

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

Военный факультет

Кафедра связи

С. Н. Касанин, Е. А. Масейчик, С. А. Горовенко

РАДИОРЕЛЕЙНАЯ СТАНЦИЯ Р-409МБ1

*Допущено Министерством обороны Республики Беларусь
в качестве учебно-методического пособия для курсантов, обучающихся
по специальности 1-45 01 01 «Многоканальные системы телекоммуникаций»*

Минск БГУИР 2016

УДК 621.396.4(076)
ББК 32.884.1-5я73
К28

Рецензенты:

кафедра управления органами пограничной службы факультета №1
(управления подразделениями и органами пограничной службы)
государственного учреждения образования «Институт пограничной службы
Республики Беларусь» (протокол №12 от 17.02.2016);

доцент кафедры сетей и устройств телекоммуникаций учреждения образования
«Белорусский государственный университет информатики и
радиоэлектроники», кандидат технических наук, доцент И. И. Астровский

Касанин, С. Н.

К28 Радиорелейная станция Р-409МБ1 : учеб.-метод. пособие / С. Н. Каса-
нин, Е. А. Масейчик, С. А. Горовенко. – Минск : БГУИР, 2016. – 96 с. : ил.
ISBN 978-985-543-247-1.

Содержит информацию для изучения назначения, состава, технических характе-
ристик, устройства, принципов работы, порядка и правил эксплуатации радиорелей-
ной станции Р-409МБ1 и ее составных частей, необходимую для обеспечения пра-
вильной эксплуатации и максимального использования технических возможностей
станции.

Предназначено для обучения курсантов, а также студентов, обучающихся по
программе подготовки младших специалистов и офицеров запаса, по дисциплине
«Военные системы радиорелейной связи» кафедры связи военного факультета учре-
ждения образования «Белорусский государственный университет информатики и ра-
диоэлектроники».

УДК 621.396.4(076)
ББК 32.884.1-5я73

ISBN 978-985-543-247-1

© Касанин С. Н., Масейчик Е. А.,
Горовенко С. А., 2016
© УО «Белорусский государственный
университет информатики и
радиоэлектроники», 2016

СОДЕРЖАНИЕ

1. ЦИФРОВЫЕ РАДИОРЕЛЕЙНЫЕ ЛИНИИ	4
1.1. Принципы построения цифровых радиорелейных линий	4
1.2. Упрощенная структурная схема цифровой радиорелейной станции	7
1.3. Цифровые радиорелейные линии с ИКМ.....	10
1.4. Помехоустойчивость ЦРРЛ с ИКМ	13
1.5. Методы цифровой модуляции и демодуляции	19
2. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РАДИОРЕЛЕЙНОЙ СТАНЦИИ Р-409МБ1	30
2.1. Назначение и тактико-технические характеристики станции	30
2.2. Состав основного оборудования станции	34
3. СХЕМА ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ РАДИОРЕЛЕЙНОЙ СТАНЦИИ Р-409МБ1	69
4. ПОРЯДОК РАЗВЕРТЫВАНИЯ РАДИОРЕЛЕЙНОЙ СТАНЦИИ Р-409МБ1	73
4.1. Вынос бензоэлектрических агрегатов	75
4.2. Развертывание и свертывание антенно-мачтового устройства.....	76
4.3. Заземление станции	79
4.4. Подключение кабелей	80
5. ПОДГОТОВКА РАДИОРЕЛЕЙНОЙ СТАНЦИИ Р-409МБ1 К РАБОТЕ	83
5.1. Подготовка станции к включению	83
5.2. Включение питания станции	83
6. ПОРЯДОК СВЕРТЫВАНИЯ РАДИОРЕЛЕЙНОЙ СТАНЦИИ Р-409МБ1	87
7. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ	88
7.1. Требования безопасности при проведении технического обслуживания.....	91
7.2. Виды и периодичность технического обслуживания	92
ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ.....	94
ЛИТЕРАТУРА	96

1. ЦИФРОВЫЕ РАДИОРЕЛЕЙНЫЕ ЛИНИИ

1.1. Принципы построения цифровых радиорелейных линий

Основной недостаток аналоговых радиорелейных линий (РРЛ) состоит в том, что искажения передаваемых по ним сигналов, возникающие в процессе формирования, преобразования, уплотнения и разуплотнения, накапливаются с увеличением числа ретрансляций. Это затрудняет создание многоинтервальных линий протяженностью свыше 1,5–2,5 тыс. км. Кроме того, возникают организационные и технические трудности в сопряжении каналов и групповых трактов аналоговых радиорелейных линий связи с быстро развивающимися цифровыми системами различного назначения (цифровыми вычислительными комплексами, цифровыми системами коммутации, обработки и отображения информации и др.).

Указанные недостатки могут быть существенно уменьшены при передаче по РРЛ сигналов с помощью цифровых методов, при которых исходные аналоговые сигналы подвергаются дискретизации как по времени, так и по уровню (по амплитуде). Именно поэтому в настоящее время в войсках связи Вооруженных Сил Республики Беларусь все большее внимание уделяется вопросам разработки и внедрения цифровых радиорелейных линий (ЦРРЛ) связи.

Цифровые радиорелейные линии – это комплекс технических устройств, обеспечивающих формирование, передачу, ретрансляцию и ответвление сигналов в групповых трактах только в цифровом виде. Абонентские (первичные) сигналы в ЦРРЛ могут быть как аналоговыми, так и цифровыми. Преобразование аналоговых сигналов в цифровую форму осуществляется с помощью аналого-цифровых преобразователей, входящих в состав цифровой радиорелейной станции (ЦРРС) или узлов связи. Объединение индивидуальных цифровых потоков в групповой может производиться по синхронному либо асинхронному принципу.

Передача сигналов по радиорелейной линии в цифровой форме имеет ряд преимуществ по сравнению с передачей их в аналоговом виде. Отметим наиболее важные из них, определяющие перспективность ЦРРЛ:

– возможность большого числа преобразований (обработок) цифрового сигнала на конечных и промежуточных станциях ЦРРЛ, включая процессы записи, хранения, многократного перекодирования, перекоммутации, ответвления как канальных, так и групповых сигналов с сохранением высокого качества исходного аналогового сигнала;

– сохранение высокого качества первичных сигналов при передаче их по ЦРРЛ практически любой требуемой протяженности благодаря значительно меньшему накоплению искажений по сравнению с аналоговыми РРЛ, а также применению специальных кодов, позволяющих обнаруживать и исправлять ошибки;

– возможность передачи информации в единой цифровой форме, что позволяет осуществить сопряжение с другими линиями цифровой связи и цифровыми комплексами;

– высокая технологичность производства и регламентного обслуживания функционального цифрового оборудования, а также возможность его длительного бесподстроечного режима работы за счет широкого использования унифицированных устройств цифровой техники.

Качество передаваемой информации по ЦРРЛ можно характеризовать рядом показателей. К наиболее важным из них относятся достоверность и скорость передачи информации (пропускная способность – предельная скорость передачи).

Достоверность передачи определяется условиями распространения сигнала на трассе, наличием случайных и преднамеренных помех, а также величиной искажений, накапливающихся в процессе многократных аппаратурных преобразований цифрового сигнала.

При передаче цифровой информации различают техническую и информационную скорости.

Техническая скорость V характеризует быстродействие цифровой аппаратуры. Она определяется количеством элементов (символов) дискретного сообщения, переданных в секунду:

$$V = \frac{1}{\tau_0}, \text{ бод}, \quad (1)$$

где τ_0 – длительность элементарной посылки дискретного сообщения.

Информационная скорость R характеризует количество информации, передаваемой по линии связи от источника к получателю. Она определяется числом двоичных единиц (бит) в секунду:

$$R = \frac{1}{\tau_0} \log m, \text{ бит/с}, \quad (2)$$

где m – основание кода. При $m = 2$ величина $R = \frac{1}{\tau_0} = V$.

В общем случае информационная скорость не совпадает с технической и может быть как больше, так и меньше ее.

В зависимости от групповой скорости передачи цифровой информации цифровые системы (цифровые тракты) подразделяют на субпервичные ($B = 480$ кбит/с), первичные ($B = 2048$ кбит/с), вторичные ($B = 8448$ кбит/с), третичные ($B = 34\,368$ кбит/с), четверичные ($B = 139\,264$ кбит/с), пятеричные ($B = 565\,148$ кбит/с).

Группообразование в цифровых системах связи схематически представлено на рис. 1.

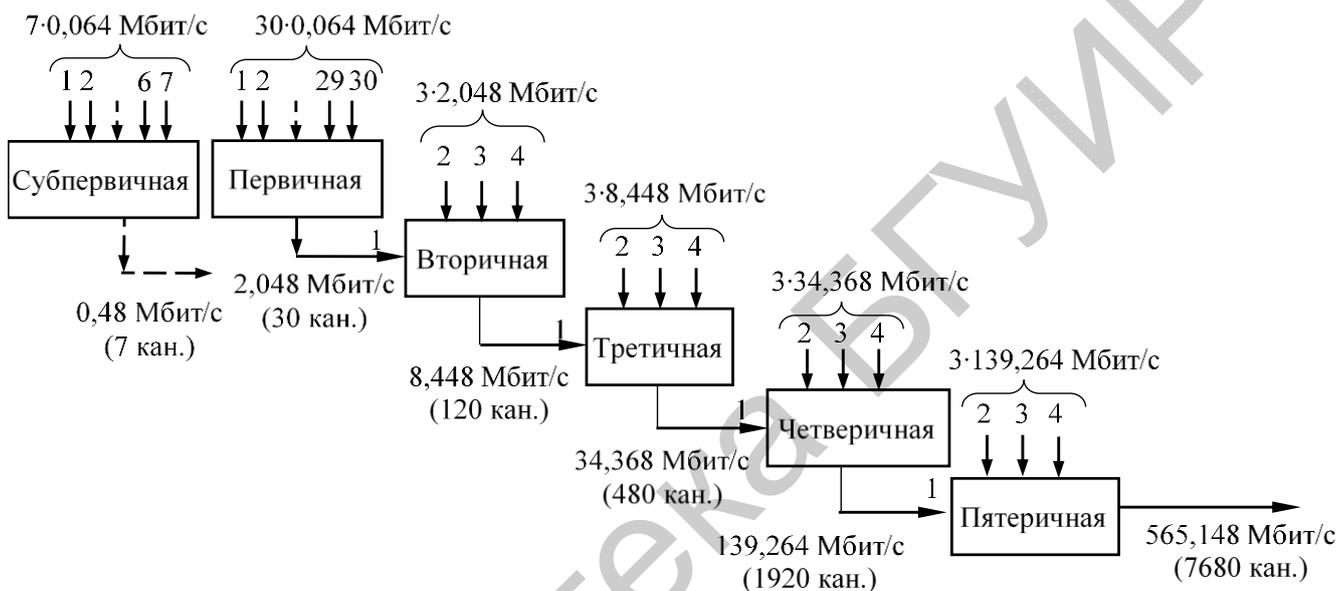


Рис. 1. Группообразование в цифровых системах связи

Для передачи аналоговой информации по цифровым каналам связи в настоящее время применяются, как правило, два цифровых метода импульсной модуляции:

- импульсно-кодовая модуляция (ИКМ);
- дельта-модуляция (ДМ).

Применяя указанные способы модуляции (преобразования), с помощью специальных кодирующих устройств аналого-цифровых преобразователей (АЦП) формируют соответственно ИКМ сигналы и ДМ сигналы. Обратное преобразование этих сигналов осуществляется в декодирующих устройствах – цифроаналоговых преобразователях (ЦАП). Объединение АЦП и ЦАП в одном устройстве называют кодером.

Для оценки канальности стандартных групп заметим, что в соответствии с рекомендацией МСЭ-Т один канал тональной частоты (ТЧ) образуется с помощью восьмиразрядной ИКМ, при которой мгновенные значения аналогового сигнала через каждые 125 мкс кодируются комбинацией из восьми двоичных

символов. При этом каждому каналу ТЧ соответствует эквивалентный цифровой канал с пропускной способностью 64 кбит/с.

Учитывая, что при формировании многоканального цифрового потока требуется обеспечить синхронизацию и передачу ряда других служебных команд, в первичном цифровом тракте может быть образовано 30 каналов ТЧ, во вторичном – 120, в третичном – 480, в четверичном – 1920, в пятеричном – 7680. При создании малоканальных ЦРРЛ используются типовые скорости передачи информации: 1,2; 2,4; 4,8; 9,6; 48 кбит/с и др.

1.2. Упрощенная структурная схема цифровой радиорелейной станции

Цифровые радиорелейные станции предназначены для построения многоинтервальных ЦРРЛ с целью передачи по ним информации цифровыми методами как от аналоговых источников сообщений, так и от дискретных. Структурные схемы ЦРРС при этом будут отличаться лишь принципами построения входящей в состав станции аппаратуры аналого-цифрового и цифро-аналогового преобразования. Кроме того, аналоговые сигналы могут подвергаться аналого-цифровому преобразованию либо каждый индивидуально, либо путем уплотнения известными способами (например, методом частотного уплотнения), образуя групповой сигнал, который затем преобразуется в цифровую форму.

Преимущество индивидуального аналого-цифрового преобразования сигналов заключается в том, что кодеки работают с малыми скоростями кодирования и декодирования. При этом, используя современные возможности микроминиатюризации, кодеки можно монтировать непосредственно в микротелефонных трубках абонентов. При таком способе построения схемы полностью исключаются переходные помехи между каналами, которые могут возникать в групповых трактах аппаратуры уплотнения аналоговых сигналов.

При групповом аналого-цифровом преобразовании групповые кодеки должны иметь скорость обработки в N_K раз больше, чем индивидуальные, поэтому они намного сложнее и менее надежны. Вместе с тем, учитывая, что выход из строя группового кодека может стать причиной перерыва связи в целой группе каналов, к нему предъявляются повышенные требования по надежности, что достигается за счет резервирования и автоматической коммутации на резервный комплект. Однако групповое кодирование и декодирование имеет ряд достоинств, основным из которых является возможность сопряжения создаваемых цифровых комплексов связи с широко распространенными в настоящее время аналоговыми.

Принципы построения линейных приемопередающих радиотрактов ЦРРС аналогичны рассмотренным выше аналоговым РРС. На рис. 2 изображена упрощенная структурная схема ЦРРС, в которой применен способ индивидуального аналого-цифрового преобразования сигналов.

Рассмотрим принцип работы тракта передачи ЦРРС и назначение его основных функциональных элементов (см. рис. 2).

Каждый аналоговый сигнал перед поступлением на вход индивидуального кодера подвергается фильтрации с целью ограничения его спектра. Канальный кодер осуществляет преобразование аналогового сигнала в цифровую форму по определенному правилу. Работой кодирующих устройств управляет распределитель импульсов, формируя тактовые импульсы, частота следования которых выбирается с учетом требований теоремы Котельникова. Полученная на выходе каждого кодера некоторая видеопоследовательность подается на соответствующий вход устройства временного объединения, где происходит образование многоканального (группового) цифрового потока. Временное разделение сигналов на приемной стороне достигается благодаря введению в групповой поток синхросигналов, подаваемых на один из входов устройства временного объединения. В качестве сигналов синхронизации, как правило, используются помехоустойчивые кодовые группы, отличающиеся по своей структуре от информационных и служебных. Формирование синхрогрупп производится специальным устройством – блоком формирования синхросигналов, работой которого управляет блок формирования тактовых колебаний. Групповой многоканальный видеосигнал создается на циклической основе.

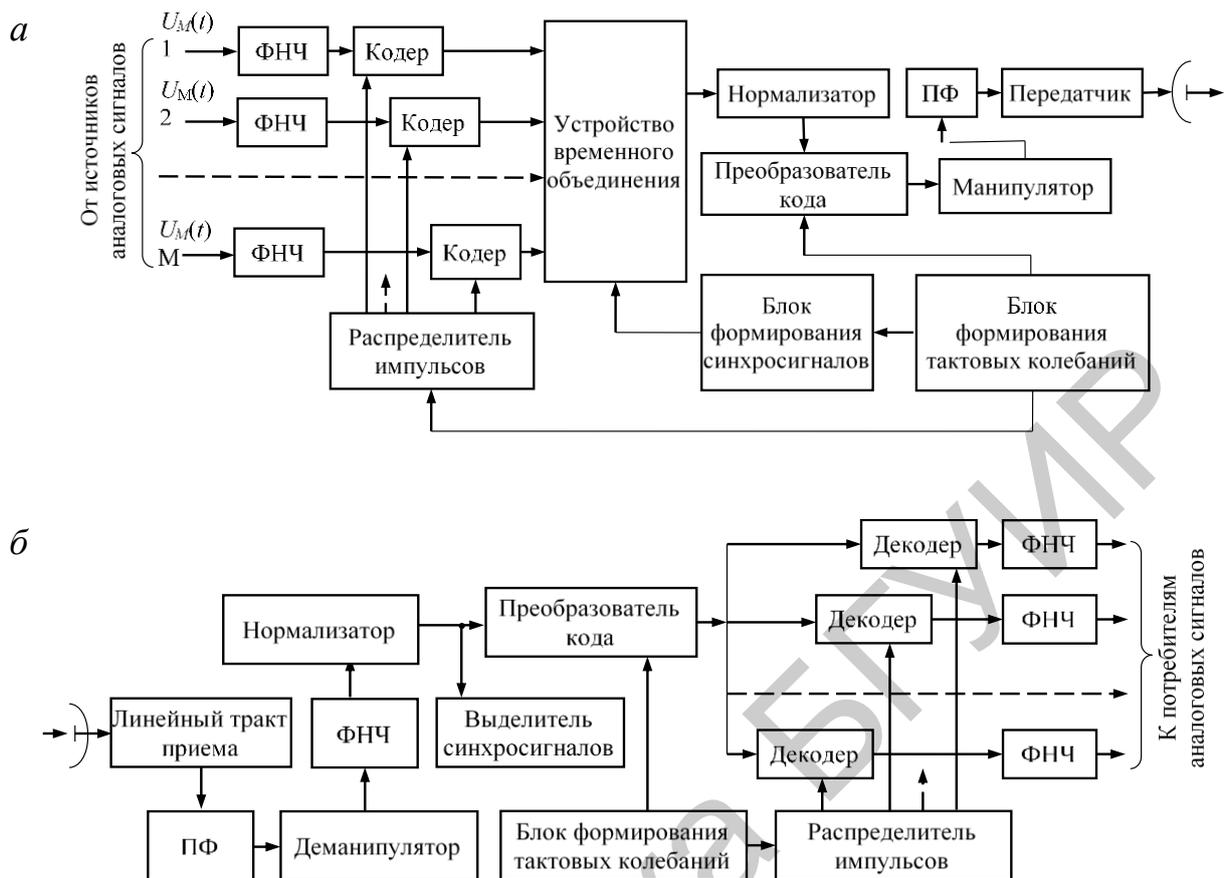


Рис. 2. Упрощенная структурная схема ЦРРС:
 а – передающая часть; б – приемная часть

Цифровой групповой видеопоток на выходе устройства временного объединения представляет собой последовательность кодовых групп, следующих друг за другом через одинаковые интервалы времени T_i . Так как длительность τ_0 и форма каждого символа кодовых групп различных каналов могут быть неодинаковыми, то групповой поток перед подачей в радиотракт ЦРРС регенерируется в нормализаторе. В дальнейшем при необходимости нормализованная последовательность кодовых комбинаций может быть подвергнута перекодированию в преобразователе кода. Правило перекодирования зависит от многих обстоятельств и условий, в частности, от вида примененной манипуляции несущего колебания, требований к точности посимвольной (поэлементной) синхронизации приемного цифрового оборудования, допустимой полосы пропускания приемника, скорости передачи и т. д. С выхода преобразователя перекодированная видеопоследовательность поступает на вход манипулятора. В настоящее время находят применение амплитудная манипуляция (АМ), частотная манипуляция (ЧМ), фазовая манипуляция (ФМ) и производные от них.

Наиболее перспективными являются методы относительной фазовой манипуляции (ОФМ). С выхода манипулятора импульсно-манипулированный радиосигнал проходит через полосовой фильтр (ПФ), предназначенный для подавления его спектральных компонент высших порядков, после чего усиливается передатчиком до требуемой мощности и излучается в направлении корреспондента.

Приемная часть ЦРРС показана на рис. 2, б. Принятый антенной СВЧ сигнал усиливается в линейном тракте приемника, фильтруется полосовым фильтром и поступает на вход деманипулятора, где преобразуется в последовательность видеоимпульсов и через фильтр нижних частот (ФНЧ) подается на вход нормализатора. Полосовой фильтр и фильтр нижних частот служат для согласованной фильтрации сигналов. С выхода нормализатора регенерированный групповой цифровой поток подается на преобразователь кода и одновременно на выделитель синхросигналов. Все цифровое приемное оборудование начинает работать лишь после обнаружения и выделения сигнала синхронизации. Нормализатор, преобразователь кода, блок формирования тактовых колебаний и распределитель импульсов имеют такое же назначение, как в тракте передачи.

Преобразователь кода восстанавливает групповой видеопоток в исходный цифровой поток, который в дальнейшем поступает на входы всех канальных декодеров. Работой декодеров управляет распределитель импульсов, вследствие чего процедура декодирования происходит лишь в те моменты времени, когда на их входы поступает сигнал данного канала. После детектирования аналоговые сигналы фильтруются и поступают к соответствующим потребителям.

1.3. Цифровые радиорелейные линии с ИКМ

При ИКМ дискретизация непрерывного сигнала производится не только по времени, но и по уровню (амплитуде) с последующим кодированием квантованных значений отсчетов.

Процесс формирования ИКМ сигнала поясним с помощью временных диаграмм и упрощенной структурной схемы (рис. 3).

