

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

Военный факультет

Кафедра связи

А. В. Макатерчик, С. А. Горовенко, П. Б. Гусаков

ВОЕННЫЕ СИСТЕМЫ РАДИОСВЯЗИ

*Рекомендовано учебно-методическим объединением по военному образованию
в качестве учебно-методического пособия
для курсантов учреждения образования
«Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники», обучающихся по направлению специальности
1-45 01 01-03 «Инфокоммуникационные технологии
(системы телекоммуникаций специального назначения)»*

Минск БГУИР 2020

УДК 621.396.2:355(075)
ББК 32.884я7
М15

Рецензенты:

военная кафедра учреждения образования «Белорусская государственная академия связи» (протокол №5 от 25.01.2019);

заведующий кафедрой защиты информации учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» доктор технических наук, профессор Т. В. Борботько

Макатерчик, А. В.

М15 Военные системы радиосвязи : учеб.-метод. пособие / А. В. Макатерчик, С. А. Горовенко, П. Б. Гусаков. – Минск : БГУИР, 2020. – 108 с. : ил.
ISBN 978-985-543-547-2.

Рассматриваются военные системы радиосвязи, применяемые в Вооруженных Силах Республики Беларусь. Анализируются принципы построения современных и перспективных радиостанций, особенности построения и свойства антенн, особенности практического применения радиостанций, также рассмотрены назначение и общие характеристики военных систем радиосвязи.

Может быть использовано для обучения курсантов военного факультета, а также студентов второго и третьего курсов, обучающихся по программам подготовки младших специалистов и офицеров запаса.

УДК 621.396.2:355(075)
ББК 32.884я7

ISBN 978-985-543-547-2

© Макатерчик А. В., Горовенко С. А.,
Гусаков П. Б., 2020
© УО «Белорусский государственный
университет информатики
и радиоэлектроники», 2020

СОДЕРЖАНИЕ

1. ПОНЯТИЕ О ВОЕННЫХ СИСТЕМАХ РАДИОСВЯЗИ	5
1.1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНИКИ АППАРАТУРЫ РАДИОСВЯЗИ	8
2. КЛАССИФИКАЦИЯ РАДИОСТАНЦИЙ	12
3. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАДИОСТАНЦИЙ ТАКТИЧЕСКОГО ЗВЕНА УПРАВЛЕНИЯ	14
4. НОСИМЫЕ РАДИОСТАНЦИИ	15
4.1. РАДИОСТАНЦИЯ Р-159	15
4.1.1. Назначение и общая характеристика радиостанции Р-159.....	15
4.1.2. Тракт приема.....	19
4.1.3. Тракт передачи	21
4.2. РАДИОСТАНЦИЯ Р-101-5МН	24
4.2.1. Назначение и общая характеристика радиостанции Р-101-5МН.....	24
4.2.2. Устройство и работа радиостанции Р-101-5МН, ППРД, УВРД и их составных частей (узлов)	27
4.2.3. Устройство и принцип работы ППРД.....	29
4.2.4. Устройство и принцип работы УВРД	30
4.3. РАДИОСТАНЦИЯ Р-180	31
4.3.1. Назначение и общая характеристика радиостанции Р-180.....	31
4.4. РАДИОСТАНЦИЯ Р-181-5НУ	33
4.4.1. Назначение и общая характеристика радиостанции Р-181-5НУ.....	33
5. ВОЗИМЫЕ РАДИОСТАНЦИИ.....	37
5.1. РАДИОСТАНЦИЯ Р-111	37
5.1.1. Назначение и общая характеристика радиостанции Р-111.....	37
5.1.2. Структурная схема тракта передачи радиостанции Р-111.....	39
5.1.3. Тракт приема.....	45
5.1.4. Принцип работы схемы при установке и коррекции частоты опорного генератора	47
5.1.5. Система автоматической настройки радиостанции Р-111.....	48
5.1.6. Общая характеристика системы электропитания.....	49
5.2. РАДИОСТАНЦИЯ Р-123МТ	50
5.2.1. Назначение и общая характеристика радиостанции Р-123МТ.....	50
5.2.2. Особенности функциональной схемы радиостанции Р-123МТ.....	51
5.2.3. Структурная схема радиостанции Р-123МТ	54
5.2.4. Система стабилизации частоты	57
5.3. РАДИОСТАНЦИЯ Р-130М.....	58
5.3.1. Назначение и общая характеристика радиостанции Р-130М.....	58
5.3.2. Структурная схема радиостанции Р-130М.....	60
5.3.3. Принцип образования рабочей сетки частот.....	62
5.3.4. Тракт приема.....	64
5.3.5. Тракт передачи	68
5.4. РАДИОСТАНЦИЯ Р-173М.....	72

5.4.1. Назначение и общая характеристика радиостанции Р-173М	72
5.4.2. Тракт передачи	74
5.4.3. Тракт приема.	76
6. ТАКТИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ РАДИОСТАНЦИИ Р-161А-2М ...	80
6.1. СТРУКТУРНАЯ СХЕМА РАДИОСТАНЦИИ	81
6.2. АНТЕННЫ РАДИОСТАНЦИИ.....	84
6.3. СИСТЕМА ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ РАДИОСТАНЦИИ	87
6.4. ПЕРЕДАТЧИК РАДИОСТАНЦИИ	87
6.4.1. Возбудитель ВО-78 «Лазурь»	88
6.4.2. Усилители мощности.....	89
6.4.3. Согласующее устройство	90
6.5. ПРИЕМНИК РАДИОСТАНЦИИ.....	90
6.6. СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ РАДИОСТАНЦИЕЙ	93
6.7. АППАРАТУРА АДАПТАЦИИ Р-016В.....	99
ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ	106
ЛИТЕРАТУРА	108

1. ПОНЯТИЕ О ВОЕННЫХ СИСТЕМАХ РАДИОСВЯЗИ

Современная война характеризуется решительностью действий в достижении цели (вплоть до применения ядерного оружия и других средств массового поражения), охватом больших территорий, применением различных родов войск и видов вооруженных сил, высокой динамичностью. Устойчивость и непрерывность управления войсками в этих условиях стали важнейшими факторами победы.

Материальной основой системы управления, определяющей боеготовность вооруженных сил (оповещение, своевременное доведение приказов и распоряжений, команд), является *связь*.

Для управления силами и оружием предназначена *военная связь*.

Состояние связи и функционирование по существу определяют оперативность управления, а значит, и эффективность боевого применения всех видов вооруженной борьбы на земле, в воздухе и на море.

Нередко в современном бою и операции возникает ряд задач по управлению войсками, которые невозможно решить без радиосвязи: управление самолетами в воздухе, движущимися объектами на поле боя, подводными лодками и кораблями, огнем РВиА, ПВО и др.

Радиосвязь – род электрической связи между двумя или несколькими пунктами, осуществляемой путем излучения и приема электромагнитных волн с помощью радиостанций.

Преимущества радиосвязи:

- позволяет в короткие сроки установить надежную связь на большие расстояния в любых условиях боевой обстановки;
- позволяет организовать обмен информацией одновременно с большим числом корреспондентов, обеспечить циркулярную передачу сообщений практически неограниченному числу потребителей в короткое время;
- обеспечивает связь в движении и на стоянке через непроходимые участки местности, водные преграды и территорию, занятую противником;
- позволяет организовать связь с движущимися объектами (летательными аппаратами, кораблями, подводными лодками, автомобилями, бронеобъектами и т. д.); радиосвязь является практически единственным видом связи летательных аппаратов с наземными пунктами управления;
- дает возможность установить связь с корреспондентом, местонахождение которого неизвестно;
- позволяет уплотнять радиоканалы аппаратурой первичного и вторичного уплотнения для получения по одной радиолинии нескольких каналов связи;
- радиосвязь обладает высокой экономичностью по сравнению, например, с проводной связью, так как трудозатраты на постройку (восстановление), техническое обслуживание и эксплуатацию радиолиний значительно меньше. Она обладает более высокой живучестью, так как менее подвержена огневому воздействию и диверсиям. Высокая мобильность средств радиосвязи позволяет в короткие сроки изменять структуру системы связи в зависимости от обстановки.

Недостатки радиосвязи:

- возможность перехвата противником радиопередач и определения путем пеленгования места размещения радиостанции;
- возможность создания преднамеренных помех в работе радиосредств;
- зависимость дальности связи в КВ диапазоне от условий прохождения радиоволн, а в УКВ – от рельефа местности и высоты подъема антенн;
- зависимость качества радиосвязи от уровня атмосферных, взаимных и других электрических помех в пунктах приема;
- необходимость строгого соблюдения требований электромагнитной совместимости радиосредств между собой и другими радиоэлектронными средствами;
- влияние ядерных взрывов на радиосвязь;
- снижение дальности действия радиостанций при работе в движении;
- относительно низкое качество каналов радиосвязи по сравнению с радиорелейными и проводными.

Радиосвязь предназначена для передачи информации на расстояние. Под **информацией** понимается совокупность сведений о каком-либо явлении, событии, объекте, состоянии некоторой материальной системы – все то, что можно использовать для выполнения целенаправленных действий.

Информация, выраженная в определенной форме, представляет собой сообщение, которое подлежит передаче на расстояние. Обычно информация выражается совокупностью знаков, характерных для данного языка. Эта совокупность знаков, содержащих некоторую информацию, и является **сообщением**. По форме представления сообщение может быть дискретным или аналоговым.

При передаче любого сообщения пользуются каким-либо материальным носителем, способным распространяться с некоторой скоростью от источника сообщения (человека, ЭВМ и др.) к получателю (человеку, ЭВМ, системе телекоммуникации и др.). Такими носителями могут быть, например: почтальон, звуковые колебания воздуха, электромагнитное поле и т. д.

Поступающее от источника сообщение определенным образом преобразуется в передающем устройстве в сигнал (в радиосвязи – радиосигнал) с целью наилучшим образом приспособить его для передачи по линии связи (линии радиосвязи). Физическая величина, отображающая при передаче сообщение, называется **сигналом**. Между сообщением и сигналом должно существовать однозначное соответствие, чтобы получатель смог однозначно извлечь из сигнала переданное сообщение. В процессе передачи сообщения один или несколько параметров сигнала изменяются в соответствии с заданным правилом и передаваемым сообщением.

Линией связи называется среда, в которой происходит перенос сигнала от источника к получателю. В радиосвязи, как и в электропроводной связи, материальным носителем сообщения является электромагнитное поле. При радиосвязи электромагнитное поле распространяется в пространстве над поверхностью земли при отсутствии искусственных проводников между пунктами передачи и приема. Таким образом, линию радиосвязи образует область пространства над поверхностью земли, в котором распространяются электромагнитные волны.

Из вышесказанного следует, что для передачи сообщений по линии радиосвязи необходимо предварительное преобразование сообщения в электрические колебания, называемые *первичными сигналами* электросвязи. Так, при передаче речевых сообщений звуковое давление воздуха преобразуется микрофоном в электрическое напряжение (ток), а при передаче телеграмм каждый символ (буква, цифра) преобразуется телеграфным аппаратом в определенную последовательность электрических импульсов и т. д. В последнем случае одновременно с преобразованием сообщения в первичный сигнал осуществляется и кодирование сообщения.

Устройство, преобразующее сообщение в сигнал, называют передающим устройством, а устройство, преобразующее принятый сигнал, – приемным устройством. В технике радиосвязи эти два понятия более конкретизированы. Под *передающим устройством* понимаются технические средства, заключенные между источником сообщения и средой распространения радиоволн, а под *приемным устройством* – технические средства, заключенные между средой и получателем сообщения.

Комплекс аппаратуры, предназначенной для ведения радиосвязи, обычно называют *радиостанцией*. Поскольку военная радиосвязь чаще всего бывает двусторонней, то на каждом ее пункте размещают и приемную, и передающую аппаратуру: радиостанции в каждом пункте радиосвязи становятся *приемопередающими* (рис. 1.1).

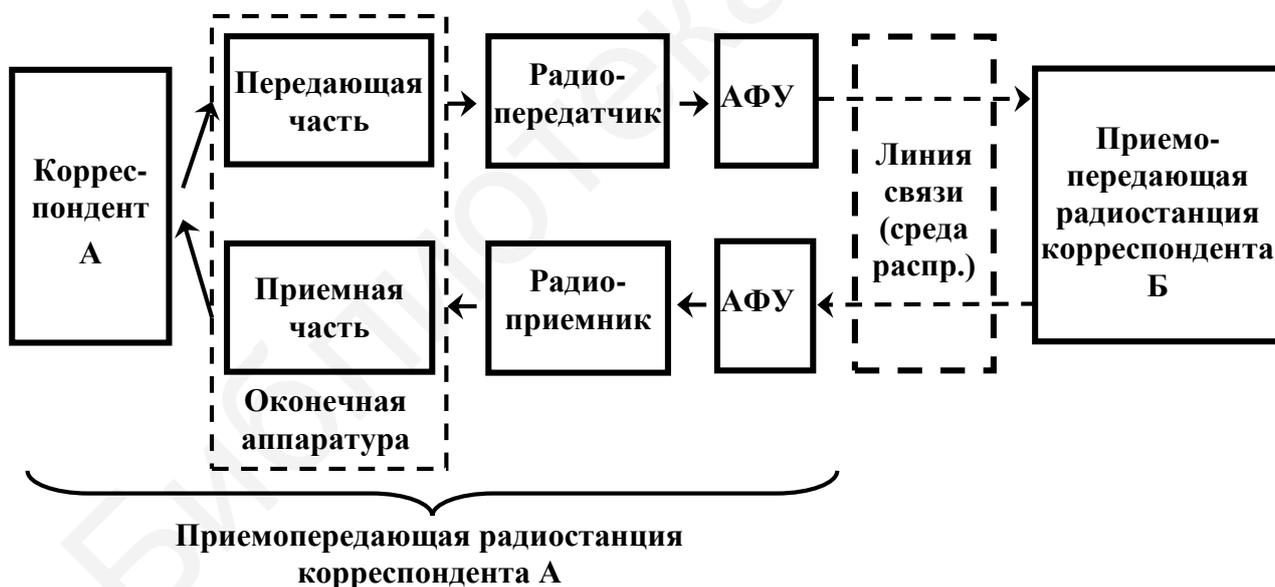


Рис. 1.1. Простейшая система радиосвязи

В этом случае источник сообщения и его получатель объединяются одним понятием «*корреспондент*», поскольку понятия «источник сообщения» и «получатель сообщения» при двусторонней связи становятся условными: один и тот же объект (или субъект) периодически выступает то в роли источника, то в роли получателя сообщения.

Связь между корреспондентами считается установленной, если от одного из них получено подтверждение о полученном сообщении.

В радиопередающем устройстве формируется радиосигнал в виде колебаний напряжения (тока). Для превращения радиосигнала в электромагнитные волны, распространяющиеся по линии радиосвязи, необходимы специальные устройства – излучатели (антенны). Термин «радио» латинского происхождения (от лат. radiare – излучать). Того же происхождения термин «антенна» (от лат. antenna – рея, мачта). Для эффективного излучения энергии в окружающее пространство геометрические размеры антенны должны быть одного порядка с длиной волны излучаемых колебаний. В свою очередь длина волны, измеренная в метрах, связана с частотой колебаний соотношением

$$\lambda = \frac{3 \cdot 10^8}{f(\text{Гц})}, \quad \text{или} \quad \lambda = \frac{300}{f(\text{МГц})}.$$

Так, для частоты $f = 3$ кГц габариты антенны должны быть порядка 100 км. Поэтому по мере развития техники радиосвязи задача освоения все более высоких частот всегда оставалась актуальной.

1.1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНИКИ АППАРАТУРЫ РАДИОСВЯЗИ

Приемное устройство состоит из трех элементов: антенно-фидерной системы, приемника и приемной части оконечной аппаратуры.

Приемная антенна извлекает энергию волн и преобразует ее в энергию высокочастотных колебаний, которая с помощью фидера подводится ко входу приемника. В приемнике полезный сигнал по возможности отделяется от различного рода помех, усиливается за счет энергии местных источников, преобразуется в первичный электрический сигнал и приводится к виду, необходимому для обеспечения работы оконечной аппаратуры.

Основные качественные показатели радиоприемника:

- диапазон рабочих частот;
- поддиапазоны;
- шаг сетки частот;
- количество рабочих частот;
- чувствительность;
- избирательность по зеркальному каналу;
- избирательность по соседнему каналу;
- избирательность по промежуточной и другим частотам;
- частотная точность;
- степень искажения сигналов (амплитудно-частотная характеристика, фазочастотная, амплитудная и переходная характеристики);
- характеристики ручных и автоматических регулировок;
- характеристики работоспособности и надежности;
- электропитание, габариты, вес.

Приемники могут строиться по детекторной схеме, по схеме прямого усиления и по супергетеродинному принципу.

Преимущества детекторного радиоприемника:

- малое количество деталей;
- малые габариты и вес;
- простота;
- высокая надежность;
- отсутствие источников питания;
- стабильность настройки;
- дешевизна.

Недостатки детекторного радиоприемника:

- плохая избирательность;
- низкая чувствительность;
- большие нелинейные искажения;
- невозможность работы с малыми сигналами.

Преимущества радиоприемника, построенного по схеме прямого усиления сигнала:

- простота схемы и конструкции;
- легкость одноручечной перестройки;
- стабильность настройки, так как в схеме нет генераторов;
- отсутствие побочных каналов приема;
- отсутствие излучений.

Недостатки радиоприемника, построенного по схеме прямого усиления сигнала:

- низкая чувствительность, обусловленная трудностями получения большого усиления до детектора для достижения пороговой или близкой к ней чувствительности;
- неравномерность чувствительности по диапазону из-за неравномерности усиления в радиотракте при его перестройке;
- невысокая избирательность из-за невозможности использования в перестраиваемых устройствах сложных избирательных систем, обладающих высоким коэффициентом прямоугольности;
- неравномерность избирательности вследствие того, что в перестраиваемых системах полоса пропускания расширяется и избирательность ухудшается с ростом частоты настройки;
- возможность возникновения больших нелинейных появлений в случае малого усиления до детектора и вследствие этого возможность работы в нелинейном режиме.

Современные военные радиоприемники строятся по супергетеродинному принципу, предусматривающему преобразование частот принимаемого сигнала, находящегося в пределах рабочего диапазона, в постоянную достаточно низкую

частоту, на которой обработка сигнала достигает наибольшего эффекта. Принцип преобразования частоты одинаков для всех видов сигналов, поэтому часть приемника, предназначенная для частотного преобразования сигналов, является его общим трактом.

Преимущества радиоприемника, построенного по схеме супергетеродинного приемника:

- высокая чувствительность, так как усиление осуществляется на низкой промежуточной частоте (ПЧ);
- равномерность чувствительности в пределах диапазона;
- высокая избирательность, так как фильтрация сигнала осуществляется на постоянной низкой ПЧ, когда можно использовать избирательные системы с высоким коэффициентом прямоугольности;
- равномерность избирательности по диапазону, так как фильтрация осуществляется постоянно на одной частоте;
- небольшие нелинейные искажения при детектировании, так как достаточное усиление в радиотракте обеспечивает работу детектора в линейном режиме;
- при использовании двух преобразований одновременно обеспечивается высокая избирательность по зеркальному и соседнему каналам приема;
- при использовании трех преобразований обеспечиваются оптимальные условия для демодуляции.

Недостатки радиоприемника, построенного по схеме супергетеродинного приемника:

- возможность приема по побочным каналам (на зеркальной, промежуточной и комбинационной частотах);
- нестабильность настройки вследствие нестабильности частоты гетеродина;
- возможность излучения колебаний гетеродина в антенну;
- сложность сопряженной перестройки преселектора и гетеродина;
- относительная сложность схемы;
- при одном преобразовании невозможно обеспечить одновременно высокую избирательность по зеркальному и соседнему каналам;
- с увеличением количества преобразований растет число излучений, появляются новые побочные каналы приема, растет стоимость, снижается надежность, увеличиваются габариты и вес.

Последующая часть приемника обычно разветвляется на ряд трактов, каждый из которых рассчитан на оптимальную обработку конкретного вида сигнала, т. е. является частным трактом или трактом вида сигнала.

Если приемник рассчитан на прием лишь одного вида сигнала, то смысл этих терминов утрачивается, поэтому радиотракт приемника можно разделить на тракт частотных преобразований сигнала и тракт основной его обработки. Приемная часть окончательного устройства приемника обеспечивает получение выходного эффекта – звукового, зрительного, механического и т. д.

Отделение полезного сигнала от помех является наиболее сложной и ответственной функцией приемного устройства. Эту функцию выполняют все его элементы. Уже в антенне, если она обладает резонансными свойствами или пространственной избирательностью, помехи заметно ослабляются. В приемнике выделение сигнала достигается в первую очередь за счет его частотной избирательности, а также временной, амплитудной или фазовой избирательности. Даже в оконечных устройствах, предназначенных для приема дискретной информации, осуществляется вероятностная оценка правильности приема сигнала, искаженного помехами.

Передатчик, как правило, состоит из возбуждителя и нескольких каскадов усиления. Возбудитель предназначен для формирования сетки частот, модуляции сигнала и переноса его на рабочую частоту. Классификация возбуждителей приведена на рис. 1.2.



Рис. 1.2. Классификация возбуждителей маломощных радиостанций

Усилитель мощности предназначен для усиления сформированного сигнала до величины требуемой мощности передатчика.

2. КЛАССИФИКАЦИЯ РАДИОСТАНЦИЙ

Для удобства рассмотрения эксплуатационных возможностей и принципов построения радиостанций прибегают к классификационному делению их по следующим наиболее характерным признакам:

- диапазону частот;
- мощности передатчика;
- функции в тракте связи;
- режиму работы;
- виду сигналов;
- степени автоматизации;
- принципу использования;
- мобильности;
- назначению.

Диапазон частот. В зависимости от используемого участка частотного диапазона радиостанции могут быть ультракоротковолновыми, коротковолновыми, средневолновыми и т. д.

Мощность передатчика. Мощность передатчика является единственным параметром радиостанции, обеспечивающим определенную степень надежности ведения радиосвязи. Кроме того, этот параметр определяет в основном мощность и тип первичного источника тока, габариты радиостанции, ее мобильность и транспортабельность. Классификация радиостанции по мощности приведена в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Классификация радиостанций по мощности

Классификация		Мощности передатчиков
Маломощные	1 подгруппа	$P < 1 \text{ Вт}$
	2 подгруппа	$1 \text{ Вт} \leq P < 10 \text{ Вт}$
	3 подгруппа	$10 \text{ Вт} \leq P < 100 \text{ Вт}$
Средней мощности		$100 \text{ Вт} \leq P < 1 \text{ кВт}$
Большой мощности		$1 \text{ кВт} \leq P$

Коэффициент полезного действия (КПД). КПД передатчика определяется как отношение выходной мощности передатчика P_A ко всей потребляемой передатчиком мощности $P_{\text{потр}}$:

$$\eta = \frac{P_A}{P_{\text{потр}}}$$

Эта величина в зависимости от мощности передатчика и его сложности (а также элементной базы) может изменяться от единиц до нескольких десятков процентов. Так, для 200-ваттных передатчиков $\eta = 20\text{--}30\%$, для 30–50-киловаттных передатчиков декаметрового диапазона $\eta = 40\text{--}50\%$.

Величины P_A и η заметно влияют на мощность (или емкость) первичных источников электропитания. В этом отношении особенно актуально повышение

КПД передатчиков портативных и носимых радиостанций, поскольку энергоемкость источников питания жестко ограничена их массой и габаритами. Повышение КПД в любом передатчике важно еще и потому, что при заданной потребляемой мощности уменьшаются потери внутри передатчика в виде тепла. В связи с этим облегчается тепловой режим (что особенно важно для транзисторных передатчиков), упрощается система охлаждения, что позволяет уменьшить габариты и массу передатчика, а также благоприятно сказывается на улучшении эксплуатационных характеристик.

Функция в тракте связи. Радиостанции могут быть приемными, передающими и приемопередающими.

Режим работы. Приемопередающие радиостанции могут работать в двух режимах – симплексном (двухчастотном симплексном) и дуплексном (полудуплексном). Симплексный режим предполагает поочередную работу радиостанций на прием и передачу, дуплексный – одновременную (независимую).

Виды сигналов. В соответствии с предназначением каждая радиостанция наделяется возможностью работать теми или иными видами сигналов. Наиболее применяемыми видами сигналов являются телефон с различными видами модуляции (непрерывный сигнал) и телеграф с различными видами манипуляции (дискретный сигнал). Поэтому радиостанции именуется как телеграфные, телефонные или телефонно-телеграфные.

Степень автоматизации. Радиостанции могут быть неавтоматизированными и автоматизированными. Провести между ними четкую границу трудно, так как степень автоматизации может быть различной. В некоторых радиостанциях предусмотрена, например, автоматическая перестройка на заранее подготовленные частоты, в других – на любую частоту без предварительной подготовки. Некоторые из них совместно с аппаратурой обслуживания и управления представляют собой автоматизированные комплексы, изменяющие свою структуру на основе анализа качества функционирования.

Принцип использования. По принципу использования радиостанции делятся на автономные и централизованного управления. Автономные радиостанции используются обычно на отдельных направлениях радиосвязи. Их характерными техническими признаками являются наличие передающей и приемной аппаратуры, а также своих собственных средств дистанционного управления.

Радиостанции централизованного управления могут быть как передающими и приемными, так и приемопередающими. Эти радиостанции входят в единую организационно-техническую систему.

Мобильность. Мобильность определяет степень подвижности радиостанций. Радиостанции могут быть неподвижными, т. е. являться оборудованием стационарных передающих и приемных радиоцентров, и подвижными – носимыми и возимыми, смонтированными в подвижных объектах. В зависимости от типа подвижного объекта радиостанции бывают автомобильными, самолетными, корабельными, танковыми и т. д.

Назначение. Назначение радиостанций определяет область возможного их использования.

3. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАДИОСТАНЦИЙ ТАКТИЧЕСКОГО ЗВЕНА УПРАВЛЕНИЯ

Тактическое звено управления (ТЗУ) является самым массовым звеном управления в вооруженных силах. Оно является основой оперативно-тактического построения сухопутных войск. Для ТЗУ наиболее характерно управление войсками в движении, поэтому техническую основу его системы управления составляют радиосистемы связи, строящиеся на мобильных радиосредствах малой мощности. Маломощные радиостанции являются наиболее массовыми радиостанциями, а области их применения – наиболее разнообразными.

Высокая скорость перемещения радиосредств, быстрота развертывания, свертывания и установления связи обеспечивают своевременный переход радиосистемы из одного состояния в другое, необходимое для управления войсками. Отсутствие искусственных линий связи, ограниченные размеры радиосредств и антенных устройств обуславливают повышенную устойчивость радиосистем к огневому и другим видам воздействия, т. е. определяют их живучесть.

Простота построения и эксплуатации аппаратуры, использование эффективных автономных бортовых источников электропитания обеспечивают надежность работы радиосредств.

Характер боевых действий частей и подразделений ТЗУ предопределяет наиболее целесообразный способ управления – устную передачу распоряжений, а также передачу формализованных команд боевого управления. Поэтому основными видами работы маломощных радиостанций являются телефонная и цифровая телекодовая связь.

Основные требования, предъявляемые к радиосредствам ТЗУ:

- обеспечение беспойсковой телефонной, телеграфной и телекодовой бесподстроечной связи на расстояниях до 70 км, а в некоторых случаях до 350 км;
- независимость радиосвязи от времени года, суток, состояния климатических условий;
- обеспечение безопасности радиосвязи, в частности закрытие передаваемой информации с помощью специальной аппаратуры;
- возможность дистанционного управления (ДУ) с вынесенных телефонных аппаратов и ретрансляция передач;
- обеспечение длительной непрерывной работы в движении и на стоянках;
- простота и надежность работы в сложных условиях эксплуатации.

4. НОСИМЫЕ РАДИОСТАНЦИИ

4.1. РАДИОСТАНЦИЯ Р-159

4.1.1. Назначение и общая характеристика радиостанции Р-159

Радиостанция Р-159 – ультракоротковолновая, малой мощности второй подгруппы, приемопередающая, симплексная, телефонно-телеграфная, предназначена для ведения связи с однотипной радиостанцией в радиосетях и радионаправлениях тактического звена управления на месте и на ходу при переноске радистом, в движении и на стоянке при перевозке в автомобиле.

Диапазон частот равен 30–75,999 МГц.

Шаг сетки частот составляет 1 кГц.

Виды работ: ТФ ЧМ; ТФ ПШ; ТЛГ (с подключенным телеграфным ключом к клеммам ЛИНИЯ); ДУ (с телефонного аппарата, подключенного к клеммам ЛИНИЯ через двухпроводный полевой кабель длиной до 500 м).

Комплект электропитания радиостанции состоит из батареи аккумуляторной (АКБ) 10НКП-8 (10НКП-10) с напряжением 12 В и обеспечивает непрерывную работу радиостанции при соотношении времени приема и времени передачи 5:1 в течение 9 (10,5) ч.

Ток, потребляемый радиостанцией от АКБ при номинальном напряжении 12 В, не должен превышать:

- в режиме приема – 0,35 А;
- в режиме передачи – 3,0 А.

Радиостанция с усилителем низкой частоты (УНЧ) устанавливается в кбинах автомобилей УАЗ-469, ГАЗ-66, ЗИЛ-131 и питается от автомобильных АКБ напряжением 12 В через фильтр-ограничитель, расположенный в УНЧ.

Ток, потребляемый радиостанцией с УНЧ от АКБ автомобиля при номинальном напряжении 12 В и выходной мощности УНЧ, равной 1,5 Вт, не должен превышать:

- в режиме приема – 1,2 А;
- в режиме передачи – 4,5 А.

Дальность связи:

1. При работе на антенну штыревую высотой 1,5 м (АШ-1,5) на ходу при переноске радистом и на стоянке с земли с трехлучевым противовесом длиной 1,3 м:

а) в диапазоне частот 30–49,999 МГц в режимах:

- ТФ ЧМ – до 12 км;
- ТЛГ – до 18 км;

б) в диапазоне частот 50–75,999 МГц в режимах:

- ТФ ЧМ – до 10 км;
- ТЛГ – до 15 км.

2. При работе на АШ-2,7 (АШ-1,5 плюс 6 секций по 0,2 м) с трехлучевым противовесом длиной 1,3 м с земли:

а) в диапазоне частот 30–49,999 МГц в режимах:

- ТФ ЧМ – до 18 км;
- ТЛГ – до 25 км;

б) в диапазоне частот 50–75,999 МГц в режимах:

- ТФ ЧМ – до 12 км;
- ТЛГ – до 20 км.

3. При работе на антенну бегущей волны (АБВ) длиной 40 м, поднятую на высоту 1 м над землей и направленную на корреспондента:

а) в диапазоне частот 30–49,999 МГц в режимах:

- ТФ ЧМ – до 35 км;
- ТЛГ – до 50 км;

б) в диапазоне частот 50–75,999 МГц в режимах:

- ТФ ЧМ – до 30 км,
- ТЛГ – до 40 км.

4. При работе радиостанции на АШ-2,7 м с вынесенного пункта управления через телефонный аппарат ТА-57, соединенный с радиостанцией полевым кабелем длиной до 500 м:

а) в диапазоне частот 30–49,999 МГц в режиме ТФ ЧМ – до 18 км;

б) в диапазоне частот 50–75,999 МГц в режиме ТФ ЧМ – до 12 км.

5. При работе Р-159 с УНЧ на АШ-1,5 на ходу автомобиля, имеющего экранированную систему электрооборудования и движущегося по любой дороге со скоростью до 60 км/ч во всех режимах:

а) в диапазоне частот 30–49,999 МГц – до 10 км;

б) в диапазоне частот 50–75,999 МГц – до 8 км;

6. При работе на гибкую антенну длиной 1,5 м во всех режимах:

а) в диапазоне частот 30–49,999 МГц – 3 км,

б) в диапазоне частот 50–75,999 МГц – 2,5 км.

Погрешность установки частоты радиостанции в нормальных условиях должна быть не более ± 1 кГц.

Масса рабочего комплекта радиостанции Р-159 – не более 14,5 кг, радиостанции Р-159 с УНЧ – не более 19 кг.

Масса комплекта поставки радиостанции Р-159 – не более 50,0 кг, радиостанции Р-159 с УНЧ – не более 55 кг.

Габариты радиостанции с выступающими частями Р-159 составляют 305×180×410 мм (не более), для радиостанции Р-159 с УНЧ – 365×230×430 мм (не более).

Чувствительность приемника при девиации частоты ± 5 кГц и модулирующей частоте 1000 Гц в режиме ТФ ЧМ должна быть $\leq 1,0$ мкВ при соотношении сигнал – шум 10:1, в режиме ТЛГ $\leq 0,4$ мкВ при соотношении сигнал – шум 3:1.

Напряжение на телефонах при девиации частоты ± 5 кГц и модулирующей частоте 1000 Гц в режиме ТФ ЧМ должно быть не менее 1 В при входном сигнале 1,0 мкВ, в режиме ТЛГ – не менее 0,8 В при входном сигнале 0,4 мкВ.

Напряжение на выходе усилителя низкой частоты при входном сигнале приемника 1,0 мкВ и девиации частоты ± 5 кГц – не менее 2,5 В.

Выходная мощность передатчика на эквивалентном нагрузочном сопротивлении 75 Ом ± 2 %, напряжении питания 12 В в диапазоне частот 30–59,999 МГц – не менее 5 Вт, а в диапазоне 60–75,999 МГц – не менее 4,5 Вт.

Выходная мощность передатчика радиостанции с УНЧ на эквивалентном нагрузочном сопротивлении $75 \text{ Ом} \pm 2 \%$, напряжении питания 12 В в диапазоне частот $30\text{--}75,999 \text{ МГц}$ – не менее 3 Вт .

Чувствительность модуляционного входа при девиации частоты $\pm 5 \text{ кГц}$, модулирующей частоте 1000 Гц с разъема микротелефонной гарнитуры составляет $50\text{--}150 \text{ мВ}$, с линейных клемм – $300\text{--}900 \text{ мВ}$.

Установка частоты радиостанции с помощью переключателей и автоматическая настройка передатчика на антенну обеспечивают вхождение в связь в течение $20\text{--}30 \text{ с}$. Вхождение в радиосвязь производится без поиска, а ведение связи – без подстройки на любой частоте диапазона, за исключением пораженных частот (табл. 4.1).

Частоты внутренних помех (пораженные частоты на приеме) по диапазону радиостанции определяются формулой

$$30 \text{ МГц} + 2,5n \text{ МГц} \pm 20 \text{ кГц},$$

где n – любое целое число от 0 до 18.

