательным двоичным кодом по цепям "Данные", "Синхронизация", "Запись". Сигнал исправности синтезатора при наличии захвата в кольце ФАПЧ формируется на выводе 4 микросхемы D9.

Контрольные вопросы

1. Для чего предназначен приемник МВ?
2. Что из себя представляет приёмник МВ?
3. Каков диапазон частот сигнала?
4. Пояснить принцип работы приемника МВ?
5. Какое устройство необходимо для устранения подавления сигнала?
6. Для чего предназначен приёмник ГМВ?
7. Из каких составных частей состоит приемник ГМВ?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 9

Изучение приемника ГМВ радиостанции РС 46 системы «Транспорт»

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить приемник ГМВ радиостанции РС 46

2. КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ИЗ ТЕОРИИ

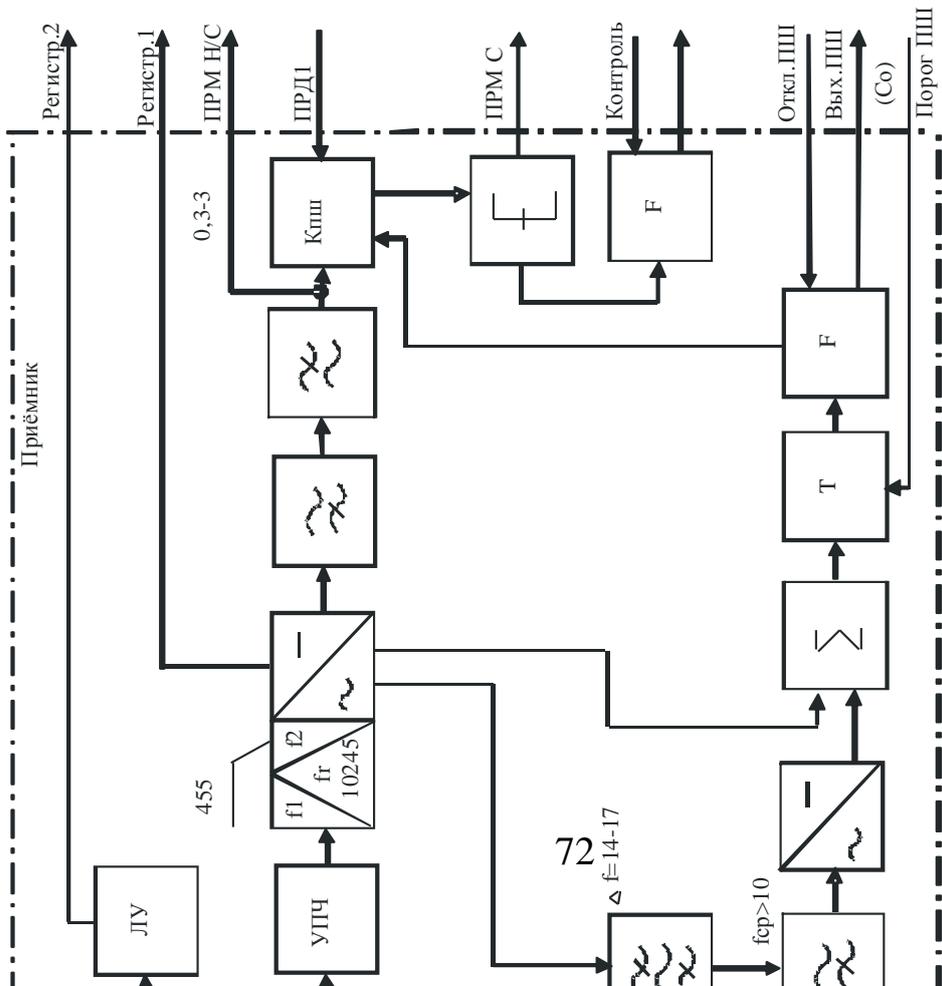
2.1. Приёмник ГМВ

Приёмник ГМ предназначен для усиления, двойного преобразования и демодуляции принимаемых частотно-модулируемых сигналов.