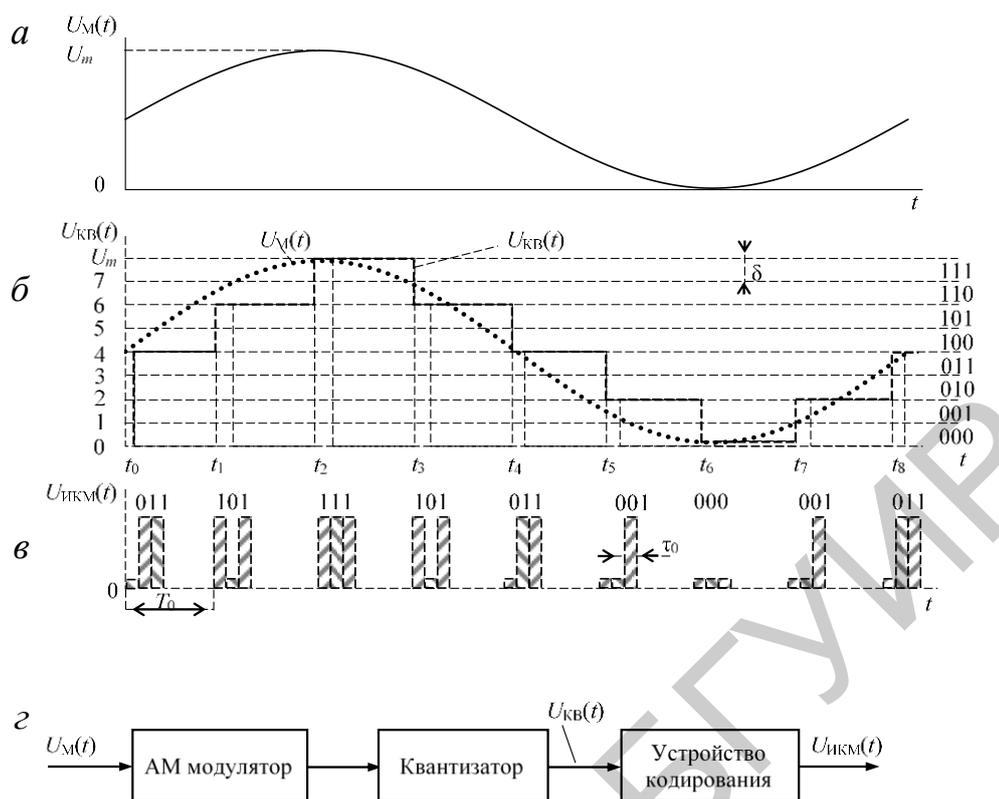


Рис. 3. Пояснение процесса формирования ИКМ сигнала:
 а – временная диаграмма непрерывного сигнала $U_M(t)$; б – временная диаграмма процесса квантования непрерывного сигнала $U_M(t)$; в – совокупность кодовых комбинации ($U_{ИКМ}(t)$); г – упрощенная структурная схема, иллюстрирующая принцип формирования ИКМ сигнала

Непрерывный сигнал $U_M(t)$ (см. рис. 3, а) вначале поступает на АМ модулятор, который преобразует его в АМ видеопоследовательность. В дальнейшем с помощью квантизатора каждый отсчет округляется до некоторого уровня, кратного шагу квантования δ и равного ближайшему значению непрерывного сигнала в момент дискретизации (см. рис. 3, б). Так, например, в момент времени t_1 мгновенное значение сигнала $U_M(t)$ округляется путем уменьшения до ближайшего квантового уровня, а в момент t_5 – путем увеличения до ближайшего уровня и т. д. Полученный таким образом на выходе квантизатора сигнал $U_{кв}(t)$ отображает исходный аналоговый с некоторой погрешностью из-за квантования по уровню. С выхода квантизатора сигнал $U_{кв}(t)$ подается на вход устройства кодирования.

Известно, что любое число в десятичной системе счисления, следовательно, и каждый уровень квантования можно представить в виде двоичного числа. На диаграмме (см. рис. 3, б) весь динамический диапазон изменения аналогового сигнала разбит на восемь дискретных уровней ($L = 8$). Этим уров-

ням припишем в десятичной системе счисления порядковые номера от нуля до семи (на рис. 3, б показано слева). В двоичной системе счисления порядковые номера следуют от 000 до 111 (на рис. 3, б показано справа). Числа в двоичной системе можно представить в виде импульсной последовательности, в которой «1» двоичного числа соответствует импульс (символ), а «0» – отсутствие импульса. Таким образом, каждому отсчету соответствует определенная кодовая комбинация (см. рис. 3, в). Совокупность кодовых комбинаций, представляющих заданное число уровней квантования, называют кодовым алфавитом. Число уровней квантования L равно числу возможных кодовых комбинаций, что определяется разрядностью (значностью) кода m (числом символов в кодовой группе). Следовательно, для приведенного примера при $m = 3$

$$L = 2^m = 2^3 = 8. \quad (3)$$

Из рассмотренного механизма видно, что некоторые отсчеты после квантования сигнала по амплитуде и соответствующего кодирования неточно отображают мгновенные значения исходного сигнала вследствие их округления до ближайших уровней квантования. Это приводит к тому, что даже при отсутствии внешних и внутрисистемных помех в процессе ИКМ в сигнал вносятся искажения, называемые по своей природе шумами квантования. Максимально возможная ошибка при квантовании не превышает значения $|\delta/2|$, где δ – величина шага квантования по уровню.

Шумы квантования – специфическая особенность систем с ИКМ. В ЦРРЛ с ИКМ шум квантования не зависит от числа ретрансляций, поскольку он целиком определяется числом уровней квантования. Поэтому если при каждой ретрансляции все символы кодовых групп принимаются безошибочно, то накопление шума квантования не происходит, тогда как при аналоговых методах импульсной модуляции шумы, возникающие при каждой ретрансляции, суммируются.

Помимо шума квантования на выходе приемника ЦРРС с ИКМ может возникать дополнительный шум из-за ошибочного приема информационных символов кодовых комбинаций, что происходит вследствие воздействия тепловых шумов приемника и других внешних источников помех. Ниже эти механизмы искажений и их количественные оценки рассматриваются более подробно.

1.4. Помехоустойчивость ЦРРЛ с ИКМ

1.4.1. Влияние шумов квантования на помехоустойчивость ЦРРЛ с ИКМ

Основной особенностью ЦРРЛ с ИКМ является то, что даже при наличии на входе приемника радиосигнала, превышающего пороговый, на выходе декодера формируется аппроксимированный сигнал $U_{\text{кв}}(t)$, лишь приблизительно совпадающий с исходным $U_{\text{м}}(t)$ (см. рис. 3). Поскольку при квантовании сигнала $U_{\text{м}}(t)$ по амплитуде на передающей стороне производится его округление до ближайшего уровня (например, в моменты времени t_1, t_3 и т. д.), восстанавливаемый в приемнике сигнал может быть записан в виде

$$U_{\text{кв}}(t) = U_{\text{м}}(t) + |\varepsilon_{\text{кв}}(t)|, \quad (4)$$

где $\varepsilon_{\text{кв}}(t)$ – шум квантования, величина которого является случайной в пределах

$$-0,5\delta < \varepsilon_{\text{кв}} < 0,5\delta. \quad (5)$$

Известно, что средняя мощность случайной величины с нулевым математическим ожиданием равна ее дисперсии, т. е.

$$P_{\text{шкв}} = \sigma_{\text{кв}}^2 = \int_{-0,5\delta}^{0,5\delta} \varepsilon_{\text{кв}}^2 \omega(\varepsilon_{\text{кв}}) d\varepsilon_{\text{кв}}, \quad (6)$$

где $\omega(\varepsilon_{\text{кв}})$ – плотность распределения ошибки. Так как при большом числе уровней квантования случайная величина $\varepsilon_{\text{кв}}$ в пределах от $+0,5\delta$ до $-0,5\delta$ распределена равномерно, то $\omega(\varepsilon_{\text{кв}}) = 1/\delta$.

Тогда

$$P_{\text{шкв}} = \int_{-0,5\delta}^{0,5\delta} \varepsilon_{\text{кв}}^2 \frac{1}{\delta} d\varepsilon_{\text{кв}} = \frac{1}{\delta} \int_{-0,5\delta}^{0,5\delta} \varepsilon_{\text{кв}}^2 d\varepsilon_{\text{кв}} = \frac{1}{\delta} \frac{\varepsilon_{\text{кв}}^3}{3} \Big|_{-0,5\delta}^{0,5\delta} = \frac{\delta^2}{12}. \quad (7)$$

Сигнал на выходе квантователя представляет собой также случайную величину, принимающую дискретные значения $k\delta$, где $k = 0, 1, 2, \dots, (L - 1)$, причем вероятность появления любого уровня равна

$$\omega(k\delta) = \frac{1}{L}, \quad (8)$$

где L – число уровней квантования.

Известно, что мощность дискретной случайной величины равна ее дисперсии σ^2 :

$$P_c = \sigma_c^2 = \sum_{k=0}^{k=L-1} (k\delta - \overline{k\delta})^2 \omega(k\delta) = \sum_{k=0}^{k=L-1} (k\delta - \frac{L-1}{2}\delta)^2 \frac{1}{L} = \delta^2 \frac{L^2 - 1}{12}. \quad (9)$$

Тогда отношение мощности сигнала к мощности шума квантования будет равно

$$\left(\frac{P_c}{P_{\text{шт}}} \right)_{\text{ВЫХ}} = \frac{\delta^2 (L^2 - 1) / 12}{\delta^2 / 12} = L^2 - 1. \quad (10)$$

Пользуясь формулой (10), можно рассчитать значения $(P_c/P_{\text{шт.кв}})_{\text{ВЫХ}}$ для различного числа уровней квантования (таблица 1).

Таблица 1

Значения для различных чисел уровней квантования

L	4	8	16	32	64	128	256
$(P_c/P_{\text{шт.кв}})_{\text{ВЫХ}}$, дБ	12	18	24	30	36	42	48

Из анализа выражения (10) и табл. 1 следует, что с увеличением L мощность шума квантования уменьшается, отношение $(P_c/P_{\text{шт.кв}})_{\text{ВЫХ}}$ растет. Расчеты показывают, что для получения высокого качества передаваемых речевых сообщений необходимо выбирать $L = 1000 \dots 2000$. При этом потребуется 10–11-разрядное кодирование ($L = 2^m = 2^{11} = 2048$).

Повышение разрядности в первую очередь связано с определенными трудностями технической реализации быстродействующих многоразрядных кодеков, а также требует значительного увеличения пропускной способности ЦРРЛ, что не всегда выполнимо. Преодоление указанных трудностей возможно, например, за счет применения неравномерного квантования. При исследовании статистических свойств речевых сигналов установлено, что малые значения сигналов встречаются гораздо чаще, чем большие. Следовательно, чтобы не увеличивать общее число уровней квантования, необходимо шаг квантования δ сделать переменным и зависимым от величины сигнала, т. е. квантовать слабые сигналы с малым шагом, а сильные – с большим. При этом отношение сигнал/шум квантования для слабых сигналов увеличится, а для больших – останется удовлетворительным.

Существует три основных способа реализации неравномерного квантования: аналоговое компандирование, цифровое компандирование и нелинейное кодирование.

Рассмотрим для примера первый способ. В общем случае компандирование представляет собой процесс преобразования динамического диапазона сигналов с целью уменьшения шумов квантования. Под динамическим диапазоном сигнала понимают логарифмическое отношение его максимальной величины к минимальной:

$$D_U \leq \ln \frac{U_{\max}}{U_{\min}}. \quad (11)$$

Компандер представляет собой совокупность двух основных функциональных элементов: компрессора (сжимателя), устанавливаемого в кодере, и экспандера (расширителя), устанавливаемого в декодере. Действие компрессора сводится к преобразованию сигнала $U_M(t)$ в сигнал $U_{\text{КВ}}(t)$ при соблюдении условия

$$D_{U_{\text{КВ}}} \leq D_U, \quad (12)$$

где $D_{U_{\text{КВ}}}$ – динамический диапазон компандированного сигнала.

Компрессор обеспечивает большое усиление слабых сигналов и малое усиление сильных сигналов. Чтобы результирующая амплитудная характеристика компандера была линейной, необходимо на приемной стороне с помощью экспандера обеспечить обратный процесс – сделать малым усиление слабых сигналов и большим – сильных сигналов.

Применение рассмотренных выше операций обеспечивает для слабых сигналов снижение шумов квантования, эквивалентное добавлению трех-четырёх разрядов при кодировании. Заметим, что величина сигнала после экспандирования оказывается практически независимой от наличия компрессора на передаче, что в конечном итоге позволяет улучшить шумовую защищенность каналов.

Таким образом, компандирование обеспечивает передачу с меньшими шумами квантования сигналов, обладающих малой средней мощностью (с большим пик-фактором), например речевых. Кроме того, компандирование позволяет значительно снизить так называемый сопровождающий шум квантования, сильно влияющий на разборчивость речи при передаче слабых (шипящих) звуков. Этот шум несколько возрастает при передаче сильных (гласных) звуков.

Отношение сигнал/шум квантования при наличии компандирования определяется выражением

$$\left(\frac{P_c}{P_{\text{ш.кв}}} \right)_{\text{вых}} = \frac{3(L-1)^2 F_i}{3C^2 \Delta F_k (M_{\text{ТЧ}} + 1) \ln^2(1+\mu)} \frac{\mu^2}{1 + \left(\frac{\mu}{C}\right)^2 + \sqrt{2} \frac{\mu}{C}}, \quad (13)$$

где F_i – частота квантования; ΔF_k – полоса эффективно передаваемых частот; $C = U_m / U_{\text{эф}}$ – максимально допустимая величина выборки (отсчета) на входе квантизатора; $U_{\text{эф}}$ – эффективное напряжение выборки; μ – коэффициент компрессии; $M_{\text{ТЧ}}$ – число переприемников по ТЧ.

На рис. 4 представлены зависимости $P_c / P_{\text{ш.кв}}$ от выходного уровня при наличии ($\mu = 100$) и отсутствии ($\mu = 0$) компандирования для различного числа уровней квантования ($L = 32, 64, 128$). Вертикальными пунктирными линиями отмечены значения номинального измерительного сигнала ($C = 1,41$; $p = 0$ дБм в точке нулевого уровня) и номинального речевого сигнала ($C = 4,5$; $p = -10$ дБм) для активного канала в точке с нулевым измерительным уровнем).

Из рис. 4 видно, что при отсутствии компандирования удовлетворительное качество канала обеспечивается при $L = 32$, хорошее – при $L = 64$ и более. При наличии компандирования наклон кривых резко уменьшается, т. е. отношение сигнал/шум мало меняется в широком диапазоне входных уровней. В этом случае для $L = 64$ хорошее (для $L = 32$ – удовлетворительное) качество канала обеспечивается при снижении входного уровня речевого сигнала относительно номинального на 18 дБ при отсутствии переприемов по ТЧ.

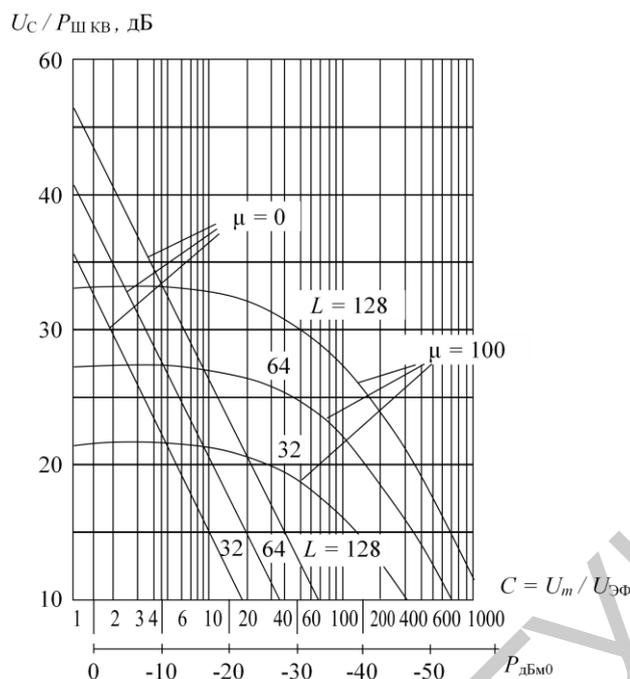


Рис. 4. Зависимость $P_c/P_{ш.кв.}$ на выходе канала от входного уровня сигнала при наличии ($\mu = 100$) и отсутствии ($\mu = 0$) компрессирования

1.4.2. Влияние тепловых шумов на помехоустойчивость ЦРРЛ с ИКМ

Тепловые шумы в ЦРРЛ с ИКМ приводят либо к сбоям информационных символов в кодовых комбинациях, либо к появлению ложных символов на некоторых временных позициях, что имеет место в том случае, когда мощность сигнала на входе приемника оказывается близкой или меньшей пороговой $P_{пор.}$ При этом кодовые комбинации декодируются ошибочно, и восстановленное значение отсчета отличается от переданного. Если такие ошибки возникают редко, то в телефонном канале они воспринимаются как отдельные щелчки. Когда же вероятность ошибок $p_{ош}$ резко возрастает, то щелчки создают сплошной дополнительный шум, который может превысить шум квантования. При ретрансляции в таком случае дополнительные шумы накапливаются.

Нормальными условиями функционирования ЦРРЛ с ИКМ, как правило, являются те, при которых щелчки на выходе канала возникают достаточно редко. Например, при обеспечении телефонной связи наличие в среднем одного щелчка в минуту практически оказывается незаметным. Определим, какой в этом случае может быть допустимая вероятность ошибок $p_{ош}$ в приеме информационных символов.

Пусть верхняя граничная частота речевого сообщения равна F_B . Тогда число отсчетов в одну секунду (из условий теоремы Котельникова) равно $2F_B$, а в одну минуту – $120F_B$. Если каждый квантованный отсчет передается с помо-

щью m -значной кодовой комбинации, то за одну минуту будет передано $k = 120F_{\text{в}}m$ информационных символов. При вероятности ошибок $p_{\text{ош}}$ на каждом интервале ЦРРЛ будет в среднем принято $p_{\text{ош}}k$ ошибочных символов в минуту, а на M -интервальной линии – $p_{\text{ош}}kM$. Следовательно, допустимое значение $p_{\text{ош}}$, при котором в среднем будет слышен один щелчок в минуту, определится из уравнения

$$p_{\text{ош}}kM = 1, \quad (14)$$

откуда

$$p_{\text{ош}} = \frac{1}{kM} = \frac{1}{120F_{\text{в}}mM}. \quad (15)$$

Для стандартного цифрового канала ТЧ при $F_{\text{в}} = 3400$ Гц и $m = 7$

$$p_{\text{ош}} = \frac{1}{M} \cdot 3,9 \cdot 10^{-7}. \quad (16)$$

Из полученного выражения следует, что с увеличением числа ретрансляций к допустимой вероятности ошибок на интервале связи необходимо предъявлять более жесткие требования. Чем больше M , тем больше возможность накопления шумов и тем меньшей должна быть допустимая $p_{\text{ош}}$.

Отношение мощности сигнала к мощности тепловых шумов, например, при передаче по каналу синусоидального измерительного сигнала определяется выражением

$$\left(\frac{P_{\text{ИЗМ}}}{P_{\text{ШТ}}} \right)_{\text{ВЫХ}} = -1,18 - 10 \lg p_{\text{ош}}, \quad (17)$$

из которого видно, что отношение сигнал/шум на выходе канала зависит от вероятности ошибочного приема информационных символов кодовых комбинаций.

Ниже будет показано, что $p_{\text{ош}}$ в свою очередь зависит от выбранного вида манипуляции сигнала в радиоканале (АМ, ЧМ, ФМ) и отношения сигнал/шум на входе приемника. Тогда, зная $p_{\text{ош}}$ для примененного вида манипуляции, можно выразить отношение $P/P_{\text{шт}}$ на выходе канала через параметры радиосигнала на входе приемника.

1.5. Методы цифровой модуляции и демодуляции

Для преобразования символов цифровых сигналов в радиосигналы, пригодные для передачи по ЦРРЛ, используют модулятор (манипулятор), а для обратного преобразования – демодулятор (деманипулятор), совокупность которых сокращенно называют модемом. В общем случае преобразование сигналов в модемах связано с переносом спектра исходного сообщения в область более высоких частот, т. е. в полосу частот радиотракта ЦРРЛ, и обратно. Поскольку немодулированный несущий радиосигнал представляет собой синусоидальное колебание, характеризующееся амплитудой, частотой и фазой, каждый из этих параметров может быть проманипулирован цифровой последовательностью.

Выше рассматривались ЦРРЛ, в которых передача информации осуществляется посредством ИКМ и ДМ сигналов, элементы (символы) которых принимают только два значения (уровня) – «0» или «1» длительностью τ_0 . Следовательно, в этих ЦРРЛ манипулированный радиосигнал, соответствующий i -му состоянию, в общем виде может быть представлен:

- при амплитудной манипуляции

$$U_{AM}(t) = U_m(x_i) \cos 2\pi f_0 t; \quad (18)$$

- при частотной манипуляции

$$U_{ЧМ}(t) = U_m \cos 2\pi f_0(x_i) t; \quad (19)$$

- при фазовой манипуляции

$$U_{ФМ}(t) = U_m \cos[2\pi f_0 t + \varphi(x_i)]. \quad (20)$$

Собственно, манипуляция несущей может быть осуществлена различными способами, среди которых можно выделить:

- непосредственную манипуляцию СВЧ радиоклебания;
- манипуляцию радиоклебания на некоторой промежуточной частоте с последующим частотным преобразованием;
- цифровой синтез манипулированной несущей.

Каждый из этих методов имеет свои достоинства и недостатки. Непосредственная манипуляция СВЧ несущей достаточно проста в реализации, например, при АМ, но существенно затруднена при ЧМ и практически невозможна при ФМ. Цифровой синтез манипулированного колебания позволяет получить высокую точность и стабильность несущего сигнала, но затруднителен в практической реализации. Наиболее широко используется манипуляция некоторой промежуточной частоты передатчика с последующим ее преобразованием в полосу частот радиоканала.

В настоящее время в ЦРРЛ связи применяются все рассмотренные выше виды манипуляции, однако наиболее перспективной для передачи высокоскоростных цифровых потоков является ФМ, при которой радиосигнал имеет неизменную огибающую, занимая относительно малую полосу частот. Это позволяет более эффективно использовать мощность передатчика и получить требуемую помехозащищенность.

Демодуляция сигналов при рассмотренных видах манипуляции осуществляется двумя способами: когерентным и некогерентным. Однако для АМ и ЧМ сигналов когерентные способы приема, как правило, на практике не применяются, что объясняется затруднительностью их технической реализации, поэтому создавать сложные синхронные демодуляторы целесообразно для наиболее помехоустойчивых ФМ сигналов.

Рассмотрим основные методы цифровой модуляции и демодуляции манипулированных радиосигналов.

1.5.1. Двухуровневая амплитудная манипуляция

Двухуровневый АМ радиосигнал $U_{AM}(t)$ (рис. 5, а) на интервале времени $0 \leq t \leq \tau_0$ определяется выражением

$$U_{AM}(t) = U_m x_i \sin(2\pi f_0 t + \varphi_0) \quad (21)$$

и может принимать значения

$$U_{AM}(t) = \begin{cases} U_1(t) = U_m \sin(2\pi f_0 t + \varphi_0), & \text{если } x_i = 1; \\ U_2(t) = 0, & \text{если } x_i = 0. \end{cases} \quad (22)$$

Спектр АМ радиосигнала, представленный на рис. 5, б, соответствует периодической передаче в радиоканале «0» и «1». При случайном следовании символов «0» и «1» он становится практически сплошным. Из рисунка видно, что такой спектр характеризуется наличием дискретной составляющей с частотой, равной несущей f_0 , и уровнем $U_m/2$. Следовательно, значительная часть мощности передатчика расходуется на излучение несущей. Для приема АМ радиосигналов полоса пропускания приемника $\Delta f_{пр}$ выбирается примерно равной $2R = 2/\tau_0$.