Таблица 4.1

Пораженные частоты радиостанции			
Диапазоны пораженных частот, кГц			
30 000–30 020	42 480–42 520	54 980–55 020	67 480–67 520
32 480–32 520	44 980–45 020	57 480–57 520	69 980–70 020
34 980–35 020	47 480–47 520	59 980–60 020	72 480–72 520
37 480–37 520	49 980–50 020	62 480–62 520	74 980–75 020
39 980–40 020	52 480–52 520	64 980–65 020	

Частоты, кратные $11,5 \text{ МГц}$ ($34,5$; 46 ; $57,5$; 69 МГц) с полосой $\pm 100 \text{ кГц}$, являются пораженными на передаче. Вести передачу на этих частотах не рекомендуется.

Радиостанция сохраняет работоспособность в интервале температур от -50 до $+50 \text{ }^\circ\text{C}$, при повышенной влажности $95 \pm 2 \%$, вибрации до 80 Гц и ускорении до $6g$. Радиостанция непроницаема для дождя и допускает авиатранспортирование и авиадесантирование парашютным способом в специальном контейнере типа ГК-30.

Радиостанция работоспособна в условиях тряски на ходу автомашины по разным дорогам со скоростью до 60 км/ч , при переноске радистом, а также выдерживает без повреждения все виды транспортирования.

В комплект поставки радиостанции входят: рабочий комплект радиостанции, вспомогательное имущество; одиночный комплект запасного имущества (ЗИП).

Рабочий комплект радиостанции состоит из приемопередатчика с комплектом питания и амортизатором, гарнитуры микротелефонной, ключа телеграфного, антенны штыревой, противовеса, плечевых ремней. При поставке гарнитура микротелефонная, ключ телеграфный, антенна штыревая и противовес размещаются в сумке радиста.

Вспомогательное имущество состоит из сумки радиста, кронштейна бортовой антенны, чехла парусинового, рамы со стяжками.

В сумке радиста размещаются антенна гибкая, лампа переносная, отвертки малая и большая, секции штыревой антенны, лента ПВХ.

В чехле парусиновом размещаются антенна на раме, растяжка с уголком, стойки верхняя и нижняя.

Одиночный комплект ЗИП состоит из антенны штыревой; гарнитуры микротелефонной; антенны на раме; противовеса; секций штыревой антенны; батарей аккумуляторных 10НКП-8 (10НКП-10); пакета с втулками, колпачками, лампой накаливания; комплекта ЗИП для батарей 10НКП-8 (10НКП-10).

Радиостанция состоит из приемопередатчика с аккумуляторным отсеком и аккумуляторными батареями, антенны, микротелефонной гарнитуры, противовеса и телеграфного ключа.

Приемопередатчик предназначен для передачи и приема частотно-модулированных сигналов УКВ. Он состоит из передатчика, приемника, синтезатора, преобразователя напряжения, автоматического согласующего антенного устройства и коммутации приемопередатчика.

Приемник и передатчик по конструктивному решению выполнены отдельно. Общими узлами и блоками, работающими как на прием, так и на передачу, являются автоматическое согласующее антенное устройство, синтезатор, преобразователь напряжения и коммутация приемопередатчика.

Настройка приемопередатчика осуществляется в любом режиме работы.

Радиостанция Р-159 с УНЧ отличается от радиостанции Р-159 наличием усилителя низкой частоты и системой питания. Питание должно производиться от аккумуляторных батарей автомобиля через фильтр-ограничитель.

Антенна предназначена для излучения и приема высокочастотных радиосигналов.

Микротелефонная гарнитура предназначена для преобразования акустических звуковых колебаний в электрические звуковые колебания и обратно, перевода приемопередатчика с приема на передачу и обратно.

Противовес предназначен для создания более устойчивой связи при работе радиостанции с земли на предельных расстояниях.

Особенностью конструкции радиостанции является вертикальный монтаж элементов электрической схемы, позволяющий получить большой коэффициент заполнения печатных плат, наименьшие габариты и монолитность конструкции радиостанции. Радиостанция в целом представляет механическое и электрическое сочленение технологически самостоятельных блоков и узлов, соединенных между собой разъемами и соединительными проводами, что дает возможность после механического и электрического соединения узлов и блоков проводить минимум регулировочных операций.

Корпус переносной радиостанции состоит из двух частей:

- верхней – для приемопередатчика;
- нижней – для аккумуляторных батарей.

На верхней части корпуса для защиты спины радиста во время переноски радиостанции закреплен быстросъемный амортизатор. Верхняя и нижняя части корпуса соединяются специальными прижимами.

Предварительно отрегулированные и проверенные узлы и блоки механически и электрически соединяются с передней панелью с помощью межблочных разъемов и винтов.

Панель с коммутацией приемопередатчика конструктивно и схемно является связующим звеном между узлами и блоками радиостанции. Внутри панели размещена схема коммутации приемопередатчика. Панель выполнена методом литья под давлением из алюминиевого сплава.

4.1.2. Тракт приема

Приемник радиостанции выполнен по схеме с двойным преобразованием частоты (рис. 4.1).

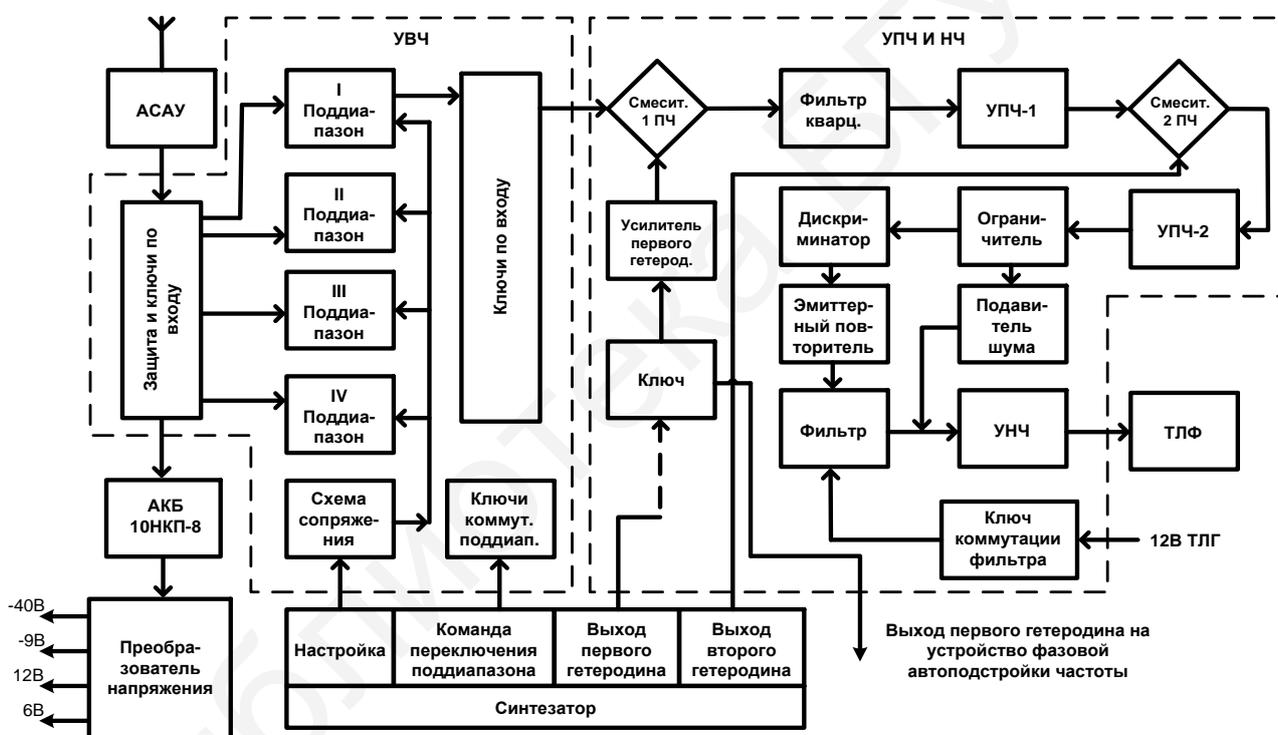


Рис. 4.1. Структурная схема приемного тракта Р-159

Напряжение полезного сигнала поступает с антенны через автоматическое согласующее антенное устройство (АКАУ), нормально замкнутые контакты антенного реле и защитное устройство приемника на усилитель высокой частоты (УВЧ) одного из четырех поддиапазонов. Избирательность УВЧ обеспечивается контурами с электронной перестройкой. Усиленное напряжение с высокой частотой поступает на базу транзистора первого смесителя (СМ1) через соответствующие выходные ключи. Сигнал первого гетеродина с синтезатора поступает через ключ и усилитель на эмиттер транзистора СМ1. Команда переключения поддиапазона с синтезатора поступает на ключи коммутации УВЧ. Настройка

контуров УВЧ осуществляется схемой сопряжения. Схема сопряжения управляется напряжением, поступающим с синтезатора. Напряжение ПЧ1 выделяется кварцевым фильтром, усиливается усилителем первой промежуточной частоты (УПЧ1) и поступает на второй смеситель. Напряжение второго гетеродина с синтезатора подается на второй смеситель. Напряжение ПЧ2 усиливается УПЧ2. Тракт ПЧ1 и ПЧ2 обеспечивает необходимое усиление напряжения входного сигнала. Избирательность приемника по соседнему каналу обеспечивается кварцевым фильтром.

Сигнал ПЧ2 сначала подается на ограничитель, затем на частотный детектор (дискриминатор). В результате детектирования частотно-модулированного сигнала выделяется напряжение звуковых частот, которое через эмиттерный повторитель и фильтр поступает на УНЧ, усиливается и подается на телефоны микротелефонной гарнитуры.

В режиме ТФ ЧМ ПШ подключается устройство подавления шумов приемника, которое закрывает вход УНЧ при отсутствии сигнала и открывает его при появлении сигнала на входе приемника.

Работа приемника в режиме тонального телеграфирования по прохождению сигнала аналогична работе приемника в режиме ТФ ЧМ.

Телеграфный режим приемника обеспечивается изменением полосы фильтра УНЧ с помощью ключа коммутации фильтра.

Усилитель высокой частоты предназначен для усиления высокочастотных сигналов, создания избирательности в дальней зоне. Электрическая схема УВЧ содержит четыре поддиапазонных усилителя с одинаковыми схемами, схему сопряжения контуров, схему защиты и одинаковые схемы ключей коммутации поддиапазонов. Поясним работу одного из поддиапазонов, например первого.

Команда включения любого поддиапазона дается синтезатором. Напряжение сигнала с антенны через АСАУ, контакты антенного реле подается на входной контур усилителя. Входной контур с электронной перестройкой состоит из индуктивности и варикапов.

Нагрузкой усилителя является двухконтурный фильтр с электронной перестройкой. Каждый контур состоит из индуктивности и варикапов.

Схема сопряжения контуров УВЧ предназначена для получения трехточечной настройки контуров в каждом поддиапазоне УВЧ и их сопряженной настройки с частотами синтезаторов. Схема сопряжения представляет собой нелинейный масштабный усилитель постоянного тока (УПТ).

Схема защиты входа приемника предназначена для ограничения уровня напряжения на входных цепях приемника при воздействии больших сигналов или помех.

Сигнал с АФУ через АСАУ поступает на входные цепи приемника. Параллельно входу приемника включен двусторонний диодный ограничитель, собранный на диодах. При малых уровнях сигнала диоды закрыты. При увеличении сигнала на входе приемника открывается двусторонний ограничитель, обеспечивая эффективную защиту приемника.

Усилитель напряжения гетеродина предназначен для усиления сигналов первого гетеродина-синтезатора и представляет собой резонансный усилитель, выполненный на транзисторах.

Первый смеситель приемника предназначен для преобразования сигналов, приходящих с УВЧ и усилителя первого гетеродина, в сигнал промежуточной частоты.

Нагрузкой СМ1 является контур, настроенный на первую промежуточную частоту 11,5 МГц. Сигнал первой промежуточной частоты, выделенный контуром смесителя, подается на вход УПЧ1. Вышеуказанные контуры служат для настройки кварцевого фильтра и создания равномерного коэффициента передачи в полосе пропускания.

Усилитель первой промежуточной частоты предназначен для усиления и предварительной избирательности по соседнему каналу в приемнике. Усиленный сигнал ПЧ1 снимается с контура и через конденсатор подается на СМ2.

Второй смеситель предназначен для преобразования сигналов, приходящих с УПЧ1 и второго гетеродина-синтезатора, в сигнал ПЧ2. Выделенный сигнал второй промежуточной частоты на контуре частотой 1,5 МГц подается на вход УПЧ2.

Усилитель второй промежуточной частоты предназначен для основного усиления и основной избирательности по соседнему каналу в приемнике. Усиленный сигнал через разделительный конденсатор подается на вход ограничителя.

Ограничитель предназначен для получения постоянной амплитуды выходного напряжения при изменении в определенных пределах амплитуды входного напряжения и ограничения паразитной амплитудной модуляции сигнала.

Дискриминатор предназначен для получения напряжения, повторяющего закон модуляции входного сигнала.

Усилитель низкой частоты предназначен для усиления сигнала низкой частоты до уровня, необходимого для нормальной работы оконечной аппаратуры.

Шумоподавитель – для уменьшения напряжения шумов при работе радиостанции на приеме. Принцип работы шумоподавителя основан на изменении соотношения постоянной составляющей сигнала и огибающей шумов на выходе ограничителя при изменении уровня сигнала на входе приемника.

4.1.3. Тракт передачи

Передачик радиостанции выполнен по схеме с фазовой автоподстройкой частоты (ФАПЧ) сигнала генератора по частотам сигналов первого гетеродина синтезатора и генератора кварцевого модулированного (ГКМ). Структурная схема передающего тракта Р-159 представлена на рис. 4.2.

В момент включения радиостанции на передачу генератор пилообразного напряжения (ГПН) изменяет частоту сигнала генератора до такого значения, которое при смешивании с частотой сигнала первого гетеродина синтезатора дает промежуточную частоту, равную частоте сигнала ГКМ с точностью до фазы.

При этом на выходе фазового детектора образуется напряжение смещения, которое управляет через фильтр нижних частот работой ГПН и частотой сигнала генератора передатчика. При достижении определенной величины напряжения смещения генератор пилообразного напряжения работает как усилитель постоянного тока и на реактивном элементе генератора поддерживается постоянное управляющее напряжение, соответствующее рабочей частоте сигнала генератора.

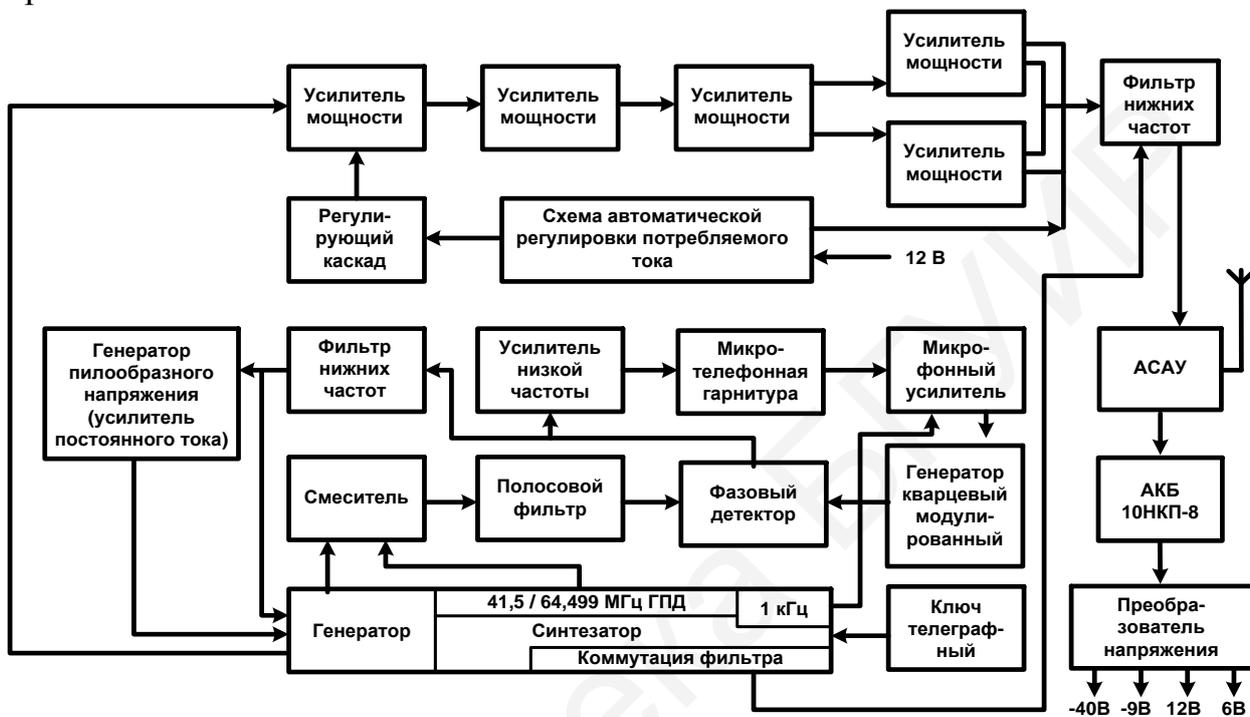


Рис. 4.2. Структурная схема передающего тракта Р-159

Сигналы генератора и первого гетеродина синтезатора поступают на входы смесителя передатчика. Сигнал промежуточной частоты фильтруется и поступает на вход фазового детектора, на второй вход которого подается сигнал с генератора кварцевого модулированного.

Частотная модуляция сигнала передатчика осуществляется изменением частоты ГКМ низкочастотным напряжением микрофонного усилителя. Перенос модуляции на генератор обеспечивается устройством фазовой автоподстройки частоты. Стабильность частоты сигнала передатчика определяется стабильностью частот сигналов первого гетеродина синтезатора и ГКМ.

Для самопрослушивания работы оператора сигнал с выхода фазового детектора усиливается усилителем низкой частоты и подается на микро-телефонную гарнитуру.

Колебания, вырабатываемые генератором передатчика, поступают на вход четырехкаскадного усилителя мощности.

Для ограничения тока, потребляемого усилителем мощности передатчика, применено устройство автоматической регулировки потребляемого тока.

Гармонические составляющие сигнала передатчика ослабляются коммутируемым фильтром нижних частот. С выхода ФНЧ сигнал поступает через согласующее антенное устройство в антенну и излучается.

Настройка АСАУ осуществляется для согласования выходного сопротивления усилителя мощности и входного сопротивления приемника с комплексным сопротивлением антенны в рабочем диапазоне радиостанции в целях уменьшения потерь мощности при прохождении сигнала в обоих направлениях.

Настройка АСАУ производится в любом режиме нажатием кнопки НАСТР. При настройке работают блоки АСАУ, синтезатор, узлы передатчика, приемника (кроме УВЧ и СМ1), преобразователя напряжения.

Передатчик радиостанции предназначен для создания высокочастотных сигналов и состоит из устройства фазовой автоподстройки частоты, генератора и усилителя мощности передатчика.

Устройство фазовой автоподстройки частоты предназначено для синхронизации генератора передатчика по сигналам первого гетеродина синтезатора и генератора кварцевого модулированного. В состав устройства фазовой автоподстройки частоты входят микрофонный усилитель, генератор кварцевый модулированный, смеситель, фазовый детектор, генератор поиска.

Микрофонный усилитель выполнен на микросхеме и представляет собой неинвертирующий усилитель. Низкочастотное напряжение с выхода микрофонной гарнитуры или с линейного входа через разделительный конденсатор подается на неинвертирующий вход микросхемы.

Смеситель предназначен для смешивания сигнала генератора передатчика с сигналом первого гетеродина синтезатора и выделения сигнала промежуточной частоты 11,5 МГц. Сигнал промежуточной частоты с выхода смесителя через двухконтурный фильтр подается на вход фазового детектора.

Фазовый детектор предназначен для сравнения по фазе сигнала промежуточной частоты с сигналом генератора кварцевого модулированного и выделения управляющего напряжения, необходимого для управления частотой генератора передатчика через генератор поиска.

Низкочастотное напряжение подается на вход УНЧ приемника для самопрослушивания, а через пропорционально-интегрирующий фильтр – на реактивный элемент генератора и вход генератора поиска.

Генератор поиска, выполненный на транзисторной матрице, предназначен для управления частотой генератора и работает как генератор пилообразного напряжения или усилителя постоянного тока.

Генератор кварцевый модулированный предназначен для генерации высокостабильных колебаний с частотой 11,5 МГц, используемой в качестве опорной для работы устройства ФАПЧ, и получения равномерной девиации частоты передатчика по диапазону.

Частотная модуляция в схеме генератора осуществляется изменением реактивного сопротивления управляющих элементов (варикапов). В целях повышения температурной стабильности генератора в схеме применена индивидуальная термокомпенсация частоты генератора.

Усилитель мощности (УМ) предназначен для получения необходимой мощности передатчика.

Для получения требуемого подавления гармонических составляющих выходного сигнала передатчика на выходе УМ применены коммутируемые фильтры нижних частот Кауэра 7-го порядка. В радиостанции имеются два таких фильтра, и коммутация их осуществляется на частоте 50 МГц с помощью реле.

Для предотвращения перегрузки транзисторов выходного каскада усилителя мощности при избыточном сигнале на входе и для обеспечения минимальных изменений выходной мощности и тока, потребляемого усилителем, применена система автоматической регулировки потребляемого тока.

4.2. РАДИОСТАНЦИЯ Р-101-5МН

4.2.1. Назначение и общая характеристика радиостанции Р-101-5МН

Радиостанция Р-101-5МН – многодиапазонная, малой мощности второй подгруппы, многофункциональная, многорежимная, предназначена для обеспечения радиосвязи с возможностью передачи как открытой (в аналоговой форме), так и технически защищенной информации с использованием цифровых методов обработки информации и метода псевдослучайной перестройки рабочей частоты (ППРЧ) в ТЗУ.

Радиостанция обеспечивает работу в следующих диапазонах частот:

- 1,6–29,9999 МГц (далее КВ диапазон);
- 30–107,975 МГц (далее УКВ диапазон);
- 108–173,975 МГц (далее УКВ-А диапазон);
- 220–419,975 МГц (далее ДЦВ диапазон).

Шаг сетки частот составляет:

- 25 кГц в УКВ–ДЦВ диапазонах;
- 100 Гц в КВ диапазоне в режимах ФРЧ и СП;
- 1 кГц в КВ диапазоне в режимах АЧ, ППРЧ.

Скорость перестройки частоты:

- в режиме ППРЧ – до 50 скачков в секунду;
- в режиме АППРЧ – до 500 скачков в секунду.

Скачки в режимах ППРЧ осуществляются по 16, 32, 64 частотам в КВ диапазоне и по 128, 256 и 512 частотам в УКВ и ДЦВ диапазонах.

Для технического маскирования цифровой информации, формирования законов смены рабочих частот и числа скачков в секунду длина ключа датчика случайных чисел составляет 128 бит.

Радиостанция обеспечивает запись и хранение шести комплектов радиоданных, обеспечивающих организацию такого же количества заранее подготовленных каналов связи в любых режимах.

Радиостанция обеспечивает передачу следующих видов информации:

- речевой аналоговой информации во всех диапазонах в режиме ФРЧ;
- речевой аналоговой информации, преобразованной в цифровую форму

со скоростью 2,4 Кбит/с со встроенным вокодером, 16 Кбит/с со встроенным кодером в УКВ и ДЦВ диапазонах во всех режимах;

- речевой аналоговой информации, преобразованной в цифровую форму, со скоростью 2,4 Кбит/с со встроенным вокодером в КВ диапазоне во всех режимах;

- данных со скоростью 0,3; 0,6; 1,2; 2,4 и 4,8 Кбит/с в УКВ и ДЦВ диапазонах во всех режимах;

- данных со скоростью 0,3; 0,6; 1,2; 2,4 Кбит/с в КВ диапазоне во всех режимах.

Радиостанция имеет подавитель шума (ПШ) с порогом срабатывания не более 0,8 мкВ.

Радиостанция обеспечивает передачу и прием:

- тонального вызова (на ФРЧ);

- адресного и циркулярного вызовов (в АЧ, ППРЧ, АППРЧ).

Примечание. Максимальное число адресов составляет 64.

Выходная мощность передатчика на нагрузке 50 Ом, при номинальном напряжении питания имеет две градации:

- малая – не менее 0,5 Вт;

- полная – не менее 5 Вт.

В радиостанции используются следующие виды модуляции:

- частотная модуляция (FM) – в УКВ-ДЦВ диапазонах при передаче речевой аналоговой информации;

- амплитудная модуляция (AM) – в УКВ-А и ДЦВ диапазонах при передаче речевой аналоговой информации;

- гауссовская манипуляция с минимальным частотным сдвигом (GMSK) – в УКВ-ДЦВ диапазонах при передаче речевой аналоговой информации, преобразованной в цифровую форму, и данных;

- однополосная модуляция на верхней боковой полосе – в КВ диапазоне при передаче речевой аналоговой информации;

- узкополосная многочастотная телеграфия – в КВ диапазоне при передаче речевой аналоговой информации, преобразованной в цифровую форму, и данных со скоростями 0,3; 0,6; 1,2; 2,4 Кбит/с.

Относительное отклонение рабочей частоты от номинальной при воздействии всех дестабилизирующих факторов без учета старения не более $\pm 5 \cdot 10^{-7}$.

Чувствительность приемника, измеренная с высокочастотного входа в телефонном канале методом СИНАД при соотношении сигнал/помеха 12 дБ, не более 1 мкВ.

Девиация частоты передатчика при работе в УКВ и ДЦВ диапазонах при передаче аналоговой информации должна быть равна $5,6 \text{ кГц} \pm 20 \%$.

Девиация частоты передатчиков при работе в УКВ и ДЦВ диапазонах при передаче цифровой информации должна быть равна $6,5 \text{ кГц} \pm 20 \%$.

Выходные цепи передатчика имеют защиту от коротких замыканий и холостого хода в антенно-фидерном тракте.

Радиостанция в режиме передачи обеспечивает самопрослушивание передаваемой телефонной информации.

Радиостанция при ведении связи на частотах, свободных от помех, в течение 99 % времени суток в любое время года не менее чем в 90 % пунктов расположения на среднeperесеченной местности при работе с однотипной радиостанцией на штыревую антенну обеспечивает дальность связи во всех диапазонах до 10 км.

Электропитание должно осуществляться от аккумуляторной батареи напряжением $12 \text{ В} \pm 15 \%$ и емкостью не менее 4 А·ч.

Потребляемая мощность от источника питания:

- в режиме приема не более 6 Вт;
- в режиме передачи не более 42 Вт.

Обеспечивается дистанционное управление радиостанцией от ПЭВМ через интерфейс RS-232C.

Устройство ввода радиоданных (УВРД) предназначено для ввода радиоданных в радиостанцию по оптическому интерфейсу. УВРД обеспечивает запись радиоданных по оптическому интерфейсу из пульта подготовки радиоданных и их хранение.

Пульт подготовки радиоданных (ППРД) предназначен для:

- ручного набора и коррекции радиоданных;
- автоматизированного ввода радиоданных в УВРД по оптической линии связи;
- автоматизированного обмена с ПЭВМ по стыку RS-232.

ППРД обеспечивает хранение радиоданных при отключении электропитания, а при необходимости – экстренное стирание радиоданных.

Радиостанция обеспечивает следующие режимы работы:

- симплексный режим работы во всех диапазонах;
- двухчастотный симплексный режим работы во всех диапазонах;
- режим фиксированной рабочей частоты (ФРЧ) во всех диапазонах;
- техническое маскирование (ТМ) во всех диапазонах;
- автоматизированная адресная связь во всех диапазонах;
- ППРЧ в КВ диапазоне;
- адаптивная к помехам псевдослучайная перестройка рабочей частоты со случайно изменяемой скоростью перестройки по частоте (АППРЧ) в УКВ и ДЦВ диапазонах;
- адаптация по частоте (АЧ) во всех диапазонах;
- сканирующий прием (СП) во всех диапазонах;
- дежурный прием (ДП) во всех диапазонах;
- ретрансляция (РТ) при использовании двух радиостанций;
- ввод радиоданных ручной и автоматизированный.

Радиостанция обеспечивает передачу следующих видов информации:

- речевой аналоговой информации во всех диапазонах в режиме ФРЧ;

- речевой аналоговой информации, преобразованной в цифровую форму, со скоростью 2,4 Кбит/с со встроенным вокодером, 16 Кбит/с со встроенным кодером в УКВ и ДЦВ диапазонах во всех режимах;
- речевой аналоговой информации, преобразованной в цифровую форму, со скоростью 2,4 Кбит/с со встроенным вокодером в КВ диапазоне во всех режимах;
- данных со скоростью 0,3; 0,6; 1,2; 2,4 и 4,8 Кбит/с в УКВ и ДЦВ диапазонах во всех режимах;
- данных со скоростью 0,3; 0,6; 1,2; 2,4 Кбит/с в КВ диапазоне во всех режимах.

4.2.2. Устройство и работа радиостанции Р-101-5МН, ППРД, УВРД и их составных частей (узлов)

Радиостанция Р-101-5МН состоит из:

- приемопередатчика;
- комплекта антенн;
- гарнитуры микрофонно-телефонной;
- аккумуляторной батареи 10 НКГЦ-8.

Приемопередатчик предназначен для передачи и приема модулированных сигналов в КВ, УКВ и ДЦВ диапазонах на фиксированных частотах, а также в режимах ППРЧ, АППРЧ, АЧ.

На панели управления радиостанции имеются соединители для подключения антенн, МТГ и ПЭВМ, клавиатура для ввода данных и установки режима, ЖКИ и фотоприемник для ввода радиоданных с УВРД.

Приемопередатчик состоит из:

- блока управления;
- пульта управления и индикации;
- приемовозбудителя КВ;
- тракта ПЧ-ДЦВ;
- преселектора;
- устройства управления и сопряжения автоматизированного согласующего устройства (УУиС АСУ);
- автоматизированного согласующего устройства (АСУ);
- усилителя мощности УМ-КВ;
- усилителя мощности УМ-ДЦВ;
- источника вторичного электропитания (ИВЭП).

Блок управления предназначен для управления входящими в состав приемопередатчика модулями, формирования тактовых частот, для модуляции/демодуляции, кодирования/декодирования передаваемой информации.

Пульт управления и индикации предназначен для управления режимами работы, видами передаваемой информации и их отображения на модуле индикации.

Приемовозбудитель КВ предназначен для приема сигналов радиочастоты КВ диапазона, формирования сигналов радиочастоты диапазона КВ, селекции полезного сигнала в режимах приема и передачи, формирования сигналов управления работой тракта ПЧ-ДЦВ. В режиме приема сигнал радиочастоты диапазона КВ поступает на управляемый аттенюатор напряжения. С выхода аттенюатора, пройдя через фильтр нижних частот с полосой среза 30 МГц, сигнал поступает на один из переключаемых диапазонных фильтров преселектора. Фильтры реализованы на пассивных радиоэлементах и в силу своей двунаправленности дают возможность использования их как в режиме приема, так и в режиме передачи. Коммутация диапазонных фильтров осуществляется с помощью рпн-диодов. Сигнал, прошедший предварительную селекцию, проходит через балансный смеситель, преобразуется в промежуточную частоту 74 МГц и поступает на вход тракта основной селекции. Его задача сводится к формированию полосы пропускания 6, 30 либо 150 кГц, которая является общей для всех трактов (КВ, УКВ). С помощью схемы коммутации формирователь полосы работает как в режиме приема, так и в режиме передачи. С выхода формирователя полосы сигнал поступает на вход высоколинейного каскада оконечного усилителя. В режиме передачи сигнал проходит через все фильтрующие системы в обратном порядке до оконечного усилителя приемовозбудителя. В состав приемовозбудителя КВ входит синтезатор частот, построенный по однокольцевой схеме.

Преселектор УКВ-ДЦВ представляет собой многодиапазонный преселектор приемника и возбудителя, перекрывающий полосу частот от 30 до 420 МГц, с электронным переключением диапазонов. При работе преселектора входной сигнал поступает с УМ-ДЦВ в режиме приема или с тракта ПЧ в режиме передачи и проходит через входные высокочастотные ключи коммутации, а в режиме приема – и через входной аттенюатор, подается на входной фильтр третьего порядка соответствующего диапазона. Далее через УВЧ поступает на выходной фильтр третьего порядка и, пройдя выходные ключи, поступает на УМ-ДЦВ или в тракт ПЧ, в зависимости от режима прием или передача. Управление преселектором осуществляется путем подачи управляющего последовательного кода от приемовозбудителя КВ.

Тракт ПЧ-ДЦВ предназначен для преобразования ВЧ сигналов, прошедших предварительную селекцию в преселекторе УКВ-ДЦВ, в сигнал промежуточной частоты 74 МГц в режиме приема и для преобразования сигнала промежуточной частоты 74 МГц в ВЧ сигнал для последующей селекции в преселекторе УКВ-ДЦВ в режиме передачи. В тракте ПЧ-ДЦВ реализовано преобразование частоты со значением 672 МГц. В состав тракта ПЧ-ДЦВ входит синтезатор частот, построенный по однокольцевой схеме.

УУиС АСУ и АСУ предназначены для согласования, т. е. приведения входных сопротивлений антенны к выходному сопротивлению УМ (50 Ом), которое производится с помощью набора на рабочей частоте определенных величин индуктивности, емкости, а также включения трансформатора сопротивлений дискретного перестраиваемого высокочастотного контура.

УМ-КВ предназначен для усиления и фильтрации высокочастотного сигнала в диапазоне частот от 1,6 до 29,999 МГц. В состав УМ-КВ входит двухкаскадный УМ, устройство автоматической регулировки и индикации мощности, переключаемые гармониковые фильтры. Переключаемые диапазонные гармониковые фильтры состоят из восьми поддиапазонов фильтров низкой частоты типа Кауэра и высокочастотных коммутаторов.

УМ-ДЦВ предназначен для усиления и фильтрации высокочастотного сигнала в диапазоне частот от 30 до 419,975 МГц. В состав УМ-ДЦВ входит трехкаскадный УМ, устройство автоматической регулировки и индикации мощности, переключаемые гармониковые фильтры. Переключаемые диапазонные гармониковые фильтры состоят из шести поддиапазонов фильтров низкой частоты типа Кауэра и высокочастотных коммутаторов.

4.2.3. Устройство и принцип работы ППРД

ППРД предназначен для набора, хранения и записи подготовленных радиоданных в устройство ввода радиоданных.

Электропитание ППРД осуществляется от бортсети постоянного тока напряжением 27 В.

ППРД конструктивно выполнен в виде отдельного блока. На передней панели расположены тумблер включения питания «ВКЛ-ОТКЛ», индикатор включения питания «ПИТ», тумблер экстренного стирания РД «РАБОТА-СБРОС» за предохранительной скобой, ложемент для размещения УВРД, жидкокристаллический дисплей и клавиатура.

На корпусе ППРД также расположены соединители:

- «ПИТАНИЕ» – для подключения электропитания;
- «ПЭВМ» – для подключения ПЭВМ.