Таблица 8.2

Наименование параметра	Характеристики
Чувствительность приёмника при отношении сигнал/шум 12дБ (синад), $\frac{1}{2}$ ЭДС, мкВ, не более	5
Избирательность приёмника по соседнему и побочным каналам приема, дБ, не менее	60
Интермодуляционная избирательность приёмника, дБ, не менее	50
Выходное напряжение приёмника на симметричном и несимметричном выходе при нагрузке 3,3 кОм, мВ	690-870
Уровень фона приёмника, дБ, не более	43
Отклонение АЧХ приёмника от характеристики с посплекоррекцией, 3дБ/октава на симметричном выходе, дБ, не более	от 1 до минус 2

Отклонение АЧХ приёмника от равномерной на несимметричном выходе, дБ, не более	от 1 до минус 2
Коэффициенты нелинейных искажений приёмника, %, не более	5
Порог срабатывания подавителя шума, мкВ	от 2,5 до 25
Эффективность работы подавителя шума, дБ, не более	минус 50
Напряжение регистрации 1, В при уровне входного сигнала 5 мкВ	1,8±0,2
500 мкВ	3±0,1
Напряжение регистрации 2, В при уровне входного сигнала 5 мкВ	0,5±0,2
50 мВ	2±0,1
Защищенность приёмника от импульсных помех, дБ, не менее	30
Предел изменения чувствительности приёмника, дБ	от 0 до минус 50
Дискретность установки чувствительности приёмника, дБ	10



2. Функциональная схема приемника ГМВ

Приёмник выполнен в виде отдельной печатной платы с входящими в нее трактами усиления, преобразования, демодуляции, а также подавителя импульсных помех (ПИП), первого гетеродина и формирователей напряжений регистрации, команд сигнала обнаружения (СО) и исправности приёмника.

Основные технические характеристики приёмника приведены в таблице 8.2.

Приёмник выполнен по супергетеродинной схеме с двойным преобразованием частоты. Функциональная схема приемника приведена на рис.8.2.

Высокочастотный сигнал с антенны поступает в антенно-согласующее устройство, предназначенное для настройки в резонанс антенного контура и согласования его с 50-омным входным сопротивлением приёмника. Далее через антенный коммутатор (SW) осуществляется подключение антенной цепи к приёмнику или передатчику, сигнал поступает на электронный программируемый аттенюатор обеспечивающий шестиступенчатую (0, 10, 20, 30, 40, 50 дБ) регулировку чувствительности приёмника. Далее сигнал через полосовой фильтр ($\Pi=60\text{кГц}$), улучшающий отношение сигнал/помеха, поступает на активный смеситель. В смесителе частота сигнала преобразуется в первую промежуточную частоту 10,7 МГц. Для этого на смеситель подводится также напряжение от первого гетеродина (G1), работающего на частотах 12830 или 12850 кГц, стабилизированных кварцевыми резонаторами.

С выхода смесителя сигнал идет на кварцевый фильтр ($\Pi=11\text{кГц}$), обеспечивающий избирательность по соседнему каналу.

Прохождение сигнала к смесителю может быть прервано под воздействием блокирующего импульса, поступающего от подавителя импульсных помех (ПИП).

С выхода кварцевого фильтра сигнал поступает на логарифмический усилитель, формирующий напряжение регистрации (Регистр. 2) пропорциональное входному сигналу по логарифмическому сигналу. Кроме того сигнал проходит через усилитель промежуточной частоты (УПЧ) и поступает на вход многофункциональной схемы, где он преобразуется во вторую промежуточную частоту 455 кГц, усиливается и детектируется. Далее низкочастотный сигнал идет в тракт НЧ.