Упрощенная структурная схема тракта приема АМ радиосигналов приведена на рис. 5. Додетекторную часть приемника, состоящую в общем случае из входных цепей, усилителя высокой частоты, преобразователя и усилителя промежуточной частоты, можно рассматривать как линейный тракт, обеспечивающий основную селекцию сигнала от помех. Полученный на выходе линейного

тракта АМ радиосигнал детектируется, усиливается и подается на вход решающего устройства.

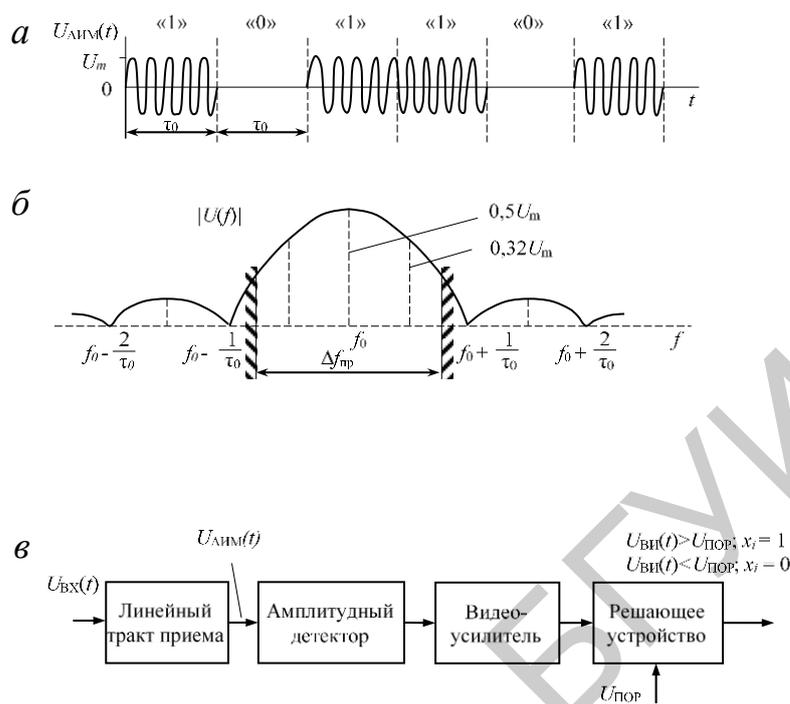


Рис. 5. Принцип АМ:

a – АМ радиосигнал; *б* – спектр АМ радиосигнала; *в* – упрощенная структурная схема тракта приема АМ радиосигнала

При некогерентном приеме АМ радиосигналов их различие осуществляется путем сравнения $U_{вн}(t)$ с некоторым пороговым напряжением $U_{пор}$ по правилу:

- если $U_{вн}(t) > U_{пор}$, то $x_i = 1$;
- если $U_{вн}(t) < U_{пор}$, то $x_i = 0$.

Следует заметить, что достоверность принятия решения существенно зависит от отношения сигнал/шум $\{U_s/U_{ш} = h\}$ на входе приемника и от оптимальности выбора величины $U_{пор}$. Чтобы обеспечить демодуляцию АМ сигнала в режиме оптимального порога, необходимо знать величину h и устанавливать соответствующее ей значение порога. В случае изменения величины h (например, за счет замираний) приемник должен иметь устройство оценки этой величины. Практически такая оценка может осуществляться с помощью системы АРУ.

Из теории передачи дискретных сообщений известно, что при $D > 4$ вероятность ошибки в определении значения одного элемента при некогерентном приеме АМ сигналов в канале с постоянными параметрами с достаточной точностью определяется выражением

$$P_{\text{ош.нк}} = \frac{1}{2} e^{-\frac{h}{4}}, \quad (23)$$

где

$$h^2 = \frac{P_c \tau_0}{N_0} = \frac{P_c}{N_0 \Delta f_{\text{пр}}} = \frac{P_c}{n_{\text{ш}} k T \Delta f_{\text{пр}}}. \quad (24)$$

1.5.2. Двухпозиционная частотная манипуляция

Простые ЧМ сигналы (рис. 6, а), используемые для передачи цифровой информации на интервале времени от 0 до τ_0 , можно записать в виде

$$U_{\text{ЧМ}}(t) = \begin{cases} U_1(t) = U_m \sin(2\pi f_0 t + \varphi_1), & \text{если } x_i = 1; \\ U_2(t) = U_m \sin(2\pi f_0 t + \varphi_2), & \text{если } x_i = 0, \end{cases} \quad (25)$$

где f_1 и φ_1 – частота и фаза радиопосылки при передаче информационного символа «1»; f_2 и φ_2 – частота и фаза радиопосылки при передаче символа «0».

Спектр ЧМ радиосигнала изображен на рис. 6, б, где f_1 и f_2 – частоты манипуляции, а Δf_p – разнос между ними. В теории передачи дискретных сообщений методом ЧМ показано, что существует оптимальная величина разноса частот манипуляции, при которой достигается максимальная помехоустойчивость приема:

$$\Delta f_{\text{пр}} = 0,75 / \tau_0. \quad (26)$$

Если $\Delta f_p < \Delta f_{\text{р.опт}}$, то условие различения манипулированных сигналов ухудшается из-за значительного перекрытия их спектров. При $\Delta f_p > \Delta f_{\text{р.опт}}$ условия различения ЧМ радиосигналов существенно не улучшаются, лишь снижается эффективность использования отведенной для их передачи полосы частот, так как на передачу того же количества информации требуется более широкая полоса. Приблизительно можно считать, что для приема ЧМ сигналов полоса пропускания приемника определяется формулой

$$\Delta f_{\text{пр}} = 2R + \Delta f_p. \quad (27)$$

В настоящее время наиболее перспективными являются системы с ЧМ без разрыва фазы и с разносом Δf_p , близким к оптимальному.

Структурная схема тракта некогерентного приема ЧМ радио сигналов представлена на рис. 6, в.

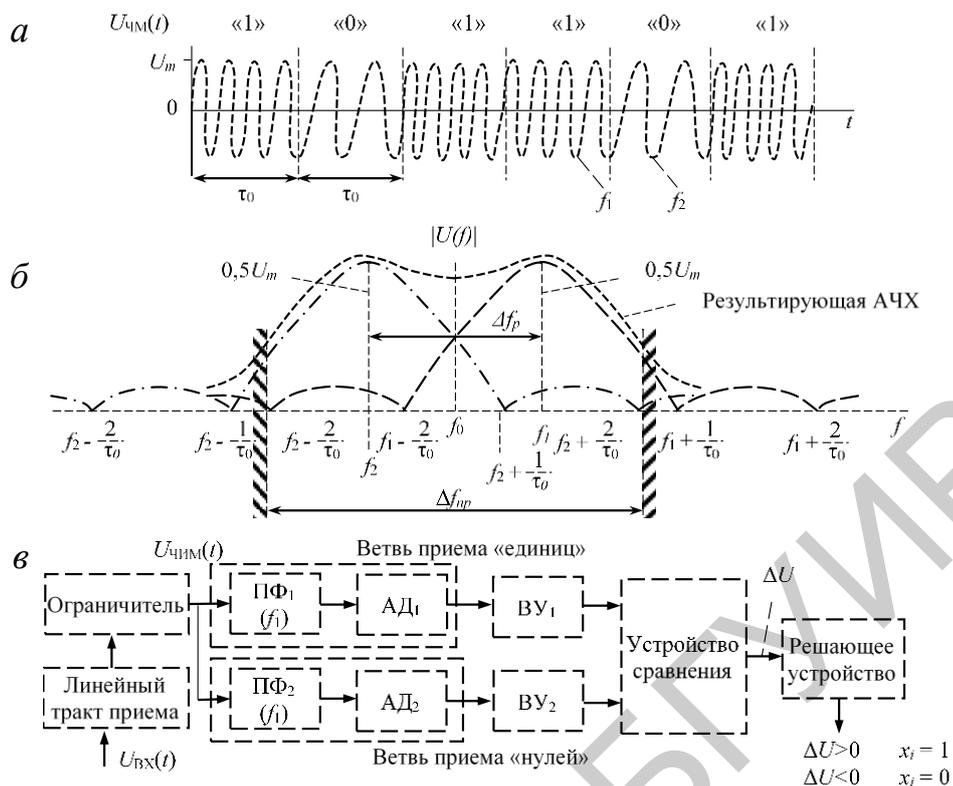


Рис. 6. Принцип ЧМ:

a – ЧМ радиосигнал; *б* – спектр ЧМ радиосигнала; *в* – упрощенная структурная схема тракта приема ЧМ радиосигнала

Принятый антенной радиосигнал усиливается, преобразуется до сигнала промежуточной частоты в линейном тракте приемника и подается на вход ограничителя для снятия паразитной амплитудной модуляции. В дальнейшем этот сигнал подвергается обработке в двух одинаковых по структуре каналах «1» и «0». Каждый канал содержит полосовой фильтр (ПФ), амплитудный детектор (АД) и видеоусилитель. Полосы пропускания фильтров ПФ₁ и ПФ₂, а также коэффициенты передачи АД₁ и АД₂, ВУ₁ и ВУ₂ выбираются одинаковыми. Если считать, что энергия посылок также одинакова, то эта схема является симметричной для приема «1» и «0». С выхода видеоусилителей сигналы подаются на входы устройства сравнения, где определяется разность ΔU между сигналами в каналах.

Принятие решения о характере переданного символа производится в решающем устройстве по правилу:

$$\begin{aligned} \text{если } \Delta U > 0, \text{ то } x_i &= 1; \\ \text{если } \Delta U < 0, \text{ то } x_i &= 0. \end{aligned}$$

Вероятность ошибки при некогерентном приеме ЧМ радиосигналов в канале с постоянными параметрами определяется выражением

$$p_{\text{ош.нк}} = \frac{1}{2} e^{-\frac{h^2}{2}}, \quad (28)$$

где $h^2 = \frac{P_c \tau_0}{N_0} = \frac{P_c}{n_{\text{ш}} k T \Delta f_{\text{пр}}}$, а ПФ₁ и ПФ₂ реализованы в виде согласованных фильтров с полосой пропускания, равной $1/\tau_0$, и с пренебрежимо малой нестабильностью средних частот.

1.5.3. Фазовая манипуляция

В настоящее время известны следующие разновидности фазовой манипуляции: простая противофазная манипуляция, относительная фазовая манипуляция, двукратная относительная фазовая манипуляция и многократная относительная фазовая манипуляция.

При простой противофазной манипуляции (ФМ) информация о характере символов передаваемой цифровой последовательности заложена в фазе радиосигнала, который на интервале $0 - \varphi_0$ может принимать лишь одно из двух значений:

$$U_{\text{ФМ}}(t) = \begin{cases} U_1(t) = U_m \sin(2\pi f_0 t + \varphi_0), & \text{если } x_i = 1; \\ U_2(t) = 0, & \text{если } x_i = 0. \end{cases} \quad (29)$$

При противофазной манипуляции (рис. 7, а), когда $|\varphi_1 - \varphi_2| = \pi$, фаза радиопосылки φ является случайной величиной, однозначно связанной с последовательностью передаваемых информационных символов x_i :

$$\varphi_x = \begin{cases} \varphi_1 = 0^\circ, & \text{если } x_i = 1; \\ \varphi_2 = 180^\circ, & \text{если } x_i = 0. \end{cases} \quad (30)$$

Демодуляция такого ФМ радиосигнала осуществляется с помощью синхронного фазового детектора, который осуществляет перемножение информационного сигнала с опорным колебанием и фильтрацию полученного выходно-

го напряжения от высокочастотных составляющих. Однако при случайном изменении текущей фазы опорного колебания на противоположную имеет место так называемое явление обратной («негативной») работы. Очевидно, что такой режим демодуляции ФМ сигналов недопустим, поскольку с момента, соответствующего переходу в «негатив», последовательность символов будет приниматься неправильно. Амплитудно-частотный спектр фазоманипулированного сигнала представлен на рис. 7, д.

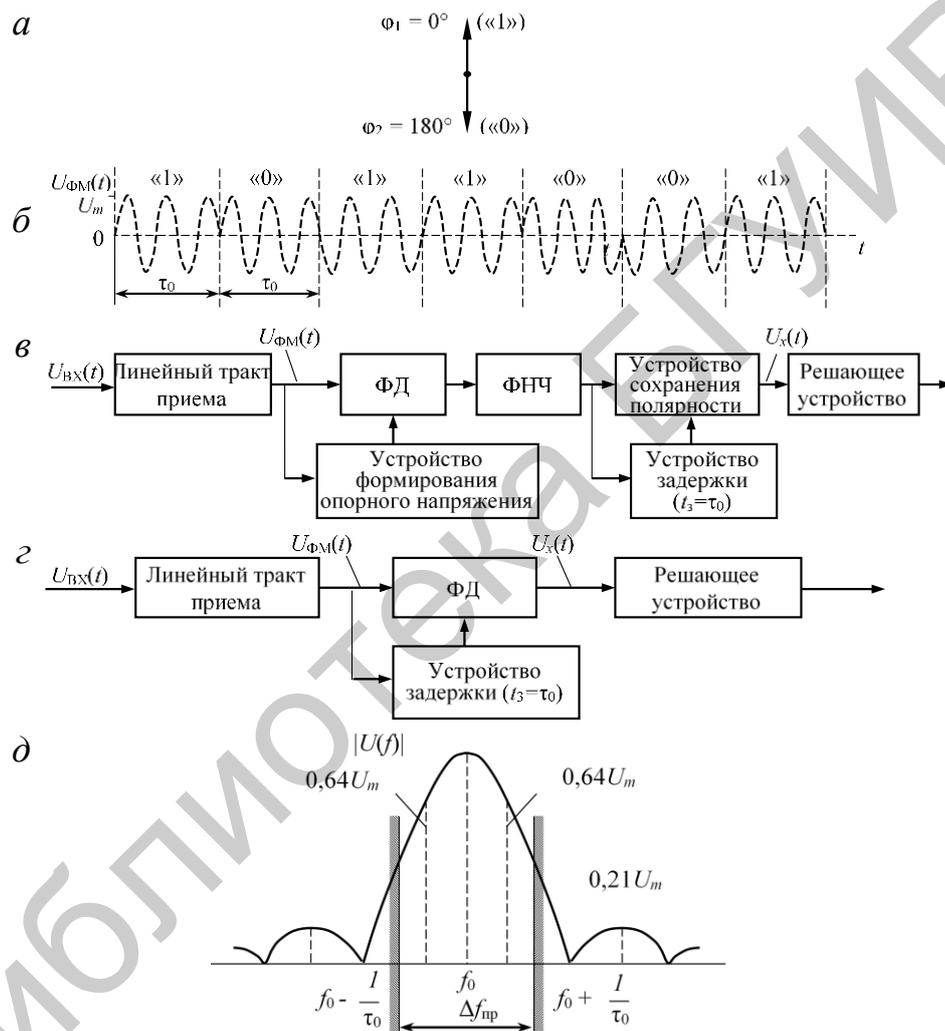


Рис. 7. Принцип ФМ и ОФМ:

- а – векторная диаграмма, поясняющая принцип ФМ;
- б – векторная диаграмма, поясняющая принцип ОФМ радиосигнала;
- в – упрощенная структурная схема устройства когерентного приема ОФМ радиосигнала;
- г – упрощенная структурная схема устройства некогерентного приема ОФМ радиосигнала;
- д – спектр фазоманипулированного радиосигнала

В настоящее время наиболее широко применяют метод относительной фазовой манипуляции (ОФМ), свободный от явления обратной работы. Здесь применена относительная система отсчета фаз, вследствие чего соответствие между информационными символами и фазоманипулированными посылками становится иным по сравнению с противофазной манипуляцией. При ОФМ фаза очередной радиопосылки зависит как от вида информационного символа («1» или «0»), поступающего на вход манипулятора, так и от характера предыдущего символа.

Например, при ОФМ началом отсчета фазы каждой очередной посылки является фаза предыдущей посылки (см. рис. 7, б), при передаче символа «1» фаза колебания сохраняется такой же, как и у предыдущей посылки, а при передаче символа «0» фаза колебания изменяется на 180° по отношению к фазе предыдущей посылки. Условно это правило можно записать так:

$$\begin{aligned} \varphi &= \varphi_{i-1} && \text{при } x_i = 1; \\ \varphi &= \varphi_{i-1} + \pi && \text{при } x_i = 0, \end{aligned}$$

где i – номер посылки в текущий момент времени.

Рассмотренное правило манипуляции фазы при ОФМ может быть и иным: при передаче символа «1» фаза колебания меняется на обратную по отношению к фазе предыдущей посылки, а при передаче символа «0» остается без изменения. Выбор того или иного правила определяется удобствами технической реализации ОФМ.

Рассмотрим основные методы приема ОФМ радиосигналов. На практике широкое применение находят когерентный и некогерентный методы.

Один из вариантов построения когерентной схемы когерентного приема ОФМ радиосигналов приведен на рис. 7, в. Особенностью этой схемы является то, что опорное колебание, необходимое для когерентного детектирования, выделяется непосредственно из принимаемого сигнала с помощью специального устройства формирования. В настоящее время известно несколько способов формирования опорного колебания и соответствующих им схем, например, схемы Пистолькорса, Сифорова, Костаса и др.

В устройстве формирования опорного напряжения, построенном по схеме Пистолькорса, вначале производится удвоение частоты принимаемого сигнала. Полученное напряжение с удвоенной частотой и неизменной начальной фазой фильтруется и подается на делитель частоты на два, на выходе которого образуется необходимое опорное колебание с частотой f_0 без манипуляции фазы с достаточно малым уровнем шумов.

В устройстве, выполненном по схеме Сифорова, снятие манипуляции фазы достигается за счет удвоения частоты, а фильтрация помех обеспечивается

системой фазовой автоподстройки, представляющей собой узкополосный фильтр. Достоинством схемы является то, что она не содержит делителя частоты.

Более совершенной является схема Костаса, отличающаяся большой сложностью технической реализации. В такой схеме снятие манипуляции осуществляется с помощью перемножителя, на один из входов которого поступает принимаемый сигнал, предварительно усиленный и ограниченный, а на другой – сигнал с выхода фазового детектора (ФД) системы ФАП.

Демодуляция ОФМ сигнала, полученного на выходе линейного тракта приемника осуществляется с помощью ФД, на второй вход которого воздействует опорное колебание, сформированное одним из рассмотренных выше способов. В результате детектирования на выходе ФД образуется видеопоследовательность, которая после фильтрации подается на вход устройства сравнения полярности. На его второй вход поступает та же информационная видеопоследовательность, задержанная на время $t_3 = \tau_0$. Принципиальная необходимость наличия устройства задержки состоит в том, что в демодуляторе ОФМ нельзя принимать решение по одной посылке, поскольку информация заложена в разности фаз предыдущей и принятой (текущей) посылок. Устройство задержки представляет собой элемент памяти, с помощью которого обеспечивается относительное начало отсчета фаз как на передаче, так и на приеме.

Устройство сравнения обычно реализуется в виде схемы совпадения. При совпадении полярностей огибающих текущей и предыдущей посылок на выходе схемы образуется управляющий импульс, под действием которого решающее устройство фиксирует наличие символа «1», в противном случае фиксируется наличие «0». Таким образом, на выходе схемы образуется последовательность видеоимпульсов, соответствующая исходной информационной последовательности.

Следует заметить, что под действием помех в системе с ОФМ возникают ошибки, как правило, парами. Неверный прием текущей посылки приводит к неправильному декодированию последующей. Одиночные ошибки маловероятны, они могут появиться лишь в результате двух смежных ошибок вследствие неправильного определения полярности либо перескока фазы опорного колебания.

Вероятность ошибки при когерентном приеме ОФМ радиосигналов определяется выражением

$$p_{\text{ош.к}} = \frac{1}{\sqrt{\pi h}} e^{-h^2}. \quad (31)$$

Некогерентный прием ОФМ радиосигналов можно осуществить с помощью устройства, схема которого изображена на рис. 7, з. Этот метод приема иногда называют автокорреляционным. Он основан на том, что в качестве опорного колебания, подаваемого на вход ФД, используется напряжение принятой предыдущей радиопосылки, задержанной на время $t_3 = \tau_0$. В фазовом детекторе происходит сравнение фаз текущей и предыдущей (опорной) посылок. Решение о том, какой символ был передан, принимается в соответствии с полярностью напряжения $U_x(t)$ на выходе ФД. При $U_x(t) > 0$ решающее устройство вырабатывает символ «1», а при $U_x(t) < 0$ – символ «0». В данном случае ФД вычисляет коэффициент автокорреляции сигнала на интервале времени $t = 2\tau_0$. Поскольку решение о характере принятого символа производится путем анализа фаз текущей и предыдущей радиопосылок, такой метод приема иногда называют методом сравнения фаз.

Помехоустойчивость некогерентного способа приема по сравнению с когерентным при отношении сигнал/шум на входе приемника более трех ниже примерно на 10 %. Так как каждая радиопосылка участвует в формировании напряжения на выходе ФД дважды (первый раз как информационная, второй – как опорная), то ошибки на выходе демодулятора будут появляться парами.

Вероятность ошибочного приема при некогерентном приеме определяется выражением

$$P_{\text{ош.нк}} = \frac{1}{2} e^{-h^2}. \quad (32)$$

Сравнивая между собой когерентный и некогерентный методы приема ОФМ радиосигналов, следует отметить, что основное различие определяется не их помехоустойчивостью, а скоростью передачи информации, которая может быть достигнута при технической реализации этих методов. Некогерентный метод приема чаще находит применение в цифровых системах передачи среднескоростных цифровых потоков, а когерентный – высокоскоростных потоков.

В ЦРРЛ можно либо удвоить пропускную способность, либо повысить помехоустойчивость за счет применения двукратной относительной фазовой манипуляции (ДОФМ). Один из вариантов формирования ДОФМ радиосигнала поясним с помощью векторной диаграммы (рис. 8, а), таблицы (рис. 8, б) и структурной схемы (рис. 8, в).

Опорное напряжение от генератора подается на входы двух фазовых манипуляторов ФМ₁ и ФМ₂. Начальная фаза напряжения на входе ФМ₂ с помощью фазовращателя сдвинута на 90°. Информационные синхронные, но независимые цифровые потоки подаются на входы №1 и №2 фазовых манипулято-

ров. На выходе ΦM_1 образуется $O\Phi M_1$ – радиосигнал с манипуляцией фазы $0, 180^\circ$ (на рис. 8, *a* – пунктирная линия; на рис. 8, *б* – первый столбец таблицы), на выходе ΦM_2 формируется $O\Phi M_2$ – радиосигнал с манипуляцией фазы $90, 270^\circ$ (на рис. 8, *a* – точечная линия; на рис. 8, *б* – третий столбец таблицы). После линейного сложения в сумматоре обоих сигналов на выходе образуется сигнал, фаза которого принимает четыре значения: $+45, -45, +135, -135^\circ$. Каждое значение фазы однозначно отображает характер символов двух независимых цифровых потоков, что легко проследить по векторной диаграмме и таблице, приведенным на рис. 8, *a, б*.