Для хранения РД в ППРД используется энергонезависимое ОЗУ.

По включению питания в ППРД реализован режим самотестирования. При этом производится тестирование корректности программы контроллера, исправности рабочего ОЗУ, проверяется наличие сохраненных РД.

В состав ППРД входят:

- модуль управления ППРД;
- модуль ИК;
- модуль ОИ-И;
- источник вторичного электропитания ИПЗСВ-6Р;
- источник вторичного электропитания ИП10В-5.

Модуль управления ППРД состоит из:

- микроконтроллера (МК), предназначенного для общего управления;
- ОЗУ, для записи и хранения РД;
- приемника/передатчика сигналов RS-232, предназначенного для преобразования сигналов стандартного последовательного интерфейса RS-232C в сигналы с логическими уровнями напряжений, соответствующими КМОП-уровням и наоборот;

- мультиплексора стыков ИК/RS-232С;
- формирователя тактовых частот.

Модуль ИК предназначен для отображения информации на ЖКИ при работе оператора с ППРД, обработки клавиатуры и состоит из:

- блока сканирования клавиатуры, осуществляющего формирование кода нажатой кнопки и передачу его запоминающему регистру;
- блока прерывания, предназначенного для временной остановки блока сканирования клавиатуры и запоминающего регистра до тех пор, пока микроконтроллер не заберет код кнопки из запоминающего регистра;
- регистра запоминания кода кнопки, предназначенного для запоминания и передачи кода в микроконтроллер;
- блока подогрева ЖКИ (для работы при низких температурах).

Модуль ОИ-И предназначен для преобразования электрических сигналов в виде прямоугольных импульсов с уровнями напряжений, соответствующими уровням ТТЛ-микросхем, в импульсы ИКИ, а также для обратного преобразования.

Модуль ОИ-И состоит из приемника ИКИ, усилителя, передатчика ИКИ, излучателей и схемы стабилизации.

Приемник ИКИ вырабатывает ЭДС под воздействием ИКИ.

Усилитель усиливает слабые сигналы на выходе приемника ИКИ по мощности до уровня, необходимого для нормальной работы цифровых схем. Приемник включает в себя четыре усилительных каскада и ключ.

Передатчик ИКИ усиливает по току поступающий на его вход импульсный электрический сигнал и обеспечивает импульсный ток через излучатели до 300 мА.

Схема стабилизации обеспечивает питание усилителя стабильным напряжением от 4,6 до 5 В при изменении питающего напряжения в пределах от 6 до 10 В.

4.2.4. Устройство и принцип работы УВРД

УВРД предназначено для хранения РД, записанных с ППРД, и ввода радиоданных в радиостанцию по оптическому интерфейсу.

Питание УВРД осуществляется от АКБ 6НКГЦ-0,94.

На корпусе УВРД расположены кнопка включения питания «ПИТ», тумблер экстренного стирания РД «Р-С» под заглушкой, индикатор «АВАРИЯ» и окно приемопередатчика ИКИ.

Всей работой УВРД управляет МК.

Для хранения радиоданных в УВРД используется энергонезависимое запоминающее устройство (ЗУ) объемом 512 Кбайт.

При включении питания нажатием кнопки «ПИТ» МК проверяет наличие и достоверность данных, записанных в ЗУ, и переходит в режим ожидания команды от ППРД или радиостанции. Если данных нет или они повреждены, то МК включает мигающий сигнал аварии на время 2 с. Если команда не поступила

в течение 2 с, то МК выдает сигнал выключения питания. После выполнения команды МК ожидает следующую в течение 2 с и при ее отсутствии выдает сигнал выключения питания.

4.3. РАДИОСТАНЦИЯ Р-180

4.3.1. Назначение и общая характеристика радиостанции Р-180

Радиостанция Р-180 «БЕКАС» – радиостанция УКВ диапазона, малой мощности второй подгруппы, приемопередающая, симплексная, предназначена для обеспечения связи в тактическом звене управления.

Радиостанция выполнена в виде моноблочной конструкции, не требующей защиты от вибрации и принудительной вентиляции.

Габаритные размеры радиостанции в составе приемопередатчика и блок аккумуляторов, включая выступающие части, составляют 75×60×270 мм.

Масса радиостанции составляет 1,63 кг.

К радиостанции подключаются микрофонно-телефонная гарнитура и одна из антенн: AD-44/CW-TA-30-512, AD-44/CW-AS-30-512.

Длина излучаемой части гибкой штыревой антенны AD-44/CW-TA-30-512 составляет 0,44 м (общая длина 0,54 м). Масса антенны составляет 0,12 кг.

Длина излучаемой части гибкой штыревой антенны AD-44/CW-AS-30-512 составляет 0,76 м (общая длина 0,825 м). Масса антенны 0,152 кг.

Масса микрофонно-телефонной гарнитуры 0,319 кг.

Основные тактико-технические характеристики:

1. Диапазоны рабочих частот:

- от 30 до 108 МГц;
- от 108 до 146 МГц;
- от 146 до 174 МГц.

2. Радиостанция обеспечивает обмен:

- речевой информацией в аналоговом режиме;
- речевой информацией в цифровом режиме;
- цифровыми данными.

Радиостанция обеспечивает одно- и двухчастотную симплексную радиосвязь при обмене аналоговой и цифровой информацией.

3. Радиостанция обеспечивает следующие режимы работы:

- режим фиксированной рабочей частоты (ФРЧ) во всех диапазонах;
- режим псевдослучайной перестройки рабочей частоты (ППРЧ) в любом из поддиапазонов при обмене цифровой информацией.

4. Количество каналов радиостанции: 100.

В табл. 4.2 приведены характеристики режимов работы радиостанции.

В радиостанции применяются следующие виды модуляции:

- фазовая (частотная (класс излучения G3E)) в режиме ФРЧ во всех диапазонах;

- однополосная с полной несущей на верхней боковой полосе (класс излучения НЗЕ) в режиме ФРЧ во всех диапазонах;
- четырехпозиционная частотная (класс излучения F1W) в режимах ФРЧ, ППРЧ, во всех диапазонах.

Таблица 4.2

Основные характеристики режимов работы радиостанции

Режимы работы	ФРЧ						ППРЧ
	G3E		НЗЕ		F1W		F1W
Частотный разнос между каналами, кГц	12,5	25	12,5	25	12,5	25	25
Обмен речевой информацией с полосой частот от 300 до 2550 Гц в аналоговом режиме	+		+		–		–
Обмен речевой информацией с полосой частот от 300 до 3400 Гц в цифровом режиме	–		–		+	–	+
Обмен цифровыми данными с канальными скоростями, Кбит/с	–		–		+ 9,6; 19,2		+ 12 Кбит/с
Обмен цифровых данных с функциями: – без подтверждения; – с подтверждением	–		–		+		+
Адресация абонентов	–		–		+		+
Подавитель шумов	+		–		–		–
Техническое маскирование	–		–		+		+
Симплексная связь: одночастотная и двухчастотная	+		+		+		–
Сканирующий прием	+		+		–		–

Пиковая мощность передатчика радиостанции для класса излучения НЗЕ находится в диапазоне от 4 до 7 Вт. Мощность несущей передатчика радиостанции классов излучения G3E, F1W:

- номинальная от 0,4 до 1,1 Вт;
- повышенная от 3 до 5 Вт.

Чувствительность приемника в аналоговом режиме при отношении сигнал/шум 12 дБ не хуже 1,5 мкВ;

Чувствительность приемника в цифровом режиме при относительном уровне битовых ошибок 5 % не более минус 101 дБм и минус 98 дБм при частотном разнесе между каналами 12,5 и 25 кГц соответственно.

Напряжение питания радиостанции составляет $10,8 \pm 1,8$ В и обеспечивается литий-ионной аккумуляторной батареей.

Радиостанция сохраняет работоспособность (обеспечивает прием и передачу информации):

- при пониженной предельной температуре минус 40 °С;

- при повышенной предельной температуре 55 °С;
- при изменении температуры в диапазоне от минус 40 до плюс 55 °С;
- после погружения в воду на глубину 1 м в течение 1ч.

4.4. РАДИОСТАНЦИЯ Р-181-5НУ

4.4.1. Назначение и общая характеристика радиостанции Р-181-5НУ

Радиостанция Р-181-5НУ «РАПСОДИЯ» – радиостанция УКВ диапазона, малой мощности, приемопередающая, симплексная, автоматизированная, предназначена для обмена открытой и защищенной речевой информацией и данными с повышенной помехоустойчивостью и скрытностью работы в тактическом звене управления.

Радиостанция выполнена в виде моноблочной конструкции, не требующей защиты от вибрации и принудительной вентиляции.

Габаритные размеры радиостанции в составе приемопередатчика с пультом управления и подключенным аккумуляторным блоком, включая выступающие части, составляют 230×345×90 мм.

Масса приемопередатчика в комплекте с аккумуляторным блоком составляет 5,8 кг, масса пульта управления – 0,22 кг.

К радиостанции подключаются антенна «30-420» и микрофонно-телефонная гарнитура.

Пиковая мощность передатчика радиостанции для класса излучения НЗЕ равна 10 Вт. Мощность несущей передатчика радиостанции классов излучения G3E, F1W:

- номинальная от 0,4 до 1,1 Вт;
- повышенная от 5 до 7 Вт.

Чувствительность приемника в аналоговом режиме при отношении сигнал/шум 10 дБ не хуже 0,35 мкВ.

Чувствительность приемника в цифровом режиме при относительном уровне битовых ошибок 5 % не более минус 113 дБм.

Напряжение питания радиостанции составляет (15,2 ± 1,6) В и обеспечивается литий-ионной аккумуляторной батареей.

Радиостанция предназначена для обеспечения радиосвязи в следующих диапазонах частот:

- от 30 до 108 МГц;
- от 108 до 146 МГц;
- от 146 до 174 МГц;
- от 220 до 380 МГц;
- от 380 до 470 МГц;
- от 470 до 512 МГц.

Радиостанция обеспечивает симплексную одно- и двухчастотную радиосвязь при передаче аналоговой и цифровой информации в режиме ФРЧ с классами излучения G3E, НЗЕ и F1W, а также радиосвязь при передаче цифровой информации в режиме ППРЧ с классом излучения F1W.

Радиостанция обеспечивает передачу следующих видов информации:

а) речевой аналоговой информации с полосой частот 300–2550 Гц во всех поддиапазонах в режиме ФРЧ;

б) речевой аналоговой информации с полосой частот 300–3400 Гц, преобразованной в цифровую форму и сжатой при помощи вокодера во всех режимах;

в) цифровых данных с канальными скоростями:

– 9600, 19 200 бит/с в режимах ФРЧ во всех поддиапазонах;

– 12 000 бит/с в режиме ППРЧ во всех поддиапазонах;

г) служебных цифровых данных, обеспечивающих согласованную работу радиосети (синхронизация, установление и поддержание соединения) в режиме ППРЧ во всех поддиапазонах.

Шаг сетки частот составляет:

– 12,5 кГц при передаче речевой аналоговой информации, речевой аналоговой информации, преобразованной в цифровую форму и произвольных цифровых данных в режиме ФРЧ с канальной скоростью 4800 бод;

– 25 кГц при передаче цифровых данных в режиме ФРЧ с канальной скоростью 9,6 Кбит/с; речевой аналоговой информации, преобразованной в цифровую форму, в режиме ППРЧ; цифровых данных в режиме ППРЧ; служебных цифровых данных в режиме ППРЧ.

Для представления речевой информации в сжатом цифровом виде радиостанция использует вокодер типа IMBE (Improved Multi-Band Excitation).

В радиостанции в режиме ФРЧ при использовании класса излучения G3E предусмотрен подавитель шумов.

Радиостанция в режиме ФРЧ при обмене цифровой информацией обеспечивает:

– индивидуальный, групповой и широковещательный тип адресации абонентов;

– передачу произвольных цифровых данных с функциями передачи с подтверждением и без подтверждения;

– помехоустойчивое кодирование;

– техническое маскирование;

– сканирующий прием для классов излучения G3E и H3E.

Сканирующий прием осуществляется по предварительно установленным рабочим частотам в количестве от двух до восьми. Радиостанция предусматривает возможность выбора и хранения от одной до восьми таблиц сканирования частот.

Радиостанция в режиме ФРЧ при обмене цифровой информацией обеспечивает техническое маскирование речевых сообщений и данных в режиме ФРЧ. Функция технического маскирования предназначена для ведения служебных (несекретных) разговоров и передачи служебных (несекретных) данных.

Криптографическая защита информации (гарантированное шифрование) обеспечивается радиостанцией посредством сопряжения с криптографическим унифицированным модулем.

Количество каналов радиостанции – 100.

Технические характеристики. В табл. 4.3 приведены электрические параметры радиостанции при нормальных климатических условиях в режиме ФРЧ при использовании:

- фазовой модуляции (частотной модуляции с предкоррекцией + 6 дБ/октава в передатчике и послекоррекцией – 6 дБ/октава в приемнике), тип излучения G3E;

- однополосной модуляции с полной несущей на верхней боковой полосе, тип излучения H3E;

- четырехпозиционной частотной манипуляции, тип излучения F1W.

Радиостанция обеспечивает работу с несимметричными антенно-фидерными устройствами с номинальным сопротивлением 50 Ом. Обрыв или короткое замыкание антенно-фидерного устройства не приводит к выходу из строя передатчика.

Радиостанция дает возможность подключения:

- внешних устройств, работающих по каналу тональной частоты;

- внешних устройств по интерфейсам USB 2.0, RS-232, RS-485.

Радиостанция обеспечивает дистанционное управление через интерфейсы USB 2.0, RS-232, а также вынос пульта управления на расстояние до 3 м.

Электропитание радиостанции обеспечивается от литий-ионной аккумуляторной батареи напряжением ($15,2 \pm 1,6$) В.

Уровень сигнала радиопомех, выдерживаемых входными цепями, составляет не менее 3 В.

Радиостанция гарантирует совместимость с радиостанцией Р-180 во всех режимах работы. Подсистема технического маскирования информации радиостанции совместима с подсистемой технического маскирования информации радиостанции Р-180.

Радиостанция обеспечивает сопряжение с УМ Р-181-УМУ, предусматривает сопряжение со специальным криптографическим унифицированным модулем, обеспечивает совместимость с радиостанцией Р-101-5МН в цифровых режимах.

Комплект поставки радиостанции представлен следующим перечнем:

- приемопередатчик;

- пульт управления;

- блок аккумуляторный;

- антенна «30-420»;

- микрофонно-телефонная гарнитура;

- жгут (подключение пульта управления);

- кабель (интерфейс USB 2.0);

- жгут (интерфейс RS-485);

- жгут (по назначению интерфейсы RS-232, RS-485, USB 2.0);

- программное обеспечение радиостанции;

- комплект эксплуатационных документов;

- рюкзак «Дол-90»;
- комплект ЗИП одиночный;
- дополнительные устройства.

Таблица 4.3

Электрические параметры радиостанции

Наименование параметра	Класс излучения			
	G3E	H3E	F1W	
1. Параметры передатчика				
1.1. Частотный разнос между каналами, кГц	12,5	12,5	12,5	25
1.2. Пиковая мощность передатчика, Вт	–	10	–	–
1.3. Мощность несущей передатчика, Вт:				
– номинальная;	0,4–1,1	–	0,4–1,1	0,4–1,1
– повышенная	5–7		5–7	5–7
1.4. Ширина полосы частот излучения передатчика, кГц, не более:				
– на уровне минус 30 дБ;	11,0	5,6	11,0	16,8
– на уровне минус 40 дБ;	15,5	10,5	15,5	23,1
– на уровне минус 50 дБ;	20,2	18,6	20,2	28,8
– на уровне минус 60 дБ	25,5	34,1	25,5	35,2
1.5. Отклонение частоты передатчика от номинального значения (N) в миллионных долях, не более:				
– в диапазоне 30–146 МГц;	3,0	–	5,0	5,0
– в диапазоне 146–174 МГц;	3,0	–	2,5	2,5
– в диапазоне 220–380 МГц;	–	3,0	2,5	2,5
– в диапазоне 380–470 МГц;	3,0	–	2,0	2,0
– в диапазоне 470–512 МГц	–	3,0	2,0	2,0
1.6. Девиация частоты передатчика, Гц, не более:				
– максимальная;	2500		–	–
– при модулирующих частотах:				
5 кГц;	750	–	–	–
10 кГц;	150		–	–
20 кГц;	50		–	–
– для символов с отклонением ± 1800 Гц;	–		–	–
– для символов с отклонением ± 600 Гц;	–		–	–
– для символов с отклонением ± 3600 Гц;	–		3111	6222
– для символов с отклонением ± 1200 Гц	–		1037	2074
2. Параметры приемника				
2.1. Чувствительность приемника при отношении сигнал/шум 10 дБ, мкВ, не хуже	0,35	0,35	–	–
2.2. Чувствительность приемника при относительном уровне битовых ошибок 5 %, дБм	–	–	–113	–113

5. ВОЗИМЫЕ РАДИОСТАНЦИИ

5.1. РАДИОСТАНЦИЯ Р-111

5.1.1. Назначение и общая характеристика радиостанции Р-111

Радиостанция Р-111 – ультракоротковолновая радиостанция малой мощности третьей подгруппы, приемопередающая, симплексная, телефонно-телеграфная, автоматизированная, предназначена для обеспечения радиосвязи в тактическом звене управления между стационарными и подвижными объектами.

Диапазон частот равен 20–52 МГц. В свою очередь он разделен на два поддиапазона: I поддиапазон 20–36 МГц; II поддиапазон 36–52 МГц. Настройка частоты плавная, риски по шкале нанесены через 25 кГц.

Общее количество обозначенных рабочих частот радиостанции – 1281. Трехзначное число, указанное на шкале, умноженное на 100, дает значение рабочей частоты в килогерцах.

В радиостанции Р-111 используется параметрическая стабилизация частоты, обеспечивающая относительную нестабильность частоты $\Delta F = 10^{-4}$ ($\pm 5,2$ кГц – абсолютная нестабильность). Радиостанция имеет встроенный кварцевый калибратор для точной установки любой рабочей частоты и коррекции градуировки шкалы на частоте 36 МГц I поддиапазона. Погрешность установки частоты по кварцевому калибратору не превышает 1,5 кГц ($2,8 \cdot 10^{-5}$).

Радиостанция имеет систему автоматизированной настройки на одну из четырех заранее подготовленных частот (ЗПЧ). Время перестройки радиостанции с одной на другую не превышает 45 с. Для подготовки четырех ЗПЧ требуется 4 мин.

Возможна ручная установка любой рабочей частоты с последующей автоматизированной настройкой радиостанции без использования системы ЗПЧ.

Положения переключателя ВИДЫ РАБОТЫ соответствуют следующим видам работы радиостанции:

1. **ТЛФ** – управление радиостанцией с передней панели в телефонном режиме.

2. **ДИСТ.УПР** – управление радиостанцией в телефонном режиме с пульта или вынесенного (до 500 м) телефонного аппарата.

3. **АВТОМ.РЕТР** – станция №1 соединяется со станцией №2 кабелем. При этом одна радиостанция ведущая, вторая – ведомая. Управление радиостанциями осуществляют корреспонденты специальными сигналами.

4. **РУЧ.РЕТР.ПРМ** – две радиостанции соединены двухпроводным кабелем, а радист прослушивает работу, переключая радиостанцию на прием, вторая радиостанция при этом работает на передачу.

5. **РУЧ.РЕТР.ПРД** – две радиостанции соединены двухпроводным кабелем. Радист прослушивает работу, переключая радиостанцию на передачу, вторая радиостанция при этом работает на прием.

6. **РУЧ.РЕТР.ОЖИДАНИЕ** – две радиостанции соединены двухпроводным кабелем. Радист прослушивает работу, обе радиостанции при этом работают на прием.

7. **СЛ.СВЯЗЬ** – приемник и передатчик отключаются и обеспечиваются переговоры по линии ДУ.

8. **800 Гц** – осуществляется посылка корреспонденту нормированного сигнала для регулировки канала на передачу.

Радиостанция обеспечивает работу в следующих режимах:

100 % – передача сигналов с мощностью в антенне 75 Вт;

20 % – передача сигналов с мощностью в антенне 15 Вт;

1 % – передача сигналов с мощностью в антенне 1 Вт.

9. **ДЕЖ.ПР** – дежурный прием без возможности включения радиостанции на передачу.

Радиостанция комплектуется двумя типами антенн: **ШТЫРЬ** – штыревая антенна высотой 3,4 м и **ТЕЛЕСКОП** (комбинированная штыревая антенна) – штырь высотой от 1,5 до 3 м с противовесами на телескопической мачте высотой 11 м.

Конструкция комбинированной штыревой антенны (КША) позволяет выбирать ее длину в зависимости от используемого участка диапазона:

– для частот 20–28 МГц – 3 м;

– для частот 28–36 МГц – 2,4 м;

– для частот 36–46 МГц – 1,8 м;

– для частот 46–52 МГц – 1,5 м.

Электрические характеристики передатчика:

– в режиме 100 %-й мощности передатчика на любой рабочей частоте мощность, отдаваемая в антенну, составляет не менее 75 Вт;

– девиация частоты передатчика составляет 4–7 кГц, нормированное значение – 5 кГц;

– полоса схватывания частотной автоподстройки возбуждителя – не менее ± 125 кГц, при этом остаточная расстройка не превышает $\pm 1,5$ кГц.

Электрические характеристики приемника:

– чувствительность приемника при напряжении сигнала на головных телефонах 1,5 В и отношении сигнал/шум, равном 10, – не хуже 1,5 мкВ;

– значение ПЧ1 приемника равно 8 МГц, а ПЧ2 равно 0,5 МГц;

– полоса пропускания тракта второй промежуточной частоты составляет на уровне 0,5 максимального значения не менее 16 кГц, а на уровне 0,001 – не более 38 кГц;

– ослабление зеркальных помех – не менее 100 дБ.

При работе на 100 %-й мощности передатчиков в любое время года и суток дальность связи между двумя радиостанциями Р-111 составляет:

– не менее 35 км – при работе в движении;

– не менее 45 км – при работе одной радиостанции в движении, а второй – на стоянке;

– не менее 70 км – при работе радиостанций на стоянке.

При этом на стоянке используется КША, а в движении – антенна штыревая высотой 3,4 м (АШ-3,4).

Размещение на одной транспортной базе двух радиостанций Р-111 позволяет организовать пункт автоматической ретрансляции сигналов. При этом примерно вдвое увеличивается дальность радиосвязи между окончательными радиостанциями.

Масса рабочего комплекта радиостанции не превышает 100 кг.

5.1.2. Структурная схема тракта передачи радиостанции Р-111

Комплект радиостанции размещается в автомобиле или бронеобъекте и в своем составе имеет:

- блок приемопередатчика;
- блок согласующего антенного устройства с антенным распределителем;
- блок автоматики САУ;
- блок питания усилителя мощности (БП УМ);
- антенные устройства;
- оконечные устройства (микрофон или ларингофоны, телефоны);
- комплект соединительных кабелей;
- вспомогательное оборудование и запасное имущество.

Источником электропитания радиостанции является бортовая сеть транспортной базы с постоянным током напряжением +26 В. Отрицательный полюс источника соединен с корпусом радиостанции.

Структурная схема представлена на рис. 5.1.

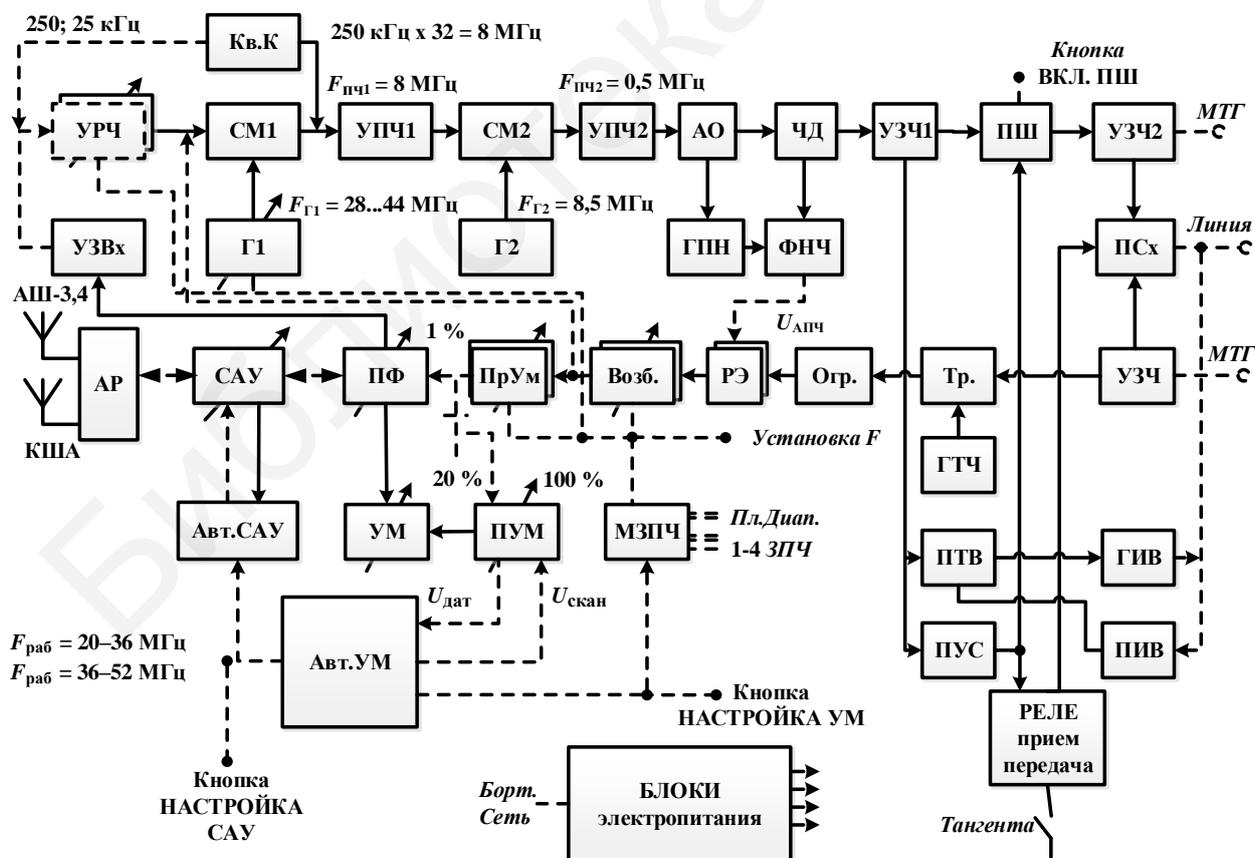


Рис. 5.1. Функциональная схема радиостанции Р-111

Передачик радиостанции включает в себя задающий генератор (диапазонный возбудитель) и усилитель мощности. Трансиверное построение радиостанции позволяет использовать входные цепи радиоприемника в качестве колебательного контура усилителя мощности, а избирательные цепи (внешний контур) диапазонного возбудителя – в качестве нагрузки УВЧ. Диапазонный возбудитель является управляемым автогенератором.

Внутренний контур диапазонного возбудителя включает реактивный элемент (варикап), изменяющий свою емкость под воздействием управляющего напряжения звуковой частоты.

Управляющее напряжение формируется с помощью микрофона и усилителя звуковой частоты, играющего роль модуляционного усилителя при работе на передачу. Модулирующее напряжение ограничивается в ограничителе глубины модуляции для обеспечения требуемой девиации частоты $\Delta f_{\text{дев}} = \pm 5$ кГц.

Частотный модулятор (ЧМ) управляет частотой колебаний, генерируемых задающими генераторами возбудителя. Реактивные элементы подключены параллельно контурам задающих генераторов, а выход УНЧ соединен с реактивными элементами.

Тракты усиления первой и второй промежуточных частот, как и опорный генератор, являются общими для трактов приема и передачи. Второй гетеродин является одночастотным кварцевым автогенератором. Его стабильность существенно превышает стабильность первого гетеродина и не оказывает существенного влияния на общую стабильность частоты радиостанции.

Возбудитель передатчика обеспечивает генерирование колебаний заданной частоты с требуемой стабильностью частоты. В состав возбудителя входят: задающие генераторы (ЗГ) I и II поддиапазонов, реактивные элементы (РЭ) I и II поддиапазонов, элементы схемы автоматической подстройки частоты возбудителя, в качестве которой используется приемник радиостанции.

Диапазонные возбудители передатчика являются перестраиваемыми автогенераторами с низкой стабильностью частоты. Наличие управляющих реактивных элементов (варикапов) во внутренних контурах диапазонного возбудителя существенно ухудшает стабильность генерируемых колебаний и не позволяет получить стабильность радиолинии в пределах нормы, даже при использовании сигналов класса F3.

В состав возбудителя входят задающие генераторы I и II поддиапазонов, элементы схемы АПЧ, реактивные элементы. К возбудителю колебаний предъявляются основные требования – высокая стабильность частоты генерируемых колебаний, точность установки и повторной установки частоты. В передатчике используется способ стабилизации частоты нестабильного генератора по частоте эталонного (опорного) генератора при помощи схемы автоматической подстройки частоты.

Частота колебаний ЗГ устанавливается вручную. В задающих генераторах приняты меры параметрической стабилизации частоты, но стабильность частоты их значительно ниже стабильности частоты первого гетеродина.

Реактивные элементы обеспечивают управление частотой колебаний задающих генераторов при модуляции и автоматической подстройке частоты. Реактивные элементы – управляемые диоды, основное свойство которых состоит в том, что емкость p - n -перехода меняется пропорционально изменению напряжения, прикладываемого к нему. Изменение напряжения, подаваемого на вход реактивных элементов, приводит к изменению не только их емкости, но и общей емкости колебательного контура, а следовательно, и частоты генерируемых задающим генератором колебаний.

Элементы схемы АПЧ включают СМ1, опорный генератор, второй преобразователь частоты, четырехкаскадный УПЧ2, ограничитель амплитуд, дискриминатор (чувствительный элемент), фильтр низких частот (ФНЧ), генератор поиска.

Дискриминатор схемы АПЧ возбудителя обеспечивает подстройку частоты задающих генераторов в полосе частот до 16 кГц. Напряжение сигнала ошибки с выхода дискриминатора через ФНЧ подается на РЭ. Для расширения полосы частот АПЧ возбудителя в схему элементов АПЧ введен генератор поиска (ГП).

Генератор поиска обеспечивает расширение пределов автоматической подстройки частоты задающих генераторов при узкой полосе пропускания приемника.

При отсутствии сигнала промежуточной частоты на входе ограничителя амплитуд с входа ГП снимается отрицательное напряжение и ГП запускается. Схема АПЧ ведет подстройку в широкой полосе частот. Если на входе амплитудного ограничителя (АО) имеется сигнал промежуточной частоты, то на вход ГП подается отрицательное смещение и колебания в нем срываются. В этом случае схема АПЧ ведет подстройку в узкой полосе частот.

Из вышесказанного можно сделать вывод, что стабильность частоты возбудителя зависит от стабильности частоты опорного генератора, второго гетеродина и дискриминатора.

Точная установка частоты осуществляется по нулевому биению двух сигналов с частотой, равной первой промежуточной частоте $f_{ПЧ1}$, образованных:

– путем преобразования колебания $f_c = 25 \cdot m$, подаваемого от кварцевого калибратора на вход первого смесителя, и колебания с частотой опорного генератора $f_{ог}$:

$$f_{ПЧ1} = f_{ог} - f_c;$$

– путем использования гармоники кварцевого калибратора, кратной 250 кГц:

$$f_{ПЧ1} = 250 \cdot n.$$

Нулевые биения будут наблюдаться при точном совпадении колебаний $f_{ПЧ1}$, образованных различными способами. При небольшом уходе частоты опорного генератора от своего номинального значения сравниваемые колебания $f_{ПЧ1}$ будут отличаться по величине, что приведет к нарушению нулевых биений (появление тонального сигнала «писка» в головных телефонах).

Перестройка опорного генератора позволяет найти расположение нулевых биений при отсутствии совпадения рисок на шкале и лимбе радиостанции, т. е. компенсировать погрешность опорного генератора путем перестройки на величину погрешности частоты.

Если радиостанция подвержена сильным дестабилизирующим воздействиям, то возможны случаи ухода частоты опорного генератора на величину, превышающую шаг сетки частот $\Delta f_c = 25$ кГц. При установке частоты это может привести к отсутствию радиосвязи. Коррекция частоты опорного генератора или установка истинной рабочей частоты осуществляется с помощью кварцевого калибратора по сетке частот, следующих через 250 кГц.

Сетка частот, следующих через 250 кГц, позволяет определить абсолютный уход опорного генератора на частоте, кратной 250 кГц, ближайшей к заданной рабочей частоте. Погрешность частоты может быть устранена путем подстройки опорного генератора с помощью специального триммера.

Механизм ЗПЧ передатчика является частью системы установки и отсчета частоты, общей для приемопередатчика, обеспечивает механическое запоминание положения роторов конденсаторов всех настраиваемых элементов передатчика при установке заданной частоты в режиме ЗПЧ, а также восстанавливает это положение автоматически при установке требуемого номера заранее подготовленной частоты.

Установка частоты производится с помощью оптической системы по стеклянной шкале, нанесенной фотоспособом. Запоминающее устройство обеспечивает механическое запоминание положения органов настройки четырех заранее подготавливаемых частот связи.

Принцип работы радиостанции на передачу с частотой, например, $f_p = 30$ МГц, заключается в следующем. Звуковые колебания от источника звука поступают на микрофон. *Микрофон* предназначен для преобразования звуковых колебаний разговорной речи в электрические колебания соответствующих звуковых (низких) частот. С микрофона низкочастотный сигнал с уровнем в десятки милливольт поступает на усилитель низкой частоты.

Усилитель низкой частоты предназначен для усиления сигнала низкой частоты 0,3–3,4 кГц, поступающего от микрофона, до уровня, необходимого для нормальной работы частотного модулятора. В состав УНЧ входят усилитель микротелефонной гарнитуры и микрофонный усилитель.

Амплитудный ограничитель предназначен для ограничения уровня модулирующего напряжения при сохранении максимальной девиации частотно-модулированного сигнала 4–7 кГц.

Возбудитель с РЭ предназначен для формирования ЧМ сигнала на рабочей частоте радиостанции. Возбудитель I поддиапазона перестраивается в пределах 20–36 МГц, возбудитель II поддиапазона – в пределах 36–52 МГц. В данном случае ($f_p = 30$ МГц) сигнал поступает на возбудитель I поддиапазона. Роль частотного модулятора выполняет РЭ в виде полупроводниковых диодов, работающих в запертом режиме и включенных в колебательный контур возбудителя.

В радиостанции используется автоматическая подстройка частоты (АПЧ). В состав системы АПЧ входят:

- возбудитель с реактивным элементом;
- часть приемного тракта от входа первого преобразователя до выхода частотного детектора;
- фильтр нижних частот;
- генератор поиска.