Усиленный и отфильтрованный сигнал радиочастоты поступает на смеситель (первый затвор транзистора V4). Напряжение гетеродина с частотами 173,125 – 177,4 МГц подаётся на второй затвор транзистора V4. Для устранения щелчков и прерываний сигнала в

условиях воздействия импульсных помех, в приёмнике имеется устройство для их подавления. Устройство представляет собой самостоятельный канал обработки сигнала, включающий в себя усилитель высокой частоты (УВЧ) с детектором и усилителем АРУ. Выделение импульсной помехи основано на инерционности работы АРУ. При быстром (скачкообразном) увеличении уровня сигнала АРУ не успевает отреагировать на это изменение и импульс проходит на выход УВЧ, детектируется и, после формирования по амплитуде и длительности, поступает в основной приёмный тракт, запирая его на время действия помехи.

Подавитель шума в приёмнике предназначен для защиты оператора от прослушивания шумов в канале связи при отсутствии несущей. В схеме ПШ с целью защиты от ложных срабатываний образованы два контура анализа: шумовой и сигнальный. В шумовом контуре выделяется напряжение на частоте порядка 14-17 кГц, а в сигнальном напряжение пропорциональное сумме энергий сигнала и шума. Сигналы двух контуров поступают на сумматор (Е) с разными знаками, чем достигается улучшение разрешающей способности ПШ. Далее суммарное напряжение поступает на триггер (Т) с регулируемым порогом и гистерезисом. С выхода триггера сигнал поступает на формирователь Со который задает временные задержки сигнала Со. Сформированный сигнал обнаружения или шума управляет работой ключом ПШ (Кпш). Работа ПШ может быть прекращена подачей команды *Откл. ПШ*. В режиме передачи ключ ПШ (V28) принудительно заперт командой *ПРД1* (лог. 0).

Приёмник содержит также тракт формирования напряжения регистрации (Регистр. 1), пропорционального входному сигналу по логарифмическому закону.

Органы управления приёмника размещены на передней панели радиостанции.

Тракт высокой частоты.

Входной сигнал частотой 2130 или 2150 кГц поступает на электронный программируемый ступенчатый аттенюатор (микросхема D1, диод V3).

Аттенюатор имеет шесть положений с фиксированными значениями ослабления 0, 10, 20, 30, 40, 50 дБ. Переключение ослабления производится подачей соответствующего четырехкомандного кода с плат управления на контакты 21, 22, 23, 24 разъёма X3 приёмника. На выходе аттенюатора включен двухконтурный полосовой фильтр C10, C11, L1, L2, C14. Диоды V1, V4 предназначены для ограничения

сильных сигналов. Далее сигнал подается на первый затвор активного смесителя V9. На второй затвор смесителя подается напряжение гетеродина частотой 12830 или 12850 кГц. Нагрузкой смесителя является контур L3, C17, R22 на котором выделяется сигнал первой промежуточной частоты 10,7 МГц.

Тракт первой промежуточной частоты.

Сигнал с частотой 10,7 МГц поступает на кварцевый фильтр Z5, обеспечивающий основную селекцию избирательность по соседнему каналу. Элементы L3, C17, R18 и L4, C19, C20, R22 служат для согласования фильтра по входу и выходу. Через делитель C19, C20 сигнал поступает на логарифмический усилитель, формирующий постоянное напряжение регистрации (Регистр. 2) изменяющийся пропорционально входному сигналу по логарифмическому закону. С выхода кварцевого фильтра сигнал также поступает на усилитель на транзисторе V10. Диод V11 служит для ограничения выходного сигнала.

Тракт второй промежуточной и низкой частоты.