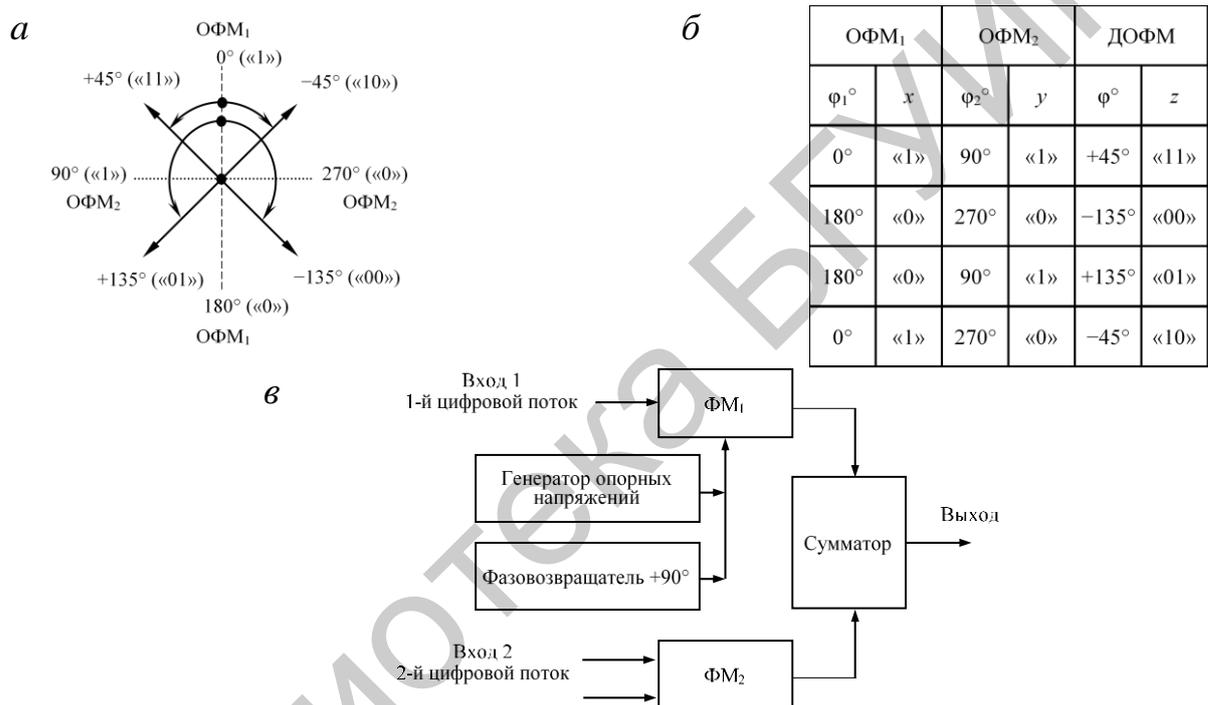


Рис. 8. Принцип ДОФМ:

a – векторная диаграмма; *б* – таблица; *в* – структурная схема, поясняющая принцип формирования ДОФМ радиосигнала

2. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РАДИОРЕЛЕЙНОЙ СТАНЦИИ Р-409МБ1

Радиорелейная станция Р-409МБ1 представляет собой комплекс технических средств, требующих от экипажа специальной подготовки и знания принципов работы радиоэлектронных устройств, техники связи и использования компьютеров.

2.1. Назначение и тактико-технические характеристики станции

Радиорелейная станция Р-409МБ1 предназначена для обеспечения цифровой и аналоговой радиорелейной и проводной связи, а также цифровой связи по волоконно-оптическим кабелям (ВОК) в составе мобильных узлов связи и отдельно.

Радиорелейная станция относится к наземной аппаратуре военного назначения, установленной в кузове на колесной транспортной базе типа ЗИЛ-131 (или базе аналогичного типа), и состоит из аппаратного комплекса и программного обеспечения, предназначенного для автоматизированного управления аппаратным комплексом станции.

Средства связи радиорелейной станции обеспечивают возможность ее совместной работы с аналогичными аппаратными средствами связи в составе мобильных и стационарных узлов связи.

Радиорелейная станция Р-409МБ1 рассчитана на непрерывную, круглосуточную работу при температуре окружающего воздуха от минус 10 до плюс 50 °С и в условиях относительной влажности воздуха до 98 % при температуре не выше плюс 35 °С.

Рассмотрим основные тактико-технические характеристики РРС Р-409МБ1.

Радиорелейная станция Р-409МБ1 обеспечивает:

– организацию аналогового радиорелейного направления с использованием высокочастотной (ВЧ) стойки Р-409 и аппаратуры П-330-6 из состава Р-409;

– организацию аналоговой кабельной линии связи с использованием аппаратуры П-330-6 (П-303-ОБ) из состава Р-409;

– организацию двух радиорелейных направлений с использованием цифровых радиорелейных станций Р-429;

– организацию двухпроводных направлений по кабелю П-296М с использованием цифровой системы передачи MGS-3М-MRL-E1B/ETH;

- организацию двухпроводных направлений по кабелю П-296М с использованием SHDSL-модема ЦМ-Е1;
- мультиплексирование/демультиплексирование в цифровые потоки Е1 пользовательских интерфейсов, а также из них;
- кросс-коммутацию образованных цифровых потоков с возможностью вывода на кабельный ввод станции;
- шнуровую коммутацию всех образованных цифровых потоков Е1;
- автоматизированную кросс-коммутацию каналов со скоростями 64 кбит/с не менее 8 цифровых потоков Е1;
- шнуровую коммутацию всех образованных пользовательских (абонентских) интерфейсов с возможностью их вывода на кабельный ввод станции;
- организацию служебной связи по внутриузловым соединительным линиям связи и по каналам, образованным радиорелейными и проводными средствами связи;
- измерение основных параметров потоков Е1 и каналов тональной частоты;
- юстировку антенн радиорелейных станций по азимуту с использованием ручного антенно-поворотного устройства;
- техническое сопряжение с аппаратурой аппаратных (станций) полевых узлов связи различной принадлежности, аппаратурой стационарных узлов связи пунктов управления Вооруженных Сил Республики Беларусь и сети электросвязи общего пользования.

Электропитание станции осуществляется от промышленной сети 220 В, 50 Гц. Предусмотрена работа от аккумуляторных батарей при пропадании промышленной сети в течение 1 часа.

Потребляемая мощность станции составляет 1,8 кВт при полной нагрузке.

Основной режим работы – на стоянке.

Экипаж станции – 4 человека.

Общий вид радиорелейной станции Р-409МБ1 и внешний вид отсека станции представлены на рис. 9 и 10 соответственно.



Рис. 9. Общий вид радиорелейной станции Р-409МБ1



Рис. 10. Внешний вид отсека радиорелейной станции Р-409МБ1

Схема боевого применения радиорелейной станции Р-409МБ1 представлена на рис. 11. На схеме указаны возможности станции по привязке к полевой опорной сети связи Вооруженных Сил Республики Беларусь с использованием радиорелейного направления и кабельных линий связи, по привязке к единой сети электросвязи общего пользования (через пункт выделения каналов), по организации полевых кабельных и волоконно-оптических линий связи, а также взаимодействие с аппаратными полевых узлов связи.

Радиорелейная станция Р-409МБ1 принята на вооружение ВС РБ приказом Министерства обороны РБ от 3 июня 2013 г. №515.

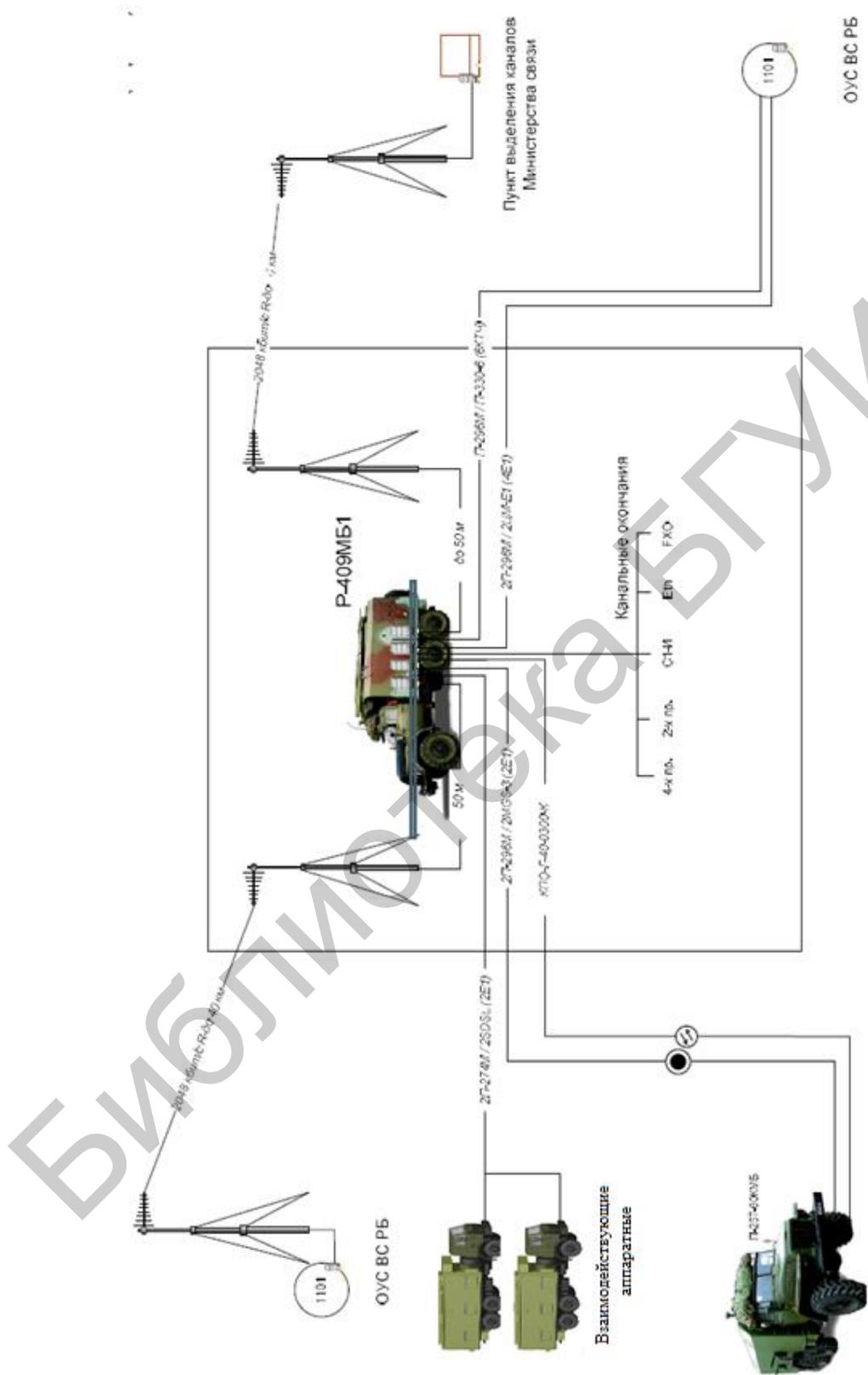


Рис. 11. Схема боевого применения радиорелейной станции Р-409МБ1

2.2. Состав основного оборудования станции

Все оборудование радиорелейной станции Р-409МБ1 можно условно разделить на следующие подгруппы:

- средства связи и телекоммуникационное оборудование;
- средства автоматизации;
- средства электропитания;
- измерительные средства;
- оборудование жизнеобеспечения;
- кабельное имущество;
- инструменты, принадлежности и ЗИП.

Состав оборудования радиорелейной станции может меняться в зависимости от ее модификации и выполняемых задач.

Средства связи и телекоммуникационное оборудование:

- станив МКДЗ – 1 комплект;
- станив коммутации мобильный (СКМ) – 1 комплект;
- РРС Р-429 (конфигурация 1 + 0) – 2 комплекта;
- РРС Р-409М – 1 комплект;
- цифровая система передачи MGS-3М-MRL-E1B/ETH – 2 комплекта;
- SHDSL-модем ЦМ-E1 – 2 комплекта;
- мультиплексор доступа синхронный (СМД) – 1 комплект;
- переговорно-вызывное устройство – 1 комплект;
- пульт служебной связи – 1 комплект;
- блок громкоговорящей связи – 1 комплект;
- оптический кросс – 1 комплект;
- телефонный аппарат – 1 комплект.

К средствам автоматизации относится автоматизированное рабочее место (АРМ).

Средства электропитания станции включают в себя систему электропитания ПС-60/48 с комплектом аккумуляторов. Средством измерения является прибор для измерения параметров потока Е1 с функцией генератора – АФК-3.

Основное оборудование станции смонтировано в кузове К2.131 на шасси автомобиля ЗИЛ-131. Шасси автомобиля – повышенной проходимости, грузоподъемностью 3500 кг, трехосное, односкатное, с системой регулирования давления в шинах и с экранированным электрооборудованием. Размещение основного оборудования радиорелейной станции Р-409МБ1 представлено на рис. 12.

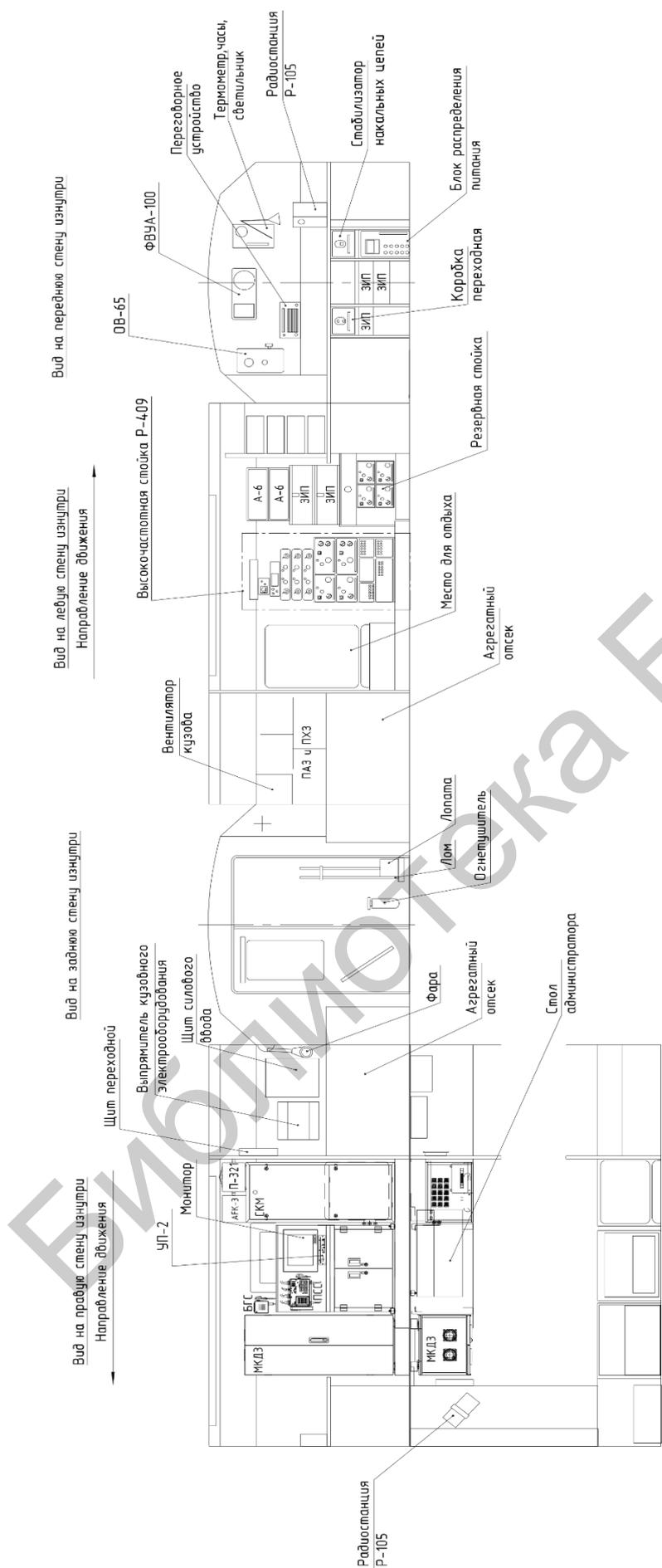


Рис. 12. Размещение основного оборудования радиорелейной станции Р-409МБ1

Схема основного оборудования и структурная схема радиорелейной станции Р-409МБ1 представлены на рис. 13 и 14 соответственно.



Рис. 13. Схема основного оборудования радиорелейной станции Р-409МБ1

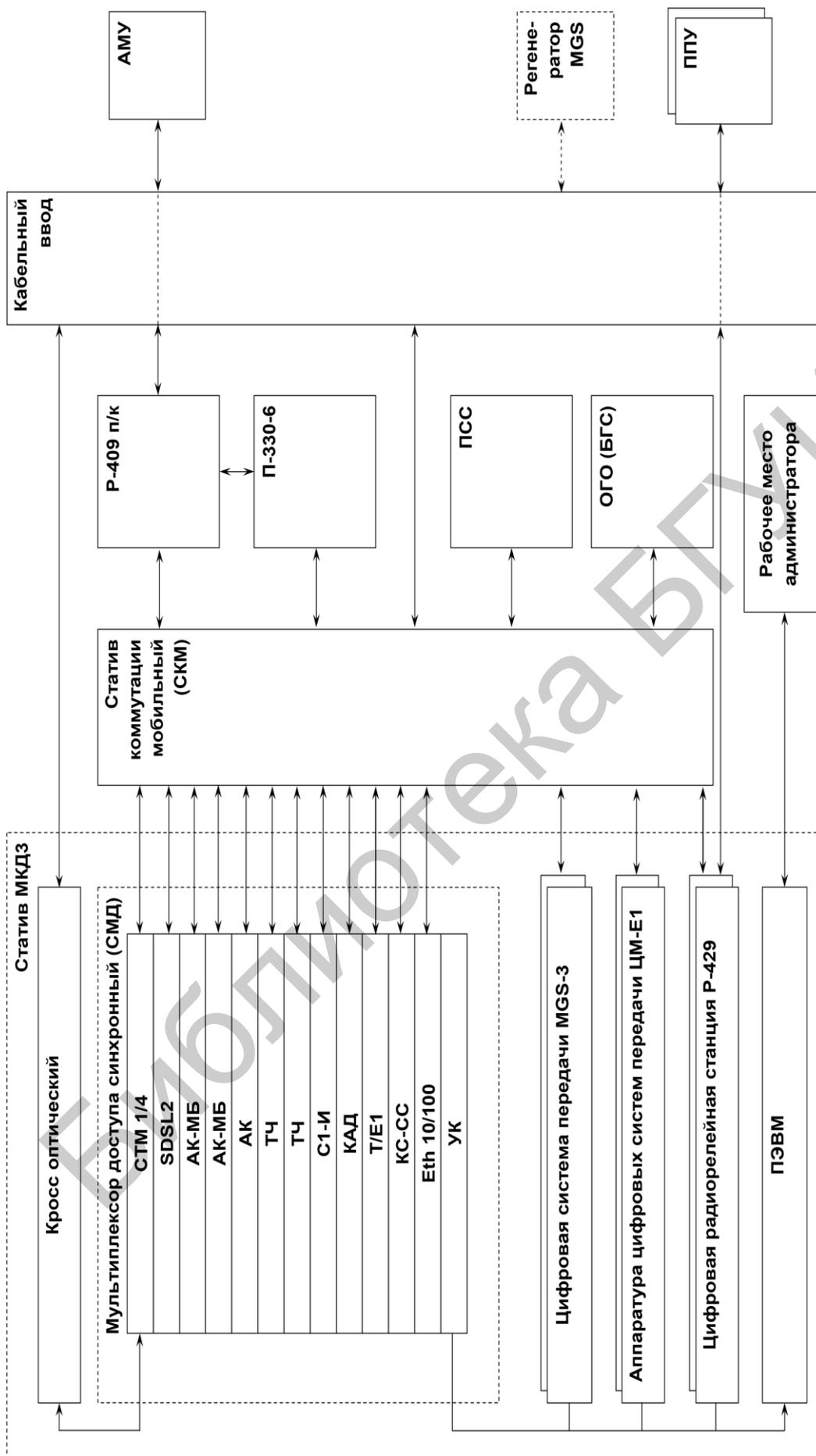


Рис. 14. Структурная схема радиорелейной станции Р-409МБ1

2.2.1. Статив МКДЗ

Статив мобильный климатический (МКДЗ), представленный на рис. 15, используется для размещения телекоммуникационной аппаратуры при жестких внешних условиях эксплуатации.



Рис. 15. Статив МКДЗ

Статив МКДЗ обеспечивает:

- надежную фиксацию аппаратуры и аккумуляторов;
- гашение ударов и вибрации;
- электромагнитную защиту;
- принудительную вентиляцию;
- прогрев аппаратуры до рабочей температуры;
- защиту от биологических вредителей (грызунов).

2.2.2. Статив коммутации мобильный

Статив коммутации мобильный (СКМ), изображенный на рис. 16, представляет собой шкаф, на задней стенке которого размещены разъемы для подключения линейной стороны и сальники для подключения стационарной стороны СКМ. Внутри статива расположены три панели коммутации с гнездами коммутации, устройства защиты линии (УЗЛ) и комплект коммутационных шнуров.

На панелях коммутации расположены гнезда, выделенные в отдельные функциональные группы. Названия функциональных групп на коммутационных панелях соответствуют надписям на кабельных вводах. Также на коммутационные панели выходят гнезда для коммутации переговорно-вызывного устройства (ПВУ), блока громкоговорящей связи (БГС), рабочего места администратора.