В системе АПЧ возбудителя частотный детектор предназначен для создания постоянного управляющего напряжения, соответствующего значению и знаку расстройки частоты. ФНЧ выделяет управляющее напряжение и защищает РЭ от воздействия высокочастотных продуктов преобразования.

Генератор поиска создает пилообразное напряжение, с помощью которого полоса схватывания системы АПЧ расширяется до ± 125 кГц.

Принцип работы системы АПЧ заключается в следующем. Частота первого гетеродина принимается за частоту эталонного генератора, а частота возбудителя подстраивается под нее. Если в результате воздействия дестабилизирующих факторов возникает расстройка частоты возбудителя относительно ее номинального значения, то на выходе ЧД приемного тракта ФНЧ выделит управляющее напряжение, величина и знак которого будут соответствовать величине и знаку расстройки. Это напряжение подается на РЭ и изменяет емкость *p-n*-переходов полупроводниковых диодов. При этом изменится реактивное сопротивление, вносимое РЭ в контур возбудителя. Частота генерируемых колебаний изменится в сторону уменьшения первоначальной расстройки возбудителя до величины, не превышающей 1,5 кГц и характеризующей устойчивое состояние системы.

Процесс АПЧ возбудителя осуществляется непрерывно при работе радиостанции на передачу. Он может прекратиться лишь в случае резкого отклонения частоты возбудителя более чем на ± 15 кГц. Тогда напряжение ПЧ2 выйдет за пределы полосы пропускания тракта ПЧ2 и на выходе ЧД управляющего напряжения не будет. Однако отсутствие напряжения ПЧ2 на входе АО является сигналом для автоматического включения ГП. Напряжение пилообразной формы с выхода ГП подается на РЭ, что приводит к изменению частоты настройки возбудителя в широких пределах, а именно ± 125 кГц. При этом всегда найдется такая частота возбудителя, при которой в тракте ПЧ2 появится напряжение ПЧ2. На выходе ЧД с помощью ФНЧ выделится управляющее напряжение, а ГП автоматически выключится. Таким образом, поиск заключается в уменьшении первоначальной расстройки частоты возбудителя до величины менее ± 15 кГц, после чего осуществляется АПЧ возбудителя, как было показано выше.

В качестве управителя частотой задающего генератора в системе АПЧ обычно используется тот же реактивный элемент, который служит для осуществления частотной модуляции.

Постоянная времени в цепи управления АПЧ выбирается достаточно большой, чтобы при модуляции сигнала не уменьшалась девиация частоты. АПЧ сле-

дит лишь за медленными изменениями частоты, обусловленными действием дестабилизирующих факторов.

Далее ЧМ сигнал с $f_p = 30 \text{ МГц} \pm 5 \text{ кГц}$ поступает на УМ, количество каскадов которого определяется выбранным режимом мощности.

УМ предназначен для усиления мощности ЧМ сигнала до значения не менее 75 Вт. В трехкаскадном усилителе 1-й каскад выполнен отдельно для каждого поддиапазона и настраивается сопряженно с возбудителем своего поддиапазона. Колебательная мощность на выходе 1-го каскада равна примерно 1 Вт, 2-й и 3-й каскады УМ настраиваются в пределах всего рабочего диапазона частот радиостанции. Выходной каскад передатчика Р-111 представляет собой однодиапазонный двухкаскадный усилитель мощности, обеспечивающий усиление мощности колебаний, созданных возбудителем, до необходимой величины. Он состоит из двух каскадов: предоконечного и окончного и позволяет работать в двух режимах (20 или 100 %-й мощности).

Работа радиостанции в режиме 20 %-й мощности осуществляется путем снижения анодно-экранного напряжения, увеличения напряжения смещения на управляющих сетках ламп 3-го каскада УМ. При работе радиостанции в режиме 1 %-й мощности выходным каскадом передатчика является 1-й каскад УМ. Со 2-го и 3-го каскадов УМ снимаются все питающие напряжения.

Предоконечный каскад собран на двойном генераторном тетроде ГУ-17 по двухтактной схеме. Колебания с возбудителя через контакты ВЧ реле и трансформатор подаются на сетки лампы ГУ-17. В анодном контуре выделяются колебания, усиленные по мощности, и подаются на управляющие сетки ламп ГУ-50 выходного каскада. Выходной каскад также имеет двухтактную схему на двух генераторных пентодах ГУ-50 с общим контуром в анодной цепи, который через двухзвенный промежуточный контур связан с САУ.

Конденсаторы колебательных систем предоконечного и окончного каскадов сопряжены между собой механически, а процесс настройки их на частоту колебаний возбудителя автоматизирован и производится механизмами блока автоматизации усилителя мощности или при помощи дублирующей системы вручную.

Полосовой фильтр предназначен для ослабления побочных излучений передатчика. Он представляет собой двухконтурный фильтр, перестраиваемый сопряженно со 2-м и 3-м каскадами УМ, и играет роль фильтра гармоник.

Согласующее антенное устройство предназначено для обеспечения эффективной передачи энергии ЧМ сигнала в антенну и ослабления побочных излучений. Согласование выходного сопротивления передатчика с входным сопротивлением антенны обеспечивается изменением емкости конденсаторов (контурного и связи) согласующего антенного устройства. При этом сопряжение конденсаторов через систему передачи произведено так, что за один цикл изменения емкости контурного конденсатора происходит десять циклов изменения емкости конденсатора связи.

Антенный распределитель предназначен для подключения к радиостанции выбранной для связи антенны. Он обеспечивает одновременную работу двух

радиостанций как на одну, так и на несколько антенн. В него входят два ВЧ переключателя, два датчика и индикатор настройки антенны.

Антенна предназначена для преобразования энергии токов высокой частоты в энергию электромагнитных колебаний и излучения их в пространство.

5.1.3. Тракт приема

Тракт приема сигналов представляет собой супергетеродин с двойным преобразованием частоты.

Принцип работы радиостанции на прием полезного сигнала с частотой, например $f_p = 30$ МГц, заключается в следующем. Полезный сигнал с уровнем не меньше чувствительности приемника, частотой 30 МГц и формой частотно-модулированного сигнала, девиацией $\Delta f = \pm 5$ кГц принимается антенной. Антенна предназначена для преобразования энергии электромагнитных колебаний в энергию токов высокой частоты. При работе радиостанции на прием антенна подключается через антенный распределитель (АР) к пятиконтурной входной цепи. Ее образуют контуры согласующего антенного устройства (САУ), ПФ, 3-го и 1-го каскадов УМ.

Входная цепь предназначена для предварительного подавления побочных каналов приема, обеспечения заданной реальной избирательности и предотвращения излучения антенной энергии электромагнитных колебаний с частотой первого гетеродина.

Согласующее антенное устройство предназначено для согласования комплексного сопротивления антенны с активным сопротивлением входа приемника путем нейтрализации реактивной составляющей. Далее сигнал практически без изменения поступает на УВЧ I поддиапазона. На входе усилителя подключено устройство защиты входа, которое предназначено для защиты входных цепей приемника радиостанции. При значительном превышении уровня сигнала (единицы вольт) радиостанция блокируется, загорается световое табло ЗАЩИТА ВХОДА. Разблокировка возможна только при выключении питания.

Усилитель высокой частоты предназначен для усиления (примерно в 10–100 раз) полезного сигнала до уровня, необходимого для нормальной работы тракта первой ПЧ, обеспечения избирательности по зеркальному каналу и требуемой чувствительности приемника (определяет в основном первый каскад усиления). УВЧ обеспечивает дальнейшее ослабление помех. Он является усилителем резонансного типа с автотрансформаторным включением контура в анодную цепь лампы. Каскад усилителя высокой частоты имеет однотипные схемы на I и II поддиапазонах. Колебания сигнала с контура УВЧ подаются на вход лампы смесителя соответствующего поддиапазона.

Первый преобразователь частоты предназначен для преобразования напряжения с частотой сигнала в напряжение ПЧ1 без нарушения закона модуляции. Он состоит из смесительного каскада (СМ1) и первого гетеродина, в качестве которого используется опорный генератор, работающий в диапазоне частот 28–44 МГц. Каскад смесителя имеет самостоятельные лампы на каждом

поддиапазоне и общий полосовой фильтр. Смеситель – нелинейный элемент первого преобразователя частоты. В нем применена схема двухсеточного преобразования частоты, т. е. напряжение сигнала подается на управляющую сетку, а напряжение первого гетеродина – на защитную сетку лампы смесителя. Первый гетеродин (опорный генератор при передаче) создает вспомогательные колебания, частота которых отличается от частоты принимаемого сигнала на величину ПЧ1. Он является одним из основных элементов, определяющих стабильность частоты не только приемника, но и радиостанции в целом. Поэтому основное требование к нему – высокая стабильность частоты генерируемых колебаний.

Высокая стабильность частоты генерируемых первым гетеродином колебаний достигнута за счет использования метода параметрической стабилизации частоты. Этот метод включает:

- использование схемы двухконтурного генератора с электронной связью;
- применение материалов и деталей, обеспечивающих термостабилизацию и термокомпенсацию;
- обеспечение механической стойкости всех деталей и экранирование гетеродина;
- применение вакуумно-плотной герметизации колебательного контура;
- конструкцию колебательного контура, выполненную из расчета максимального повышения стабильности и точности установки частоты.

При работе на I поддиапазоне (20–36 МГц) настройка гетеродина верхняя, а на II поддиапазоне (36–52 МГц) – нижняя. Этим обеспечивается постоянное значение промежуточной частоты, равное 8 МГц. Высокое значение ПЧ1 радиоприемника обеспечивает надежное подавление побочных каналов приема на частотах $f_{зк}$, $f_{пч1}$ при относительно простых избирательных цепях трактов радиочастоты. Настройка входного контура, контура УВЧ и первого гетеродина сопряжена и обеспечивается ручкой установки частоты. Если $f_p = 30$ МГц, то частота первого гетеродина равна $f_{г1} = 38$ МГц, а частота зеркального канала $f_{зк} = 46$ МГц. На выходе СМ1 образуется два сигнала:

- с разностной частотой: $f_{г1} - f_p = 38 - 30 = 8$ МГц ± 5 кГц;
- с суммарной частотой: $f_{г1} + f_p = 38 + 30 = 68$ МГц ± 5 кГц.

Усилитель первой промежуточной частоты (УПЧ1) предназначен для усиления (примерно в 10–100 раз) сигналов на частоте $f_{пч1} = 8$ МГц в полосе 80–100 кГц до уровня, необходимого для нормальной работы тракта ПЧ2 и подавления побочных каналов приема, прежде всего по второй промежуточной частоте. Он представляет собой однокаскадный усилитель с четырехконтурным фильтром сосредоточенной селекции (ФСС).

Второй преобразователь частоты предназначен для преобразования напряжения ПЧ1 в напряжение ПЧ2 без изменения закона модуляции сигнала. Он состоит из СМ2 и второго гетеродина, выполненного по схеме кварцевого генератора с собственной частотой 8,5 МГц. Кварцевая стабилизация частоты второго гетеродина позволяет не ухудшать общую стабильность частоты приемника и приемопередатчика в целом. На выходе второго смесителя образуется два сигнала:

- с разностной частотой $f_{Г2} - f_{ПЧ1} = 8,5 - 8 = 0,5 \text{ МГц} \pm 5 \text{ кГц}$;
- с суммарной частотой $f_{Г2} + f_{ПЧ1} = 8,5 + 8 = 16,5 \text{ МГц} \pm 5 \text{ кГц}$.

Шестиконтурный ФСС смесительного каскада выделяет разностное значение $f_{ПЧ2} = 0,5 \text{ МГц}$. Значение второй промежуточной частоты $f_{ПЧ2} = 500 \text{ кГц}$ позволяет получить требуемое устойчивое усиление сигнала и хорошую частотную избирательность по соседнему каналу.

Усилитель второй промежуточной частоты (УПЧ2) предназначен для основного усиления сигнала (примерно в 100 000 раз) и обеспечения избирательности по соседнему каналу приема. Он представляет собой четырехкаскадный усилитель, обеспечивающий усиление сигнала до величины, превышающей порог ограничения амплитудного ограничителя. УПЧ2 имеет трехконтурный ФСС. Далее полезный сигнал с частотой $f_{ПЧ2} = 0,5 \text{ МГц} \pm 5 \text{ кГц}$ поступает на амплитудный ограничитель.

Амплитудный ограничитель предназначен для устранения паразитной амплитудной модуляции и поддержания постоянного уровня напряжения ПЧ2 на входе частотного детектора. Каскад в режим ограничения переходит при входных сигналах, превосходящих порог ограничения ($U_{\text{пор. огр}} = \pm 1,0 \text{ В}$).

Частотный детектор (ЧД) предназначен для преобразования частотно-модулированного напряжения ПЧ2 в напряжение (единицы вольт) низкой (звуковой) частоты 0,3–3,4 кГц. ЧД (дискриминатор) собран на двух полупроводниковых диодах. Колебания звуковой частоты с выхода ЧД подаются на вход УНЧ.

Усилитель низкой частоты предназначен для усиления мощности низкочастотного сигнала в полосе 0,3–3,4 кГц до значения, необходимого для нормальной работы оконечных устройств, а также для регулировки приемного уровня сигнала. Каскады УНЧ собраны на полупроводниковых триодах. Предварительный каскад представляет собой эмиттерный повторитель, а оконечный каскад – усилитель трансформаторный, выходные обмотки которого подключены к телефонам гарнитуры или к линии.

Подавитель шумов предназначен для подавления собственных шумов приемного тракта при отсутствии сигнала корреспондента в целях снижения утомляемости оператора.

Оконечные устройства (телефоны ТА-56М) предназначены для преобразования электрических колебаний низкой частоты в механические (звуковые) колебания мембраны. Телефоны являются оконечным устройством приемника, в них заканчивается процесс преобразования сигнала в сообщение.

5.1.4. Принцип работы схемы при установке и коррекции частоты опорного генератора

Основным источником погрешности установки частоты радиостанции и ее нестабильности является ОГ. Именно ОГ определяет точность подстройки возбуждателя системой АПЧ. Поэтому в радиостанции предусматривается возможность установки и коррекции частоты ОГ по внутреннему кварцевому калибратору. В состав кварцевого калибратора входят:

- высокостабильный неперестраиваемый кварцевый генератор, работающий на частоте 1 МГц;
- усилитель и делители частоты.

С помощью делителей частоты на выходе кварцевого калибратора выделяется напряжение эталонных частот 25 и 250 кГц.

Установка и коррекция частоты ОГ осуществляется при работе радиостанции на прием, когда ОГ выполняет функцию первого гетеродина, а система АПЧ не работает.

Сущность установки и коррекции частоты ОГ заключается в следующем. Колебания с частотой 250 или 25 кГц подаются на вход УНВЧ приемного тракта. Поскольку рабочие частоты настройки радиостанции кратны 25 кГц, то на выходе УНВЧ выделится соответствующая гармоника с частотой 250 или 25 кГц в качестве эталонного сигнала. После первого преобразования этого сигнала на выходе смесителя выделяется напряжение ПЧ1, точность которой определяется стабильностью и точностью установки частоты ОГ. В общем случае ПЧ1 будет равна $8 \text{ МГц} \pm \Delta f_{\text{ОГ}}$, где $\Delta f_{\text{ОГ}}$ – расстройка частоты ОГ.

Одновременно в тракт ПЧ1 подается с выхода кварцевого калибратора напряжение с частотой 250 кГц. Из этого напряжения фильтрами тракта ПЧ1 выделяется 32-я гармоника в качестве эталонного напряжения ПЧ1, равная 8 МГц.

Взаимодействие этих двух сигналов при дальнейшем преобразовании в тракте приема вызывает появление на выходе ЧД напряжения с частотой $\Delta f_{\text{ОГ}}$. На выходе тракта приема в телефонах прослушивается тон, частота которого равна $\Delta f_{\text{ОГ}}$. Точной установкой частоты по шкале и последующей коррекцией ОГ оператор добивается уменьшения частоты тона, т. е. уменьшения $\Delta f_{\text{ОГ}}$ до величины $\Delta f_{\text{ОГ}} = 0$, что соответствует нулевым биениям, а следовательно, точной установке частоты настройки радиостанции.

Точная настройка радиостанции и коррекция частоты ОГ могут производиться на любой рабочей частоте. Однако учитывая, что ОГ один для двух поддиапазонов, а шкальные устройства I и II поддиапазонов совмещены, эти операции выполняются только на I поддиапазоне, который при калибровке включается автоматически.

5.1.5. Система автоматической настройки радиостанции Р-111

Система автоматики ЗПЧ является программным автоматическим устройством, основанным на наличии информации о положении органов настройки возбуждителя и приемника для каждой ЗПЧ. При подготовке ЗПЧ ручкой УСТАНОВКА ЧАСТОТЫ задаются угловые положения органов настройки поочередно для четырех рабочих частот. Эти угловые положения запоминаются с помощью механических элементов памяти, а в последующем воспроизводятся с большой точностью. Запуск системы принудительный и осуществляется нажатием на передней панели радиостанции кнопки ПОДГОТОВЛ. ЧАСТОТЫ с нужным номером ЗПЧ.

Системы автоматики УМ и САУ являются экстремальными следящими регуляторами. Настройка УМ сводится к автоматическому поиску и установке максимума резонанса токов в контуре 2-го каскада УМ на частоте возбудителя. Сопряженно со 2-м каскадом настраиваются 3-й каскад УМ и полосовой фильтр. Настройка САУ заключается в достижении максимума мощности, отдаваемой передатчиком в антенну.

Запуск систем автоматики УМ и САУ осуществляется автоматически после отработки системы автоматики ЗПЧ. Принудительный запуск с помощью кнопок НАСТРОЙКА УМ, САУ используется при настройке радиостанции в плавном диапазоне.

Автоматика согласующего антенного устройства обеспечивает управление электромеханическими приводами роторов конденсаторов САУ. Она представляет собой схему автоматического регулирования, в которой момент получения наибольшей колебательной мощности в антенне регистрируется антенным датчиком и через систему запоминания (конденсатор памяти) и каскад сравнения (обратная связь) приводит к остановке электродвигателей (канал прямой связи).

Процесс автоматической настройки САУ сводится к тому, что с антенного датчика на конденсатор памяти подается напряжение, пропорциональное максимальной проходной мощности за цикл изменения емкости конденсатора контура САУ. Это напряжение запоминается до следующего цикла изменения емкости конденсатора контура, затем в следующем цикле это напряжение сравнивается с запомненным. Если оно окажется одинаковым с ранее запомненным, то электродвигатель контурного конденсатора выключается, а электродвигатель конденсатора связи начинает вращаться со значительно меньшей скоростью. Его вращение продолжается до тех пор, пока на конденсатор памяти не поступит наибольшее напряжение. В этот момент электродвигатель останавливается и процесс настройки заканчивается.

5.1.6. Общая характеристика системы электропитания

Первичным источником электропитания радиостанции Р-111 является бортовая сеть постоянного тока напряжением $+26 \pm 4$ В. Отрицательный полюс сети соединяется с корпусом радиостанции.

Ток, потребляемый от сети с номинальным напряжением, составляет:

- не более 20 А – при работе радиостанции на передачу;
- не более 7 А – при работе на прием;
- не более 2 А – при работе в режиме дежурного приема.

Элементы системы электропитания размещены в блоке питания приемопередатчика и блоке питания УМ.

Блок питания приемопередатчика содержит:

- преобразователь напряжения постоянного тока для получения напряжения +60, +12, +4, +2,4 В, а также стабилизаторы напряжения указанных градаций;
- преобразователь напряжения постоянного тока для получения напряжения +160 В.

Блок питания УМ содержит:

- преобразователь напряжения постоянного тока для получения напряжения +800, +400, +285, –180 В;
- стабилизатор напряжения накала 12,6 В;
- трансформатор напряжения с частотой 800 Гц.

Коммутация цепей питания при включении радиостанции и смене режима работы осуществляется с помощью переключателя РЕЖ. РАБОТЫ и группы реле.

5.2. РАДИОСТАНЦИЯ Р-123МТ

5.2.1. Назначение и общая характеристика радиостанции Р-123МТ

Радиостанция Р-123МТ – ультракоротковолновая радиостанция малой мощности третьей подгруппы, приемопередающая, симплексная (полудуплексная), автоматизированная, телефонная, предназначена для обеспечения телефонной радиосвязи с подвижными объектами. Радиостанция входит в комплект оборудования бронеекспедиторов, командно-штабных машин и машин боевого управления.

Диапазон рабочих частот равен 20–51,5 МГц. В свою очередь он разделен на два поддиапазона:

- I поддиапазон – 20–35,75 МГц;
- II поддиапазон – 35,75–51,5 МГц.

Количество рабочих частот – 1261.

Стабилизация рабочей частоты приемопередатчика – параметрическая. Абсолютная нестабильность и погрешность частоты настройки приемопередатчика не превышает 3,5 кГц.

Радиостанция Р-123М обеспечивает телефонную радиосвязь с частотной модуляцией (F3).

Радиостанция обеспечивает работу в следующих режимах:

- симплексной радиосвязи;
- полудуплексной радиосвязи с автоматическим переводом радиостанции на передачу голосом оператора;
- дежурного приема.

Мощность передатчика на любой рабочей частоте – не менее 20 Вт. Девияция частоты передатчика равна ± 5 кГц при напряжении на входе модулятора 1 мВ.

Чувствительность приемника во всем диапазоне частот (при соотношении сигнал/шум на выходе 10:1):

- с включенным подавителем шумов – не менее 6 мкВ;
- с выключенным подавителем шумов – не менее 3 мкВ.

Дальности связи при работе радиостанции Р-123М на типовые антенны подвижных объектов указаны в табл. 5.1.

Таблица 5.1

Дальности связи		
Тип антенны	Условия работы	Дальность связи, км
АШ-4	Движение	20
АШ-4	Движение; вкл. ПШ	13
Аварийная антенна (провод 2,5 м)	Стоянка	5

В радиостанции предусмотрены возможности:

- автоматизированной перестройки на четыре заранее подготовленные частоты;
- плавной установки и ручной подстройки рабочих частот;
- дистанционного управления с ВТА (только в КШМ);
- одновременной работы с радиоприемником Р-326 и радиостанцией Р-130М на общую антенну (в КШМ типа Р-142Н, Р-145БМ);
- калибровку рабочих частот по встроенному кварцевому калибратору.

Электропитание радиостанции осуществляется от бортовой сети напряжением +13 или +26 В (с заземлением минусового провода).

Действующий комплект радиостанции включает:

- приемопередатчик;
- блок питания;
- шлемофон с нагрудным переключателем;
- комплект соединительных кабелей;
- АШ-4.

Для управления радиостанцией в бронеобъектах используется танковое переговорное устройство типа Р-124.

В КШМ радиостанция управляется с помощью соответствующего оборудования с пультов рабочих мест.

5.2.2. Особенности функциональной схемы радиостанции Р-123МТ

Радиостанция состоит из следующих функциональных частей:

- тракта приема;
- тракта передачи;
- системы автоматической настройки;
- системы стабилизации рабочих частот;
- системы электропитания.

Тракт приема радиостанции построен по супергетеродинной схеме с двойным преобразованием частоты. Переключение усилителей напряжения радиочастоты при переходе с одного поддиапазона на другой осуществляется по цепям накального и анодного напряжения.

Отличительными особенностями тракта приема радиостанции Р-123 по сравнению с Р-111 являются:

– различные значения ПЧ1 и ПЧ2 (у радиостанции Р-123МТ соответственно 7,875 и 0,465 МГц);

– устройство подавителя шумов.

Первый гетеродин перестраивается в диапазоне 28,875–43,625 МГц. В I поддиапазоне перестройки тракта радиочастоты (20–35,75 МГц) настройка гетеродина верхняя, а во II поддиапазоне (35,75–51,5 МГц) – нижняя, а значение первой промежуточной частоты равно 7,875 МГц.

Второй гетеродин приемника является кварцевым автогенератором с частотой 7,41 МГц. Избирательные цепи тракта УПЧ2 (десятизвенный ПФ2 и фильтры в анодных цепях каскадов УПЧ2) настроены на частоту 465 кГц. Полоса пропускания тракта ПЧ2 не превышает 18 кГц.

Подавитель шумов состоит из ФНЧ с частотой среза до 200 Гц, включенного в анодную цепь первого каскада УЗЧ; усилителя напряжения шумов, собранного на лампах; детектора, включенного в анодную цепь лампы усилителя напряжения шумов.

При отсутствии сигнала напряжение шумов через ФНЧ подается на вход усилителя, усиливается, детектируется и в отрицательной полярности подается на управляющую сетку оконечного каскада УЗЧ приемника, запирая его.

При появлении сигнала шумы подавляются в амплитудном ограничителе, а низкочастотный сигнал в полосе 0,3–3,4 кГц не воздействует на подавитель шумов. Для защиты подавителя шумов от ложных срабатываний предусмотрено запирающее напряжение лампы усилителя шумов выпрямленным напряжением сигнала, поступающего из тракта второй промежуточной частоты.

При полном подавлении шумов существенно ухудшается чувствительность. Кроме того, отсутствует слуховой контроль работоспособности тракта приема. Поэтому для удобства работы шумы полностью не подавляются. С помощью регулятора устанавливается уровень шумов, обеспечивающих наименьшую утомляемость оператора.

Необходимость введения подавителя шумов такой схемы определяется их большим уровнем (до 6 В) на выходе приемного устройства, особенно при размещении радиостанции в бронеобъектах.

Отличительными особенностями тракта передачи радиостанции Р-123МТ по сравнению с радиостанцией Р-111 являются:

- устройство тракта звуковой (низкой) частоты;
- наличие функционального узла дуплексного устройства.

Поскольку напряжение на выходе ларингофонов сравнительно мало, то для усиления колебаний звуковых частот до величины, необходимой для осуществления нормальной девиации, используется подмодулятор и два каскада УЗЧ с амплитудным ограничителем, включенным между ними.

При нажатии кнопки ТОН. ВЫЗОВ в режимах «Симплекс» и «Дуплекс» образуется положительная обратная связь между 2-м и 3-м каскадами УЗЧ, что переводит их в режим самовозбуждения с частотой 1000 Гц. Это колебание используется для формирования посылок тонального вызова корреспонденту.

Дуплексное устройство предназначено для переключения радиостанции с приема на передачу и обратно за счет действия голоса оператора (режим «Дуплекс»). Оно состоит из двухкаскадного УЗЧ, выпрямителя (детектора) и усилителя постоянного тока (УПТ), нагруженного на реле. В режиме «Прием» по обмотке реле протекает ток.

При разговоре оператора напряжение звуковой частоты, снимаемое с ларингофонов, усиливается двухкаскадным УЗЧ, выпрямляется и в отрицательной полярности прикладывается к управляющей сетке лампы УПТ. Радиостанция переводится в режим передачи. Время переключения с приема на передачу составляет 30 мс, с передачи на прием – 30–700 мс.

Для устранения ложных срабатываний в условиях сильных акустических шумов в схеме предусмотрена защита в виде Т-образного фильтра, включенного в цепь обратной связи 2-го каскада УЗЧ. Эта цепь обеспечивает завал высших звуковых частот, лежащих выше частотных характеристик человеческого голоса.

Система АПЧ предназначена для обеспечения бесперерывной и бесподстроечной радиосвязи между радиостанциями. Система АПЧ состоит из широкополосного и узкополосного колец подстройки и обеспечивает частотную точность и стабильность не хуже 3,5 кГц. Система стабилизации рабочих частот радиостанции, кроме кольца АПЧ, включает в себя кварцевый калибратор (КК), смеситель I поддиапазона и опорный генератор с параметрической стабилизацией частоты. Конструктивно внутренний контур ОГ и кварцевый генератор размещены совместно в одном термостате, внутри которого поддерживается температура $+70 \pm 1$ °С.

Кварцевый калибратор (КК) используется для периодической проверки точности градуировки оптической шкалы. Рабочая частота кварцевого генератора равна 7,875 МГц.

Система электропитания радиостанции представлена первичными и вторичными источниками питания. Первичным источником служит напряжение постоянного тока 26 В (13 В) (бортсеть подвижного объекта). Вторичным источником питания является блок питания (БП), конструктивно выполненный отдельно от блока приемопередатчика.

Блок питания состоит из трех преобразователей, предназначенных для работы радиостанции в различных режимах. Преобразователи 1 и 2 работают в режимах «Дежурный прием», «Симплекс», «Дуплекс». Преобразователь 3 работает в режиме «Симплекс-передача» и «Дуплекс-передача».

В состав радиостанции входит промышленный комплект, размещаемый в укладочном ящике, с запасным и вспомогательным имуществом. Этот комплект включает:

- приемопередатчик;
- блок питания;
- секции штыревой антенны;
- монтажный комплект антенного устройства;
- высокочастотный кабель – фидер антенны;

– кабель питания.

В состав ЗИП входят:

- штыревая антенна в упаковке;
- нагрудный переключатель;
- ключ-отвертка для установки ЗПЧ;
- ящик ЗИП;
- техническая документация;
- антенный фильтр и эквивалент антенны (поставляются по заказу).

5.2.3. Структурная схема радиостанции Р-123МТ

Функциональная схема радиостанции отображена на рис. 5.2. Приемопередатчик радиостанции собран по трансиверной схеме с автоматической подстройкой частоты возбудителя. Установка общей рабочей частоты передатчика и приемника с одновременной перестройкой всех диапазонных контуров схем осуществляется ручкой УСТАНОВКА ЧАСТОТЫ, выведенной на переднюю панель приемопередатчика.

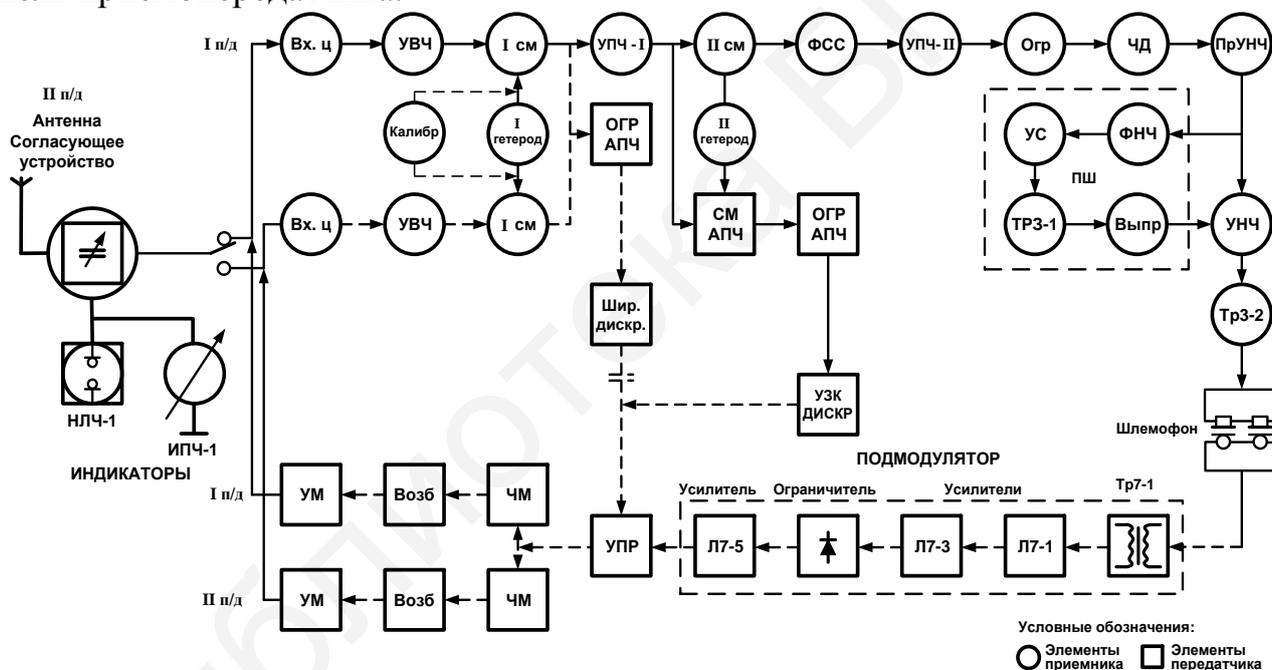


Рис. 5.2. Функциональная схема радиостанции Р-123МТ

Переключение с одного поддиапазона на другой производится с помощью коммутации цепей накала электронных ламп. В зависимости от положения нагрудного переключателя ПРИЕМ-ПЕРЕДАЧА и переключателя поддиапазонов схема радиостанции может принимать вид:

- супергетеродинного приемника с двойным преобразованием частоты;
- двухкаскадного передатчика с отдельным частотным модулятором и автоматической подстройкой частоты диапазона возбудителя по частоте первого гетеродина приемника.

Приемник радиостанции включает:

- согласующее устройство;
- усилитель высокой частоты I и II поддиапазонов;
- первый преобразователь I и II поддиапазонов (первый гетеродин и первый смеситель I и II поддиапазонов);
- усилитель первой промежуточной частоты;
- второй преобразователь (второй гетеродин и второй смеситель);
- фильтр сосредоточенной селекции;
- трехкаскадный полосовой усилитель второй промежуточной частоты;
- амплитудный ограничитель;
- частотный детектор (дискриминатор);
- двухкаскадный усилитель низкой частоты (предварительный УНЧ и выходной каскад УНЧ).

Подавитель шумов состоит из фильтра низких частот, усилителя шума и выпрямителя.

Передачик радиостанции состоит из следующих каскадов:

- возбуждателя I или II поддиапазона;
- усилителя мощности I или II поддиапазона;
- трехкаскадного подмодулятора;
- каскада управления;
- частотного модулятора (реактивного элемента), функцию которого выполняют полупроводниковые диоды (варикапы).

В радиостанции применяется двухкольцевая система автоматической подстройки частоты (АПЧ) диапазонных возбуждателей на частоте первого гетеродина приемника.

Система АПЧ включает:

- ограничитель первого кольца АПЧ;
- широкополосный дискриминатор (частотный детектор первого кольца АПЧ);
- смеситель и ограничитель второго кольца АПЧ;
- узкополосный дискриминатор (частотный детектор второго кольца АПЧ).

Кроме перечисленных элементов, в радиостанции имеются:

- кварцевый калибратор;
- дуплексное устройство, обеспечивающее автоматическое переключение радиостанции с приема на передачу голосом оператора;
- система индикации настройки согласующего устройства и контроля питающего напряжения.

Общими элементами схемы, работающими при включении радиостанции как на прием, так и на передачу, являются:

- согласующее устройство;
- УВЧ I или II поддиапазона;
- первый гетеродин;

- первый смеситель I или II поддиапазона;
- усилитель первой промежуточной частоты и второй преобразователь;
- ограничитель;
- дискриминатор;
- усилители низкой частоты.