Многофункциональная микросхема D4 осуществляет преобразование сигнала во вторую промежуточную частоту 455 кГц, усиление и частотное детектирование, а также формирования постоянного напряжения, пропорционального входному сигналу по логарифмическому закону. К выводу 4 микросхемы D4 подключен кварцевый резонатор Z6, который служит для задания частоты внутреннего гетеродина. Точное значение частоты устанавливается с помощью индуктивности L6. Сигнал второй промежуточной частоты выделяется кварцевыми фильтрами Z7, Z8, усиливается и детектируется. Фазосдвигающий контур Z7, C37, R37 служит для установки нуля частотного дискриминатора. С вывода 8 микросхемы D4 через ФНЧ R34, C33 низкочастотный сигнал поступает в тракт НЧ, собранный на операционных усилителях D3.1, D8.1, D8.2, D9.2. Усиленный D3.1 сигнал через ФНЧ, ФВЧ - R32, C34, C29, R35 поступает на активный ФВЧ D8.1 и далее пройдя активный ФНЧ D8.2 идет на несимметричный выход приёмника ПРМ НС (контакт 9 разъёма X3). Далее сигнал пройдя ключ ПШ (транзистор V28) поступает на оконченный усилитель D9.2, который выполняет также функцию частотного корректора, обеспечивая необходимую послекоррекцию 3дБ/октава. Параметры частотного корректора определяются номиналами C94, R105, R108. С выхода D9.2 сигнал низкой частоты поступает на симметричный выход приёмника ПРМС (контакт 16 разъёма X3), а через цепь R112, C96 – на схему формирования сигнала исправности приёмника, собранную на микросхеме D9.1 и транзисторе V29.

Первый гетеродин.

Первый гетеродин представляет собой автогенератор на транзисторе V22 по схеме емкостной трехточки, динамической нагрузкой которого является транзистор V23. Конденсаторы C72, C76, C77, C78 – элементы емкостной трехточки. Кварцевые резонаторы Z10, Z11 обеспечивают номинал частоты и ее стабилизацию. Конденсаторы C67, C68 корректируют частоту генерации.

Кварцевые резонаторы переключаются по команде канал $\frac{1}{2}$ с контакта 6 разъема X3 при помощи транзисторных ключей V20, V21.

Автогенератор нагружен на усилитель, выполненный на транзисторе V24 с резонансным контуром в коллекторе L9, C79, C80. С части контура определяемой емкостным усилителем C79, C80. Сигнал гетеродина подается на смеситель V9.

Подавитель импульсных помех.

Подавитель импульсных помех собран на микросхемах D5, D6. Входной сигнал с тракта ВЧ поступает на вывод 1 микросхемы D5, которая работает как регулируемый усилитель, в нагрузке которого включен широкополосный резонансный контур L8, C59. С контура сигнал поступает на амплитудный детектор V15, C62, R63. Продетектированное напряжение подается на УПТ АРУ, собранный на операционном усилителе D6.1. Коэффициент усиления УПТ определяется резисторами R69, R71, R75. Порог АРУ устанавливается резистором R75. Напряжение АРУ через диод V17 и ФНЧ R53, C51 подается на вывод 9 микросхемы D5.

Продетектируемое напряжение подается также на одновибратор, собранный на операционном усилителе D6.2. При отсутствии импульсной помехи напряжение на выводе 5 этого усилителя меньше, чем на выводе 6 и одновибратор не работает. При воздействии импульсной помехи за счет сглаживания цепью R62, C63 АРУ не успевает сработать. Напряжение на выводе 5 D6.2 превышает напряжение на выводе 6 и одновибратор вырабатывает импульс заданной длительности. Длительность импульса определяется резисторами R65, R68 и конденсатором C64. Положительный импульс одновибратора открывает транзистор V8, обеспечивая таким образом закрытие приемного тракта на время действия импульсной помехи.

Включение ПИП осуществляется путем подачи напряжения питания на микросхемы D5, D6 через ключ на транзисторах V18, V19. Отключение ПИП происходит путем снятия этого напряжения.

Подавитель шумов.

Подавитель шумов (ПШ) собран на пяти операционных усилите-

лях D3.2, D10.1, D11.1, D11.2, D10.2, а также на транзисторах V35, V36.

В схеме ПШ с целью защиты от ложных срабатываний образовано два контура анализа – шумовой и сигнальный.