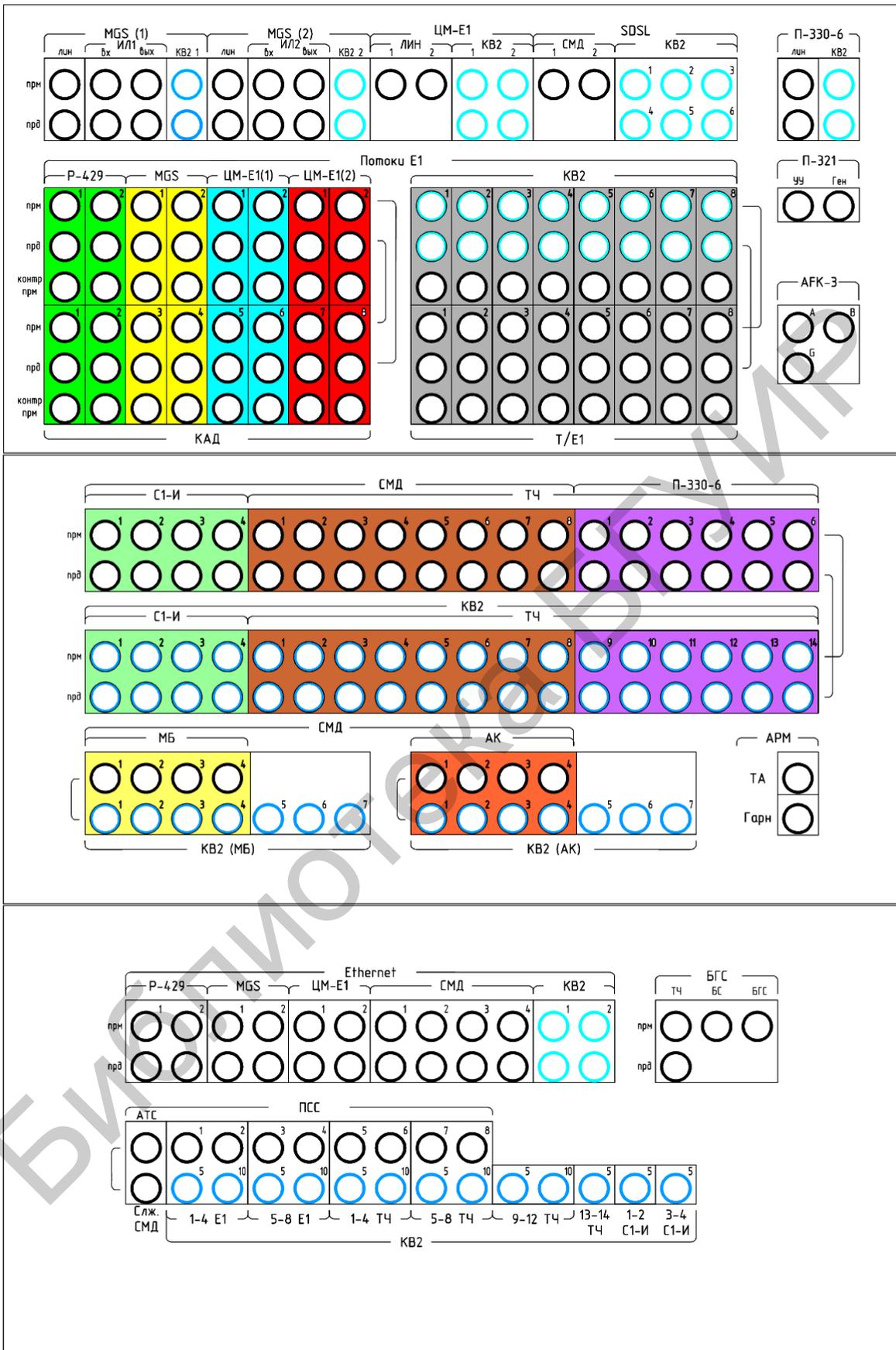


Рис. 16. Статив коммутации мобильный

2.2.3. Цифровая радиорелейная станция Р-429

Цифровая радиорелейная станция Р-429, работающая в диапазоне частот от 238 до 480 МГц, предназначена:

- для передачи цифровой информации с пропускной способностью основного потока 2048 кбит/с, при этом поддерживаются конфигурации системы «1 + 0» (без резерва) и «1 + 1» с резервированием ствола;
- для построения беспроводных сетей связи прямой видимости;
- для передачи цифровой информации в дуплексном режиме;
- для эксплуатации в стационарных и подвижных объектах (на колесной транспортной базе) без работы в движении.

Цифровая РРС Р-429 обеспечивает:

- автоматическое резервирование стволов по критериям достоверности, уровня приема и аппаратной аварии;
- формирование цифрового канала служебной связи с селективным вызовом;
- формирование дополнительного цифрового канала с программно-выбираемым типом интерфейса;
- формирование низкоскоростных цифровых каналов для подключения внешних сигнальных датчиков и исполнительных устройств;
- настройку системы телеуправления и телесигнализации РРЛ;
- тестирование и контроль параметров оборудования встроенными средствами;
- мониторинг и управление сетью РРЛ с помощью программы сервисного обслуживания.

Основные технические характеристики приведены в табл. 2.

Таблица 2

Основные технические характеристики ЦРРС Р-429

Наименование параметра	Значение
1	2
Диапазон рабочих частот, МГц	От 238 до 480
Разделение трактов передачи и приема	Временной дуплекс
Вид модуляции/демодуляции	QPSK
Конфигурация системы	«1 + 0», «1 + 1»
Скорость основных цифровых потоков, кбит/с	256, 512, 1024, 2048
Автоматическое резервирование по критериям	BER, P _{вх} , LOS, AIS

1	2
Служебная связь	По цифровому каналу с селективным вызовом
Мониторинг и управление: - локальный контроль и управление; - удаленный контроль и управление	На уровне станции На уровне сети радиорелейных линий произвольной топологии
Перестройка приемника и передатчика обеспечивается во всем диапазоне частот, МГц	От 238 до 480
Напряжение питания от источника постоянного тока, В	От 21 до 29,7
Мощность, потребляемая от источника постоянного тока: - выносное оборудование: - при конфигурации «1 + 0», не более, Вт - при конфигурации «1 + 1», не более, Вт - внутреннее оборудование при конфигурации «1 + 0» и «1 + 1», не более, Вт	50 100 40
Максимальная длина кабеля снижения, не более, м	500

Общий вид радиорелейной станции Р-429 представлен на рис. 17.



Рис. 17. Общий вид радиорелейной станции Р-429

2.2.4. Радиорелейная станция Р-409МА

Радиорелейная станция Р-409МА предназначена для организации самостоятельных радиорелейных или кабельных линий связи, а также для ответвления каналов от многоканальных линий связи. Кроме того, станция может быть использована в качестве радиовставки в кабельные линии связи аппаратуры П-303-ОБ (П-330-6).

Дальность связи в поддиапазоне А составляет 150 км при трех ретрансляциях, в поддиапазонах Б и В – 250 км при шести-восьми ретрансляциях. Протяженность одноинтервальной линии, развернутой на равнинной местности (при закрытии линии не более чем на 15 м), – 40 км.

В режиме внешнего уплотнения П в поддиапазоне В станция обеспечивает передачу одного служебного и двенадцати рабочих телефонных каналов с помощью внешней аппаратуры уплотнения типа П-302 на одном интервале протяженностью до 30 км на открытой трассе.

Диапазон частот станции 60–479,6 МГц разделен на три поддиапазона:

- А – 60,0–120 МГц;
- Б – 120,2–239,8 МГц;
- В – 240,4–479,6 МГц.

Число фиксированных частот (ФЧ) и разнос между ними по поддиапазонам:

- А – 601 ФЧ через 100 кГц;
- Б – 300 ФЧ через 400 кГц;
- В – 300 ФЧ через 800 кГц.

В поддиапазоне А связь может быть установлена на всех ФЧ, в поддиапазонах Б и В – только на ФЧ с нечетными номерами. Формулы пересчета фиксированных частот в радиочастоты (МГц) для поддиапазонов:

- А – $f_A = 60 + 0,1N$ ($N = 0, 1, 2-600$);
- Б – $f_B = 120 + 0,2N$ ($N = 1, 3, 5-599$);
- В – $f_V = 240 + 0,4N$ ($N = 1, 3, 5-599$).

Аппаратура станции обеспечивает следующие режимы работы:

– **оконечный режим с внутренним уплотнением** – для одновременной работы двух полукомплектов аппаратуры в двух независимых направлениях связи;

– **режим ретрансляции** – для обеспечения ретрансляции всех телефонных каналов по групповому спектру с помощью аппаратуры уплотнения П-303-ОБ (основной режим) и с использованием стоек приемопередатчика без аппаратуры П-303-ОБ (резервный режим);

– **узловой режим** – для организации транзита одного «широкого» канала (трехканальной группы) и выделения другого канала абоненту в спектре частот 12–24 кГц, а также для организации транзита и выделения абоненту любого телефонного канала;

– **режим внешнего уплотнения I** – для передачи трех телефонных каналов и одного служебного в поддиапазоне А и шести телефонных каналов и одного служебного в поддиапазонах Б и В по кабелю П-296 (П-270) в групповом спектре; в этом режиме обеспечивается радиовставка в кабельную линию П-296 (П-270), уплотненную аппаратурой П-303-ОБ;

– **режим внешнего уплотнения II** – для передачи двенадцати телефонных и одного служебного каналов в поддиапазоне В на одном интервале с открытой трассой с помощью внешней аппаратуры типа П-302;

– **режим дежурного приема** – для ожидания вызова от корреспондента при вхождении в связь;

– **оконечный одноканальный режим** – для предварительной настройки радиолинии;

– **режим бинарной информации** – для передачи сигналов автоматизированных систем по групповому спектру стойки приемопередатчика при наличии переходного устройства или оконечной аппаратуры передачи информации;

– **режим работы станции на кабель**, при котором аппаратура уплотнения, установленная в станции, обеспечивает оконечный, узловой и ретрансляционный режимы при работе по кабельным линиям П-296 (П-270).

Преобразование сигналов абонентов, передаваемых по телефонным каналам, в линейный спектр частот, поступающий на частотный модулятор радиопередающего устройства, и обратное преобразование линейного спектра с радиоприемного устройства в сигналы, поступающие к абонентам, производится с помощью аппаратуры П-303-ОБ (П-330-6), входящей в состав радиорелейной станции Р-409МА. Аппаратура П-303-ОБ (П-330-6) обеспечивает также возможность организации вместо трех (шести) телефонных каналов одного (двух) «широкого» канала с полосой частот 12,3–23,4 кГц.

Телефонные каналы могут использоваться в одном из следующих режимов по низкой частоте:

– оконечный двухпроводный режим при номинальном измерительном уровне 0 Нп при передаче и минус 0,8 Нп при приеме;

– двухпроводный транзитный режим при номинальных измерительных уровнях минус 0,4 Нп при передаче и приеме;

– четырехпроводный режим с номинальным измерительным уровнем минус 1,5 Нп при передаче и плюс 0,5 Нп при приеме.

Амплитудная характеристика остаточного затухания телефонных каналов в четырехпроводном режиме на частоте 800 Гц линейна с точностью 0,05 Нп

при повышении уровня на входе канала на 0,5 Нп и с точностью 0,1 Нп – при повышении на 0,8 Нп. Защищенность между направлениями приема и передачи телефонного канала, а также от невнятных переходных помех между каналами составляет не менее 5 Нп, от внятных переходных помех – не менее 7 Нп.

«Широкие» каналы имеют четырехпроводные окончания с уровнями минус 2,8 Нп при приеме и передаче. Неравномерность частотной характеристики «широких» каналов не превышает $\pm 0,35$ Нп в диапазоне частот 12,3–23,4 кГц. Амплитудная характеристика «широких» каналов на частоте 14 кГц линейна с точностью 0,08 Нп при повышении уровня на 1,4 Нп.

Служебный канал аппаратуры уплотнения выводится на блок коммутации каналов (Б17) и вводный щит (Б23) в двухпроводном окончании при номинальных измерительных уровнях 0 Нп при передаче и минус 0,8 Нп при приеме, а также в четырехпроводном окончании при номинальных измерительных уровнях минус 1,5 Нп при передаче и плюс 0,5 Нп при приеме.

Мощность передатчиков всех поддиапазонов в режиме номинальной мощности без блоков частотных развязок составляет не менее 40 Вт, с блоками частотных развязок в режиме номинальной мощности – не менее 25 Вт, в режиме пониженной мощности – не менее 3 Вт.

Ослабление уровня побочных излучений передатчика (на расстоянии 50 м от антенны) составляет не менее 60 дБ.

Стабильность частоты возбуждителя Б1 радиопередающего устройства и гетеродина Б2 приемного устройства не хуже $\pm 5 \cdot 10^{-5}$.

Чувствительность приемников с блоками частотных развязок по телефонным каналам при заданной девиации частоты передатчика и при соотношении сигнал/шум 4 Нп составляет не хуже 6,0 мкВ в поддиапазоне А, не хуже 5,5 мкВ в поддиапазоне Б и не хуже 6,5 мкВ в поддиапазоне В. Коэффициент шума приемников в поддиапазонах А и Б – не более 12 дБ, в поддиапазоне В – не более 13 дБ.

Типы антенн:

- в поддиапазоне А – вибраторная логарифмическая периодическая антенна;
- в поддиапазоне Б – z -образная антенна с рефлектором;
- в поддиапазоне В – четырехэлементная z -образная синфазная антенна с рефлектором.

Высота антенной опоры (мачты) составляет 20 м. Волновое сопротивление антенного фидера – 75 Ом.

Групповой тракт станции в оконечном режиме с внутренним уплотнением имеет четырехпроводные окончания с уровнями 0 Нп при передаче,

минус 2,6 Нп – при приеме. Полоса эффективно передаваемых частот в поддиапазоне А равна 0,3–18 кГц, в поддиапазонах Б и В – 0,3–32 кГц.

Остаточное затухание по всей полосе частот не превосходит минус 0,3 Нп. Амплитудная характеристика тракта на частоте 5 кГц линейна с точностью 0,05 Нп при повышении уровня на входе относительно номинального значения в поддиапазоне А на 1,4 Нп, в поддиапазонах Б и В – на 1,8 Нп и с точностью 0,1 Нп при повышении уровня на входе в поддиапазоне А на 1,8 Нп, в поддиапазонах Б и В – на 2 Нп.

Номинальное значение входного и выходного сопротивлений в заданной полосе частот (коэффициент отражения 15 %) составляет 600 Ом.

Групповой тракт в режиме внешнего уплотнения II имеет четырехпроводные окончания с уровнями 0 Нп при приеме и передаче. Полоса эффективно передаваемых частот составляет 4–64 кГц.

Номинальное значение входного и выходного сопротивлений в полосе частот (коэффициент отражения не более 20 %) – 135 Ом.

Групповой тракт в режиме бинарной информации имеет четырехпроводные несимметричные окончания с уровнями плюс 0,3 Нп при передаче и не менее минус 1 Нп при приеме. Девияция частоты передатчика в поддиапазоне А – 36 кГц, в поддиапазоне Б – 120 кГц, в поддиапазоне В – 300 кГц.

Полоса эффективно передаваемых частот в поддиапазоне А – 0,1–30 кГц, в поддиапазоне Б – 1,0–100 кГц, в поддиапазоне В – 0,1–150 кГц.

Номинальное значение входного и выходного сопротивлений составляет 600 Ом (коэффициент отражения не более 15 % в диапазоне частот от 0,2 кГц и выше, не более 25 % – в диапазоне частот 0,1–0,2 кГц).

В состав полуккомплекта входят: стойка приемопередатчика, аппаратура уплотнения, блок коммутации режимов (Б16), антенно-фидерное устройство, мачта с такелажем.

Внешний вид полукомплекта радиорелейной станции Р-409МА представлен на рис. 18.

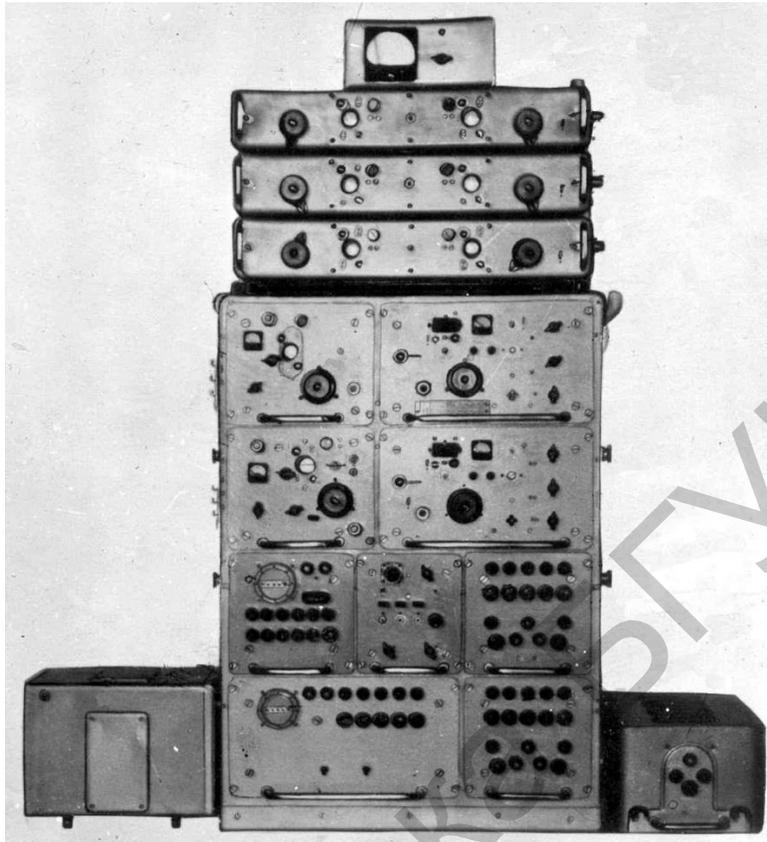


Рис. 18. Внешний вид полукомплекта РРС Р-409МА

Принятый антенной поддиапазона А, Б или В высокочастотный сигнал по антенному фидеру длиной 40, 25 или 15 м соответственно поступает на разъемы блока Б23. С блока Б23 по высокочастотному кабелю сигнал подается на блок Б10 и далее на блок Б9 используемого поддиапазона, например, на блок Б9А поддиапазона А. Через приемное плечо блока Б9А ВЧ сигнал поступает на вход приемника Б7А радиоприемного устройства стойки приемопередатчика. После усиления и преобразования сигнал группового спектра с выхода радиоприемного устройства через блок Б6 поступает по кабелю в блок Б16 и далее по кабелю – в аппаратуру уплотнения. С выхода аппаратуры уплотнения сигналы телефонных каналов поступают через блок Б17 на блок Б23 и по соединительным линиям из кабеля ПТРК 5х2 – к абонентам.

Сигналы от абонентов по соединительным линиям поступают на блок Б23, затем по кабелям на блок Б17 и на аппаратуру уплотнения. С выхода аппаратуры уплотнения сигнал группового спектра по кабелям поступает на блок Б16 и далее на блок Б6 стойки приемопередатчиков. С выхода радиопередающего устройства стойки ВЧ сигнал поступает через защитный фильтр ФЗА, пе-

редающее плечо блока Б9А и блок Б10 на блок Б23. С блока Б23 по антенному фидеру сигнал поступает в антенну поддиапазона А (Б или В).

Переход с одного поддиапазона станции на другой осуществляется путем замены антенн, блоков частотных развязок (Б9А, Б9Б, Б9В), приемников (Б7А, Б7Б, Б7В) и передатчиков (Б8А, Б8Б, Б8В). Установка режимов работы станции производится переключателями и штепселями на блоках Б16 и блоках Б6.

Коммутация телефонных каналов производится на блоке Б17, передача абонента – с помощью штепселей, переприем – с помощью коммутационных шнуров.

С помощью прибора П-321 производится установка и контроль уровней передающего и приемного каналов стойки приемопередатчика и телефонных каналов.

2.2.5. Цифровая система передачи MEGATRANS-3М-MRL-E1В/ЕТН

Цифровая система передачи MEGATRANS-3М использует технологию MEGATRANS и может работать по двум парам симметричного кабеля в одно- или двухкабельной схеме включения. При двухкабельной схеме включения обеспечивается совместная работа с аналоговой системой с ЧРК типа К-60П. Аппаратура допускает использование дистанционно питаемых регенераторов, число которых не превышает четырех. В системе не предусмотрена организация канала служебной связи и телемеханики. Максимальная длина тракта MEGATRANS-3М достигает 130 км.

Аппаратура цифровой системы передачи MEGATRANS-3М представляет собой оборудование линейного тракта для дуплексной передачи синхронного цифрового потока со скоростью до 2048 кбит/с по двум ненагруженным, некоммутируемым парам медного кабеля (типа МКС, ЗКП, ТЗ, КСПП). Внешний вид цифровой системы передачи MEGATRANS-3М представлен на рис. 19.



Рис. 19. Внешний вид цифровой системы передачи MEGATRANS-3M

Система рассчитана на работу по двум парам симметричного кабеля с диаметром жилы 0,9, 1,05 или 1,2 мм. Благодаря использованию технологии передачи MEGATRANS с несимметричной адаптивной многопозиционной модуляцией с регулируемым уровнем и алгоритмом аналоговой обработки и коррекции сигнала (АОКС) максимальное перекрываемое затухание для регенерационного участка на частоте 150 кГц составляет 51 дБ (66 дБ для частоты 250 кГц), что превышает максимальную длину усилительного участка системы передачи типа К-60П.

Система обеспечивает передачу как полного потока Е1, так и структурированного потока в соответствии с МСЭ-Т рекомендацией G.704. В последнем случае уменьшается пропускная способность цифрового канала с увеличением длины регенерационного участка.

Тип линейного кодирования и возможность настройки параметров приемопередатчиков обеспечивают работу в одном кабеле совместно как с цифровыми (типа ИКМ), так и аналоговыми системами передачи с ЧРК (типа К-60, К-24 и др.). При этом качество организованного цифрового тракта для цифровых систем типа MEGATRANS и ИКМ, а также организованных каналов тональной частоты (ТЧ) для аналоговых систем находится в пределах норм, установленных для применяемого в ВС РБ оборудования.

Система управления позволяет производить конфигурирование каждого блока системы, включая необслуживаемые регенераторы, оценку качества связи и линейных параметров для каждого регенерационного участка, установку технологических шлейфов на каждом регенераторе и сбор сообщений об аварийных состояниях для всех блоков системы.

2.2.5.1. Модуль приемопередатчика MEGATRANS-3M

Модуль предназначен для преобразования сигналов от оконечного оборудования в линейный код, передающийся по кабельной линии связи, и наоборот. Для сопряжения с оконечным оборудованием устройство имеет стык G.703 (формат кадра G.704) с волновым сопротивлением 120 Ом. Модуль имеет встроенный источник дистанционного питания, позволяющий подавать питание одному или двум регенераторам. Дистанционное питание может быть отключено пользователем, в этом случае модуль может являться источником тока для восстановления контактов. Выполняется в виде конструктива Mini Rack (MGS-3M-MRL-E1B).

2.2.5.2. Модуль АОКС MEGATRANS-3M

Выполняется в виде дочерней платы для установки на модуль приемопередатчиков MEGATRANS-3M. Модуль предназначен для увеличения длины регенерационного участка.

2.2.5.3. Регенераторное оборудование MEGATRANS-3M

Регенератор MEGATRANS-3M предназначен для установки в обслуживаемых (ОУП) или необслуживаемых (НУП) помещениях и служит для увеличения дальности работы ЦСП MEGATRANS-3M. Выпускается в защищенном от влаги и пыли корпусе с классом защиты IP-67. Регенератор получает дистанционное питание по фантомной цепи от модулей приемопередатчиков MEGATRANS-3M постоянным током.