При работе радиостанции на прием (тангента нагрудного переключателя установлена в положение ПРМ) антенна преобразует электромагнитную энергию радиоволн, излучаемую передатчиком корреспондента, в напряжение сигналов с высокой частотой. Это напряжение через согласующее устройство в зависимости от поддиапазона подается на вход усилителя высокой частоты.

Усиление высокочастотного сигнала осуществляется однокаскадным усилителем (УВЧ). С него напряжение сигнала поступает на первый смеситель. Одновременно на смеситель подается напряжение от первого гетеродина, имеющего плавную перестройку в полосе частот от 27, 875 до 43, 625 МГц.

На I поддиапазоне частота первого гетеродина выше частот принимаемого сигнала, а на II поддиапазоне – ниже на 7,875 МГц. Усиленное однокаскадным усилителем напряжение ПЧ1 подается на СМ2. На СМ2 подается напряжение от второго окварцованного гетеродина, частота которого $f_{Г2} = 7410$ кГц. В результате преобразования на выходе СМ2 выделяется напряжение второй промежуточной частоты $f_{ПЧ2} = f_{ПЧ1} - f_{Г2} = 465$ кГц. Это напряжение через десятиконтурный ФСС поступает на трехкаскадный УПЧ2. ФСС обеспечивает избирательность приемника по соседнему каналу, а основное усиление реализуется в тракте усиления второй промежуточной частоты.

С выхода последнего каскада усилителя напряжение с частотой $f_{ПЧ2}$ подается на амплитудный ограничитель, который усредняет паразитную амплитудную модуляцию сигнала и повышает помехозащищенность приемника против импульсных помех.

Ограниченное по амплитуде напряжение второй промежуточной частоты поступает на частотный детектор (дискриминатор, предназначенный для преобразования частот промодулированного напряжения в напряжение низкой (звуковой) частоты). С выхода детектора напряжение звуковой частоты усиливается двумя каскадами усиления низкой частоты и поступает на телефон шлемофона.

При отсутствии сигнала корреспондента на выходе фильтра низких частот имеется напряжение низкочастотных составляющих спектра собственных шумов приемника (до 200 Гц), которое усиливается каскадом усилителя шума и поступает на выпрямитель шумоподавителя. Выпрямленное напряжение запирает УНЧ. При появлении сигнала корреспондента собственные шумы приемника подавляются и на выходе выпрямителя шумоподавителя отсутствует запирающее напряжение. УНЧ переходит в режим нормального усиления.

Регулировка порога срабатывания схемы шумоподавителя осуществляется ручкой ШУМЫ, выведенной на переднюю панель приемопередатчика.

При работе радиостанции на передачу (тангента нагрудного переключателя установлена в положение ПРД) питающие напряжения подаются на все каскады приемопередатчика. Часть каскадов приемника до второго смесителя участвует в работе системы автоматической подстройки частоты возбуждителя.

Частота колебаний передатчика на каждом поддиапазоне задается отдельным диапазонным возбуждителем, колебания которого усиливаются по мощности и через согласующее устройство подаются в антенну.

При передаче информации напряжение звуковой частоты от ларингофонов шлемофона предварительно усиливается трехкаскадным подмодулятором и через каскад управления воздействует на реактивный элемент, с помощью которого осуществляется частотная модуляция диапазонного возбуждителя.

Контроль собственной передачи (самопрослушивание) обеспечивается через приемный тракт, при этом сигнал с усилителя мощности передатчика поступает на вход усилителя высокой частоты приемника, усиливается и преобразуется так же, как и при приеме сигналов корреспондента.

При работе радиостанции в режиме электрического полудуплекса управление переходом с приема на передачу осуществляется голосом оператора с помощью дуплексного устройства.

При отсутствии звукового давления на ларингофоны возбуждатель, усилитель мощности передатчика и ограничитель второго кольца АПЧ заперты напряжением, подаваемым через релейную схему от блока питания. При ведении разговоров напряжение звуковой частоты с выхода третьего каскада подмодулятора поступает на двухкаскадный усилитель низкой частоты дуплексного устройства. Усиленное напряжение низкой частоты выпрямляется и подается на усилитель постоянного тока (УПТ), в результате чего релейная схема выключается и снимается запирающее напряжение с ламп передатчика и ограничителя второго кольца АПЧ – радиостанция включается на передачу.

5.2.4. Система стабилизации частоты

Одним из условий, обеспечивающим бесперебойное вхождение в связь и бесподстроечное ведение радиосвязи, является определенное постоянство частоты передатчика. Для радиостанции Р-123МТ отклонение рабочей частоты от номинального значения не должно превышать ± 5 кГц. Получение такой стабильности рабочей частоты приемопередатчика наряду с параметрической стабилизацией достигается применением системы грубой и точной автоматической подстройки частоты диапазонных возбуждителей.

В схеме частотной автоподстройки используются тракты усиления высокой и первой промежуточной частоты приемника.

Система грубой автоподстройки (первое кольцо АПЧ) действует при больших изменениях частоты возбуждителя в момент включения на передачу, при переключении диапазонов, при переходе с одной частоты на другую и т. д.

При отклонении частоты возбуждителя на 30–150 кГц от своего номинала аналогично изменяется значение ПЧ1. В результате на выходе частотного детек-

тора первого кольца АПЧ появится управляющее напряжение, величина которого зависит от величины и знака расстройки. Это напряжение, воздействуя через каскад управления на РЭ, уменьшает первоначальное отклонение частоты возбудителя до величины 20–30 кГц. Система точной автоподстройки (второе кольцо АПЧ) действует при изменении частоты возбудителя в пределах ± 30 кГц, при этом на такую же величину изменяется значение промежуточной частоты на выходе смесителя второго кольца АПЧ.

В результате детектирования на нагрузке частотного детектора второго кольца АПЧ появится управляющее напряжение, величина и знак которого зависят от величины и знака расстройки. Это напряжение, воздействуя через каскад управления на реактивный элемент, уменьшает отклонение частоты возбудителя до величины порядка ± 5 кГц.

Точность градуировки приемопередатчика радиостанции Р-123МГ зависит в основном от точности частоты первого гетеродина приемника. Для контроля и коррекции частоты первого гетеродина в радиостанции имеется собственный кварцевый калибратор с частотой 7,875 МГц. Включение калибратора возможно только в режиме дежурного приема. При этом контроль градуировки осуществляется методом сравнения основной частоты кварцевого калибратора с первой промежуточной частотой приемника, которая образуется в результате преобразования частоты соответствующей гармоники кварца.

5.3. РАДИОСТАНЦИЯ Р-130М

5.3.1. Назначение и общая характеристика радиостанции Р-130М

Радиостанция Р-130М – коротковолновая радиостанция малой мощности третьей подгруппы, приемопередающая, симплексная, телефонно-телеграфная, автоматизированная, предназначена для обеспечения коротковолновой радиосвязи в тактическом звене управления.

Диапазон частот равен 1,5–10,99 МГц, разбит на 10 поддиапазонов:

- | | |
|------------------|---------------------|
| 1. 1,5–1,99 МГц. | 6. 6,0–6,99 МГц. |
| 2. 2,0–2,99 МГц. | 7. 7,0–7,99 МГц. |
| 3. 3,0–3,99 МГц. | 8. 8,0–8,99 МГц. |
| 4. 4,0–4,99 МГц. | 9. 9,0–9,99 МГц. |
| 5. 5,0–5,99 МГц. | 10. 10,0–10,99 МГц. |

Шаг сетки $\Delta f_c = 10$ кГц при дискретной настройке на 950 частот. Относительная нестабильность частоты приемопередатчика в режиме дискретной перестройки не превышает $0,7 \cdot 10^{-6}$ за 6 месяцев.

Виды работ:

- однополосная модуляция (ОМ);
- амплитудная модуляция (АМ);
- амплитудная телеграфия (АТ);
- частотная телеграфия ЧТ (только на передачу).

В режиме дискретной установки частоты радиостанция обеспечивает все виды работ.

Предусмотрена работа и при плавной настройке. При плавной установке частоты ее погрешность должна быть не хуже ± 5 кГц. При работе с плавной установкой частоты радиостанция обеспечивает все виды работ, кроме ОМ и ЧТ.

Вид работы АМ используется для связи с радиостанциями старого парка, работающими сигналами с амплитудной модуляцией.

При работе в ОМ имеется возможность использования специальной аппаратуры, а при работе в ЧТ – аппаратуры быстрогодействия (БД) со скоростью телеграфирования до 150 бод.

При работе в ОМ и АМ предусмотрена возможность ДУ радиостанцией по двухпроводной линии длиной до 2 км с телефонного аппарата ТА-57.

Мощность передатчика, отдаваемая в эквивалент антенны «Штырь-4м», в телеграфном режиме составляет не менее 12–40 Вт в автомобильном варианте и не менее 10–40 Вт в танковом варианте, увеличиваясь с повышением частоты.

Возможна работа с пониженной мощностью (20–30 % от полной).

Чувствительность приемника при соотношении сигнал/шум, равном 3:1, и выходном напряжении 1,5 В на головных телефонах микротелефонной гарнитуры должна быть:

- при приеме сигналов с однополосной модуляцией не хуже 3 мкВ;
- при приеме сигналов с амплитудной модуляцией – 10 мкВ;
- при слуховом приеме телеграфных сигналов с амплитудной манипуляцией – 2 мкВ в АТУ и 5 мкВ в АТШ.

Выходное напряжение на клеммах ЛИНИЯ и З при нормальной чувствительности должно быть не менее 0,52 В.

Ослабление помехи по зеркальному каналу должно быть не менее 60 дБ.

Полоса пропускания телеграфного тракта на уровне 0,7 должна быть не более 450 Гц (АТУ) и не менее 1,0 кГц (АТШ). Автоматическая регулировка усиления приемника обеспечивает изменение сигнала на выходе приемника не более чем в 2,5 раза при изменении входного сигнала в 1000 раз.

В комплект штатных антенн радиостанции автомобильного варианта входят: «Штырь-4м» (АШ-4), «Наклонный луч» (НЛ) и «Симметричный наклонный вибратор» (СВ-15/25). Комплект антенн радиостанций танкового варианта отличается отсутствием антенны НЛ.

Антенна НЛ имеет длины луча и противовеса по 17 м с возможностью их укорочения до 10 м. Каждое плечо антенны СВ состоит из двух отрезков провода, соединяя или разъединяя которые можно образовать длину плеча 25 м (СВ 2×25 м) или 15 м (СВ 2×15 м). Антенны НЛ и СВ могут быть развернутыми как на телескопической мачте, так и на естественных опорах. Высота подвеса луча антенны НЛ составляет 6–8 м, противовеса – 0,8–1 м. Полотно антенны НВ крепится на высоте 12 м. Кроме того, в радиостанциях обоих вариантов предусмотрена работа на антенну «Штырь-10 м» (АШ-10) и антенну зенитного излучения (АЗИ), которые могут входить в комплект бортовых антенн ППУ. Дальности связи радиостанций указаны в табл. 5.2.

Источником питания радиостанции является бортовая сеть с постоянным током напряжением $+26 \text{ В} \pm 15 \%$. В качестве резервного источника питания используются аккумуляторные батареи 5НКН-100 или СТН-140.

Мощность, потребляемая радиостанцией при работе на передачу при 100 %-й мощности, составляет не более 365 Вт, при работе на прием – не более 105 Вт. В режиме «ДП» потребляемая мощность не превышает 40 Вт.

Масса радиостанции – не более 100 кг. Масса приемопередатчика не превышает 45 кг.

Таблица 5.2

Дальность связи

Тип антенны	Время суток	Дальность связи, км	Характер работы
«Штырь-4 м»	День	50	На стоянке и в движении
	Ночь	20	
«Штырь-10 м»	День	75	На стоянке
	Ночь	35	
«Наклонный луч»	День	75	На стоянке
	Ночь	30	
«Симметричный вибратор»	День	350	На стоянке
	Ночь	350	
АЗИ	День	350	На стоянке и в движении
	Ночь	350	

Радиостанция сохраняет технические характеристики в следующих климатических условиях: температура окружающей среды от -40 до $+50$ °С; наибольшая относительная влажность воздуха – 95–98 % при температуре 40 °С. Радиостанция автомобильного варианта комплектуется следующими основными элементами:

- приемопередатчиком (Р-130М-1);
- блоком питания БП-260 (Р-130М-2);
- выносным согласующим устройством ВСУ-А (Р-130М-3);
- микротелефонной гарнитурой;
- телеграфным ключом;
- эквивалентом антенны «Штырь-4 м».

Кроме того, в состав радиостанции входят антенно-фидерные устройства, соединительные кабели и ЗИП. При установке радиостанции в КШМ она дополнительно комплектуется блоком регулировки (Р-130М-6) и блоком согласования (Р-130М-7), которые используются при работе радиостанции на АЗИ.

5.3.2. Структурная схема радиостанции Р-130М

Структурная схема Р-130М (рис. 5.3) содержит:

- блоки, входящие в систему диапазонно-кварцевой стабилизации частоты (ОГ, делители частоты, блоки редкой и частой сеток частот (БРС, БЧС), смеситель, гетеродин);

- блок формирующего устройства (БФУ);
- фильтр однополосного сигнала (ФОС);
- усилитель мощности (УМ);
- генератор частотного телеграфирования (ГЧТ);
- усилитель низкой частоты (УНЧ);
- блок питания возбуждателя.

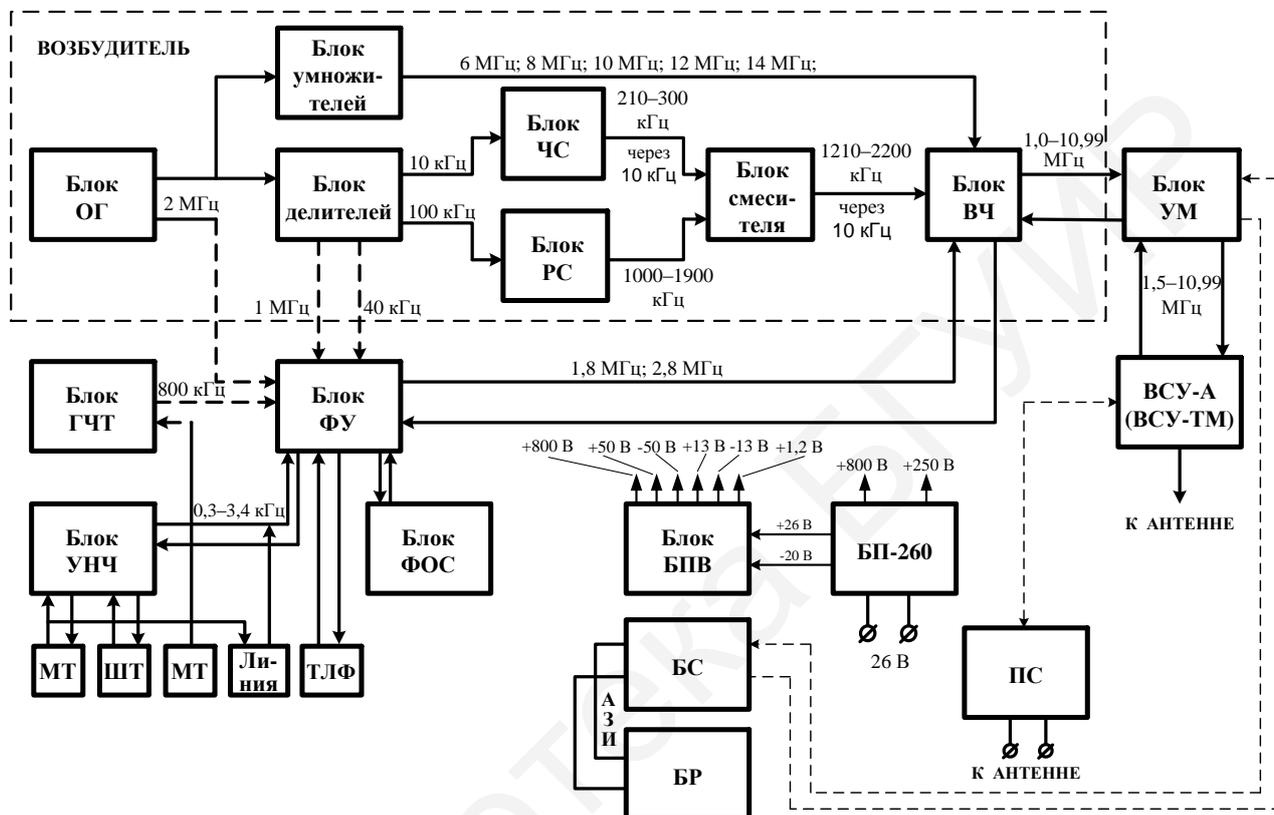


Рис. 5.3. Структурная схема Р-130М

Приемопередатчик выполнен по трансиверной схеме с диапазонно-кварцевой стабилизацией частоты. Основным частотообразующим блоком приемопередатчика является возбуждатель, предназначенный для образования сетки частот и вспомогательных частот радиостанции и включающий в себя механизм установки частоты, объединяющий в единую систему семь блоков:

- блок опорного генератора;
- блок делителей частоты;
- блок умножителя частоты;
- блок частой (БЧС) и редкой сеток частот (БРС);
- блок смесителя;
- блок высокой частоты (ВЧ).

Блок ФУ предназначен для выполнения следующих функций:

- формирование однополосного сигнала при передаче и демодуляции однополосного сигнала при приеме;
- передача и прием сигналов амплитудного телеграфирования;

- передача однополосного сигнала с повышенным уровнем остатка несущей частоты и приема амплитудно-модулированного сигнала;
- передача сигнала частотного телеграфирования;
- усиление напряжения низкой частоты;
- обеспечение автоматической регулировки усиления.

БФУ выполнен по трансиверной схеме.

Блок ФОС функционально является частью БФУ и предназначен:

- для выделения нижней боковой полосы частот 36,6–39,7 кГц;
- для подавления верхней боковой полосы частот 40,3–43,4 кГц;
- для дополнительного подавления напряжения несущей частоты 40 кГц при работе радиостанции в ОМ и АМ-ПЕРЕДАЧА;
- для выделения полосы частот 36,6–39,7 кГц при работе радиостанции в режиме ОМ-ПРИЕМ.

Блок УМ предназначен для создания на входе ВСУ высокочастотных колебаний мощностью не менее 40 Вт. УМ работает на передачу, прием и в режиме настройки. Переход на другую частоту возможен только с предварительной настройкой.

Блок ГЧТ предназначен для получения напряжения частот 799 750 и 800 250 Гц, которое необходимо для обеспечения частотной манипуляции при работе на передачу с ЧТ, содержит кварцевый генератор, ключ-манипулятор, усилитель и делитель частоты.

Блок УНЧ предназначен для усиления напряжения низкой частоты в диапазоне 300–3400 Гц, поступающего от микротелефонной гарнитуры (ларингофон шлемофона) при передаче и от регулятора громкости при приеме, содержит ларингофонный, микрофонный и телефонный усилители.

В радиостанции Р-130М использован интерполяционный метод образования выходных частот с использованием для стабилизации частоты на всех диапазонах одного кварца. Сущность интерполяционного метода состоит в том, что в качестве выходных стабильных частот используются комбинационные частоты, получающиеся путем деления и умножения частоты опорного генератора и последующего смешивания полученных частот. При этом стабильность частоты выходного сигнала определяется стабильностью частоты используемого опорного кварцевого генератора.

5.3.3. Принцип образования рабочей сетки частот

Основным элементом схемы, определяющим стабильность рабочей частоты радиостанции, является опорный кварцевый генератор (ОКГ) с частотой собственных колебаний 2 МГц. Долговременная относительная нестабильность частоты опорного кварцевого генератора не превышает $2 \cdot 10^{-6}$.

С опорного генератора напряжение с частотой 2 МГц подается на блоки умножителей, делителей и формирующего устройства.

Блок умножителей предназначен для формирования частот 6, 8, 10, 12 и 14 МГц. В блоке делителей путем последовательного деления частоты обеспечивается образование опорных частот 1 МГц, а также 760, 100, 40 и 10 кГц. Колебания с частотами 1 МГц, 760 и 40 кГц (вместе с напряжением частоты 2 МГц опорного кварцевого генератора) используются в качестве поднесущих для формирования сигнала в блоке формирующего устройства.

Напряжение с частотами 100 и 10 кГц, определяющими дискретность рабочей частоты радиостанции, подается соответственно на БРС и БЧС частот. В блоке ЧС формируется 10 частот с шагом 10 кГц в интервале 210–300 кГц:

$$f_{\text{БЧС}} = (300 - K \cdot 10) \text{ кГц} \quad (K = 0-9).$$

Переключение их осуществляется с помощью ручки КИЛОГЕРЦЫ $\times 10$ (десятки килогерцев).

В блоке редкой сетки формируется еще 10 частот с шагом 100 кГц в интервале 1000–1900 кГц:

$$f_{\text{БРС}} = (1900 - l \cdot 100) \text{ кГц} \quad (l = 0-9).$$

Установка этих частот осуществляется ручкой КИЛОГЕРЦЫ $\times 100$ (сотни килогерцев). С помощью перестраиваемого фильтра после СМ8 (нумерация смесителей соответствует нумерации на схемах технического описания) выделяется 100 «суммарных» частот с шагом 10 кГц в интервале 1210–2200 кГц:

$$f_{\text{СМ}} = f_{\text{БРС}} + f_{\text{БЧС}} = (2200 - l \cdot 100 - K \cdot 10) \text{ кГц}.$$

Колебания этих частот поступают на СМ7 гетеродина. На второй вход СМ7 подается напряжение с блока умножителей частоты:

$$f_{\text{УМН}} = (2 \cdot m_1) \cdot 1 \text{ МГц} \quad (m_1 = 3-7).$$

Установка требуемых частот в этом блоке производится ручкой КИЛОГЕРЦЫ $\times 1000$ (единицы мегагерц). Всего в блоке формируется пять частот с шагом 2 МГц. Следовательно, перестраиваемым фильтром после СМ7 выделяются 500 частот с шагом 10 кГц:

$$f_{\Gamma} = f_{\text{УМН}} - f_{\text{СМ}} = [(2 \cdot m_1) \cdot 1000 - 2200 + l \cdot 100 + K \cdot 10] \text{ кГц}.$$

Однако эти частоты размещены с «окнами» на частотной оси. Это обусловлено тем, что интервал частот, следующих со СМ8, имеет ширину 1 МГц, а частоты с блока умножителей следуют с шагом 2 МГц. Поэтому половина интервала частот оказывается незаполненной. Заполнение всего интервала рабочих частот осуществляется при последнем преобразовании в СМ6, на второй вход которого поступает колебание сигнала с частотой

$$f_{\text{БФУ}} = (2,8 - m_2) \cdot 1 \text{ МГц} \quad (m = 0; 1).$$

На нечетных номерах единиц мегагерцев (положениях ручки КИЛОГЕРЦЫ $\times 1000$) $f'_{\text{БФУ}} = 2,8$ МГц, а на четных $f''_{\text{БФУ}} = 1,8$ МГц. Благодаря этому одной частоте блока умножителей соответствует две частоты. Поэтому на выходе фильтра после СМ6 имеет место 1000 рабочих частот с шагом 10 кГц в диапазоне 1,0–10,99 МГц:

$$\begin{aligned} f_p &= f_{\Gamma} - f_{\text{БФУ}} = [(2m_1 + m_2 - 5) \cdot 1000 + l \cdot 100 + K \cdot 10] \text{ кГц} = \\ &= (m \cdot 1000 + l \cdot 100 + K \cdot 10) \text{ кГц}, \end{aligned}$$

где $m = 2m_1 + m_2 - 5 = 1, \dots, 10$;

$l = 0, \dots, 9$;

$K = 0, \dots, 9$.

Полученное выражение свидетельствует о том, что используемый способ формирования сетки рабочих частот обеспечивает бесшкальную декадную установку частоты радиостанции с прямым отсчетом.

Примечание. Так как тракт усилителей мощности передатчика работает в диапазоне 1,5–10,99 МГц, то число используемых рабочих частот равно 950.

К сожалению, синтезатор этой радиостанции выполнен по простейшей интерполяционной схеме с применением операций прямого синтеза. Такая схема приводит к многочисленным побочным излучениям передатчика и образованию большого числа побочных каналов приема. Естественно, что такая радиостанция не может удовлетворить современным жестким требованиям ЭМС при сосредоточении различных радиотехнических устройств на ограниченной площади.

5.3.4. Тракт приема

Приемник радиостанции собран по супергетеродинной схеме. Количество преобразований частоты зависит от вида принимаемого сигнала.

Сопряжение однополосных КВ радиостанций с радиостанциями устаревших типов, в которых применяется амплитудная модуляция, достигается восстановлением несущей при передаче однополосного сигнала.

Наличие органа регулировки уровня несущей позволяет при однополосной модуляции работать с пилот-сигналом, который используется на приемной стороне как опорное колебание для системы АРУ. При этом пилот-сигнал выделяется узкополосным фильтром АТ сигнала.

Тракт приема сигналов ОМ и АТ построен с тройным преобразованием частоты, а тракт приема сигналов АМ – с двойным преобразованием частоты. Тракт приема сигналов ЧТ отсутствует, однако слуховой прием сигналов ЧТ возможен с использованием тракта приема сигналов АТ.

Полезный сигнал на рабочей частоте с уровнем не хуже чувствительности, формой сигнала в соответствии с выбранным видом работы принимается антенной, которая предназначена для преобразования энергии электромагнитных волн в энергию токов высокой частоты.

Входное устройство выполняет функции предварительной частотной и амплитудной селекции, согласования антенны со входом усилителя радиочастоты. Входное устройство образует контур блока ВСУ-А, фильтр нижних радиочастот (фильтр гармоник) и контур выходного каскада усилителя мощности.

Выносное согласующее устройство предназначено для согласования комплексного сопротивления антенны с активным сопротивлением входа приемника. Как элемент входного устройства оно обеспечивает предварительную селекцию сигнала.

Полосовой фильтр (1,5–11 МГц) предназначен для дополнительной селекции принимаемого сигнала. Фильтр нижних радиочастот с частотой среза 11 МГц обеспечивает подавление помех в полосе частот от 20 до 100 МГц не

менее чем на 30 дБ. Вносимое фильтром затухание в диапазоне рабочих частот не превышает 1 дБ.

Выходной контур УМ предназначен для обеспечения дополнительной селекции принимаемого сигнала.

Усилитель радиочастоты (трехкаскадный) предназначен:

- для обеспечения избирательности по зеркальному каналу;
- для усиления принятого сигнала до величины, необходимой для нормальной работы тракта ПЧ1;
- для обеспечения чувствительности приемника (первый каскад УМ).

Все каскады УРЧ – резонансные с одноконтурной нагрузкой. Нагрузками усилителей служат те же контуры, которые используются и при передаче. Так, контур, служащий нагрузкой второго каскада предварительного усилителя мощности при работе на передачу, является нагрузкой УРЧ1.

В УРЧ используются сменные контуры, переключаемые ручкой (переключатель поддиапазонов) КИЛОГЕРЦЫ $\times 1000$. Настройка в пределах каждого поддиапазона осуществляется конденсатором переменной емкости, управляемым с помощью ручек КИЛОГЕРЦЫ $\times 100$ и КИЛОГЕРЦЫ $\times 10$.

Наличие в тракте радиочастоты пяти резонансных контуров обеспечивает достаточно высокое подавление помех по зеркальному каналу и каналу первой промежуточной частоты.

Для защиты лампы УРЧ от сигналов мощных радиостанций на входе усилителя включен разрядник Р. Все каскады УРЧ охвачены ручной и автоматической регулировкой усиления (РРУ и АРУ).

Тракт ПЧ1 предназначен для переноса полезного сигнала с рабочей частоты на промежуточную (более низкую), так как создание эффективных узкополосных фильтров возможно только на низкой частоте, а также для выделения и усиления ПЧ1 до величины, необходимой для нормальной работы тракта ПЧ2. Усиленное напряжение сигнала радиочастоты $f = 1,5\text{--}10,99$ МГц подается на СМ1. На второй вход этого смесителя от синтезатора поступает напряжение с частотой первого гетеродина. На выходе смесителя с помощью контура, расположенного в блоке формирующего устройства, выделяются колебания первой промежуточной частоты. Первая промежуточная частота на нечетных поддиапазонах равна $f_{пч1} = 2,8$ МГц, на четных – $f_{пч1} = 1,8$ МГц. Перестройка контура смесителя производится путем подключения или отключения дополнительных конденсаторов с помощью электронной коммутации.

Сигнал промежуточной частоты усиливается каскадом усиления УПЧ1, нагрузкой которого являются два параллельно включенных трехконтурных LC полосовых фильтра ПФ, настроенных соответственно на частоты 1,8 и 2,8 МГц. Усилитель подвержен регулировке усиления (РРУ или АРУ).

Тракт ПЧ2 предназначен:

- для переноса сигнала ПЧ1 на ПЧ2 (еще более низкую);
- для основного усиления в приемнике (примерно в 100 тыс. раз);
- для обеспечения избирательности по соседнему каналу.

Второе преобразование частоты осуществляется в смесителе СМ2а или СМ2б в зависимости от поддиапазона радиостанции. На нечетных поддиапазонах (числах единиц мегагерцев) используются СМ2а и напряжение с частотой второго гетеродина $f_{Г2} = 2$ МГц, на четных поддиапазонах – СМ2б и колебание с частотой второго гетеродина $f_{Г2} = 1$ МГц.

Выбор соответствующего смесителя производится с помощью переключателя поддиапазонов (ручка КИЛОГЕРЦЫ $\times 1000$) путем снятия запирающего напряжения минус 50 В с управляющей сетки лампы смесителя.

Колебание с разностной частотой выделяется трехконтурным ПФ, являющимся общей нагрузкой смесителей.

Напряжение второй промежуточной частоты $f_{ПЧ2} = 800$ кГц усиливается однокаскадным усилителем УПРЧ2, нагрузкой которого также является трехконтурный ПФ. Усилитель охвачен ручной и автоматической регулировкой усиления. Дальнейшее преобразование принятого сигнала осуществляется в зависимости от вида принимаемого сигнала.

Тракт ПЧ3 предназначен для создания оптимальных условий демодуляции полезного сигнала. При приеме сигналов однополосной передачи выделенные и усиленные колебания второй промежуточной частоты подаются на СМ3, на второй вход которого поступает напряжение с частотой третьего гетеродина $f_{Г3} = 760$ кГц.

В СМ3 осуществляется третье преобразование частоты. Нагрузкой смесителя при приеме сигналов однополосной передачи является шестиконтурный фильтр однополосного сигнала (ФОС), который выделяет напряжение верхней боковой полосы частот 36,6–39,7 кГц. Затухание в полосе пропускания ФОС составляет не более 4 дБ.

Необходимо учитывать, что название боковой полосы указано в соответствии с положением спектра однополосного радиосигнала относительно несущей частоты. При первом преобразовании частоты в СМ1 спектр сигнала инвертируется, т. е. верхняя боковая полоса занимает место нижней боковой. Такое расположение верхней боковой полосы сохраняется после второго и третьего преобразования частоты относительно частоты 40 кГц (36,6–39,7 кГц).

Сигнал верхней боковой полосы с выхода ФОС поступает на демодулятор однополосного сигнала. Демодулятор собран на одной лампе, работающей в смесительном режиме. На демодулятор в качестве местной несущей, необходимой для детектирования однополосного сигнала, подается колебание с частотой 40 кГц.

Необходимое ослабление побочных продуктов преобразования (колебания с частотами 36,6–39,7 кГц; 77,6–79,7 кГц и 40 кГц) и выделение напряжения звуковой частоты (0,3–3,4 кГц) обеспечивается двумя типами фильтров:

- RC-фильтром нижних частот;
- заграждающим RC-фильтром на 40 кГц.

Тракт НЧ предназначен для усиления НЧ сигнала до величины, необходимой для нормальной работы оконечных устройств. Выделенное напряжение звуковой частоты подается на предварительный усилитель напряжения звуковой частоты (УЗЧ), являющийся входным каскадом тракта усиления звуковой частоты. С выхода усилителя напряжение звуковой частоты подается на потенциометр – регулятор громкости и в систему АРУ приемника.

С регулятора громкости сигнал звуковой частоты поступает на четырехкаскадный транзисторный усилитель блока УЗЧ. Нагрузкой последнего каскада УЗЧ является трансформатор, который имеет два выхода: на телефоны микрофонной гарнитуры (МТ) и линию с уровнем 1,5 В, а также телефоны шлемофона (ШМ) с уровнем 10 В. При этом общая неравномерность АЧХ радиолинии в полосе частот 0,3–3,4 кГц не превышает 18 дБ.

При работе с оконечной аппаратурой СА для усиления напряжения звуковой частоты используется двухкаскадный УЗЧ ТЛФ-2, находящийся в блоке БФУ.

Оконечные устройства предназначены для преобразования сигналов НЧ в первичный сигнал.

Тракт приема амплитудно-модулированных сигналов (АЗ) до СМЗ аналогичен тракту приема сигналов однополосной передачи. Амплитудно-модулированный сигнал с выхода ПФ, стоящего перед смесителем СМЗ, поступает на второй УПЧ2. Усилитель предназначен для усиления напряжения сигнала до величины, необходимой для обеспечения линейного детектирования. Нагрузкой данного усилителя служит одиночный колебательный контур, настроенный на частоту $f = 800$ кГц.

С выхода усилителя амплитудно-модулированный сигнал подается на амплитудный детектор (АД). Напряжение звуковой (низкой) частоты F выделяется RC-фильтром нижних частот и поступает на вход низкочастотного тракта приемника радиостанции, который является общим при приеме всех видов сигнала.

Тракт приема амплитудно-манипулированных сигналов (А1) до СМЗ аналогичен тракту приема сигналов однополосной передачи. Нагрузкой СМЗ в случае приема сигналов А1 является одиночный колебательный контур, расположенный на плате УПЧ3. Контуром выделяются колебания третьей промежуточной частоты:

$$f_{\text{ПЧ3}} = f_{\text{ПЧ1}} - f_{\Gamma 2} = 800 - 760 = 40 \text{ кГц.}$$

Сигнал $f_{\text{ПЧ3}} = 40$ кГц усиливается резонансным усилителем с одноконтурной нагрузкой. Наличие в СМЗ и УПЧ3 высокодобротных контуров позволяет получить достаточно узкую полосу пропускания приемника, не превышающую 450 Гц (переключатель РОД РАБОТЫ в положении АТУ).

При приеме телеграфных сигналов от передатчиков со значительной нестабильностью частоты имеется возможность расширить полосу пропускания тракта путем шунтирования контуров резисторами. Полоса пропускания при этом должна быть не менее 1 кГц (переключатель РОД РАБОТЫ в положении АТШ). Одновременно с изменением полосы пропускания производится и коррекция (повышение) усиления УРЧЗ.

С выхода УПЧЗ сигнал поступает на смеситель-гетеродин, выполненный на одной лампе. Гетеродин перестраивается в пределах 40–42 кГц. Ручка настройки гетеродина выведена на переднюю панель с гравировкой ТОН ТЛГ.