В шумовом контуре (C40, C43, C36, R36, R38, R39, C98, R113) на выходе D3.2 выделяется напряжение вне полосы речевых сигналов полосовым фильтром на частотах 13-17 кГц.

В сигнальном контуре (C46, R41, C48, R42, R40) на выходе V2 формируется напряжение пропорциональное сумме энергий сигнала и шума. Сигналы двух контуров поступают на сумматор D11.1 с разными знаками, чем достигается улучшение разрешающей способности ПШ. Далее суммарное напряжение пропорциональное изменению энергии сигнала поступает на триггер D11.2 с регулируемым порогом (контакт 6) и гистерезисом. Порог формируется в устройствах управления и поступает в приёмник с контакта 7 разъёма X3.

С выхода триггера D11.2 сигнала поступает на формирователь сигнала обнаружения Со (микросхема D10.2) который задает временные задержки сигнала обнаружения (10 мс при спаде 60 мс при атаке) и далее через диод V33 и транзистор V36 проходит на выход Со приёмника (контакт 11 разъёма X3). Сформированный сигнал обнаружения (лог. 0) или шумы (лог.1) управляет работой ключа ПШ (V28) через R123 и V35. Работа ПШ может быть прекращена подачей команды *Откл. ПШ* (лог.1 (контакт 12 разъёма X3)). В режиме передачи ключ ПШ (V28) принудительно заперт командой *ПРД1* (лог. 0), поступающей с контакта 13 разъёма X3 приёмника на базу транзистора V26.

Формирователи регистрирующего напряжения.

Постоянное напряжение, пропорциональное входному сигналу (5-500 мкВ) по логарифмическому закону формируется на выводе 7 микросхемы D4. Через ФНЧ это напряжение поступает на повторитель V12 и далее через второй повторитель V14 и резистор R50 проходит на выход Регистр.1 приёмника (контакт 5 разъёма X3). Подстроечным резистором R45 устанавливаются необходимые уровни напряжения регистрации.

На выходе логарифмического усилителя (контакт 4 D2) формируется постоянное напряжение, пропорциональное входному сигналу (0,005-50мВ) по логарифмическому закону. Пройдя через резисторы R21, R20 это напряжение поступает на выход Регистр. 2 приёмника (контакт 25 разъёма X3).

Таблица 22

Описание последствий отказов и повреждений	Возможные причины	Указания по устранению последствий отказов и повреждений	Указания по устранению последствий отказов и повреждений
Отказ ПРМ в режиме контроля. Нет чувствительности в обоих каналах.	Отказ транзистора V9. Обрыв индуктивности L1 или L2.	Проверьте режим указанного транзистора.	Замените отказавший транзистор или отказавшую индуктивность.
Отсутствует напряжение низкой частоты на выходах ПРМ С, ПРМ НС.	Отказ м/с D8. Отказ потенциометра R35.	Проверьте электрический режим указанной микросхемы.	Замените отказавшую микросхему или неисправный потенциометр.
Не работает подавитель шума.	Не установлен порог ПШ. Отказ микросхем D10 или D11.	Проверьте установку порога срабатывания ПШ. Проверьте режим указанных микросхем.	Установите необходимый порог срабатывания ПШ. Замените отказавшую микросхему.

Подстроечным резистором R21 устанавливаются необходимые уровни напряжения регистрации.

Работа приёмника в режиме контроля.

В режиме контроля на контакт 14 разъёма X3 приёмника поступает команда *Контроль* (лог.1), а на контакт 20 разъёма X3 поступает команда *Конт. 400* (меандр частотой 400Гц). Эта команда пройдя через транзисторный ключ V2, V6 поступает на генератор шума V7. Шумовое напряжение генератора шума через конденсатор C12, диод V5 поступает в радиотракт, проходит по нему и образует на выводе 7 микросхемы D4 соответствующее его интенсивности регистрирующее напряжение, модулируемое по амплитуде меандром.