Модуль приемопередатчиков регенератора MEGATRANS-3M выполнен в виде платы для установки в корпус регенератора. Питание и линейный сигнал подается через модуль высоковольтного интерфейса LIU. Каждая секция регенерации оканчивается линейным интерфейсом платы приемопередатчика, один из которых является главным (режим «MASTER» или N-side), а другой – ведомым (режим «SLAVE» или C-side). Модуль имеет функцию выделения/вставки части канальных интервалов из основного тракта.

В аппаратуре MEGATRANS-3M реализованы два вида мониторинга и управления: локальный и дистанционный. Локальное управление осуществляется посредством локального терминала, эмулирующего VT100. При локальном управлении возможен контроль всего тракта через канал встроенных операций (ЕОС). Дистанционное управление системой MEGATRANS-3 может быть реализовано по протоколу Telnet или SNMP.

2.2.6. SHDSL-модем ЦМ-Е1

Изделие ЦМ-Е1, внешний вид которого приведен на рис. 20, предназначено для использования в качестве оконечного оборудования и обеспечивает двухстороннюю передачу одного, двух или четырех цифровых потоков E1 и данных по стыку ETHERNET по одной, двум или четырем парам симметричного кабеля с затуханием до 31 дБ на частоте 150 кГц.

Скорость (частота) линейного цифрового потока в направлении передачи может быть синхронизирована внешним сигналом частотой 2048, 4096, 8192, 16 384 или 20 480 кГц.

Электрический интерфейс E1 изделия соответствует ГОСТ 26886 и рекомендации G.703 МСЭ-Т и обеспечивает работу с существующими типами оборудования первичного уровня в стандартном коде МЧПИ (HDB-3).

Изделие обеспечивает возможность контроля состояния удаленного модема.

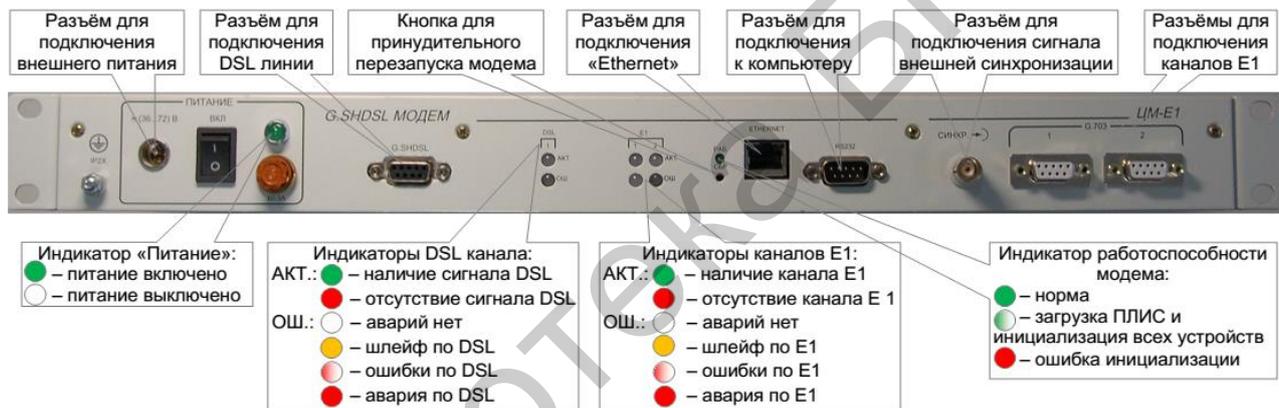


Рис. 20. Внешний вид SHDSL модема ЦМ-Е1

Изделие разработано и может поставляться в двух вариантах исполнения: стационарный вариант и вариант для автономной работы.

Изделие предназначено для эксплуатации в помещениях с температурой окружающего воздуха от 5 до 40 °С и относительной влажностью воздуха 80 % при температуре 25 °С.

2.2.7. Мультиплексор доступа синхронный

Мультиплексор доступа синхронный (СМД) предназначен для эксплуатации на сетях связи различного назначения в качестве аппаратуры цифровой системы передачи синхронной цифровой иерархии, обеспечивающей передачу сигналов E1, E3, Ethernet и сигналов абонентского доступа в структуре синхронных транспортных модулей уровня STM-1 и STM-4 по одномодовому волоконно-оптическому кабелю.

СМД обеспечивает:

1) формирование синхронных транспортных модулей STM-1 (155,52 Мбит/с) на восемь направлений передачи по электрическому коаксиальному кабелю или по одномодовому волоконно-оптическому кабелю;

2) формирование синхронных транспортных модулей STM-4 (622,08 Мбит/с) на четыре направления передачи по одномодовому волоконно-оптическому кабелю;

3) работу оптических интерфейсов STM-1 и STM-4 – в соответствии с рекомендацией G.957 МСЭ-Т с кодами применения: S-1.1; L-1.1; L-1.2; S-4.1; L-4.1; L-4.2;

4) работу электрических интерфейсов STM-1 – в соответствии с рекомендацией G.703 МСЭ-Т;

5) работу электрических интерфейсов E1, E3 – в соответствии с рекомендацией G.703 МСЭ-Т;

б) ввод-вывод в транспортные модули STM-1 и STM-4:

– до 63 асинхронных/синхронных сигналов E1 (2048 кбит/с);

– до 9 сигналов E3 (34368 кбит/с);

– до 252 сигналов E1 для абонентского доступа;

– до четырех сигналов Ethernet 10/100 Base-TX со скоростью трафика Ethernet от 1 до 42 VC-12 (VCAT) (от 2176 до 91392 кбит/с);

7) ввод-вывод сигналов абонентского доступа: SDSL, ТЧ, АК, АК-4ПР, АК-МБ, СК, СК-4ПР, ЗВ-ПД, ЗВ-ПР, ЗВК-ПД, ЗВК-ПР, КС, ТК, ДС, ДСУ, ДСУ-30, ОЦК, RS485, V36/X21, RS, C1-И, МСД, КЛС, U, S/T, Upn (АК), Upnt (СК), LAN, C37.94 с коммутацией на уровне КИ сигнала E1 (64 кбит/с);

8) полнодоступную неблокируемую коммутацию сигналов на уровне VC-12, VC-3 и VC-4 в режимах коммутации: однонаправленной, двунаправленной, вещания (VC-12 Ethernet – только в режиме двунаправленной коммутации);

9) синхронизацию:

– от внутреннего генератора (T0);

– от любого входного сигнала STM-1, STM-4 (T1);

– от любого входного сигнала E1 и E3 (T2);

– от источника внешней синхронизации 2048 кбит/с или 2048 кГц (T3);

10) появление выходного сигнала тактовой синхронизации (T4) с параметрами в соответствии с рекомендацией G.703 МСЭ-Т;

11) автоматический переход от одного источника синхронизации к другому путем применения приоритетных списков синхронизации и механизма сообщений о статусе синхронизации;

12) автоматическое резервирование мультиплексорных секций в соответствии с рекомендацией G.841 МСЭ-Т;

13) автоматическое резервирование соединений подсети на уровне VC-12, VC-3, VC-4 (SNCP) в соответствии с рекомендацией G.841 МСЭ-Т;

14) аппаратное резервирование блоков по схеме «1 + 1» (CP – Card Protection);

15) мониторинг аварийных сообщений и рабочих характеристик, отображение их аппаратными и программными средствами;

16) организацию служебной связи по каналу с двухпроводным абонентским окончанием с возможностью индивидуального вызова абонента, группы абонентов и работы в режиме конференц-связи;

17) контроль и управление внешними устройствами.

Управление режимами работы и контроль параметров СМД в процессе эксплуатации осуществляется посредством сетевой системы управления, действующей по протоколу SNMPv2с (ПО «Супертел-NMS») через интерфейсы контроля и управления:

– интерфейс типа «F» (порт LAN локальной сети Ethernet 10/100 Base-T) для локального управления конфигурацией СМД;

– интерфейс типа «Q» (порт LAN локальной сети Ethernet 10/100 Base-T) для связи СМД с менеджером системы управления сетью NMS (Network Management System).

СМД может использоваться на сетях с топологиями:

- точка-точка;
- линейная цепь;
- ячеистая сеть;
- двухволоконное кольцо;
- четырехволоконное кольцо.

СМД предназначен для непрерывной круглосуточной работы в следующих условиях:

- температура окружающего воздуха от 5 до 40 °С;
- относительная влажность воздуха до 80 % при температуре 25 °С;
- атмосферное давление воздуха не ниже 60 кПа (450 мм рт. ст.).

Электропитание СМД осуществляется от стационарных электропитающих установок постоянного тока напряжением 24 или 48/60 В по двухпроводной цепи, изолированной от корпуса СМД.

Интерфейс аварийной сигнализации обеспечивает передачу сигналов аварийного состояния в устройства стационарной сигнализации. Интерфейс расположен на разъеме «КОНТРОЛЬ» блока УК.

СМД реализован в блочной конструкции на базе 19" евроконструктива – корпуса с кросс-платой. Корпус имеет 19 слото-мест для блоков, каждый блок представляет собой типовой элемент замены. Внутренние соединения между блоками осуществляются по кросс-плате.

Блоки устанавливаются в корпус по направляющим и фиксируются сверху и снизу с помощью невыпадающих винтов. Для обеспечения электромагнитной совместимости и выполнения требований по снятию электростатического заряда на свободные от блоков слоты устанавливаются панели-заглушки.

СМД комплектуется блоками в зависимости от требований по назначению под конкретный заказ.

Подключение к источникам первичного электропитания, каналообразующей аппаратуре (E1, E3, STM-1/4, Ethernet), каналам абонентского доступа, источникам внешней синхронизации, терминалу сетевого обслуживания, а также к контрольно-измерительной аппаратуре осуществляется через разъемы, расположенные на лицевых панелях блоков.

В процессе эксплуатации свободные слоты изделия могут быть доукомплектованы.

Базовые блоки, устанавливаемые при любой конфигурации СМД:

- на 1-й и 2-й слоты – блоки питания;
- на 15-й слот – блок КС-СС (основной);
- на 19-й слот – блок УК.

Согласно заказанной комплектации устанавливаются:

– на 11-й, 12-й, 13-й слоты – блоки 21E1, E3 или Eth10/100 в любой комбинации (на слотах 11, 12 и 13 блок Eth10/100 обеспечивает два рабочих порта LAN вместо четырех);

– на 14-й слот – блок Eth10/100, обеспечивающий четыре рабочих порта LAN;

– на 16-й слот – блок КС-СС для аппаратного резервирования;

– на 17-й слот – блок STM1/4 (основной);

– на 18-й слот – блок STM1/4 для аппаратного резервирования или для увеличения количества направлений передачи.

На рис. 21 приведен внешний вид СМД – один из вариантов компоновки. Компоновка СМД для реализации функций передачи сигналов E1, E3 и/или Eth10/100 в синхронном транспортном модуле STM-1 и/или STM-4 приведена на рис. 22.

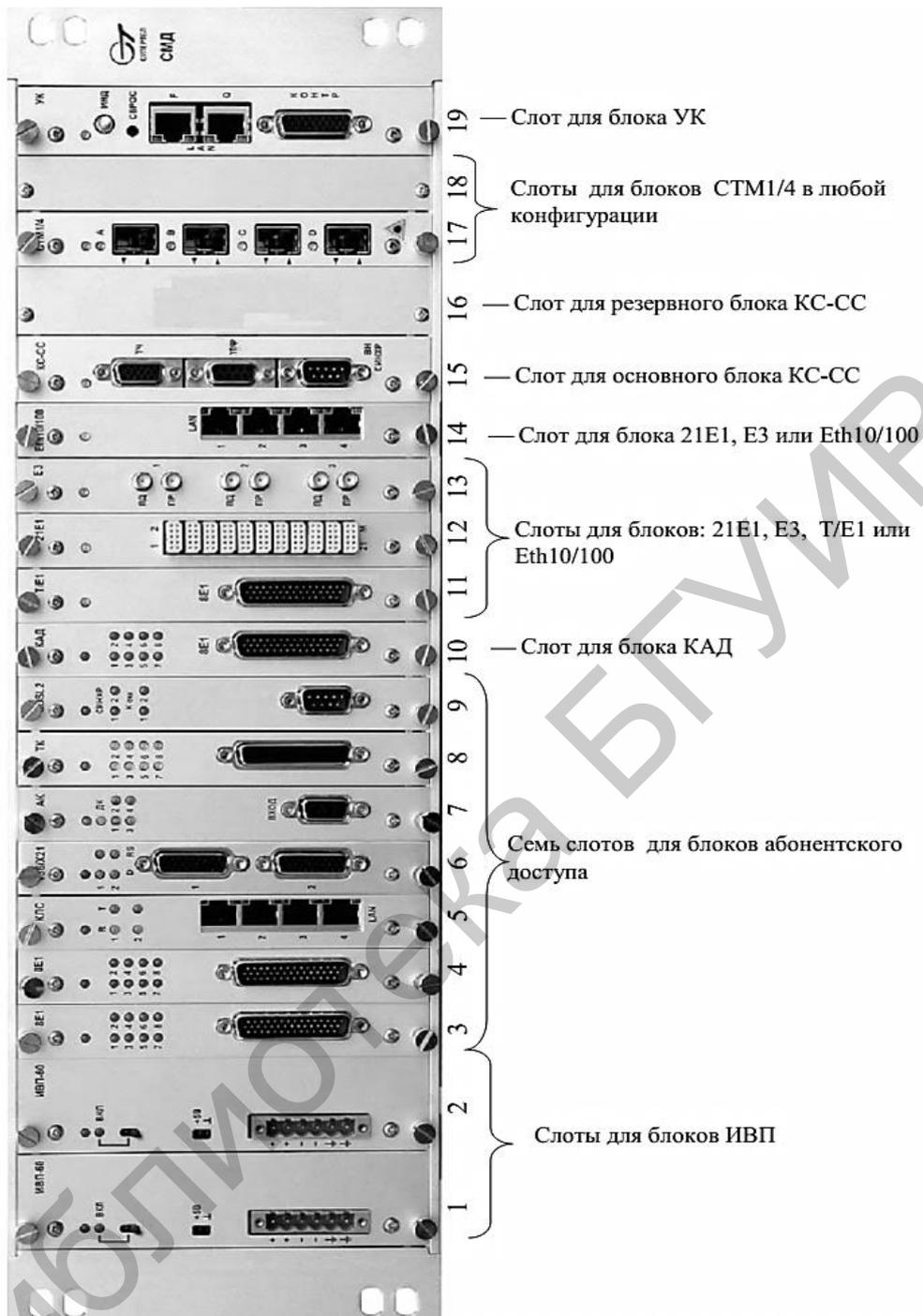


Рис. 21. Внешний вид мультиплексора СМД

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
ИВП-24 (ИВП-60)	ИВП-24 (ИВП-60)									21E1 или E3 или Eth 10/100	КС-СС	КС-СС	СТМ1/4	СТМ1/4	УК			

Рис. 22. Компоновка СМД (вариант)

Блоки ИВП предназначены для фильтрации напряжений помех, создаваемых оборудованием на вводах первичного электропитания, и отключения питания в кросс-плату при превышении допустимых значений (менее 19 В или более 72 В) входного напряжения.

Блок STM1/4 (режим «STM-1») обеспечивает формирование синхронного транспортного модуля STM-1 и четырех линейных оптических интерфейсов с кодами применения S-1.1, L-1.1 или L-1.2 либо электрических интерфейсов, а также привязку линейных сигналов к сетке частот, вырабатываемой блоком КС-СС.

Блок STM1/4 (режим «STM-4») обеспечивает формирование синхронного транспортного модуля STM-4 и двух линейных оптических интерфейсов с параметрами S-4.1, L-4.1 или L-4.2, привязку линейных сигналов к сетке частот, вырабатываемой блоком КС-СС.

Блок Eth10/100 обеспечивает подключение до четырех каналов Ethernet 10/100 и формирование каналов WAN (1, 2, 3 и 4) с гибкой полосой пропускания (скорость трафика Ethernet от 1 до 42 VC-12 (от 2176 до 91 392 кбит/с) – функция VCAT), формирование блоков нагрузки TU-12 и размещение их в VC-4.

Блок 21E1 обеспечивает прием/передачу до 21 сигнала E1, размещение их в виртуальных контейнерах VC-12, формирование трибутарных групп TU-12 и размещение их в VC-4.

Блок E3 обеспечивает прием/передачу до 3 сигналов E3, размещение их в виртуальных контейнерах VC-3, формирование трибутарных групп TU-3 и размещение их в VC-4.

Блок КС-СС обеспечивает:

- синхронизацию оборудования от различных источников или от внутреннего генератора;
- полнодоступную неблокируемую коммутацию до 26 потоков VC-4 на уровне VC-4, VC-3, VC-12;
- формирование канала служебной связи.

Блок КАД обеспечивает:

- коммутацию сигналов E1 на уровне канальных интервалов; емкость коммутационной матрицы 316×316 направлений E1;
- ввод-вывод до 8 сигналов E1 с параметрами в соответствии с рекомендациями G.703, G.707, G.708 и G.709 МСЭ-Т.

Блок T/E1 обеспечивает:

- сопряжение 84 синхронных потоков E1 из коммутаторов SDH (основного и резервного) в коммутатор абонентского доступа (КАД);

– ввод-вывод 8 асинхронных потоков E1 с параметрами в соответствии с рекомендациями G.703, G.707, G.708 и G.709 МСЭ-Т.

Блок УК со встроенным процессором предназначен для полнофункционального контроля и управления блоками локально (нижний уровень) и в составе распределенной сети связи (верхний уровень) под управлением сетевого терминала (NMS), действующего по протоколу SNMPv2с. На нижнем уровне производится контроль и управление оборудованием: сбор и анализ сообщений, поступающих от аварийных датчиков; светодиодная и звуковая сигнализация при возникновении неисправностей; установка режимов работы; управление защитными переключениями; поддержка интерфейсов LAN. На верхнем уровне – работа системы управления в составе распределенной сети.

Принцип работы мультиплексорной части СМД (далее – мультиплексора) основан на технологии синхронной цифровой иерархии – SDH, в которой в качестве основного формата синхронного сигнала принят синхронный транспортный модуль STM-N, где $N = 1$ или $N = 4$.

Операции мультиплексирования и ввода-вывода компонентных сигналов выполняются с использованием кросс-коммутации виртуальных контейнеров VC-12, VC-3, VC-4.

2.2.8. Переговорно-вызывное устройство

ПВУ предназначено:

- для обеспечения служебной связи при вхождении в связь, настройке каналов и линий связи по двух и четырехпроводным физическим линиям связи МБ, ЦБ и АТС, четырехпроводным каналам ТЧ;
- для оперативного контроля и оценки исправности линий и каналов связи, абонентских устройств, в том числе телефонных аппаратов МБ, ЦБ, АТС и ГТС;
- для прослушивания через встроенный громкоговоритель трех линий (входы усилителя высокоомные).

ПВУ осуществляет:

- формирование измерительного сигнала 800 Гц;
- формирование индукторного вызова в сторону абонента, получение от абонента индукторного вызова, его световую и звуковую сигнализации;
- формирование вызывного сигнала 2100 Гц в абонентскую и канальную стороны для каналов ТЧ;
- формирование разговорных сигналов с соответствующими уровнями передачи и приема для всех используемых линий, каналов связи и абонентов.

Электропитание ПВУ осуществляется от сети переменного тока 220 В через адаптеры или от сети постоянного тока 19–72 В.

По требованиям стойкости к внешним воздействиям ПВУ соответствует группе 1.7 климатического исполнения.

Внешний вид переговорно-вызывного устройства представлен на рис. 23.



Рис. 23. Внешний вид ПВУ

2.2.9. Пульт служебной связи

Пульт служебной связи (ПСС) предназначен для обеспечения служебной связью должностных лиц пунктов управления, а также технического персонала, стационарных и мобильных объектов различного назначения.

ПСС обеспечивает:

- подключение восьми линий МБ;
- подключение одной линии АТС;
- ведение служебных переговоров по любой из линий через микротелефонную трубку;
- ведение громкоговорящей связи по любой линии;
- возможность одновременной работы двух операторов (первый с МТ-трубки, второй по ГГС);
- возможность ведения одновременного разговора (селекторной связи) с несколькими абонентами как в режиме громкоговорящей связи, так и через микротелефонную трубку;
- возможность работы в спаренном режиме до трех пультов ПСС, находящихся на незначительном удалении друг от друга;
- возможность прослушивания всех линий местной батареи (МБ) на внутренний громкоговоритель (может использоваться для работы с абонентскими устройствами, не имеющими индукторного вызова).

Конструктивно ПСС может быть закреплен как в настенном, так и в настольном положениях.

Внешний вид пульта служебной связи представлен на рис. 24.



Рис. 24. Внешний вид ПСС

Электропитание ПСС осуществляется от сети переменного тока 220 В через адаптеры или от сети постоянного тока 19–72 В.

Условия эксплуатации соответствуют требованиям группы 1.7 для техники, не работающей на ходу.

2.2.10. Блок громкоговорящей связи

Блок громкоговорящей связи (БГС), внешний вид которого приведен на рис. 25, предназначен для организации дуплексной служебной связи по одному аналоговому каналу ТЧ для работы в режиме четырехпроводного окончания с вызовом голосом и двум аналоговым линиям (ТЧ, МБ, ГГС) для работы в режиме двухпроводного окончания с вызовом голосом. Блок БГС подключается шнурами к линиям служебной связи через гнезда на стативе СКМ.

На верхней стенке БГС расположены тумблеры подключения-отключения приема сигналов, поступающих с линии (тумблеры «БГС», «БС» и «ТЧ»). При отключении тумблером приема соответствующей линии сигнал на передачу в линию продолжает поступать. В случае, если линия не подключена вообще, с целью избежания помех и рассогласования дифсистемы блока БГС следует отключать прием с данной линии соответствующим тумблером.

На лицевой стороне блока БГС расположен индикатор включения питающего напряжения «ПИТАНИЕ». Громкость регулируется потенциометром с колесом прокрутки «ГРОМКОСТЬ», расположенным на боковой стенке блока.



Рис. 25. Блок громкоговорящей связи

2.2.11. Система электропитания ПС-60/48

Система электропитания ПС-60/48У (ПС) предназначена для электропитания аппаратуры связи с номинальным напряжением питания 48 В и допустимыми отклонениями от 43,2 до 57,6 В.

ПС может использоваться с аккумуляторной батареей (АБ) или без нее. При работе с АБ ПС обеспечивает буферный режим или режим с отдельным содержанием. ПС необходима для установки в аккумуляторном отсеке кислотных герметизированных необслуживаемых АБ.