Выделение сигнала звуковой частоты 0–2 кГц и подавление побочных продуктов преобразования осуществляется *RC*-фильтром нижних частот и заграждающим *RC*-фильтром на 40 кГц. Напряжение звуковой частоты поступает в тракт усиления низкой частоты.

Действию системы АРУ подвержены три каскада усиления тракта радиочастоты, каскад усиления тракта первой промежуточной частоты и два каскада усиления тракта второй промежуточной частоты.

Благодаря действию АРУ уровень сигнала на выходе приемника меняется не более чем в 2,5 раза при изменении входного сигнала в 1000 раз.

5.3.5. Тракт передачи

Тракт передачи образует следующие блоки радиостанции:

- блок усилителей звуковой частоты;
- блок генератора сигналов частотной манипуляции;
- блок формирующего устройства;
- блок радиочастоты;
- блок усилителя мощности;
- блок согласующего устройства.

Формирование сигналов всех видов работы осуществляется в БФУ. В нем происходит формирование телефонного однополосного сигнала (АЗЖ), телефонного однополосного сигнала с повышенным уровнем несущей (АЗН), телеграфных сигналов с амплитудой и частотой манипуляции (А1 и F1-500).

Формирование однополосных сигналов

Первичный однополосный сигнал формируется с помощью балансного модулятора и фильтра сосредоточенной избирательности на относительно невысокой частоте.

Ряд последующих каскадов обеспечивает перенос однополосного сигнала в диапазон рабочих частот радиостанции. Число частотных преобразований определяется относительным интервалом частот, на который переносится однополосный сигнал, и параметрами фильтрующих устройств в тракте преобразования сигнала. Чем больше этот интервал и чем хуже избирательные свойства фильтров, тем больше число преобразований.

Опорные частоты, участвующие в преобразованиях сигнала, синтезируются из частот опорного кварцевого генератора радиостанции. Выбор номиналов этих частот связан с необходимостью исключить появление на выходе смесителей комбинационных частот низких порядков, близких к частоте полезного сигнала.

В радиостанции используется один из распространенных способов формирования однополосных сигналов – фильтровый способ, при котором удается по-

лучить высокую степень подавления несущей, второй боковой полосы и побочных продуктов преобразования. Напряжение звуковой частоты с микрофона гарнитуры или ларингофонов шлемофона после усиления подается через согласующий трансформатор Tr1 на балансный модулятор (при работе с линии или при использовании оконечной спецаппаратуры модулирующее напряжение подается непосредственно на согласующий трансформатор Tr1). На второй вход балансного модулятора подается напряжение с частотой $f = 40$ кГц (первая поднесущая). Нагрузкой балансного модулятора является ФОС с полосой пропускания 36,6–39,7 кГц, который используется и при приеме в качестве нагрузки демодулятора.

Таким образом, на выходе ФОС выделяются колебания нижней боковой полосы частот 36,6–39,7 кГц.

Сформированный однополосный сигнал (АЗ) с выхода фильтра поступает на СМ4, где с помощью второй поднесущей частоты $f = 760$ кГц переносится на частоту $f = 800$ кГц.

Нагрузкой смесителя является трехконтурный ПФ со средней частотой настройки $f = 800$ кГц.

Третье и последнее преобразование однополосного сигнала в БФУ происходит в СМ5а или СМ5б. На нечетных поддиапазонах используется СМ5а и напряжение поднесущей частоты 2 МГц, на четных – СМ5б и колебание поднесущей частоты 1 МГц. Нагрузкой каждого смесителя является трехконтурный ПФ. Фильтр СМ5а настроен на частоту 1,8 МГц. Выбор соответствующего смесителя при переключении поддиапазонов осуществляется путем снятия запирающего напряжения минус 50 В с управляющей сетки лампы смесителя.

Сформированный на частоте $f''_{\text{БФУ}} = 1,8$ МГц или $f'_{\text{БФУ}} = 2,8$ МГц однополосный сигнал усиливается усилителем напряжения. Нагрузкой усилителя является одиночный колебательный контур, настроенный на частоту 2,8 МГц. При работе на четных поддиапазонах с помощью электронной (диодной) коммутации, управляемой переключателем КИЛОГЕРЦЫ×1000, к контуру подключаются дополнительные конденсаторы, перестраивающие контур на частоту 1,8 МГц.

Таким образом, формирование однополосного сигнала в БФУ заканчивается на частоте $f'_{\text{БФУ}} = 2,8$ МГц на нечетных поддиапазонах или на частоте $f''_{\text{БФУ}} = 1,8$ МГц на четных поддиапазонах.

Последнее преобразование частоты сигнала опирается на диапазон стабильных частот с заданной дискретностью сетки, который позволяет получить на выходе радиостанции рабочий диапазон частот.

Сформированный в блоке ФУ однополосный сигнал подается на смеситель СМ6 блока радиочастоты. На второй вход смесителя подается колебание одной из 500 частот сетки частот гетеродина. В результате преобразования в смесителе СМ6 спектр сигнала переносится на рабочую частоту передатчика $f_{\text{раб}} = f_{\Gamma} - f_{\text{БФУ}}$.

При этом происходит инверсия спектра сигнала, т. е. на выходе передатчика будет излучаться однополосный сигнал верхней боковой полосы:

$$\begin{aligned} f_{\text{раб}} &= f_{\Gamma} - f_{\text{БФУ}} = f_{\Gamma} - (f_3 + f_2 + f_1 - F), \\ f_{\text{раб}} &= f_{\Gamma} - f_3 - f_2 - f_1 + F. \end{aligned}$$

Напряжение рабочей частоты с нагрузки смесителя поступает на вход тракта усиления мощности передатчика.

Исключить появление опасных комбинаций на выходе последнего смесителя можно лишь в том случае, если диапазон имеет малый коэффициент перекрытия. В маломощных радиостанциях это условие в какой-то мере выполняется, так как они имеют относительно узкий диапазон. В широкодиапазонных радиостанциях сигнал переносится на частоту, лежащую много выше рабочего диапазона. Переносится вверх и опорная дискретная сетка частот, чтобы рабочие частоты получались как разность между опорной частотой и частотой сигнала. Коэффициент перекрытия по частоте опорной дискретной сетки частот, перенесенной вверх, существенно сокращается и, следовательно, создаются более благоприятные условия для борьбы с образованием комбинационных частот на выходе передатчика.

Однополосный сигнал в рабочем диапазоне частот подвергается усилению в усилителе мощности и далее поступает в элемент согласования передатчика с антенной.

Поскольку маломощные КВ радиостанции часто используются в комплексе с УКВ радиостанциями, то согласующее антенное устройство рассчитывают на возможность работы КВ и УКВ радиостанций на одну антенну.

Формирование однополосного сигнала с повышенным уровнем несущей (АЗН) происходит так же, как и при однополосной передаче. Различие заключается только в уровне несущей. Необходимый уровень несущей обеспечивается каскадом лампы-ключа.

Лампа-ключ представляет собой усилитель напряжения с частотой 40 кГц, собранный на лампе 1Ж24Б с резисторной нагрузкой в анодной цепи. Подачей различного по величине напряжения на экранную сетку лампы изменяют коэффициент усиления каскада и получают необходимые уровни напряжения с частотой 40 кГц для разных видов работ, которые вместе с модулированными сигналами (или без них) поступают на СМ4. При формировании однополосного сигнала (переключатель РОД РАБОТЫ в положении ОМ) напряжение на экранную сетку лампы-ключа не подается и на ее выходе колебания отсутствуют.

При переводе переключателя РОД РАБОТЫ в положение АМ с лампы-ключа на СМ4 подается напряжение с частотой 40 кГц такой величины, которая соответствует уровню несущей на 70–150 % от максимального уровня боковой полосы.

Таким образом, при работе в АМ формируется однополосный сигнал с «неподавленной» несущей (АЗН). Данный вид сигнала используется при работе с радиостанциями, которые не обеспечивают однополосной передачи. В радиостанции обеспечивается самопрослушивание передачи телефонных сигналов.

Формирование телеграфного сигнала с амплитудной манипуляцией (АТ, А1). Амплитудная манипуляция осуществляется изменением режима лампы-ключа, лампы выходного каскада БФУ и лампы выходного каскада блока гетеродина. При отжатом телеграфном ключе лампы названных каскадов заперты, антенна передатчика колебаний не излучает. При нажатом телеграфном

ключе каскады открыты и напряжение с частотой 40 кГц с лампы-ключа подается на СМ4 и смеситель-гетеродин для самопрослушивания.

Все дальнейшие преобразования, происходящие в тракте передачи, аналогичны преобразованиям несущей частоты при формировании однополосного сигнала. Передатчик излучает колебание только несущей частоты.

Формирование телеграфного сигнала с частотной манипуляцией (ЧТ, F1-500). Сигналы частотной манипуляции формируются в блоке генератора сигналов частотной манипуляции (блок ГЧТ).

Блок ГЧТ состоит из электронного ключа-манипулятора, кварцевого автогенератора на частоту 1600 кГц, буферного усилителя и делителя частоты на два. Манипуляция частотой автогенератора осуществляется с помощью ключа-манипулятора, который подключает к кварцевому резонатору тот или иной конденсатор сдвига частоты.

При нажатом телеграфном ключе или при подаче напряжения +5 В от аппаратуры быстрого действия генератор генерирует колебание с частотой 1559,5 кГц, а при отжатом ключе или отсутствии напряжения от аппаратуры быстрого действия – с частотой 1600,5 кГц. С выхода блока ГЧТ следует колебание с частотой 799,75 или 800,25 кГц, которое подается на СМ4, работающий в данном случае в режиме усиления напряжения с частотой 800 кГц. В дальнейшем преобразование сигналов ЧТ происходит так же, как и при формировании однополосного сигнала.

При последнем преобразовании в СМ6 в блоке радиочастоты происходит инверсия спектра сигнала ЧТ. Передатчик при нажатом ключе излучает колебание более высокой частоты, при отжатом ключе – низкой частоты.

Тракт усиления мощности предназначен для создания в антенне радиостанции колебаний рабочей частоты, мощность которых определена техническими условиями (не менее 12–40 Вт).

В тракте усиления можно выделить двухкаскадный предварительный усилитель (ПУМ), выходной каскад (усилитель мощности) с системой автоматической настройки, фильтр гармоник (фильтр нижних радиочастот) и эквивалент нагрузки усилителя мощности. Элементы тракта конструктивно размещены в блоке высокой частоты и блоке усилителя мощности.

Контроль за уровнем сигнала на входе усилителя мощности осуществляется по индикаторному прибору, подключенному на выход второго каскада предварительного усилителя (переключатель КОНТРОЛЬ в положении УРОВЕНЬ ПЕРЕДАЧИ).

Выходной каскад представляет собой однокантный усилитель мощности, собранный на двух параллельно включенных лампах ГУ-50 по схеме с общим катодом и параллельным питанием анодной цепи.

Выходной каскад может работать в режиме полной (100 %) и пониженной (20 %) мощности. Скачкообразное изменение мощности обеспечивается переключением напряжения на анодах +800 В и экранированных сетках ламп +250 В соответственно на +500 и +100 В. Коммутация напряжения производится переключателем РЕЖИМ.

5.4. РАДИОСТАНЦИЯ Р-173М

5.4.1. Назначение и общая характеристика радиостанции Р-173М

Радиостанция Р-173М – ультракоротковолновая радиостанция малой мощности третьей подгруппы, телефонная, приемопередающая, симплексная, автоматизированная, предназначена для обеспечения телефонной радиосвязи между подвижными объектами, размещенными в основном на бронеплацдаре в тактическом звене управления.

Диапазон частот составляет 30–75,999 МГц.

Шаг сетки частот равен 1 кГц.

Тип настройки – дискретная.

Количество ЗПЧ – 10.

Время перестройки по ЗПЧ ≤ 3 с.

Мощность передатчика: малая составляет $\geq 1,5$ Вт; полная составляет ≥ 30 Вт.

Чувствительность приемника равна 1,5 мкВ, с ПШ – 3 мкВ.

Виды работы: ТФ ЧМ, ТФ ЧМ ПШ.

Антенны: АШ–3.

Время развертывания составляет 5 мин.

Дальность связи на стоянке и в движении составляет 20 км.

Масса радиостанции равна 43 кг.

Потребляемая мощность равна 270 Вт.

Источник питания – бортовая сеть +27 В.

Основным узлом радиостанции Р-173М является приемопередатчик, который включает следующие блоки (рис. 5.4):

- блок синтезатора частот (блок 4);
- блок возбуждателя (блок 12);
- блок перестраиваемого фильтра (блок 9);
- блок усилителя мощности (блок 10);
- блок автоматического согласующего антенного устройства (блок 11);
- блок приемника (блок 3);
- блок запоминающего устройства (блок 7);
- блок электропитания (блок 13);
- блок передней панели.

Каждый блок имеет законченное конструктивное оформление, устанавливается в общем корпусе и при необходимости может быть легко снят. Конструкция приемопередатчика обеспечивает его установку на специализированную раму. Все органы управления радиостанции расположены на лицевой панели. При подаче вызова корреспондента в качестве модулирующего сигнала используются колебания с частотой 1 кГц от синтезатора.

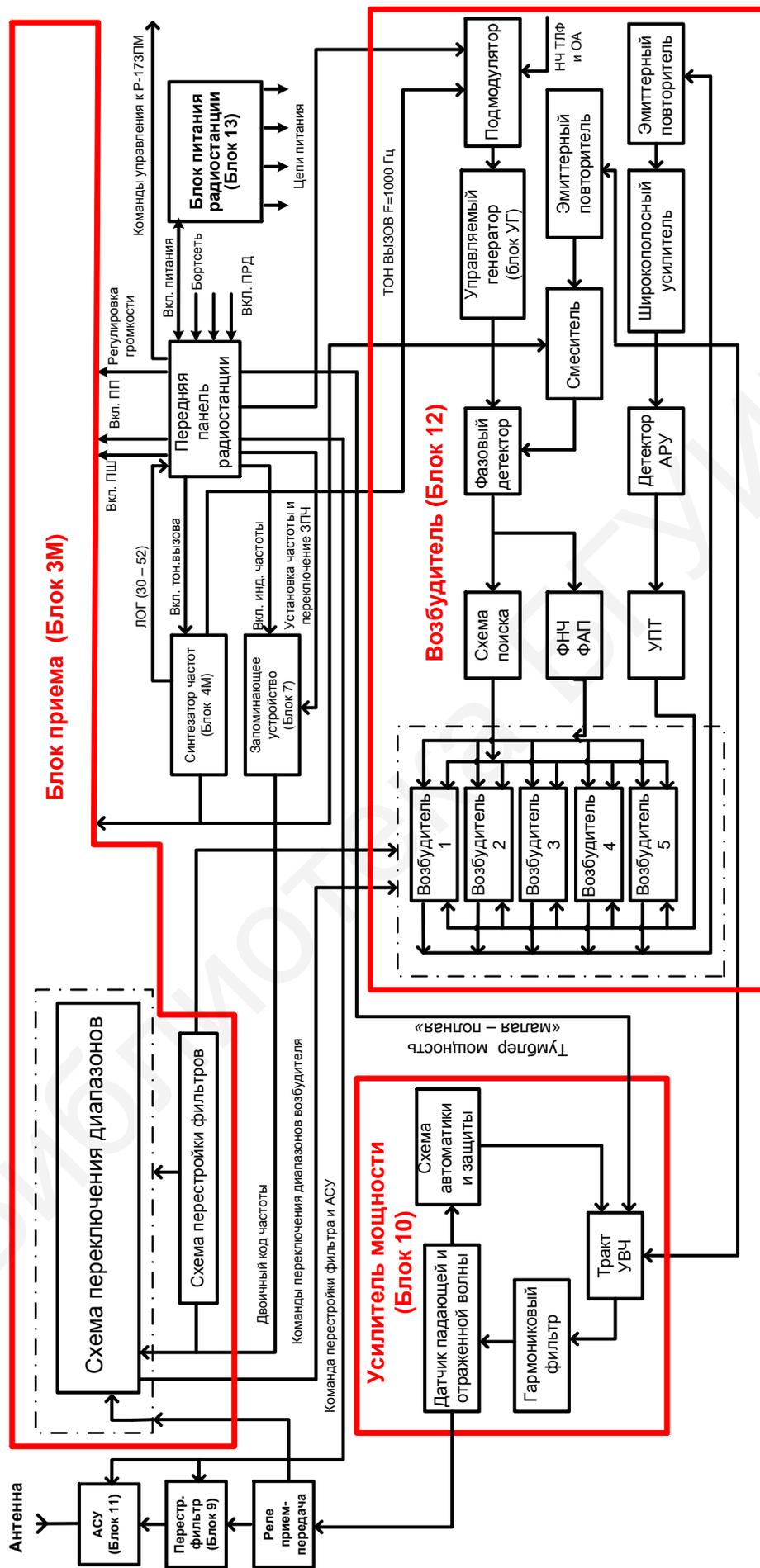


Рис. 5.4. Структурная схема тракта передачи Р-173М

5.4.2. Тракт передачи

Тракт передачи (см. рис. 5.4) приемопередатчика включает возбуждатель, синтезатор, УМ, перестраиваемый фильтр, согласующее антенное устройство (встроенное в корпус для Р-173-1 или вынесенное для Р-173-2) и блок антенных фильтров (БАФ, блок 14).

Возбудитель конструктивно размещен в блоке 12 и предназначен для формирования сетки частот с шагом $\Delta f_c = 1$ кГц в диапазоне рабочих частот радиостанции. Несущее колебание должно быть промодулировано по частоте по закону модулирующего сигнала. Выходные частоты возбуждателя формируются в перестраиваемом генераторе (ПГ), который выполнен в виде пяти самостоятельных автогенераторов. Каждый автогенератор работает только в своем диапазоне частот: 30–39,999 МГц; 40–49,999 МГц; 50–50,999 МГц; 60–69,999 МГц; 70–79,999 МГц.

Для обеспечения требуемой стабильности частоты колебаний возбуждателя ПГ возбуждателя охвачен кольцом фазовой автоподстройки частоты, в которое входят (кроме ПГ) фазовый детектор, схема поиска и подстройки с фильтром нижних частот, реактивный элемент, усилители и смеситель с нагрузкой в виде полосового фильтра. Колебание от ПГ с рабочей частотой $f_{\text{раб}}$ радиостанции после ряда усилителей поступает на один из входов смесителя. На второй вход смесителя подано высокостабильное колебание с выхода синтезатора с частотой $f_{\text{синт}}$. Полосовым фильтром в нагрузке смесителя выделяется колебание разностной частоты $f_{\text{синт}} - f_{\text{раб}}$ (для $f_{\text{раб}} = 30\text{--}52,999$ МГц) или $f_{\text{раб}} - f_{\text{синт}}$ (для $f_{\text{раб}} = 53\text{--}75,999$ МГц), равной 11,5 МГц. Выделенное колебание разностной частоты поступает на фазовый детектор. На второй вход фазового детектора подается колебание от частотно-модулированного автогенератора, частота которого стабилизирована с помощью кварцевого резонатора.

Если частоты сравниваемых в фазовом детекторе колебаний отличаются, то на выходе последнего появляется напряжение $U_{\text{ФД}}$, под воздействием которого происходит автоматическая перестройка ПГ. Так будет происходить до тех пор, пока частоты колебаний на выходах ФД не окажутся равными:

$$f_{\text{раб}} - f_{\text{синт}} = f_{\text{ЧМГ}} \quad \text{или} \quad f_{\text{синт}} - f_{\text{раб}} = f_{\text{ЧМГ}}.$$

Это означает, что

$$f_{\text{раб}} = f_{\text{синт}} + f_{\text{ЧМГ}} \quad \text{или} \quad f_{\text{раб}} = f_{\text{синт}} - f_{\text{ЧМГ}}.$$

Обе частоты стабилизированы с помощью кварцевых резонаторов. Этим и достигается заданная стабильность частоты колебаний возбуждателя. Частота синтезатора $f_{\text{синт}}$ может принимать 23 тыс. значений с шагом 1 кГц.

Благодаря двум вариантам преобразования частот в смесителе возбуждателя частота $f_{\text{раб}}$ может принимать 46 тыс. значений с тем же шагом дискретности $\Delta f_c = 1$ кГц (табл. 5.3).

Если частота $f_{\text{ЧМГ}}$ будет изменяться под воздействием модулирующего напряжения (от ларингофонов или оконечной аппаратуры), то система ФАПЧ будет передавать эти изменения на ПГ, т. е. выходные колебания возбуждателя окажутся промодулированными по частоте.

Таблица 5.3

Значения основных частот

$f_{\text{раб}}$, МГц	$f_{\text{синт}}$, МГц	$f_{\text{ЧМГ}}$, МГц	$f_{\text{ПЧ}}$, МГц
30–52,999	41,5–64,499	$f_{\text{синт}} - f_{\text{раб}}$	11,5
53–75,999	41,5–64,499	$f_{\text{раб}} - f_{\text{синт}}$	11,5

Величина девиации частоты не зависит от рабочей частоты возбудителя, поскольку ЧМ осуществляется в неперестраиваемом автогенераторе. Номинальное значение частоты $f_{\text{ЧМГ}}$ выбрано из условия получения стандартной величины девиации частоты $f_{\text{дев}} = 5$ кГц в кварцевом автогенераторе.

Полоса захвата системы ФАПЧ ограничена, поэтому при значительной разности сравниваемых на ФД частот в действие вступает генератор поиска, изменяющий частоту ПГ в широких пределах. Выходное колебание с возбудителя поступает на вход тракта усиления передатчика (блок 10).

При перестройке автогенераторов изменяется амплитуда генерируемых колебаний, что является нежелательным, поскольку для полного использования транзисторов усилителя мощности напряжение возбуждения на вход блока 10 должно быть постоянным. Поэтому в схеме возбудителя предусмотрена система автоматической регулировки амплитуды выходных колебаний возбудителя. При изменении амплитуды выходных колебаний автогенератора возбудителя будет изменяться постоянное напряжение после амплитудного детектора. Это напряжение является регулирующим для поддержания постоянства амплитуды колебаний на выходе возбудителя.

Элементы тракта усиления конструктивно размещены в блоке 10. Блок 10 усилителя мощности предназначен для усиления сигнала возбудителя до получения требуемой выходной мощности. В тракте усиления можно выделить предварительный усилитель, два оконечных усилителя (один – малой, другой – полной выходной мощности), два фильтра гармоник и схему защиты транзисторов.

При малой мощности (около 1,9 Вт) используется предварительный усилитель и маломощный оконечный каскад. При полной мощности (45 Вт) в качестве оконечной ступени используется более мощный двухкаскадный усилитель. Переключение режима работы по мощности осуществляется с лицевой панели радиостанции с помощью тумблера МОЩНОСТЬ МАЛАЯ-ПОЛНАЯ.

Трехкаскадный предварительный усилитель на транзисторах построен по схеме с общим эмиттером и работает в режиме усиления класса А. Нагрузка всех каскадов – апериодическая, неперестраиваемая во всем диапазоне частот усиливаемых колебаний. Для улучшения устойчивости усиления в каскадах предусмотрена отрицательная обратная связь по току и напряжению.

Усиленный сигнал с предварительного усилителя через контакты реле подается на оконечный усилитель малой мощности или оконечный усилитель полной мощности.

Оконечный усилитель малой мощности работает в режиме усиления класса А и имеет схемное решение, аналогичное предыдущим каскадам.

Оконечный усилитель полной мощности работает в режиме усиления класса С. В качестве нагрузки окончного каскада использованы фильтры гармоник, которые обеспечивают подавление гармоник не менее 15 дБ при затухании сигнала в полосе пропускания не более 1 дБ.

Для защиты транзисторов окончного каскада полной мощности от перегрузок (по току, напряжению и рассеиваемой мощности) усилительный тракт охвачен петлей автоматической регулировки усиления (АРУ).

Полосовой двухконтурный перестраиваемый фильтр при работе на передачу обеспечивает фильтрацию гармоник на выходе тракта усиления. Фильтр перестраивается автоматически при переходе на новую рабочую частоту. Конструктивно фильтр выполнен в виде отдельного блока (блок 9), в котором размещены двухконтурный фильтр с датчиком фазы и схема автоматики.

Полосовой фильтр образован двумя связанными высокочастотными резонансными контурами с частичным включением со стороны входа и выхода. Элементы связи с выходом УМ и входом АСАУ выбраны так, чтобы сопротивление фильтра и требуемое для фильтра сопротивление нагрузки на частотах настройки были близки к 75 Ом.

Конструктивно АСАУ образует отдельный блок (блок 11), который предназначен для автоматического приведения комплексных входных сопротивлений антенны к величине 75 Ом. Согласующим устройством является параллельный колебательный контур, связанный с антенной через элементы связи.

Элементы связи предназначены для компенсации реактивной составляющей входного сопротивления антенны во всем диапазоне рабочих частот радиостанции. Плавная перестройка конденсаторов связи производится двигателем М, управляемым схемой автоматики АСАУ.

5.4.3. Тракт приема

Тракт приема (рис. 5.5) образуют БАФ, САУ перестраиваемого фильтра, приемника и синтезатора. Прием сигналов корреспондента осуществляется на слух (на головные телефоны или через окончную аппаратуру). Основные преобразования принятых от корреспондента сигналов происходят в блоке приемника (блок 3).

Приемник радиостанции построен по супергетеродинной схеме с двойным преобразованием частоты. Принятый антенной сигнал через блоки 11, 9 и контакты реле ПРИЕМ-ПЕРЕДАЧА поступает в тракт сигнальной частоты блока 3.

Тракт сигнальной частоты содержит пять отдельных линеек преселекторов, работающих соответственно в диапазонах: 30–39,999 МГц; 40–49,999 МГц; 50–59,999 МГц; 60–69,999 МГц; 70–79,999 МГц.

Каждая линейка состоит из двухконтурного фильтра на входе, усилителя сигнальной частоты с фильтром в нагрузке, однотипным со входным фильтром. Принятый сигнал с входа блока поступает на контакты высокочастотных реле, с помощью которых он коммутируется на вход одной из линеек.

В каждой линейке на выходе выходного фильтра включен ограничитель. Он служит для защиты транзисторов УВЧ от перегрузок при случайном попадании на вход приемника мощного сигнала.

С выхода линейки сигнал подается на первый вход СМ1. На второй вход СМ1 подается сигнал первого гетеродина $f_{\text{синт}} = 41,5\text{--}64,499$ МГц. В результате частотных преобразований на выходе смесителя получается сигнал первой промежуточной частоты $f_{\text{ПЧ1}} = 11,5$ МГц. Далее напряжение ПЧ1 поступает одновременно на два тракта: на схему формирования бланка и в линию задержки.

Линия задержки и ключ совместно со схемой формирования бланка являются элементами подавителя импульсных помех. Принцип действия подавителя помех основан на бланкировании (запирании) тракта УПЧ до кварцевого фильтра на время действия помехи с помощью бланка, сформированного из самого импульса помехи. Применение линии задержки связано с необходимостью точного совмещения во времени импульса помехи и запирающего бланка. В случае их несовпадения (полного или частичного) эффективность подавителя заметно снижается.

Полосовой кварцевый фильтр настроен на частоту 11,5 МГц и обеспечивает основную избирательность приемника по соседнему каналу. Полоса пропускания фильтра равна 18 кГц.

С выхода кварцевого фильтра сигнал поступает на УПЧ1 для дополнительного усиления напряжения ПЧ1.

Далее сигнал поступает на первый вход СМ2, выполненного по двойной балансной схеме. На второй вход подается напряжение второго гетеродина с частотой 10 МГц.

Нагрузкой смесителя служит колебательный контур, настроенный на частоту колебаний $f_{\text{ПЧ1}} = 1,5$ МГц. Напряжение ПЧ2 поступает на два усилителя, обеспечивающих основное усиление по ПЧ2 (около 40 дБ). Выпрямленное напряжение поступает на амплитудный ограничитель, выполненный по дифференциальной схеме. Ограничитель обеспечивает усиление около 20 дБ.

Нагрузкой ограничителя является частотный детектор (ЧД) на связанных контурах. Напряжение низкой частоты с выхода ЧД поступает в тракт низкой частоты приемника. Кроме того, здесь снимается напряжение ПЧ2 для управления подавителем шумов. Это напряжение дополнительно усиливается до величины, достаточной для работы амплитудного детектора подавителя шумов. Продетектированное напряжение, состоящее из шумовой и постоянной составляющих, также поступает в тракт НЧ для управления схемой подавителя шумов.

Низкочастотный сигнал с выхода ЧД поступает на вход двухзвенного активного ФНЧ с частотой среза 3,4 кГц. Между звеньями этого фильтра включен электронный ключ подавителя шумов.

Сигнал с выхода ФНЧ поступает в две цепи:

– на согласующий трансформатор, обеспечивающий 600-омный выход линии к оконечной аппаратуре;

– на регулятор громкости, размещенный на лицевой панели.

С выхода первого звена активного ФНЧ напряжение одновременно подается в тракт приема сигналов тонального вызова.

Библиотека БГУИР

6. ТАКТИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ РАДИОСТАНЦИИ P-161A-2M

Автомобильная, широкодиапазонная, телефонно-телеграфная радиостанция средней мощности P-161A-2M предназначена для обеспечения симплексной и дуплексной радиосвязи в оперативно-тактических звеньях управления на стоянке и в движении с однотипными радиостанциями, а также с радиостанциями типа P-140M, P-140-0,5, P-137M и другими радиостанциями при наличии одинаковых режимов работы и общих участков диапазона частот.

С однотипными радиостанциями, имеющими в комплекте аппаратуру частотной адаптации P-016B, обеспечивается автоматизированная частотно-адаптивная радиосвязь.

Радиостанция имеет систему заранее подготовленных частот (ЗПЧ) на 20 волн (по 10 волн для КВ и УКВ диапазонов). Время перестройки на любую ЗПЧ не превышает 2 с.

Диапазон рабочих частот радиостанции 1,5–60 МГц. Установка рабочей частоты декадная с непосредственным контролем на цифровом табло. Шаг сетки рабочих частот 100 Гц при установке частоты с помощью запоминающих устройств системы заранее подготовленных частот. Количество рабочих частот 585 тыс. При установке рабочих частот декадными переключателями на передних панелях возбуждителя ВО-78 и приемника P-160П шаг сетки рабочих частот 10 Гц. В этом случае количество рабочих частот увеличивается до 585 тыс.

Передатчик радиостанции имеет два усилительных тракта:

- КВ диапазона 1,5–30 МГц (200–10 м);
- УКВ диапазона 30–60 МГц (10–5 м).

Радиостанция обеспечивает формирование и прием следующих видов радиосигналов:

а) телефонные (ТФ) радиосигналы с однополосной модуляцией:

– АЗЖ-А1(-В1) – одноканальная работа по верхней боковой полосе (ВБП) или нижней боковой полосе (НБП) с подавленной несущей;

– АЗА-А1(-В1) – одноканальная работа по ВБП (НБП) с остатком несущей 10 % от максимального уровня информационного сигнала (с пилот-сигналом);

– АЗН-А1(-В1) – одноканальная работа по ВБП (НБП) с остатком несущей 50 %;

– АЗВ подавл. – одноканальная работа одновременно по ВБП и НБП с подавленной несущей;

– АЗВ ослабл. – одноканальная работа одновременно по ВБП и НБП с остатком несущей 10 %;

– АЗВ подавл. – двухканальная работа с передачей различной информации по ВБП и НБП с подавленной несущей;

– АЗВ ослабл. – двухканальная работа с передачей различной информации по ВБП и НБП с остатком несущей 10 %;

б) телефонные сигналы с частотной модуляцией (F3);

в) телеграфные (ТГ) сигналы с амплитудным телеграфированием (А1);

- г) телеграфные сигналы с частотным телеграфированием:
– F1-125, F1-200, F1-250 (только на передачу), F1-500, F1-1000, F1-6000 – одноканальная работа с частотными сдвигами 125, 200, 250, 500, 1000 и 6000 Гц;
– F6-125, F6-200, F6-500, F6-1000 – двухканальная работа с частотными сдвигами 125 (только на передачу), 200, 500 и 1000 Гц;
- д) ТГ сигналы с относительно фазовым телеграфированием (ОФТ):
– F9-300 и F9-500 – одноканальная работа со скоростью телеграфирования 300 и 500 бод.

Максимальная мощность передатчика, отдаваемая в антенну, составляет не менее 1000 Вт. Возможна плавная регулировка мощности путем изменения уровня высокочастотных колебаний на выходе возбуждителя ВО-78.

Долговременная (за 6 месяцев) относительная нестабильность рабочих частот возбуждителя и приемника не превышает $1,2 \cdot 10^{-7}$.

Мощность, потребляемая радиостанцией от первичных источников питания, не превышает 8 кВт.

Время разворачивания радиостанции на полный комплект антенн экипажем из четырех человек (начальник радиостанции, радиооператор, механик и водитель-электромеханик) не превышает 2,5 ч в летних условиях. Аппаратура радиостанции рассчитана на работу при температуре окружающей среды вне кузова от -40 до $+40$ °С и относительной влажности 95–98 %. Время готовности аппаратуры к работе не превышает 30 мин.

Аппаратура радиостанции размещена в кузове К6-131 на шасси автомобиля ЗИЛ-131. Кузов имеет аппаратный, передающий и агрегатный отсеки, разделенные перегородками. Масса радиостанции не превышает 10,5 т. Радиостанция может транспортироваться самолетом АН-22.

6.1. СТРУКТУРНАЯ СХЕМА РАДИОСТАНЦИИ

Структурная схема радиостанции Р-161А-2М представлена на рис. 6.1 и состоит из следующих элементов.

Возбудитель ВО-78 – для формирования всех видов сигналов на частоте 128 кГц, формирования диапазона рабочих частот радиостанции 1,5–60 МГц и переноса сформированных сигналов в диапазон рабочих частот.

Усилители мощности КВ и УКВ диапазонов (ТПП-6-2 и ТПП-6-1) – для усиления мощности радиосигналов до величины 1200 Вт в диапазонах рабочих частот 1,5–30 МГц и 30–60 МГц соответственно, а также для фильтрации высших гармоник сигналов на рабочей частоте.

Согласующие устройства КВ и УКВ диапазонов (ТПП-7-2 и ТПП-7-1) – для согласования входного сопротивления антенн с выходным сопротивлением УМ и фильтрации высших гармоник сигналов на рабочей частоте.

Симметрирующе-коммутирующее устройство (ТПП-53) – для коммутации антенн КВ диапазона, обеспечения работы УМ КВ на симметричные антенны и для дополнительного согласования УМ КВ с антеннами типа диполь, Т-образная и АЗИ.

Блок управления согласующим устройством (ТПП-55) – для управления дискретными органами настройки СУ и запоминания их настроек на 20 ЗПЧ.