Промодулированное регистрационное напряжение через повторитель V12 и цепь C50, R49 поступает в тракт НЧ (контакт 2 D3.1). При этом на контакт 5 микросхемы D4 поступает команда (лог. 0) запирающая выход НЧ микросхемы D4 (вывод 8). Поэтому D3.1 будет

усиливать только промодулированное регистрационное напряжение, которое пройдя тракт НЧ приёмника через цепь R112, C96 (с выхода D9.2) поступает на активный выпрямитель с порогом D9.1, который при достаточном уровне сигнала формирует через транзистор V29 команду *испр. ПРМ* (лог. 0) на контакте 18 разъёма X3 приёмника. При этом порог на контакте 2 D9.1 устанавливается подстроечным резистором R93 при поступлении на базу транзистора V25 команды *Контроль* (лог. 1). Цепи коммутации и формирования режимов.

Диоды V1, V4, V11 – ограничители сигнала РЧ и ПЧ, диоды V15, V32, V27 – детекторные. Элементы V17, V30, V31, V34, V2, V4, V18, V19, V25, V26, V29, V35, V36 - формирователи необходимых режимов работы. Микросхема D7 – стабилизатор напряжения плюс 5В. Элементы R133, C106 – фильтр и делитель напряжения, Z1 – Z4, Z12 – Z16 – развязывающие фильтры.

Контрольные вопросы

1. Для чего предназначен приемник ГМВ?
2. Что из себя представляет приёмник ГМВ?
3. Каков диапазон частот сигнала ГМВ?
4. Пояснить принцип работы приемника ГМВ?
5. Какое устройство необходимо для устранения подавления сигнала?
6. Для чего предназначен приёмник КВ?
7. Из каких составных частей состоит приемник КВ?

ЛИТЕРАТУРА

1. Волков В.М., Головин Э.С., Кудряшов В.А. Электрическая связь и радио на железнодорожном транспорте. - М.: Транспорт, 1991.
2. Телекоммуникационные технологии на железнодорожном транспорте / Г.В. Горелов, В.А. Кудряшов, В.В. Шмытинский и др. Под ред. Г.В. Горелова. - М.: УМК МПС России, 1999.
3. Кривопишин В.А., Исаков А.А. Проектирование поездной радиосвязи на железнодорожном транспорте. ТашИИТ, 2005.
4. Кривопишин В.А. Разработка каналобразующего устройства железнодорожной автоматики и связи. Учебное пособие. –Ташкент: Типография ТашИИТ, 2007.
5. Связь с подвижными объектами на железнодорожном транспорте: Справочник / Ю.В Ваванов, Н.Е. Доценко, В.Е. Малявко, С.И. Тропкин. - М: Транспорт, 1984
6. Кривопишин В.А. Халиков А.А. Станционная и поездная радиосвязь. Учебное пособие. -Ташкент: «Янги аср авлоди», 2007.

СОДЕРЖАНИЕ

Лабораторная работа №1. Изучение симплексной линейной системы поездной радиосвязи.....	3
Лабораторная работа №2. Изучение дуплексной линейной системы поездной радиосвязи.....	7
Лабораторная работа №3. Изучение зонной линейной поездной радиосвязи.....	14
Лабораторная работа №4. Изучение станционной радиосвязи.....	20
Лабораторная работа №5. Изучение передатчика радиостанции типа 42 РТМ-А2-ЧМ.....	32
Лабораторная работа №6 Изучение приемника радиостанции типа 42 РТМ-А2-ЧМ.....	37
Лабораторная работа №7 Изучение передатчика радиостанции РС 46 системы «Транспорт».....	48
Лабораторная работа №8 Изучение приемника КВ радиостанции РС 46 системы «Транспорт».....	58
Лабораторная работа №9 Изучение приемника ГМВ радиостанции РС 46 системы «Транспорт».....	65
Литература	75