ПС обеспечивает:

- электропитание нагрузки от выпрямителя;
- заряд и содержание АБ;
- автоматический переход на режим электропитания нагрузки от АБ при пропадании (отключении) первичного напряжения электропитания;
- автоматическое повторное включение выпрямителя после восстановления первичного напряжения электропитания;
- защиту АБ от короткого замыкания в нагрузке и от глубокого разряда;
- термокомпенсацию напряжения содержания АБ в соответствии с заданной характеристикой (при необходимости);
- горячую замену блоков выпрямителя и зарядного устройства;
- контроль выходного напряжения, напряжения на АБ, токов выпрямителя, АБ и нагрузки;
- самотестирование блоков и формирование аварийных сигналов;
- световую и звуковую сигнализацию;
- автоматический съем и передачу следующей информации: конфигурация и состояние ПС в целом и его блоков; значения электрических параметров и температуры.

Электропитание ПС с выходной мощностью более 2 кВт осуществляется от электрической сети трехфазного переменного тока номинальным напряжением 230/400 В и частотой 50 Гц.

Электропитание ПС с выходной мощностью до 2 кВт включительно может осуществляться от электрической сети однофазного переменного тока номинальным напряжением 230 В и частотой 50 Гц.

ПС предназначена для эксплуатации в закрытых, обогреваемых и вентилируемых помещениях при температуре окружающей среды от 5 до 40 °С, верхнем значении относительной влажности 75 % при температуре 30 °С и атмосферном давлении от 84 до 106,4 кПа.

ПС не предназначена для установки и эксплуатации во взрывоопасных и пожароопасных зонах.

ПС работает с естественной вентиляцией. Режим работы – круглосуточный.

Внешний вид системы электропитания ПС-60/48 представлен на рис. 26.



Рис. 26. Внешний вид системы электропитания ПС-60/48

Основные технические данные системы электропитания ПС-60/48 приведены в табл. 3.

Основные технические данные ПС

Наименование параметра, единица измерения	Значение параметра
Напряжение электропитания: – трехфазное, В; – однофазное, В	230/400 230
Частота напряжения электропитания, Гц	50
Выходное напряжение при работе без АБ или с отдельным содержанием АБ, В	$48 \pm 0,48$
Выходное напряжение при работе с АБ в буфере (заводская установка), В	$54 \pm 0,54$
Отклонение выходного напряжения от установленного значения при изменении напряжения сети $\pm 10\%$, не более, %	± 1
Максимальный выходной ток выпрямителя, А	90
Выходной ток одного блока ВБ, А	5,0
Выходное напряжение зарядного устройства при работе с отдельным содержанием АБ (регулируется программно), В	от 53,0 до 57,6
Погрешность установки выходного напряжения зарядного устройства, не более, %	± 1
Выходной ток зарядного устройства при работе с отдельным содержанием АБ (регулируется программой), А	От 0 до 40
Максимальный выходной ток одного блока БЗ зарядного устройства, А	10
Погрешность установки выходного тока зарядного устройства, не более, %	± 1
Пульсация выходного напряжения, не более: 1) среднеквадратичная при широкополосном измерении, мВ; 2) при селективных измерениях: а) в диапазоне частот 0–3 кГц, мВ; б) в диапазоне частот 3–150 кГц, мВ; в) в диапазоне частот 0,15–30 МГц, мВ; 3) псофометрическая, мВ	250 200 45 10 2
КПД для номинального выходного напряжения 48 В, не менее	0,8
Коэффициент мощности, не менее	0,9
Рабочая температура окружающей среды, °С	От +5 до +40
Охлаждение	Естественное

При наличии напряжения питающей сети ПС обеспечивает электропитание нагрузки и одновременный заряд АБ с ограничением тока заряда, позволяет контролировать значения напряжений, токов и температуры.

При этом ПС автоматически тестирует состояние всех блоков силовых узлов и при обнаружении отказов формирует аварийные сигналы.

При пропадании напряжения питающей сети ПС обеспечивает электропитание нагрузки от АБ, формирование сигналов об аварии питающей сети и неработоспособности выпрямителя, отключение нагрузки при разряде АБ.

При восстановлении напряжения питающей сети ПС автоматически переходит на работу от сети.

ПС состоит из следующих основных узлов:

- узел коммутации напряжения электропитания с функцией фильтра и защиты от перенапряжений (входной автомат 230/400 В кассеты КПУ, автоматы 230 В и блоки ФЗП кассет КВБ);
- выпрямитель с номинальным выходным напряжением 60 В или 48 В и максимальным выходным током 90 А (блоки ВБ-60/48-5У кассет КВБ);
- зарядное устройство с максимальным выходным током 40 А (блоки БЗ-10 кассеты КПУ);
- устройство защиты АБ от глубокого разряда (узел управления в блоке БУК и силовые ключи в блоках БЗ-10 кассеты КПУ);
- устройство управления, индикации и сигнализации (блоки БУИ и БУК в кассете КПУ, датчик температуры АБ);
- узел коммутации и защиты выходного напряжения (автоматы для подключения нагрузок и АБ);
- блок питания модемов (блок БПМ).

Силовые узлы ПС (выпрямитель и зарядное устройство) реализованы по модульному принципу с «горячим» резервированием и работают в зависимости от их нагрузки в одном из двух режимов:

- стабилизация выходного напряжения;
- ограничение выходного тока.

Напряжение питающей сети через автоматы поступает на блоки ФЗП, с выходов которых подается на блоки выпрямительной батареи (ВБ) ВБ-60/48-5У.

Блоки ВБ объединены по выходу и работают параллельно на общую нагрузку. АБ подключена к выходам ВБ через силовые ключи блоков БЗ-10, включенные параллельно.

При работе АБ в буфере указанные ключи постоянно открыты и обеспечивают протекание как зарядного тока от выпрямителя в АБ, так и разрядного тока от АБ в нагрузку. При этом на выходе выпрямителя установлено напряжение, равное напряжению содержания АБ.

При отдельном содержании АБ силовые ключи блоков БЗ-10 нормально закрыты, на выходе выпрямителя установлено номинальное значение напряжения 48В. Зарядное устройство под управлением блока БУИ обеспечивает заряд и содержание АБ в соответствии с введенными в ПС параметрами и значением температуры АБ. Контроль значений температуры АБ и окружающей среды производится с помощью датчика температуры. При пропадании напряжения питающей сети зарядное устройство автоматически выключается, ключи блоков БЗ-10 открываются и обеспечивают электропитание нагрузки от АБ.

При переходе на работу от АБ ПС формирует аварийный сигнал о пропадании напряжения питающей сети, а также включает световую и звуковую сигнализации.

По мере разряда АБ напряжение на ней постепенно уменьшается. При уменьшении напряжения АБ до значения 44 В ПС формирует предупреждающий аварийный сигнал о разряде АБ. При уменьшении напряжения АБ до значения 43,2 В ПС отключает нагрузку от АБ и выключается. Включенным остается только индикатор «АБ» красного цвета блока БУК.

При появлении напряжения питающей сети работа ПС автоматически восстанавливается, обеспечивается электропитание нагрузки и заряд АБ.

ПС полностью работоспособна в автономном режиме (без управления от ПЭВМ). Подключение ПС к ПЭВМ с программой «ПС6048У» обеспечивает следующие дополнительные сервисные возможности:

- проверить и при необходимости изменить конфигурацию ПС;
- проверить и при необходимости изменить параметры ПС и режим заряда и содержания АБ (в том числе график термокомпенсации);
- проверить состояние блоков, датчиков и ПС в целом;
- проверить значения напряжений, токов и температур, индицируемых ПС;
- проверить текущий список аварийных сообщений;
- проверить журнал аварийных сообщений в файле JournalError.txt.

2.2.12. Анализатор первичного сетевого стыка АФКЗ

Анализатор первичного сетевого стыка АФКЗ предназначен для наладки, тестирования и обслуживания оборудования связи PDH и SDH, работающего по стыку Е1 (интерфейс симметричный, скорость передачи 2048 кбит/с). Внешний вид прибора приведен на рис. 27.



Рис. 27. Внешний вид анализатора первичного сетевого стыка АФКЗ

Прибор обеспечивает следующие функциональные возможности:

1) генерацию потока E1:

- без структуры;
- с цикловой структурой;
- с цикловой структурой и процедурой CRC;
- со сверхцикловой структурой;
- со сверхцикловой структурой и процедурой CRC;
- со структурой входного потока;

2) формирование линейного кода HDB3 и АМІ потока E1;

3) введение псевдослучайных последовательностей и другой тестовой информации в поток E1 с заполнением произвольных канальных интервалов;

4) введение сигналов AIS, RAI, MRAI, битов E, ложного сигнала AIS;

5) введение в поток E1 ошибок:

- битовых (однократно и по заданному коэффициенту);
- кодовых (однократно и по заданному коэффициенту);
- ошибок циклового синхромаркера (однократно);

6) синхронизацию передаваемого потока E1:

- от собственного генератора тактовой частоты;
- от внешнего источника синхронизации;
- от тактовой частоты, выделенной из входного потока;

7) регулировку тактовой частоты собственного генератора;

8) введение синусоидального джиттера в передаваемый поток (при синхронизации от собственного генератора тактовой частоты);

9) одновременный прием потоков E1 по двум входам (А и В) и их анализ:

- контроль потери сигнала;
- распознавание типа линейного кода;
- распознавание ошибок линейного кода;
- контроль цикловой синхронизации;
- контроль сверхцикловой синхронизации;
- распознавание сигналов RAI, MRAI, AIS;

- контроль ошибок CRC4;
- контроль битов E;
- контроль ошибок цикловых синхромаркеров и битов A;
- контроль проскальзываний;
- воспроизведение звуковой информации выбранного канала;
- регулировка громкости воспроизведения звука;
- расчет коэффициента кодовых ошибок;
- счет количества кодовых ошибок, ошибок цикловых синхромаркеров, ошибок CRC4;
- определение разности скоростей потоков на входах A и B;
- сохранение канальной информации для последующего анализа сигнализации;
- одновременный просмотр битов сигнализации всех каналов (только потоки со сверхцикловой структурой);
- индикация текущего уровня звуковой информации канального интервала;
- индикация цифровой информации канального интервала как по всем циклам, так и выборочно по одному из шестнадцати;
- 10) измерение уровня потока E1 по входу A;
- 11) измерение тактовой частоты потока E1 по входу A;
- 12) измерение джиттера потока E1 по входу A;
- 13) тестирование оборудования на соответствие рекомендациям G.821, G.826, M.2100, G823, G.735 МСЭ-Т;
- 14) вывод частоты собственного генератора для синхронизации тестируемого оборудования.

2.2.13. Автоматизированное рабочее место

В станции размещено одно рабочее место – рабочее место №1 администратора.

Программа АРМ определяет основные характеристики пользовательского интерфейса и имеет главное и вспомогательные окна. Для организации работы с программой АРМ используются манипулятор «мышь» и клавиатура.

Под монитором расположено устройство УП-2. На лицевой панели УП-2 размещены разъемы для подключения устройств ввода («мышь», клавиатура), гарнитуры, двух телефонных аппаратов. Также на панели УП-2 расположены регулятор громкости и индикатор включения питания.

На столе расположен блок БГС из комплекта оборудования громкоговорящего оповещения.

Внешний вид автоматизированного рабочего места приведен на рис. 28.



Рис. 28. Внешний вид автоматизированного рабочего места

2.2.14. Кабельные вводы 1, 2

Станция оборудована двумя кабельными вводами. Кабельный ввод 1, представленный на рис. 29, служит для подключения абонентских линий и вводно-соединительных кабелей от других изделий. Кабельный ввод 2 служит для подключения кабелей питания.

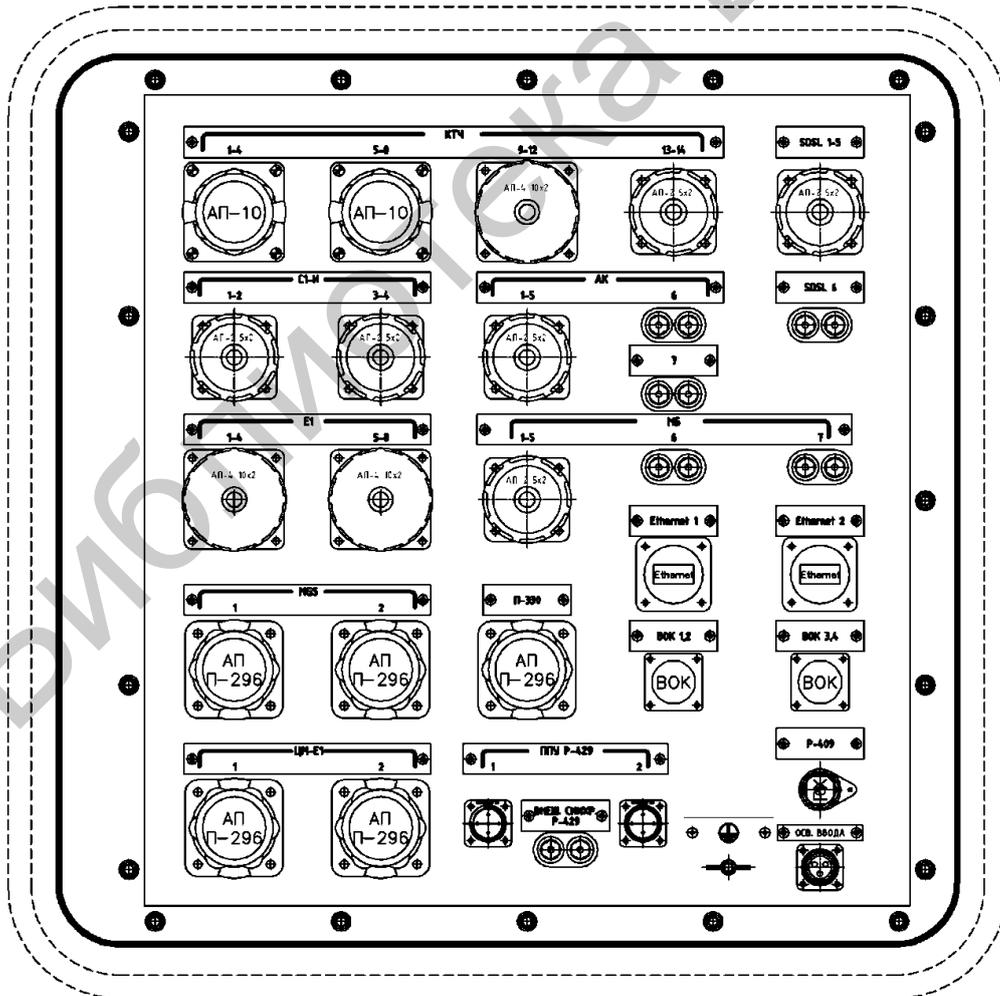


Рис. 29. Кабельный ввод 1

На кабельном вводе 1 расположены:

- полумуфты АП-10 1-4, 5-8; АП-4 9-12; АП-2 13-14 под общей гравировкой КТЧ – для подключения четырехпроводных каналов тональной частоты кабелем ПТРК-10×2 (2 шт.), П-269-4×4+2×2 (1 шт.), П-269-2×2+1×2 (1 шт.);
- полумуфты АП-2 1-2, 3-4 под общей гравировкой С1-И – для подключения четырехпроводных линий кабелем П-269-2×4+1×2 (2 шт.);
- полумуфта АП-2 1-5, две парные клеммы 6, 7 под общей гравировкой АК – для подключения двухпроводных линий кабелем П-269-2×4+1×2 (1 шт.), П-274М (2 шт.);
- полумуфта АП-2 1-5, парная клемма 6 под общей гравировкой SDSL – для подключения двухпроводных линий кабелем П-269-2×4+1×2 (1 шт.), П-274М (1 шт.);
- полумуфта АП-2 1-5, две парные клеммы 6, 7 под общей гравировкой МБ – для подключения двухпроводных абонентских линий МБ кабелем П-269-2×4+1×2 (1 шт.), П-274М (2 шт.);
- полумуфты АП-4 1-4, 5-8 под общей гравировкой Е1 – для подключения четырехпроводных линий кабелем П-269-4×4+2×2 (2 шт.);
- полумуфты П-296 1, 2 под общей гравировкой MGS – для подключения аппаратуры цифровой системы передачи MEGATRANS-3 кабелем П-296 (2 шт.);
- полумуфта П-296 с гравировкой П-330 – для подключения аппаратуры уплотнения П-330-6 кабелем П-296 (1 шт.);
- полумуфты ПОА-40 с гравировкой ВОК 1,2, ВОК 3,4 – для подключения волоконно-оптического кабеля;
- разъемы RJ-45 с гравировкой Ethernet 1, Ethernet 2 – для подключения оборудования к сети Ethernet;
- полумуфты П-296 1, 2 под общей гравировкой ЦМ-Е1 – для подключения аппаратуры цифровой системы передачи ЦМ-Е1 кабелем П-296 (2 шт.);
- РК-разъемы 1, 2 под общей гравировкой ППУ Р-429 – для подключения приемопередающего устройства Р-429 коаксиальным кабелем;
- РК-разъем с гравировкой Р-409 – для подключения антенны полукомплекта радиорелейной станции Р-409 коаксиальным кабелем;
- парная клемма с гравировкой ВНЕШ. СИНХР-429 – для подключения внешней синхронизации Р-429;
- розетка с гравировкой ОСВ. ВВОДА – для подключения лампы освещения линий ввода;
- клемма – для подключения провода от заземлителя.

Кабельный ввод 2 (ввод питания) расположен на задней стенке кузова (справа от двери), входит в состав кузова и предназначен для подключения электрооборудования к внешнему источнику питания. На изоляционной панели имеется разъем ТТВК 5×2 для подключения электропитающего кабеля. На боковой стенке ввода (справа) расположен штепсельный разъем для подключения заземления.

2.2.15. Оборудование кросса оптического

Оборудование кросса оптического предназначено для размещения и коммутации сварных оптических волокон и возможности их дальнейшей коммутации с оборудованием телекоммуникационных систем, соединения линейных кабелей со стационарными, измерения характеристик кабеля.

Рассмотрим оборудование кросса оптического.

Затухание, вносимое оптическими соединителями, составляет не более 0,75 дБ.

Потери соединителей на обратное отражение – не менее 40 дБ.

Количество соединений/разъединений оптических соединителей – не менее 1000. При этом приращение затухания соединителя составляет не более 0,01 дБ.

Прочность крепления одноволоконного стационарного шнура в соединителе составляет не менее 150 Н.

Внешний вид оборудования кросса оптического приведен на рис. 30.



Рис. 30. Внешний вид оборудования кросса оптического

3. СХЕМА ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ РАДИОРЕЛЕЙНОЙ СТАНЦИИ Р-409МБ1

Электропитание станции осуществляется от источника переменного тока напряжением $220\text{ В} \pm 5\%$ и частотой $50\text{ Гц} \pm 4\%$. Основными источниками электроэнергии являются два бензоэлектрических агрегата АБ-2-0/230 М1. Станция может быть подключена к внешней сети напряжением 220 В и частотой 50 Гц . При изменении напряжения в сети в пределах 220 В напряжение питания аппаратуры поддерживается вручную при помощи переключателя на блоке распределения питания Б13 с точностью $220\text{ В} \pm 5\%$. Резервным источником электропитания является генератор ГАБ-4-0/230 электроустановки переменного тока, работающий только на стоянке. Схема электропитания оборудования станции представлена на рис. 31.

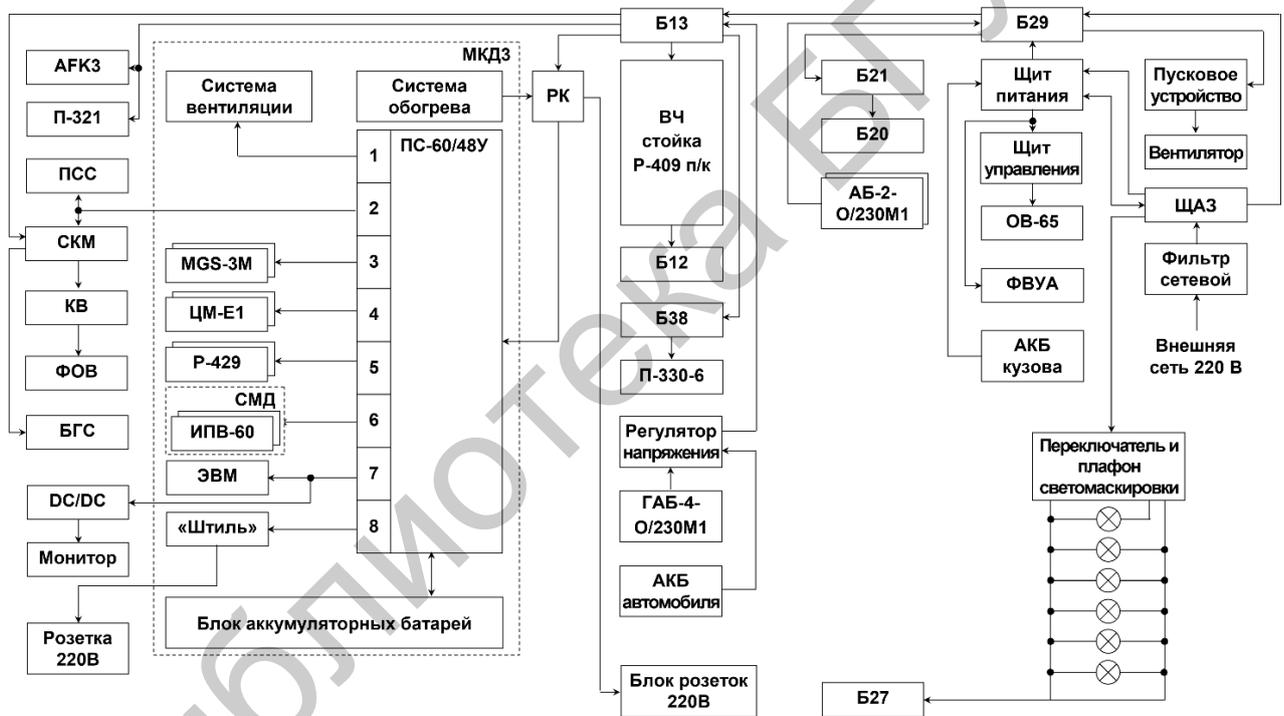


Рис. 31. Схема электропитания оборудования РРС Р-409МБ1

Все первичные источники электропитания подключены к блоку Б13, на котором переключателем осуществляется выбор рабочего источника и распределение энергии по потребителям. Напряжение с агрегатов поступает на разъемы Ш27, Ш28 блока Б29 и далее с разъема Ш36 – на блок Б13. Внешняя сеть напряжением 220 В и частотой 50 Гц через разъем блока ввода-вывода, расположенный снаружи на задней стенке кузова, поступает на щит автоматической защиты, затем на разъем Ш25 блока Б29 и с разъема Ш36 – на блок Б13. Напряжение от генератора поступает на разъем Ш29 блока Б13 через регулятор

напряжения электроустановки переменного тока. С блока Б13 отрегулированное напряжение $220 \text{ В} \pm 5 \%$ с разъема Ш-I поступает на стойку приемопередатчика, затем с разъемов Ш10 стоек напряжение $220 \text{ В} \pm 5 \%$ поступает на блоки коммутации режимов и далее на аппаратуру П-303-ОБ. С разъема ХР2 (Ш26) блока Б13 напряжение 12 В поступает для освещения в ночное время блока Б23. С разъема Ш11 напряжение 220 В поступает на прибор П-321. На вентиляторы Б30 и стабилизатор накальных цепей Б12 напряжение $220 \text{ В} \pm 5 \%$ поступает со стоек приемопередатчиков.