Эквивалент нагрузки (ТПП-16) – для проверки работоспособности УМ. ЭН представляет собой сопротивление 75 Ом с принудительным воздушным охлаждением.

Коммутатор передающих антенн (АППС-20) – для подключения и коммутации передающих антенн.

Выпрямительное устройство ВУ-76 – блок питания УМ. ВУ-76 конструктивно состоит из двух блоков: ТПП-13Н – низковольтный выпрямитель, ТПП-13В – высоковольтный выпрямитель.

Радиоприемник Р-160П – для приема всех видов сигналов в диапазоне 1,5–60 МГц.

Коммутатор приемных антенн (ТПП-19) – для подключения и коммутации приемных антенн.

Аппаратура частотной адаптации Р-016В – для автоматизации процессов установления, ведения и восстановления радиосвязи, а также для частотной адаптации к помеховой обстановке и условиям распространения радиоволн.

Модем АБ-482 – для взаимного обмена командами управления между аппаратурой Р-016В и КРУ СА оконечной аппаратной.

Пульт начальника радиостанции (АППС-9) – для управления режимами работы, выбора ЗПЧ и антенн, ведения ТФ и слуховой ТГ радиосвязи, контроля ТФ и ТГ каналов и служебной связи с ОА и кабиной водителя.

Пульт радиооператора (АШС-27) – для обеспечения открытой и засекреченной слуховой ТГ радиосвязи.

Радиостанция Р-105М – для ведения радиосвязи по колонне при перемещении УС и служебной радиосвязи при развертывании и свертывании УС.

Абонентский коммутатор (АППС-11) – для обеспечения ТФ засекреченной связи с оконечных устройств ПНР, ПК, ВТА и аппаратной узла связи с помощью СА ТФ, установленной в радиостанции.

Специальный ввод (АПП-23) – для подключения ВТА и ТФ аппаратной для работы через СА ТФ, установленную в радиостанции.

Линейный ввод (ТПП-21) – для подключения ТФ и ТГ оконечных аппаратных ЗАС, АДУ, КШМ и линии П-274М от телефонного аппарата ТА-57.

Сетевой щит (ТПП-24) – для подключения внешней сети трехфазного тока к стабилизатору напряжения или силовому вводу.

Стабилизатор напряжения СТС-16/0,5С входит в состав невозимого ЗИП и перевозится отдельным транспортом. Устанавливается он вне кузова радиостанции и включается между СЩ и силовым вводом.

Силовой ввод (АПП-22) – для подключения первичных источников питания, внешнего потребителя и дополнительного заземления.

Щит автоматической защиты – для подачи напряжения питания на БК, защиты аппаратуры при перегрузке цепей питания и для отключения питания аппаратуры при возникновении между корпусом радиостанции и землей напряжения более 24 В.

Блок коммутации (АППС-18) – для коммутации цепей питания.

Пульт управления блоком коммутации (АПП-37) – для подачи команд управления на БК и контроля питающих напряжений.

Распределительная коробка – для распределения напряжений питания 220 В и ± 12 В по элементам радиостанции (потребителям).

Преобразователь напряжения (АПП-61) – для аварийного питания элементов автоматики радиостанции.

Коммутатор дежурного приема (АШС-33) – для подключения АЗИ и напряжения питания к приемнику Р-326 в режиме дежурного приема.

В радиостанции предусмотрено место для установки радиорелейной станции АЗИД-1Д – для организации радиорелейной линии ДУ.

6.2. АНТЕННЫ РАДИОСТАНЦИИ

Состав комплекта антенн радиостанции, их основные характеристики и пример размещения на местности представлены на рис. 6.2.

К передающим антеннам радиостанции относятся:

– штыревые антенны высотой 4 и 3 м на крыше кузова – для работы на стоянке и в движении земными волнами в диапазоне 14–50 МГц (АШ-4) и 50–60 МГц (АШ-3); дальность радиосвязи до 75 км;

– антенна зенитного излучения – для работы на стоянке и в движении ионосферными или земными волнами в диапазоне 1,5–14 МГц; дальность радиосвязи до 300 км;

– логопериодическая антенна на мачте высотой 12 м – для работы на стоянке земными волнами в диапазоне 40–60 МГц; дальность радиосвязи до 200 км;

– широкодиапазонная антенна на телескопической мачте высотой 12 м – для работы на стоянке земными волнами в диапазоне 30–60 МГц; дальность радиосвязи до 80 км;

– λ -образная антенна ($\lambda 15/60$) на телескопической мачте высотой 12 м – для работы на стоянке земными волнами в диапазоне 20–60 МГц; дальность радиосвязи до 150 км;

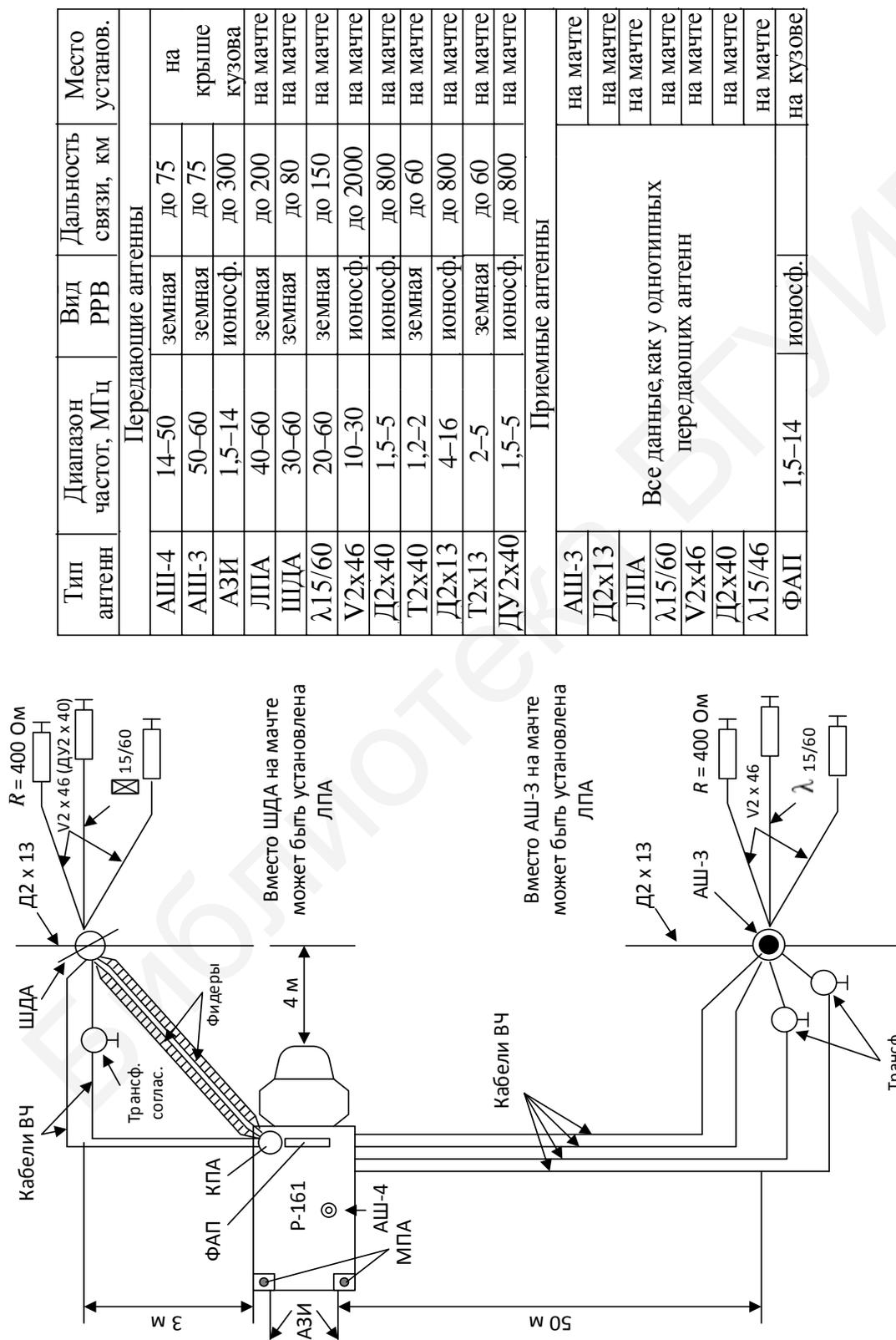
– комбинированное антенное полотно, из которого может быть развернута одна из следующих антенн:

- V-образная антенна (V2x46) – для работы на стоянке ионосферными волнами в диапазоне 10–30 МГц; дальность радиосвязи до 2000 км;
- наклонный диполь (Д2x40) – для работы на стоянке ионосферными волнами в диапазоне 1,5–5 МГц; дальность радиосвязи до 800 км;
- наклонный диполь (Д2x13) – для работы на стоянке ионосферными волнами в диапазоне 4–6 МГц; дальность радиосвязи до 800 км;
- T-образная антенна (T2x40) – для работы на стоянке поверхностными волнами в диапазоне 1,5–2 МГц; дальность радиосвязи до 60 км;
- T-образная антенна (T2x13) – для работы на стоянке поверхностными волнами в диапазоне 2–5 МГц; дальность радиосвязи до 60 км;
- диполь уголкового (ДУ2x40) – для работы на стоянке ионосферными волнами в диапазоне 1,5–5 МГц; дальность радиосвязи до 800 км.

К приемным антеннам относятся: АШ-3, ФАП, Д2x13, ЛПА, $\lambda 15/60$ комбинированное антенное полотно для антенны V2x46, Д2x40 и $\lambda 15/46$. Участки частотного диапазона, на которых используются приемные антенны, совпадают с участками для односторонних передающих антенн. Антенна ФАП размещается на крыше кузова и используется в диапазоне частот 1,5–14 МГц. Совместно с передающей АЗИ она образует дуплексную крышевую антенную систему для работы в движении и на стоянке.

Примечание. В случае установки в радиостанции РРС «АЗИД-1Д» ее антенна (2-элементная Z-образная) размещается на составной мачте; для работы в движении используется цилиндрическая антенна на крыше кузова.

Для разворачивания антенн требуется площадка 150×100 м. Выбирая место для разворачивания антенн, необходимо учесть наличие источников промышленных помех, которые значительно снижают качество связи. Площадка должна размещаться не ближе 200 м от железобетонных зданий, металлических сооружений, линий связи и электропередач. Не следует располагать радиостанцию на скате холма, противоположном направлению на корреспондента. Лучшие результаты дает расположение радиостанции на вершине холма, на обращенных к корреспонденту скатах или, если требуют условия маскировки, на обратном скате, немного ниже его вершины. Развертывая радиостанцию в овраге, следует размещаться на противоположном от корреспондента склоне.



Тип антенн	Диапазон частот, МГц	Вид РРВ	Дальность связи, км	Место установ.
Передающие антенны				
АШ-4	14-50	земная	до 75	на крыше
АШ-3	50-60	земная	до 75	на крыше
АЗИ	1,5-14	ионосф.	до 300	на мачте
ЛПА	40-60	земная	до 200	на мачте
ШДА	30-60	земная	до 80	на мачте
λ15/60	20-60	земная	до 150	на мачте
V2x46	10-30	ионосф.	до 2000	на мачте
Д2x40	1,5-5	ионосф.	до 800	на мачте
Т2x40	1,2-2	земная	до 60	на мачте
Д2x13	4-16	ионосф.	до 800	на мачте
Т2x13	2-5	земная	до 60	на мачте
ДУ2x40	1,5-5	ионосф.	до 800	на мачте
Приемные антенны				
АШ-3				на мачте
Д2x13				на мачте
ЛПА				на мачте
λ15/60				на мачте
V2x46				на мачте
Д2x40				на мачте
λ15/46				на мачте
ФАП	1,5-14	ионосф.		на кузове

Все данные, как у однотипных передающих антенн

Рис. 6.2. Размещение на местности антенн радиостанции P-161A-2M

6.3. СИСТЕМА ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ РАДИОСТАНЦИИ

В состав системы электропитания входят первичные и вторичные источники, устройства коммутации и контроля.

В качестве первичных источников питания используются:

– бензоэлектрический агрегат АБ-8-Т/400М – для работы в движении и на стоянке; время непрерывной работы без дополнительной заправки топливом (бензин) – 4 ч, а с дополнительными заправками – 24 ч; размещается в агрегатном отсеке кузова автомобиля;

– электростанция ЭСБ-12-Т/400 – для работы на стоянке и в полевых условиях; время непрерывной работы без дополнительной заправки топливом – 8 ч; размещается на одноосном прицепе;

– унифицированная электроустановка ЭУ-131-8-Т/400 – резервный источник питания; применяется только на стоянке с отбором мощности от двигателя автомобиля; размещается на раме шасси под кузовом;

– промышленная трехфазная сеть с выведенной нейтралью напряжением 380 или 220 В; если стабильность напряжения 380 В не хуже чем $\pm 5\%$, т. е. лежит в пределах 380 ± 19 В, то сеть подключается к аппаратной непосредственно; если стабильность сети низкая (но не хуже 304–418 В), то необходимо применять стабилизатор напряжения СТС-16/0,5С. Если используется промышленная трехфазная сеть напряжением 220 В, то применение стабилизатора обязательно, так как он выполняет функции повышающего до 380 В автотрансформатора.

К вторичным источникам питания относятся выпрямительное устройство ВУ-76 и блоки питания отдельных элементов радиостанции.

Выпрямительное устройство ВУ-76 предназначено для формирования напряжений постоянного и переменного тока, необходимых для питания каскадов усилителей мощности и цепей автоматики УМ. Выпрямительное устройство состоит из двух блоков: ВУ-76В и ВУ-76Н. В блоке ВУ-76В содержатся выпрямители анодно-экранного питания ламп 2-го и 3-го каскадов УМ.

В блоке ВУ-76Н содержатся выпрямители анодно-экранного питания ламп 1-го каскада УМ, выпрямители автоматики и накальные трансформаторы.

Питание выпрямительного устройства обеспечивается трехфазным напряжением 380 В и частотой 50 Гц.

К устройствам коммутации и контроля относятся соединительный щит, силовой ввод, щит автоматической защиты, блок коммутации, пульт управления блоком коммутации, распределительная коробка.

6.4. ПЕРЕДАТЧИК РАДИОСТАНЦИИ

Передачик радиостанции Р-161А-2М предназначен для формирования радиосигналов, предусмотренных техническими возможностями возбудителя ВО-78, переноса их в диапазон частот 1,5–60 МГц и усиления до величины не менее 1000 Вт.

Сетка дискретных частот формируется с шагом 10 Гц при местном управлении и с шагом 100 Гц при работе на ЗПЧ.

Количество ЗПЧ – 20 (по 10 в КВ и УКВ диапазоне); время перестройки передатчика с одной ЗПЧ на другую не более 1,5 с.

Ослабление высших гармоник рабочей частоты не менее 55 дБ.

Электропитание передатчика осуществляется трехфазным напряжением 380 В, 50 Гц; потребляемая мощность не превышает 6 кВт.

Основными элементами передатчика являются (см. рис. 6.1):

– возбуждатель ВО-78 с блоком питания БЗ-28, выполненные в виде отдельных блоков;

– два усилительных высокочастотных тракта, состоящих из блоков УМ и СУ для КВ и УКВ диапазонов;

– симметрирующе-коммутирующее устройство;

– блок управления согласующим устройством;

– коммутатор передающих антенн;

– эквивалент нагрузки сопротивлением 75 Ом.

Блоки УМ смонтированы в одной стойке с выпрямительным устройством ВУ-76. В другой стойке смонтированы блоки СУ, СКУ и блок вентиляторов охлаждения УМ. Обе стойки, а также ЭН с вентилятором охлаждения расположены в передающем отсеке кузова радиостанции, возбуждатель и БУ СУ – в аппаратном отсеке. На крыше кузова расположен коммутатор передающих антенн.

6.4.1. Возбудитель ВО-78 «Лазурь»

Возбудитель радиостанции предназначен для формирования всех видов сигналов на частоте 128 кГц, формирования сетки рабочих частот радиостанции в диапазоне 1,5–60 МГц с шагом 10 Гц и переноса сформированных сигналов в диапазон рабочих частот.

Метод установки частоты декадный с визуальным контролем значения рабочей частоты по цифровому табло. После установки декадных переключателей или переключения передатчика на другую ЗПЧ возбудитель настраивается автоматически за время не более 0,3 с.

Стабильность выходных колебаний при всех видах сигналов определяется стабильностью опорного генератора «Гиацинт», имеющего долговременную (за 6 месяцев) относительную нестабильность частоты $1,2 \cdot 10^{-7}$. Для сигналов с ЧМ абсолютная погрешность частоты не превышает $\pm 0,8$ кГц.

Выходное напряжение на нагрузке 75 Ом составляет 1 В при включенной системе АРН возбудителя.

Управление возбудителем может осуществляться в трех режимах:

1) МЕСТН. – с помощью органов управления на передней панели;

2) МД (местно-дистанционное) – установка частоты осуществляется с запоминающего устройства ПНР и системы ТУ-ТС аппаратуры Р-016В, а установка рода работы и видов сигналов – органами управления на передней панели;

3) ДИСТ. – управление в полном объеме от внешних устройств по принципу «провод – команда».

Питание возбудителя осуществляется от однофазной сети переменного тока с напряжением 220 В и частотой 50 или 400 Гц.

Потребляемая мощность не превышает 280 Вт.

Масса возбудителя 90 кг. Среднее время наработки на отказ – 3000 ч. Основная часть элементов унифицирована и применяется помимо возбудителя в приемнике Р-160П.

Возбудитель и источник питающих напряжений (блок БЗ-28) выполнены в виде отдельного блока.

6.4.2. Усилители мощности

Усилители мощности КВ и УКВ диапазонов выполнены идентично. Они представляют собой трехкаскадные усилители с коммутируемыми полосовыми фильтрами в анодных цепях ламп. Входное и выходное сопротивления настроенного УМ равны 75 Ом.

Первый каскад УМ собран на трех лампах типа 6Э6П, включенных параллельно. Он представляет собой полосовой усилитель напряжения с параллельным анодным питанием от источника +150 В и тремя коммутируемыми ПФ в анодной нагрузке, работающий в режиме класса «А».

Второй каскад УМ собран на лампе типа ГУ-74Б по схеме с параллельным анодным питанием. Анодное напряжение равно +600 В. Второй каскад работает в режиме класса «А». В качестве анодной нагрузки используется один из четырех коммутируемых ПФ.

Третий каскад собран на лампе ГУ-78Б. Он представляет собой УМ, работающий в режиме класса «АВ», последовательного анодного питания, с десятью коммутируемыми ПФ в анодной цепи, со смещением от отдельного источника. Анодное напряжение составляет +2000 В.

При работе радиостанции на прием в симплексном режиме лампа запирается смещением –150 В.

С выхода УМ усиленное ВЧ напряжение поступает на вход СУ (или на ЭН в режиме ПРОВЕРКА) через направленный ответвитель.

Направленный ответвитель предназначен для формирования сигналов, пропорциональных проходящей колебательной мощности (падающая волна) и отраженной волны. Первый сигнал используется для работы системы АРН, второй – для передачи команды в блок управления СУ о рассогласовании нагрузки УМ. При подключении к выходу УМ ненастроенного СУ с антенной на блоке управления согласующим устройством загорается лампа кнопки-табло ВОЗВРАТ ЗАЩИТЫ, на ПНР включается звуковая сигнализация и автоматически отключается высокое напряжение.

Эквивалент нагрузки сопротивлением 75 Ом подключается к выходу УМ при нажатой кнопке ПРОВЕРКА и используется при проверке работоспособности УМ, а также при регулировке токов ламп УМ в статическом режиме.

Дешифратор формирует команды для включения в анодных цепях ламп полосовых фильтров нужного поддиапазона. Входные сигналы на дешифратор поступают от переключателей возбудителя или от запоминающего устройства ПНР. При этом используется лишь первые три декады: десятки мегагерцев, единицы мегагерцев, сотни килогерцев. Для переключения ПФ используются высокочастотные реле и приводы электромеханические.

6.4.3. Согласующее устройство

Согласующее устройство предназначено для преобразования комплексного сопротивления антенны в активное сопротивление нагрузки УМ, равное 75 Ом, и для фильтрации высших гармоник сигнала рабочей частоты. Оба СУ (для диапазонов КВ и УКВ) имеют единый принцип построения, настройки и управления.

Для фильтрации высших гармоник рабочей частоты схема СУ выполнена в виде П-образного ФНЧ. Настройка СУ осуществляется путем дискретного переключения реактивных элементов с помощью ВЧ реле. Дискретное изменение величин индуктивности и емкостей позволяет перестраивать СУ за время не более 1,5 с при работе на ЗПЧ. Значения емкостей дискретных конденсаторов и катушек индуктивности составляют геометрическую прогрессию со знаменателем 2. Управление работой ВЧ реле в процессе настройки СУ осуществляется ручками НАСТРОЙКА и СВЯЗЬ на БУ СУ, а при перестройке по ЗПЧ – командами с запоминающего устройства БУ СУ.

На выходе СУ установлен датчик выхода. При работе радиостанции на передачу с него на индикаторный прибор БУ СУ поступает сигнал, пропорциональный выходной мощности. Антенны подключаются к СУ через блок СКУ.

СКУ предназначено для подключения к выходу СУ КВ диапазона различных типов антенн, перехода от несимметричного выхода СУ к симметричным антеннам, предварительного «грубого» согласования выхода СУ с антеннами типа диполь, Т-образной и АЗИ. УМ передатчика настраивается автоматически путем коммутации полосовых фильтров в анодных цепях ламп в зависимости от частоты настройки возбуждителя.

СУ настраивается ручками НАСТРОЙКА и СВЯЗЬ, расположенными на передней панели БУ СУ. При этом с помощью высокочастотных реле в СУ подбирается комбинация дискретных емкостей и индуктивностей, которая обеспечивает компенсацию реактивного сопротивления антенны току рабочей частоты и трансформацию ее активного сопротивления к величине 75 Ом на входе СУ. В такую нагрузку выходной каскад УМ будет отдавать максимальную мощность. В процессе настройки по элементам СУ и антенны протекают очень малые токи рабочей частоты. Поэтому излучение может быть зафиксировано на расстоянии нескольких десятков метров от антенны. По окончании настройки СУ значения органов настройки записываются в запоминающем устройстве БУ СУ для последующего точного воспроизведения.

6.5. ПРИЕМНИК РАДИОСТАНЦИИ

Радиоприемник Р-160П (рис. 6.3) предназначен для приема телефонных и телеграфных радиосигналов в КВ и УКВ диапазонах при автономной работе или в составе автоматизированного комплекса радиосвязи.

Радиоприемник обеспечивает прием сигналов на любой из 5 850 000 фиксированных частот, кратных 10 Гц, в диапазоне 1,5–59,99999 МГц.

При работе в составе автоматизированной радиостанции Р-161А-2М возможна предварительная установка для радиоприемника 20 ЗПЧ из числа фиксированных частот, кратных 100 Гц.

Коротковолновый диапазон радиоприемника разбит на 10, а ультракоротковолновый диапазон – на 3 поддиапазона. Переключение поддиапазонов и точная настройка радиоприемника в пределах каждого поддиапазона осуществляется автоматически при местном или дистанционном управлении установкой частоты. Время перестройки с частоты на частоту не превышает 0,3 с.

Стабильность частоты настройки (частотная точность) радиоприемника определяется стабильностью опорного генератора «Гиацинт-М», относительная нестабильность которого за 24 ч работы (кратковременная) не превышает $1,5 \cdot 10^{-8}$, а за 6 месяцев работы (долговременная) не превышает $1,0 \cdot 10^{-7}$.

В радиоприемнике предусмотрена возможность ручной корректировки частоты ОГ с точностью $\pm 1 \cdot 10^{-8}$ по отношению к эталонной частоте. Кроме того, для работы можно использовать внешний ОГ с частотой 5 МГц и выходным уровнем 500 мВ.

Чувствительность радиоприемника Р-160П (E_a) в зависимости от вида принимаемых сигналов указана в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Чувствительность приемника в зависимости от вида принимаемых сигналов

Вид сигнала	E_a , мкВ	Вид сигнала	E_a , мкВ
АТ (А1-У)	0,4	ОФТ (F9)	1
АТ (А1-Ш)	0,8	ОМ	2
ЧТ (F1)	1	ЧМ (F3)	4
ДЧТ (F6)	–	АМ (А3)	8

Основная избирательность (т. е. избирательность в отношении помех по соседним каналам приема) обеспечивается на ПЧЗ в частных трактах приема.

Ослабление помех по зеркальному каналу первого преобразования – не менее 90 дБ, а на промежуточных частотах – не менее 100 дБ.

Полоса пропускания общего радиотракта приемника по уровню 6 дБ составляет:

- 5 кГц при приеме телеграфных сигналов (кроме ЧТ-6000);
- 15 кГц при приеме телефонных сигналов и телеграфного ЧТ-6000;
- 40 кГц при приеме широкополосных сигналов (при подаче внешней команды «Адаптация-2» или «Вкл. 40 кГц»).

Система АРУ по третьей ПЧ в частных трактах приема сигналов АМ, АТ, ОМ обеспечивает изменение уровня выходного напряжения не более чем на 6 дБ при изменении входного сигнала на 80 дБ. При включенной АРУ и входном сигнале более 1 мВ в тракте второй ПЧ действует дополнительная АРУ с глубиной регулирования 20 дБ. Системы АРУ имеют три значения постоянной времени: 0,1; 1,0 и 5,0 с.

Диапазон ручного регулирования усиления по ПЧ – не менее 80 дБ, а по звуковой частоте – не менее 40 дБ.

В общем радиотракте имеется система автоматической подстройки частоты по пилот-сигналу. Полоса схватывания системы АПЧ – не менее ± 100 Гц, а полоса удержания – не менее ± 200 Гц.

Антенный вход радиоприемника рассчитан на подключение коаксиального кабеля с волновым сопротивлением 75 Ом.

Предусмотрена защита входных устройств от ВЧ напряжений с уровнем до 100 В, в том числе и на частоте настройки радиоприемника, а также защита от напряжений постоянного тока с уровнем до 500 В. С помощью противолокационного фильтра вход радиоприемника защищен от помех на частотах выше 200 МГц.

При больших уровнях сигнала с помощью входного аттенюатора можно внести затухание на 10, 20 или 30 дБ.

Радиоприемник имеет следующие выходы:

- выход на головные телефоны с напряжением не менее 2 В на нагрузке 100 Ом (ТА-56 М);

- выход на симметричную линию с напряжением не менее 2 В на нагрузке 600 Ом;

- релейный выход с амплитудой телеграфных посылок ± 20 В на нагрузке 1 кОм или ± 60 В на нагрузке 3 кОм;

- электронный телеграфный выход с напряжением +10 и –0,6 В на нагрузке 5 кОм.

Кроме того, радиоприемник имеет контрольные выходы опорной частоты 5 МГц, третьей ПЧ 128 кГц и местной несущей 128 кГц.

Управление радиоприемником может осуществляться с лицевой панели (М) или дистанционно (ДИСТ). При местно-дистанционном управлении установка частоты настройки осуществляется на запоминающем устройстве ПНР, а остальные операции – на лицевой панели приемника.

Система встроенного контроля обеспечивает проверку работоспособности радиоприемника и отыскание неисправного блока.

Она включает стрелочный прибор с переключателем КОНТРОЛЬ, сигнальные лампочки и блок обратного преобразования радиочастоты с переключателем СКВОЗНОЙ КОНТРОЛЬ.

Электропитание радиоприемника может обеспечиваться:

- от однофазной сети переменного тока с частотой 50 Гц, напряжением 220 или 127 В;

- от однофазной сети переменного тока с частотой 400 Гц, напряжением 220 или 115 В;

Потребляемая мощность составляет 290 Вт. Масса радиоприемника не более 95 кг. Радиоприемник сохраняет работоспособность при изменении внешних температур от -40 до $+50$ °С и относительной влажности 98 %.

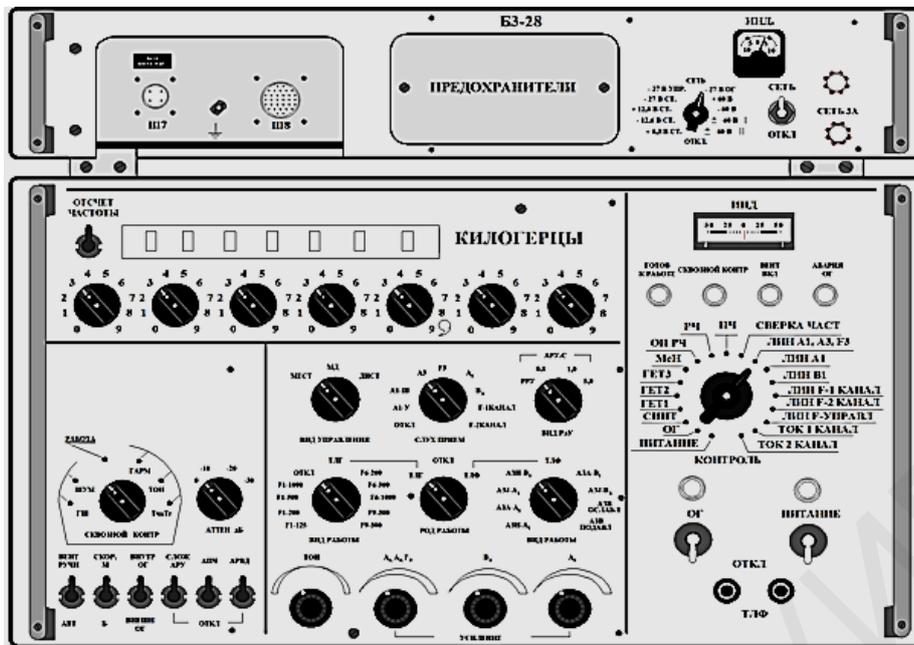


Рис. 6.3. Внешний вид радиоприемника Р-160П

6.6. СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ РАДИОСТАНЦИЕЙ

Под управлением радиостанцией следует понимать:

- включение питания и высокого напряжения;
- управление излучением передатчика;
- перестройку передатчика и приемника на ЗПЧ;
- выбор передающих и приемных антенн;
- управление ВЧ колебаниями передатчика в ТФ и ТГ режимах с различных рабочих мест.

Управление радиостанцией может быть трех видов: местное (МЕСТН), местно-адаптивное (МЕСТН-АДАПТ) и дистанционное (ДИСТ). Выбор вида управления осуществляется переключателем ВИД УПРАВЛЕНИЯ на передней панели ПНР.

При местном управлении все операции по управлению радиостанцией осуществляются органами управления на передней панели ПНР.

При местно-адаптивном управлении выбор фиксированных частот (волн) передатчика и приемника обеспечивается аппаратурой Р-016В, а остальные операции – органами управления ПНР. При управлении с помощью аппаратуры Р-016В обеспечивается включение высокого напряжения, выбор фиксированных частот, включение передатчика в режим излучения.

В состав аппаратуры коммутации и управления входят:

- пульт начальника радиостанции (АППС-9);
- пульт кабины (АПП-40);
- пульт радиооператора (АППС-27);
- коммутатор абонентский (АППС-11);
- линейный ввод (ТПП-21);
- специальный ввод (АПП-23).

Пульт начальника радиостанции предназначен:

- для управления передатчиком и приемником из машины;
- для неоперативной и оперативной коммутации ТФ и ТГ цепей оконечных устройств к входам передатчика и выходам приемника при работе из различных рабочих мест;

- для контроля исправности аппаратуры;

- для обеспечения служебной связи с ОА и кабиной водителя.

В состав ПНР (рис. 6.4) входят:

- устройство АППС-91 (блоки АППС-911 и АППС-912) – для коммутации цепей информации и служебной связи;

- устройство АППС-92 (блоки АППС-921 и АППС-922) – блоки питания ПНР и коммутатор антенн соответственно;

- панель АППС-93 – для размещения органов управления, коммутации и контроля;

- неоперативный коммутатор (размещен под крышкой);

- устройство АППС-94 – для запоминания значений частот возбуждителя, приемника и передающих антенн для двадцати фиксированных волн.

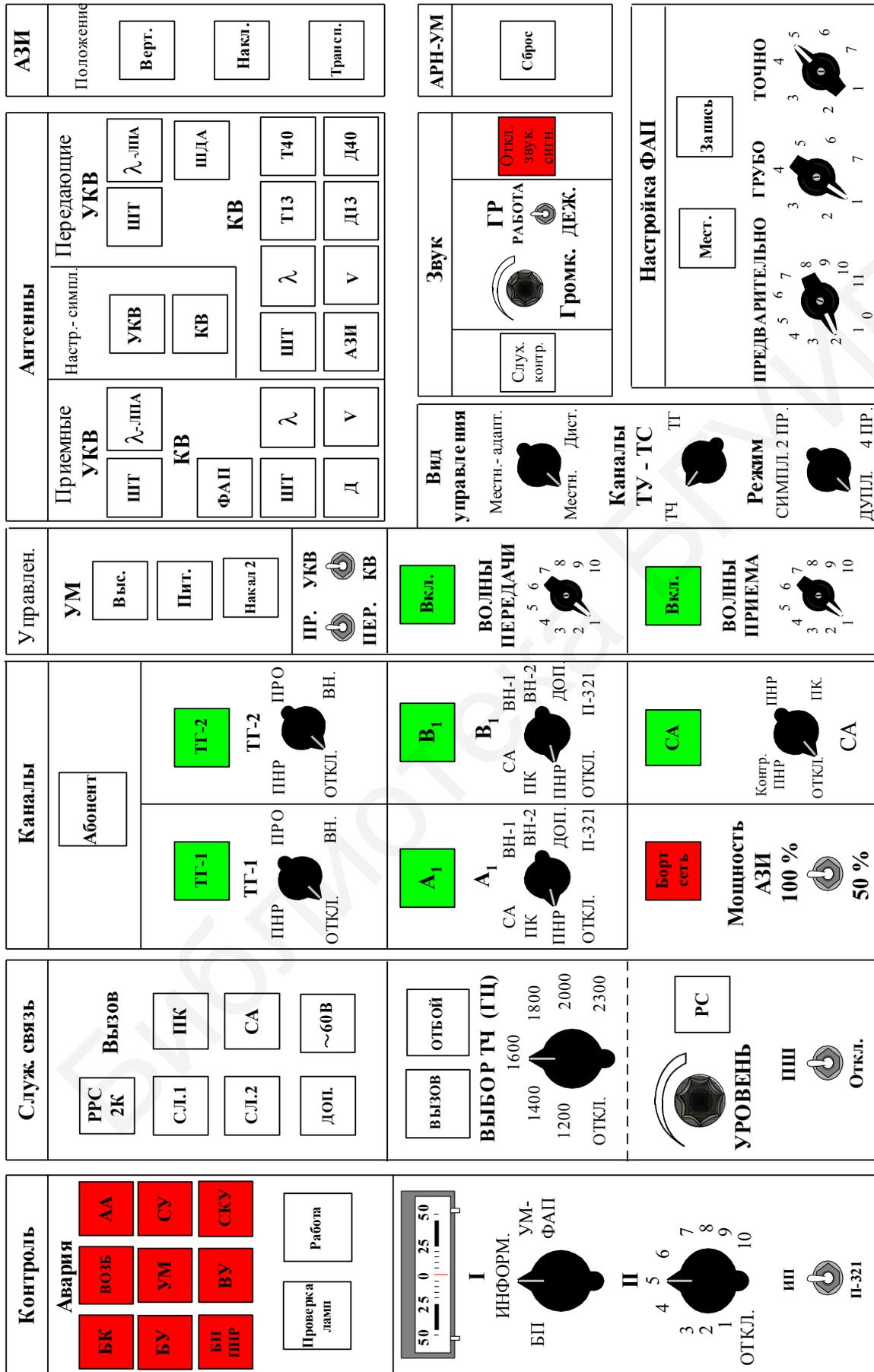


Рис. 6.4. Внешний вид передней панели ПНР

Панель АППС-93 функционально разделена и имеет соответствующие поясняющие надписи.

В центре под надписью КАНАЛЫ находятся переключатели телеграфных (ТГ-1, ТГ-2) и телефонных (A_1 , B_1) каналов. С помощью этих переключателей оконечная аппаратура подключается к входам и выходам радиоканалов. Над каждым переключателем имеется световое табло, сигнализирующее о занятости канала начальником радиостанции. Если управление по какому-либо каналу осуществляется с ПРО, ПК или с внешней линии, то светится табло АБОНЕНТ.

Переключатель СА подключает к абонентскому коммутатору микротелефонную гарнитуру ПНР или ПК. При работе с внешних линий, подключенных к спецвводу, переключатель СА должен быть в положении ОТКЛ.

Световое табло СА светится, когда на АК включено питание и переключатель АБОНЕНТЫ СА установлен в положение ПНР.

С помощью тумблера МОЩНОСТЬ АЗИ обеспечивается переключение передатчика при работе на АЗИ с полной мощности на пониженную.

Под надписью СЛУЖЕБНАЯ СВЯЗЬ расположена функциональная группа кнопочных переключателей, предназначенных для коммутации цепей служебной связи, послышки тонального вызова и отбоя.

Переключатель ВЫБОР ТЧ (Гц) предназначен для выбора частоты селективного вызова.

Кнопочный переключатель ГС подключает МТГ начальника радиостанции к Р-105М. При включенном тумблере ПШ уровень шума на выходе приемника радиостанции Р-105М может регулироваться ручкой УРОВЕНЬ.

Под надписью КОНТРОЛЬ расположено табло АВАРИЯ, сигнализирующее о наличии неисправного блока.

Переключатели I и II предназначены для подключения стрелочного индикаторного прибора к контролируемым цепям в соответствии с таблицей на крышке. Тумблер ИП – П-321 подключает контролируемую цепь к индикаторному прибору или прибору П-321.

В левой части панели под крышкой расположены гнезда неоперативного коммутатора (рис. 6.5) и громкоговоритель.

Неоперативная коммутация осуществляется четырехконтактными колодками (МШ-4) или двухпроводными шнурами. Неоперативная коммутация обеспечивает предварительное подключение соединительных линий от внешней оконечной аппаратуры к ТГ и ТФ радиоканалам. Кабель ПТРК 5x2 от телефонной и телеграфной аппаратуры (аппаратной ДУ) подключается к полумуфтам АП ТФ или АП ТГ линейного ввода радиостанции.

К полумуфте АП ТГ может быть подсоединен кабель от ТГ аппаратной, КШМ, ОПМ или АДУ. При подключении кабеля ПТРК 5x2 к полумуфте АП ТГ линейного ввода и типовой коммутации (только с помощью колодок МШ-4) его линии распределяются парами следующим образом (поле ТГ, сектор АП ТГ):

- ЛИН. 1 – передача ТГ информации по первому каналу ВО-78;
- ЛИН. 2 – прием ТГ информации по первому каналу Р-160П;
- ЛИН. 3 – передача ТГ информации по второму каналу ВО-78;

- ЛИН. 4 – прием ТГ информации по второму каналу Р-160П;
- ЛИН. 5 – служебная связь с АП ТГ (кнопка СЛ. 2).

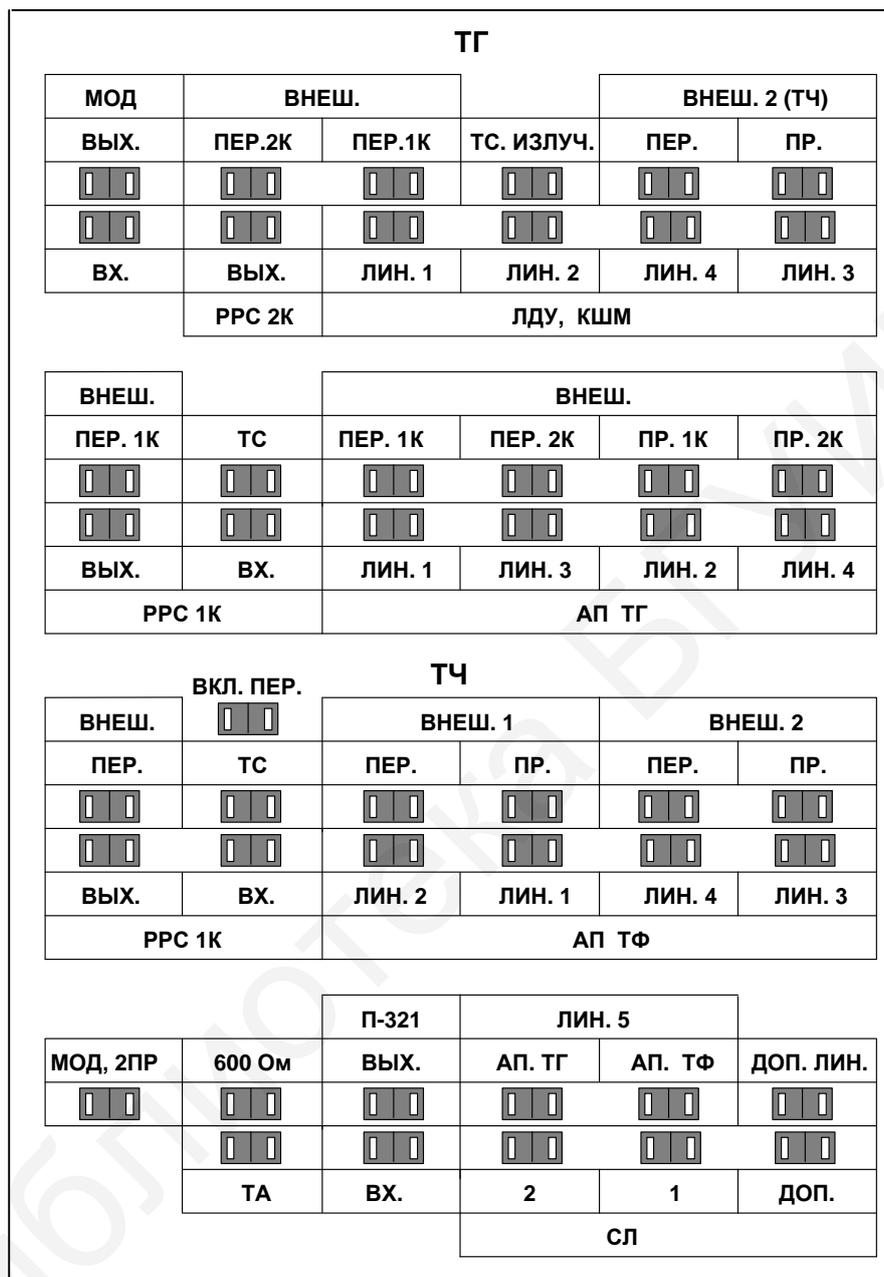


Рис. 6.5. Неоперативный коммутатор

Линии кабеля от КШМ распределяются следующим образом (поле ТГ, сектор ЛДУ, КШМ):

- ЛИН. 1 – передача ТГ информации;
- ЛИН. 2 – сигнализация о включении излучения передатчика;
- ЛИН. 3 – прием тональной информации;
- ЛИН. 4 – передача информации ТФ;
- ЛИН. 5 – служебная связь с КШМ (кнопка СЛ. 2).

Линии кабеля от ОПМ или АДУ распределяются следующим образом (поле ТГ, сектор ЛДУ, КШМ):

- ЛИН. 1 – передача ТГ информации по первому каналу ВО-78;
- ЛИН. 2 – телесигнализация (ТС);
- ЛИН. 3 – передача ТГ информации по второму каналу ВО-78;
- ЛИН. 4 – передача ТФ информации (ВНЕШН.2);
- ЛИН. 5 – служебная связь с ОПМ или АДУ (кнопка СЛ. 2).

К полумуфте АП ТФ линейного ввода может быть подсоединен кабель ПТРК 5x2 от ТФ аппаратной или АДУ. В обоих случаях распределение линий кабеля следующее (поле ТЧ, сектор АП ТФ):

- ЛИН. 1 – прием ТФ информации по каналу А₁ (ВБ);
- ЛИН. 2 – передача ТФ информации по каналу А₁ (ВБ);
- ЛИН. 3 – прием ТФ информации по каналу В₁ (НБ);
- ЛИН. 4 – передача ТФ информации по каналу В₁ (НБ);
- ЛИН. 5 – служебная связь с ТФ аппаратной или АДУ (кнопка СЛ. 1).

Под общей надписью ЗВУК расположены:

– кнопка-табло СЛУХ. КОНТР. – для подключения контролируемой цепи к головным телефонам микротелефонной гарнитуры начальника радиостанции или громкоговорителю;

– регулятор ГРОМК. – для регулирования уровня громкости звука в громкоговорителе;

– тумблер ГР. – для подключения громкоговорителя к слуховым выходам Р-160П в положении РАБОТА или Р-326 – в положении ДЕЖ.;

– кнопка-табло ОТКЛ. ЗВУК. СИГН. – для отключения звуковой сигнализации.

Окончательное подключение внешних оконечных устройств к радиоканалам осуществляется органами оперативной коммутации на ПНР, ПК и абонентского коммутатора.

Под надписью УПРАВЛЕНИЕ расположены:

– кнопка-табло ВЫСОКОЕ – для включения высокого напряжения усилителя мощности;

– кнопка-табло НАКАЛ 2 – для включения предварительного накала ламп УМ неработающего диапазона;

– кнопка-табло ПИТАНИЕ – для включения питания;

– тумблер ПР.-ПЕР. – для включения радиостанции на прием или передачу при симплексной телеграфной работе;

– тумблер УКВ-КВ – для включения передатчика соответствующего диапазона и поддиапазона в приемник;

– переключатели ВОЛНЫ ПЕРЕДАЧИ и ВОЛНЫ ПРИЕМА с кнопками-табло ВКЛ. – для включения выбранной ЗПЧ передатчика и приемника.

Под общей надписью АНТЕННЫ находится группа кнопочных переключателей, предназначенных для управления подключением приемных и передающих антенн.

Кнопочные переключатели УКВ и КВ – для подключения приемника к возбудителю в режиме НАСТР. (согласующего устройства) или подключения приемопередающей антенны к приемнику в режиме СИМПЛ.

В правом верхнем углу панели под надписью АЗИ находятся кнопочные переключатели ВЕРТ., НАКЛ., ТРАНСП. – для управления механизмами подъема АЗИ.

Ниже находится кнопочный переключатель АРН-УМ СБРОС, обеспечивающий перезапуск системы автоматической регулировки напряжений усилителя мощности.

В нижнем правом углу панели, под надписью НАСТРОЙКА ФАП, находится функциональная группа переключателей для настройки ФАП.

Кроме того, имеются:

- переключатель ВИД УПРАВЛЕНИЯ – для выбора вида управления радиостанцией (МЕСТН., МЕСТН.-АДАПТ. или ДИСТ.);
- переключатель КАНАЛЫ ТУ-ТС устанавливается в положение ТГ при использовании для системы ТУ-ТС телеграфного канала или в положение ТЧ при использовании ТФ канала;
- переключатель РЕЖИМ – для установки режима работы радиостанции дуплексного (ДУПЛ.) или симплексного (СИМПЛ. 2ПР., СИМПЛ. 4ПР.).

6.7. АППАРАТУРА АДАПТАЦИИ Р-016В

Аппаратура адаптации Р-016В предназначена для повышения пропускной способности радиолинии за счет автоматизации процессов установления и ведения связи, а также частотной адаптации к помеховой обстановке и к условиям распространения радиоволн.

На радиолинию с АА Р-016В могут выделяться до 10 фиксированных частот передачи и до 10 ФЧ приема. На каждой ФЧ для работы используется полоса частот ± 7 кГц, в которой формируются 15 субчастот с интервалом 1 кГц так, что восьмая СБЧ совпадает с номиналом ФЧ передатчика и приемника радиостанции. Такую полосу называют «пакетом» субчастот (рис. 6.6). Технические характеристики аппаратуры Р-016В приведены в табл. 6.2.

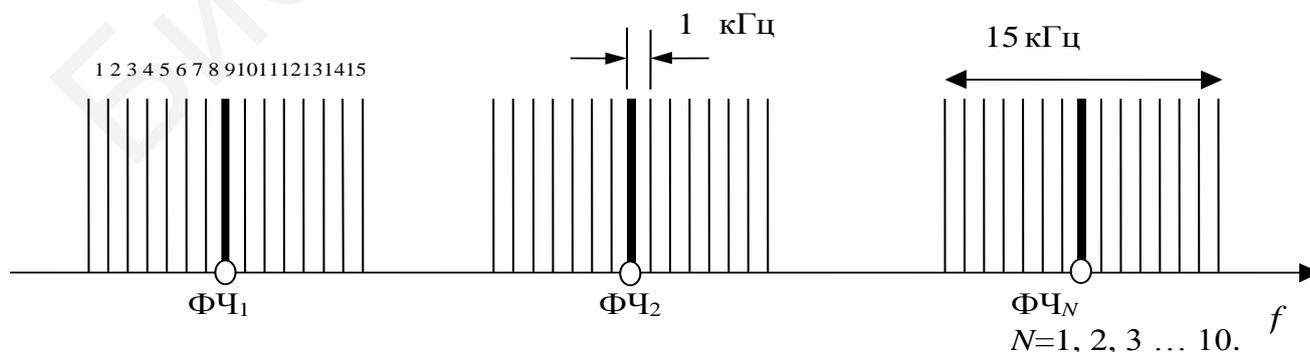


Рис. 6.6. Формирование «пакетов» субчастот

Аппаратура Р-016В обеспечивает двухступенчатую адаптацию.
 1-я ступень – адаптация в «пакете» по субчастотам.
 2-я ступень – адаптация по «пакетам» субчастот, выделенным для связи.

Таблица 6.2

Основные технические характеристики аппаратуры Р-016В

Наименование характеристики и единица измерения	Кол-во, величина	Примечание
Количество ступеней адаптации:	2	–
первая ступень – к помеховой обстановке в полосе, кГц	15	Имеется возможность работы на 15, 13, 12 СБЧ в зависимости от вида сигнала
вторая ступень – к условиям РРВ по ФЧ	10	Имеется возможность работы на меньшем числе ФЧ
Число рабочих субчастот на каждой ФЧ	15	При работе сигналами F1-125, F1-200
	13	F1-500, F6-200, F9-300 (исключаются 1-я и 15-я СБЧ)
	12	A3J-A1, A3A-A1, A3H-A1 (исключаются 13, 14, 15 СБЧ)
Число СБЧ для вызова	7	Четные субчастоты: 8, 10, 12, 14, 2, 4, 6
Разнос между СБЧ, кГц	1	В полосе 15 кГц
Среднее время вхождения в связь, мин	1–2	На 4–5 ФЧ, соответственно в ТГ и ТФ режимах
Среднее время восстановления связи, с: – на СБЧ; – на ФЧ	1 2,5	При условии отсутствия помех на этих частотах у корреспондента
Скорость передачи сигналов (команд) ТУ-ТС, бод: – по ТФ каналу; – по ТГ каналу	1200	Передаче «0» соответствует частота 2 100 Гц (442 мВ), «1» – 1300 Гц (595 мВ)
	150	±20 В, 5 мА
Количество служебных команд	100	Набор осуществляется на ПНР по специальной таблице переключателями ВОЛНЫ ПРМ и ПРД
Электропитание, В	~220 ±15 %	Переменный ток, 50 Гц
		Для сохранения программы смены ФЧ при отключении сети имеется аккумулятор $U = 12$ В
Масса, кг	35	–

В адаптивной радиолинии с Р-016В радиостанция может работать сигналами F1-125, F1-200, F1-500, F6-200, F9-300, F9-500 и однополосными сигналами по ВБП. В зависимости от вида сигнала Р-016В обеспечивает измерение уровня помех на СБЧ по выходу третьей ПЧ приемника в полосе частот 0,5; 1,5 или 3,1 кГц.

Аппаратура Р-016В имеет следующие режимы работы: дежурный прием, вхождение в связь, ведение связи, восстановление связи.

Ключевые комбинации вводятся в аппаратуру Р-016В установкой переключателей в гнезда разъема КЛЮЧ на передней панели блока В20. Ключевые комбинации могут быть непосредственно заданы в радиоданных либо получены из вызывных корреспондента и собственных. При каждом включении аппаратуры Р-016В начинается ее автоматическая самопроверка, протекающая в два этапа. Первый этап заключается в самопроверке отдельных функциональных узлов АА и выдаче их в программное устройство и на устройства индикации сигналов ИСПРАВНО. Второй этап начинается после полного завершения первого этапа и заключается в комплексной проверке всей АА по тестам, формируемым программным устройством.

Полная самопроверка длится 50 с. По окончании самопроверки загорается индикатор ИСПРАВНО АА. В ПНР поступает сигнал ДИСТ. УПР. ВКЛ. для работы приемника и возбудителя от внешних гетеродинов, включения в приемнике режима «Адаптация-1» и для передачи управления включением питания высокого напряжения, излучением ПРД, переключением ФЧ ПРД и ПРМ аппаратуре Р-016В. По окончании проверки АА переходит в режим дежурного приема.

Рассмотрим алгоритм работы адаптивной радиолинии на примере двух корреспондентов А и Б.

В режиме дежурного приема (рис. 6.7) в аппаратуре Р-016В протекают следующие процессы:

1. Приемники корреспондентов перестраиваются по семи четным субчастотам «пакета», разнесенным через 2 кГц. Время нахождения на каждой четной СБЧ составляет 0,4 с.

2. УВОСЧ осуществляет анализ субчастот по уровню помех путем измерения уровня помех на каждой СБЧ. Для этого напряжение третьей промежуточной частоты 128 кГц подается в УВОСЧ. Спектр ПЧЗ в УВОСЧ делится на 15 каналов. Ширина спектра каждого канала имеет дискретные значения 0,5; 1,5 или 3,1 кГц и зависит от вида сигнала, который используется для работы радиолинии. В каждом канале 16 раз производится измерение напряжения уровня помех на выходе ПРМ с однократным временем измерения 20 мс. Общее время измерения 5–7 с.

3. УВОСЧ осуществляет ранжировку СБЧ по среднеквадратичному уровню напряжения помех и выбор оптимальной СБЧ с наименьшим уровнем помех. Данные об оптимальной СБЧ обновляются каждые 5–7 с.

Аппаратура готова к приему от корреспондента команды ВЫЗОВ.

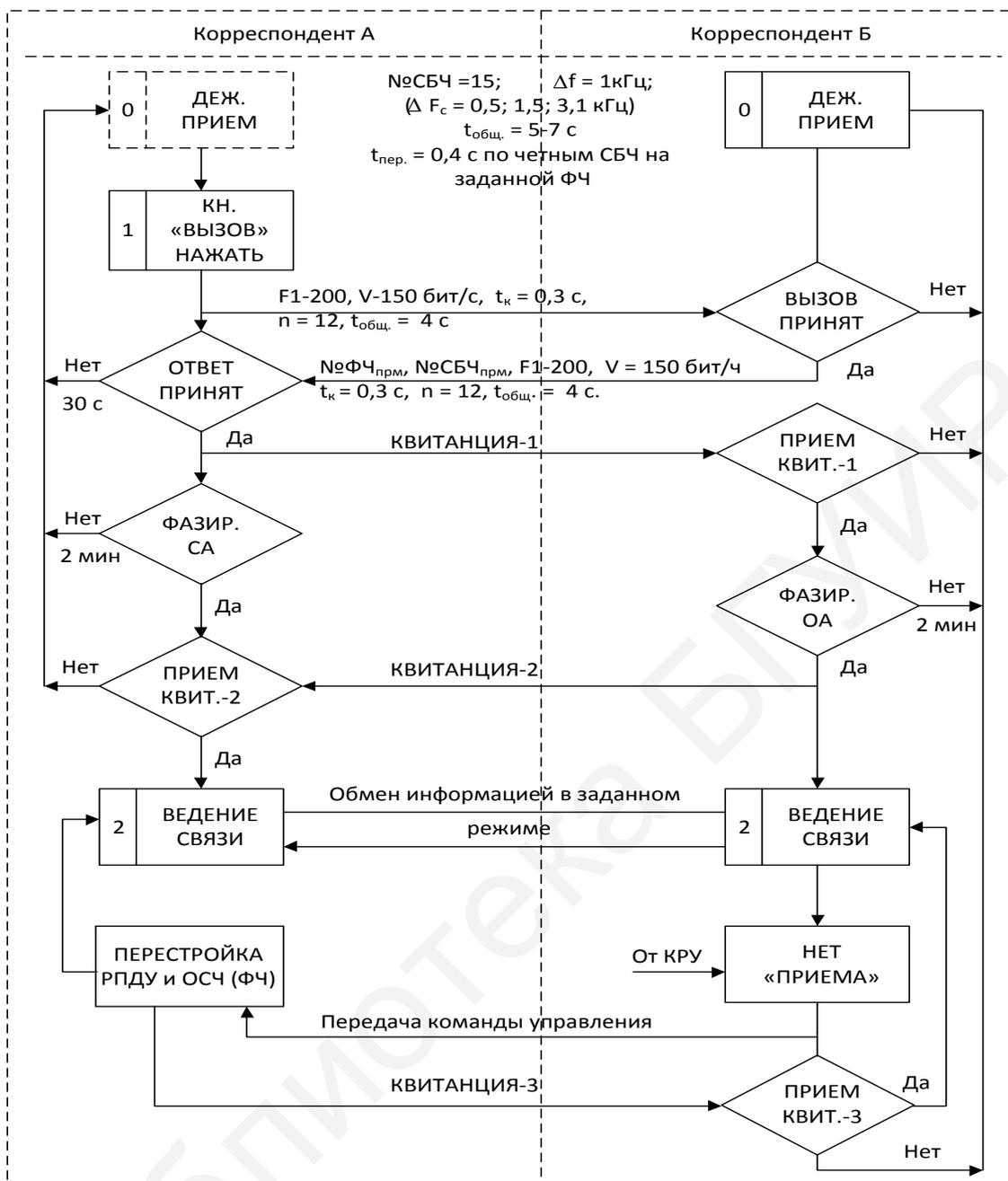


Рис. 6.7. Алгоритм работы адаптивной радиолинии

В режиме дежурного приема передатчики корреспондентов заперты.

Вхождение в связь осуществляется нажатием кнопки ВЫЗОВ одним из корреспондентов. При этом:

1. С устройства ТУ-ТС на вход ВО-78 поступает сигнал СЕАНС ТУ для включения в нем режима F1-200 и коммутации ТГ на вход ВО-78 выхода модулятора ТГ. Из блока ТУ-ТС в ПНР поступает сигнал ПРД ОТКРЫТЬ.

2. Приемник вызывающей радиостанции (корреспондент А) прекращает сканирование по четным СБЧ и переводится на СБЧ, оптимальную на данный момент времени по условиям приема.

3. Передатчик вызывающей радиостанции (корреспондент А) переводится в режим F1-200 и осуществляет последовательную передачу вызова корреспонденту Б на семи четных СБЧ.

В команде ВЫЗОВ передаются:

- ключевая комбинация передачи;
- ключевая комбинация приема;
- признак команды (ВЫЗОВ);
- номер ФЧ приема и номер СБЧ приема (корреспондента А).

Передача команды ВЫЗОВ осуществляется 12 раз на каждой четной СБЧ. Общая продолжительность вызова на каждой СБЧ – 4 с.

4. Приемник корреспондента Б сканирует четные СБЧ, задерживаясь на каждой из них на 0,4 с. За время передачи команды ВЫЗОВ на одной из четных СБЧ приемник успевает просканировать все четные СБЧ. Поэтому на одной из четных СБЧ при благоприятной помеховой обстановке команда управления ВЫЗОВ будет принята. На этой СБЧ приемник корреспондента Б задерживается еще на 0,8 с для приема команды управления.

5. Программное устройство аппаратуры Р-016 корреспондента Б запрашивает в УВОСЧ номер ОСБЧ и переводит на нее свой радиоприемник.

6. Передатчик корреспондента Б переводится на СБЧ, номер которой был указан в команде ВЫЗОВ.

7. Корреспонденту А передается команда управления ОТВЕТ, которая содержит:

- ключевую комбинацию передачи;
- ключевую комбинацию приема;
- признак команды (ОТВЕТ);
- номер ФЧ приема и номер СБЧ приема (корреспондента Б).

Передача команды ОТВЕТ осуществляется 12 раз со скоростью 150 бит/с. Общая продолжительность передачи команды ОТВЕТ – 4 с.

8. При приеме команды ОТВЕТ корреспондентом А его передатчик переключается на СБЧ, номер которой был указан в команде ОТВЕТ и корреспонденту Б передается команда КВИТАНЦИЯ-1. Продолжительность передачи команды – 4 с.

Обмен тремя командами (ВЫЗОВ, ОТВЕТ и КВИТАНЦИЯ-1) между корреспондентами означает составление дуплексного радиоканала на ОСБЧ передачи и приема.

9. После передачи команды КВИТАНЦИЯ-1 аппаратура корреспондента А переходит в режим фазирования.

Если в течении 30 с корреспондент Б не получит команду КВИТАНЦИЯ-1 или продолжительность фазирования аппаратуры равна более 2 мин, его аппаратура в течение 4 с передает команду КВИТАНЦИЯ-2 и переходит в режим дежурного приема.

10. Если фазирование аппаратуры завершается в течение 2 мин, аппаратура Р-016В обоих корреспондентов переходит в режим ведения связи.

В режиме ведения связи с помощью Р-016В обеспечивается:

- анализ 15 СБЧ «пакета» и выбор из них оптимальной СБЧ;
- обмен 99 служебными командами. При этом на ПНР включается звуковой сигнал и номер служебной команды высвечивается на индикаторах Р-016В.

В случае ухудшения качества приема информации в процессе ведения связи смена СБЧ или «пакета» СБЧ (т. е. ФЧ) одного направления связи осуществляется:

- в ручном режиме – оператором нажатием кнопки НЕТ ПРИЕМА на передней панели аппаратуры;
- в автоматическом режиме – автоматически по сигналу контрольно-решающего устройства, ведущего непрерывный статистический контроль качества радиоканала.

После нажатия кнопки НЕТ ПРИЕМА (например, корреспондентом Б) в аппаратуре обоих корреспондентов происходят следующие процессы:

1. Приемник корреспондента Б переводится на СБЧ, оптимальную на данный момент времени по условиям приема, и корреспонденту А передается информация о номере этой СБЧ.

2. При приеме корреспондентом А команды на смену СБЧ происходит перестройка его передатчика на эту СБЧ и корреспонденту Б передается команда КВИТАНЦИЯ-3, подтверждающая прием информации о номере новой СБЧ. Аппаратура Р-016В возвращается в режим ведения связи. Восстановление связи производится в течение 2–5 с.

Если две смены СБЧ осуществлялись с интервалом менее 20 с, третья смена СБЧ приведет к переходу на новый «пакет 2» (ФЧ).

Оператор в режиме ведения связи может передать любую из 99 служебных команд, набрав ее номер переключателями ФЧ ПРИ и ФЧ ПРД на ПНР и нажав кнопку ВЫЗОВ на блоке В10. После передачи служебной команды АА возвращается в режим ведения связи.

Модемы АБ-482 и АБ-481 обеспечивают обмен командами управления ПУСК СА, ЗАПРЕТ АНАЛИЗА КРУ, ВХОЖДЕНИЕ (нет фазы) НЕТ ПРМ между КРУ СА и аппаратурой Р-016В.

Обмен командами между модемами АБ-482 и АБ-481 осуществляется:

1. В режиме ЛИНИЯ (ПТРК) – с помощью модемов ТЧ по двухпроводным линиям кабеля ПТРК 5х2 на расстояние до 500 м методом ЧМ. Для передачи команд управления от модема АБ-482 к модему АБ-481 используются частоты $14 \pm 0,6$ кГц, а от модема АБ-481 к модему АБ-482 – частоты $9 \pm 0,4$ кГц.

2. В режиме КАНАЛ – с помощью модема ТГ по каналам ЧТ (четырёхпроводная линия) посылками постоянного тока с амплитудой 20 В.

Если в оконечной аппаратной нет КРУ, то восстановить радиосвязь при ухудшении качества приема может механик ОА, нажимая на модеме АБ-481 две кнопки ПЕРЕСТРОЙКА РАДИОЛИНИИ (канал плохой).

Если в оконечной аппаратной нет КРУ и модема АБ-481, то восстановить радиосвязь может оператор радиостанции, нажимая кнопку НЕТ ПРМ на блоке В-10 аппаратуры Р-016В.

Основными элементами модемов АБ-482 и АБ-481 являются шифраторы, дешифраторы команд, модемы ТЧ и ТГ, блоки питания.

Обмен командами между АБ-482 и Р-016В, а также между АБ-481 и КРУ обеспечивается по принципу «провод – команда».

Библиотека БГУИР

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ

АА – аппаратура адаптации
АБВ – антенна бегущей волны
АЗИ – антенна зенитного излучения
АКБ – антенна батареи аккумуляторной
АО – амплитудный ограничитель
АППРЧ – адаптивная к помехам псевдослучайная перестройка рабочей частоты
АПЧ – автоматическая подстройка частоты
АР – антенный распределитель
АРУ – автоматическая регулировка усиления
АСАУ – автоматическое согласующее антенное устройство
АФУ – антенно-фидерное устройство
АЧ – адаптация по частоте
АШ-1,5 – антенна штыревая высотой 1,5 м
АШ-3,4 – антенна штыревая высотой 3,4 м
АШ-4 – антенна штыревая высотой 4 м
БУСУ – блок управления согласующим устройством
ВСУ – выносное согласующее устройство
ВТА – вынесенный телефонный аппарат
ГКМ – генератор кварцевый модулированный
ГП – генератор поиска
ГПН – генератор пилообразного напряжения
ДП – дежурный прием
ДУ – дистанционное управление
ЗГ – задающий генератор
ЗИП – запасное имущество и принадлежности
ЗПЧ – заранее подготовленная частота
ЗУ – запоминающее устройство
ИВЭП – источник вторичного электропитания
КК – кварцевый калибратор
КПА – коммутатор передающих антенн
КРУ – контрольно-решающее устройство
КША – комбинированная штыревая антенна
ЛПА – логопериодическая антенна
МК – микроконтроллер
МПА – механизм подъема антенны
ОА – оконечная аппаратура
ПГ – перестраиваемый генератор
ПК – пульт кабины
ПНР – пульт начальника радиостанции
ППРД – пульт подготовки радиоданных
ППРЧ – псевдослучайная перестройка рабочей частоты

ПЧ – промежуточная частота
ПШ – подавитель шума
РТ – ретрансляция
РЭ – реактивный элемент
СА – специальная аппаратура
САУ – согласующее антенное устройство
СБЧ – субчастота
СКУ – симметрирующе-коммутирующее устройство
СМ – смеситель
СП – сканирующий прием
СУ – согласующее устройство
ТЗУ – тактическое звено управления
ТМ – техническое маскирование
ТС – телесигнализация
УВОСЧ – устройство выбора оптимальной субчастоты
УВРД – устройство ввода радиоданных
УВЧ – усилитель высокой частоты
УМ – усилитель мощности
УНЧ – усилитель низкой частоты
УПТ – усилитель постоянного тока
УПЧ – усилитель промежуточной частоты
УУиС АСУ – устройство управления и сопряжения автоматизированного согласующего устройства
ФАП – ферритовая антенна приема
ФАПЧ – фазовая автоподстройка частоты
ФНЧ – фильтр низких частот
ФРЧ – фиксированная рабочая частота
ФСС – фильтр сосредоточенной селекции
ЧД – частотный детектор
ШДА – широкодиапазонная антенна
ЭН – эквивалент нагрузки

ЛИТЕРАТУРА

1. Верзунов, М. В. Основы техники радиосвязи / М. В. Верзунов. – М. : Воениздат, 1972.
2. Попов, К. Н. Военная техника радиосвязи / К. Н. Попов. – М. : Воениздат, 1982.
3. Ковальский, Т. Н. Средства радиосвязи подвижных пунктов управления / Т. Н. Ковальский. – Киев : КВВИУС, 1983.
4. Пособие специалисту радиостанций малой мощности (Р-158, Р-159, Р-173). – М. : Воениздат, 1984.
5. Радиостанция Р-111: пособие специалисту. – М. : Воениздат, 1986.
6. Гусаков, А. В. Сборник учебных материалов для подготовки курсантов по программе младших специалистов (подготовка радиомехаников КШМ) / А. В. Гусаков. – Минск : ВА РБ, 2002.
7. Гусаков, А. В. Устройство и эксплуатация КШМ и средств радиосвязи технического звена управления : альбом схем / А. В. Гусаков. – Минск : ВА РБ, 2003.
8. Брагин, А. С. Радиостанции Р-143, Р-158, Р-159, Р-174 / А. С. Брагин. – Киев : КВВИУС, 1982.
9. Радиостанции малой мощности. Руководство для тренировок и ТСЗ. – Минск : МВВИУ, 1993.
10. Чайников, Л. С. Военная техника радио- и проводной связи. В 2 ч. Ч. 1 : Радиосвязь / Л. С. Чайников. – Киев : КВВИУС, 1994.
11. УКВ радиостанции малой мощности : учеб. пособие. – М. : Воениздат, 1981.
12. Пособие специалисту радиостанции Р-130М. – М. : Воениздат, 1985.
13. Радиостанция Р-161А2М : инструкция по эксплуатации. – М. : Воениздат, 1989.
14. Настройка радиостанции Р-161А2М с Р-016В (адаптивной радиолинии) : инструкция. – М. : Воениздат, 1989.
15. Радиостанция Р-161: учеб. пособие. – Новочеркасск : НВВКУС, 1991.
16. Радиостанция Р-161: альбом схем. – Новочеркасск : НВВКУС, 1991.