Блок ввода-вывода, расположенный на задней стенке кузова (справа от двери), входит в состав кузова и предназначен для подключения электрооборудования к внешнему источнику питания. На изоляционной панели блока находится разъем ТТВК 5×2 для подключения электропитающего кабеля.

Все отдельные блоки, шкафы и упаковки аппаратуры заземляются с помощью отводов от общей шины заземления, которая с наружной стороны кузова имеет зажимы подключения заземлений на блок Б23 и на переднюю стенку кузова.

Внутри станции, вдоль стен кузова, проложен незамкнутый контур заземления из провода БПВЛ 10, к которому проводами БПВЛ 10 подключены клеммы « \perp » вводов станции.

Розетка ЗАЗЕМЛЕНИЕ ввода питания станции кабелем соединена с розеткой ЗАЗЕМЛЕНИЕ блока щита автоматической защиты (ЩАЗ).

Лонжерон шасси автомобиля соединен плетенками с рамой, на которую установлен кузов аппаратной.

Общее освещение кузова станции осуществляется шестью потолочными светодиодными светильниками.

Лампы общего и местного освещения питаются постоянным током напряжением 12 В от выпрямителя. При отсутствии или пропадании напряжения сети переменного тока кузов станции освещается светильником аварийного освещения (САО) с лампой мощностью 5 Вт , питающейся от стартерной аккумуляторной батареи автомобиля.

Вводы станции освещаются переносными лампами синего цвета мощностью 5 Вт . Лампы закреплены в зажимах на крышах вводов и включаются индивидуальными кнопками, находящимися на держателе лампы. Лампы освещения вводов питаются постоянным током напряжением 12 В от выпрямителя, а при отсутствии сети переменного – током от аккумуляторной батареи автомобиля.

Для освещения отдельных мест аппаратуры и оборудования в комплект станции входит переносная лампа напряжением 27 В и мощностью 10 Вт , кото-

рая может быть подключена прямо или через провод-удлинитель к розетке 12 В. Переносная лампа блокировочным устройством не выключается.

Светомаскировка станции в ночное время обеспечивается специальными шторами на окнах и схемой, которая выключает питание ламп общего и местного освещения, а также лампы аварийного освещения при открывании двери кузова. Освещение станции при открытой двери кузова осуществляется лампой синего света мощностью 5 Вт, питающейся выпрямленным постоянным током напряжением 12 В. При закрывании двери кузова цепь питания ламп общего, местного и аварийного освещения восстанавливается и разрывается цепь питания лампы синего света. Блокировочное устройство можно выключить механически, для этого при открытой двери кузова на кнопки дверного выключателя надвигается пластина.

Для обогрева и вентиляции кузова станции предназначены отопительно-вентиляционная установка ОВ-65, электротепловентилятор и фильтровентиляционная установка ФВУА-100Н-12.

Основным средством для отопления кузова станции является отопительно-вентиляционная установка ОВ-65.

При работе установки ОВ-65 в режиме рециркуляции (без забора наружного воздуха) в условиях температуры наружного воздуха минус 40 °С температура воздуха в станции достигает 15 °С. В режиме вентиляции с забором наружного воздуха осуществляется также и принудительная вентиляция кузова станции. Производительность установки ОВ-65 в режиме вентиляции – 220 м³ воздуха в час.

Установка ОВ-65 питается постоянным током напряжением 12 В от щита питания, а при пропадании напряжения сети переменного тока и при движении станции – от бортсети автомобиля.

В качестве дополнительного средства отопления в станции используется электротепловентилятор, который питается переменным током 230 В.

Для фильтрации воздуха, поступающего в кузов станции, и для создания избыточного давления в кузове при пребывании станции на зараженном участке местности используется установка ФВУА-100Н-12 производительностью не менее 100 м³ очищенного воздуха в час. При работе установки двери и крышки люков, через которые зараженный воздух может проникать внутрь кузова, должны быть плотно закрыты. Установка ФВУА-100Н-12 питается постоянным током 12 В от щита питания, а при движении аппаратной – от бортсети автомобиля.

Для снижения повышенного давления в герметизированном кузове используется клапан избыточного давления, расположенный в верхней части зад-

ней стены кузова с левой стороны по ходу автомобиля. При работе отопителя на циркуляцию клапан должен быть полностью открыт, при работе на рециркуляцию – закрыт. Клапан избыточного давления используется также при работе ФВУА для регулирования величины подпора воздуха в кузове.

Библиотека БГУИР

4. ПОРЯДОК РАЗВЕРТЫВАНИЯ РАДИОРЕЛЕЙНОЙ СТАНЦИИ Р-409МБ1

Развертывание изделия производится силами экипажа, состоящего из четырех человек:

- № 1 – начальник станции;
- № 2 – старший механик;
- № 3 – механик;
- № 4 – водитель-электрик.

Действия членов экипажа при развертывании станции Р-409МБ1 представлены в табл. 4.

Таблица 4

Действия членов экипажа при развертывании станции Р-409МБ1

Мероприятие	Кто выполняет (член экипажа)	Время, затраченное на выполнение мероприятия, мин
Установка рабочего и защитного заземлений	№4	5
Развертывание антенн	№1, 2, 3	20
Развертывание и подключение электропитающего кабеля	№4	4
Развертывание внутриузловых соединительных линий	№4	7
Включение электропитания СЖО	№4	2
Внешний осмотр и подготовка к включению средств связи и телекоммуникационного оборудования	№1, 4	5
Включение и проверка работоспособности средств связи и телекоммуникационного оборудования	№1, 2	10
Организация служебной связи с взаимодействующими аппаратными (станциями) полевого узла связи	№3	5
Итого:	–	30

Расчетное время развертывания радиорелейной станции Р-409МБ1 без установления связи составляет 30 мин. При температуре окружающей среды от минус 40 до минус 10 °С включение средств связи и телекоммуникационного оборудования допускается только после установки в кузове станции Р-409МБ1 температуры не менее минус 10 °С. Расчетное время развертывания при указанной температуре составляет 45 мин.

Схема каблирования радиорелейной станции Р-409МБ1 в составе ГКО-2 ПУС КП представлена на рис. 32.

4.1. Вынос бензоэлектрических агрегатов

При питании аппаратуры от бензоэлектрических агрегатов, а также для ремонта и дозаправки агрегатов последние необходимо вынести из кузова автомобиля и выполнить следующие действия:

- 1) опустить запасное колесо и открыть обе половины двери;
- 2) снять крышки с обоих агрегатных отсеков;
- 3) отсоединить от кабельной вставки предназначенного к выносу агрегата кабель, соединяющий его с системой электропитания станции;
- 4) освободить крепление бензоэлектрического агрегата в отсеке;
- 5) извлечь из-под кузова две направляющие, предварительно освободив фиксаторы;
- 6) уложить направляющие отогнутыми концами в гнезда пола кузова у наружной двери;
- 7) соединить обе направляющие поперечной планкой в их нижней части;
- 8) извлечь такелажные ремни из ящика ЗИП бензоэлектрического агрегата и присоединить их к раме агрегата;
- 9) спустить агрегат, пользуясь такелажными ремнями, по направляющим на грунт;
- 10) разместить агрегат в заранее подготовленном месте;
- 11) в агрегатном отсеке подсоединить кабель, идущий к системе электропитания станции, к разъему на крышке люка с внутренней стороны;
- 12) вынуть сетевой кабель из ящика №15, размотать его, один конец подсоединить к разъему на крышке люка агрегатного отсека с наружной стороны, второй – к кабельной вставке агрегата; агрегаты заземлить;
- 13) убрать на место направляющие, такелажные ремни, закрыть одну половину двери и установить на место запасное колесо.

Подъем агрегатов в кузов и их установку в агрегатном отсеке произвести в обратном порядке.

Установку агрегатов на местности рекомендуется производить как можно дальше от автомобиля, используя всю длину сетевых кабелей. При этом агрегаты не должны располагаться в створе излучения антенн и с наветренной стороны.

4.2. Развертывание и свертывание антенно-мачтового устройства

Процесс развертывания антенно-мачтового устройства (АМУ) состоит из выбора площадки, подготовки мачты к развертыванию, снятия антенн и их принадлежностей с крыши кузова, оснащения мачты антеннами, фидерами, кабелем, оттяжками, развертывания мачты и закрепления ее оттяжками.

Развертывание АМУ производится в следующем порядке:

1) извлечь оттяжки, опорные плиты, кувалду, разметочное устройство из такелажных ящиков кузова;

2) извлечь ящик с кольями для оттяжек и подготовить колья для забивания в грунт («зимние» колья находятся в коротком ящике, «летние» – в длинном);

3) наметить с помощью разметочного устройства места для забивания кольев, как показано на рис. 34;

4) забить с помощью кувалды колья в намеченные места под углом приблизительно 70° к грунту, с наклоном в сторону, противоположную направлению на мачту, установить на кольях барабаны с оттяжками; при забивке кольев надеть на них наконечники;

5) подняться на крышу кузова станции, освободить мачту от зажимов, вывести ее за борт кузова (рис. 35) и зафиксировать стрелу подъемника мачты при помощи откидной вилки; открыть ящик на крыше кузова, извлечь стойки и антенны требуемого поддиапазона, опустить их на землю и собрать;

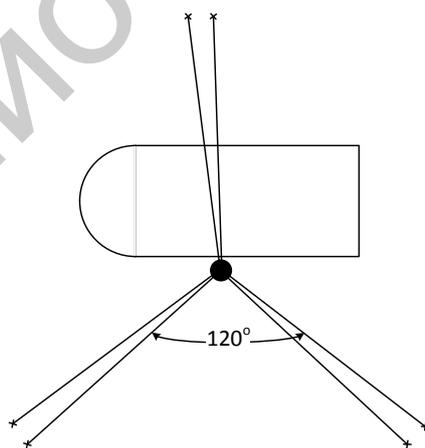


Рис. 34. Ориентировочное расположение мест для забивания кольев

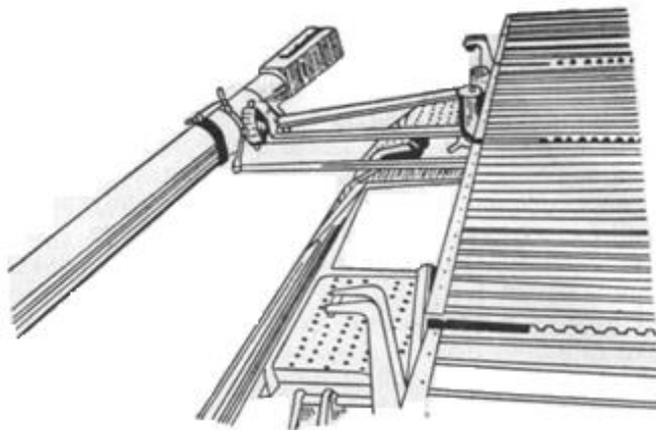


Рис. 35. Выведение мачты за борт кузова

6) снять чехол с верхней части мачты, пристегнуть к подставке мачты карабин каната разметочного устройства;

7) повернуть мачту верхним концом книзу;

8) установить в мачту стойку с антенной и закрепить;

9) подсоединить к антенне фидер, пропустить фидер в удерживающие вилки на фланцах секций мачты;

10) подсоединить к фланцам секций мачты оттяжки (рис. 36), проследив за тем, чтобы карабины оттяжек и соответствующие им фланцы секций мачты были одного цвета;

11) повернуть мачту в вертикальное положение;

12) установить на землю опорную плиту так, чтобы отметка «0» лимба была направлена на север;

13) ослабить крепление мачты в зажимном устройстве подъемника, осторожно установить мачту в чашку плиты;

14) вставить ручку в нижний конец ствола мачты, приподнять мачту относительно подставки и зафиксировать мачту в вырезах подставки;

15) повернуть мачту на требуемый азимут и закрепить в чашке основания;

16) закрепить мачту оттяжками первого яруса, застопорить барабаны;

17) вставить рукоятку лебедки мачты;

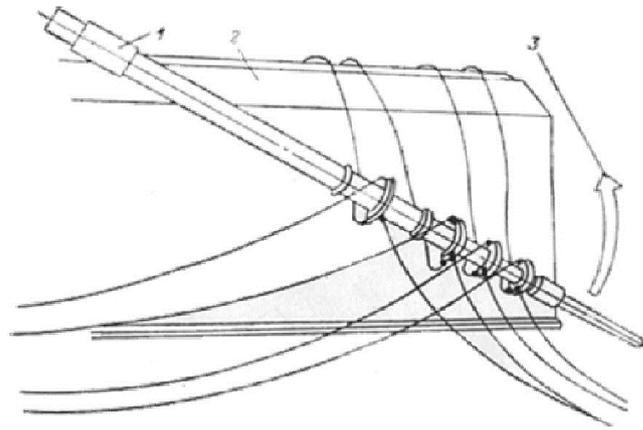


Рис. 36. Подсоединение к фланцам секций мачты оттяжек:
1 – место крепления ствола мачты; 2 – кузов; 3 – направление движения
вершины мачты при ее установке в вертикальное положение

18) выдвинуть вторую и третью секции мачты путем вращения рукоятки лебедки мачты; при этом следить за состоянием оттяжек, барабанов и мачты, отпускать или подтягивать оттяжки, вращая барабаны;

19) затянуть оттяжки второго яруса и застопорить барабаны;

20) вращением рукоятки лебедки мачты и выдвинуть четвертую секцию мачты, затянуть оттяжки третьего яруса и застопорить барабаны;

21) вращением рукоятки лебедки мачты выдвинуть пятую секцию мачты, затянуть оттяжки четвертого яруса и застопорить барабаны;

22) проверить надежность фиксации барабанов, оттяжек;

23) подсоединить фидер к разъему блока Б23 (при развертывании антенны из полукомплекта Р-409).

Свертывание АМУ производится в порядке, обратном развертыванию:

1) опустить выдвижные секции мачты;

2) опустить мачту на дно подставки;

3) отсоединить опорную плиту, поднять мачту вертикально вверх так, чтобы отличительный пояс на стволе мачты можно было подвести к зажимному устройству на подъемнике, закрепить мачту в подъемнике;

4) повернуть мачту верхним концом книзу, отсоединить фидеры, снять антенны и оттяжки;

5) повернуть мачту в горизонтальное положение, уложить ее на крыше кузова и закрепить зажимами;

6) вытащить кольца и очистить их;

7) разобрать антенны и уложить их в ящик на крыше кузова;

8) уложить принадлежности мачты в соответствующие ящики и отсеки кузова автомобиля.

Установка АМУ для цифровой радиорелейной станции Р-429 аналогична радиорелейной станции Р-409, за исключением дополнительного крепления на мачту приемопередающего устройства.

Установка антенны радиостанции Р-105М производится в такой последовательности:

- 1) извлечь из ящика, установленного на крыше кузова, звенья антенны АШ-4;
- 2) установить в держатель антенны на кузове первое звено антенны, закрепить его гайкой;
- 3) подсоединить к антенному держателю фидер;
- 4) соединить между собой второе и третье звенья антенны и подсоединить их к первому звену.

4.3. Заземление станции

Заземление станции предназначено для обеспечения нормальной работы аппаратуры и безопасности обслуживающего персонала. В комплект заземления входят колья заземления и соединительные заземляющие провода (рис. 37).

Порядок действий при заземлении станции:

- 1) вбить на расстоянии 0,8–1 м в зоне вводного щита колья заземления на их рабочую длину (вбитые в грунт колья должны находиться друг от друга на расстоянии не менее их длины);
- 2) соединить колья между собой и с земляными клеммами вводного щита проводами из комплекта станции;
- 3) вбить кол заземления, входящий в комплект кузова, в грунт на всю его рабочую длину и соединить его с помощью специального провода из комплекта кузова с разъемом на правой стороне блока ввода и вывода; помните, что при невыполнении данного указания невозможна подача напряжения питания от внешней сети переменного тока;
- 4) проверить подключение заземляющих проводов к аппаратуре.

Для создания надежного заземления станции необходимо снять верхний слой грунта на глубину 0,3–0,5 м, а в зимнее время – до талого грунта, после чего вбить заземление в грунт.

Для улучшения эффективности заземления в почвах с высоким удельным сопротивлением (песок, супесь, сухой торфяник) следует производить искусственную обработку почвы путем полива ее раствором поваренной соли (4–5 стаканов на одно ведро воды) в месте соприкосновения с заземлителем через каждые 4–5 суток.

При установке заземления в зимнее время, а также в условиях вечной мерзлоты или каменистых почв рекомендуется создавать контур заземления для выравнивания потенциала в зоне расположения станции.

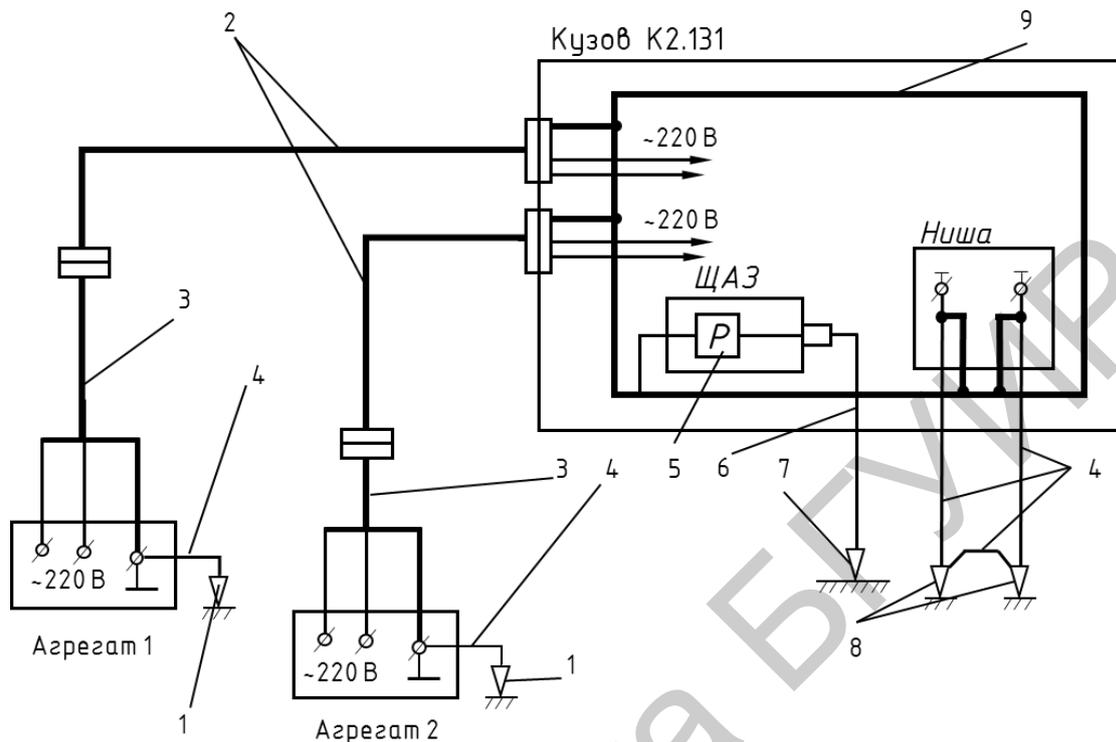


Рис. 37. Заземление станции

4.4. Подключение кабелей

Порядок подключения кабелей:

1) подготовить и проложить кабели электропитания, перевозимые в кузове, к распределительным устройствам электропитающих станций;

2) выгрузить вводно-соединительное оборудование (катушки с кабелем, муфты РМ, щитки ВЩ); после длительного хранения кабеля ПТРК (П-269, П-296) необходимо перед эксплуатацией произвести не менее трех сочленений/разъединений полумуфт (без закрывания замков) для обеспечения надежного контакта в полумуфтах;

3) размотать с помощью намоточного станка и подключить к вводам станции кабели в соответствии с типами полумуфт.

При развертывании сети внутренней связи следует использовать предназначенные для этого кабель и разветвительные муфты (ПТРК, П-269, РМ-Ю, РМ-20, вводные щитки ВЩ-5х2 и кабель П-274 М либо аналогичные).

Порядок подключения к вводам аппаратной следующих кабелей (в количестве, необходимом для организации связи в соответствии с выполняемой задачей) к кабельному вводу 1:

- полумуфты АП-10 1-4, 5-8, АП-4 9-12, АП-2 13-14 под общей гравировкой КТЧ – для подключения четырехпроводных каналов тональной частоты кабелем ПТРК-10х2 (2 шт.), П-269-4х4+2х2 (1 шт.), П-269-2х2+1х2 (1 шт.);
- полумуфты АП-2 1-2, 3-4 под общей гравировкой С1-И – для подключения четырехпроводных линий кабелем П-269-2х4+1х2 (2 шт.);
- полумуфта АП-2 1-5, две парные клеммы 6, 7 под общей гравировкой АК – для подключения двухпроводных линий кабелем П-269-2х4+1х2 (1 шт.), П-274М (2 шт.);
- полумуфта АП-2 1-5, парная клемма 6 под общей гравировкой SDSL – для подключения двухпроводных линий кабелем П-269-2х4+1х2 (1 шт.), П-274М (1 шт.);
- полумуфта АП-2 1-5, две парные клеммы 6, 7 под общей гравировкой МБ – для подключения двухпроводных абонентских линий МБ кабелем П-269-2х4+1х2 (1 шт.), П-274М (2 шт.);
- полумуфты АП-4 1-4, 5-8 под общей гравировкой Е1 – для подключения четырехпроводных линий кабелем П-269-4х4+2х2 (2 шт.);
- полумуфты П-296 1, 2 под общей гравировкой MGS – для подключения аппаратуры цифровой системы передачи MEGATRANS-3 кабелем П-296 (2 шт.);
- полумуфта П-296 с гравировкой П-330 – для подключения аппаратуры уплотнения П-330-6 кабелем П-296 (1 шт.);
- полумуфты ПОА-40 с гравировкой ВОК 1,2, ВОК 3,4 – для подключения волоконно-оптического кабеля;
- разъемы RJ-45 с гравировкой Ethernet 1, Ethernet 2 – для подключения оборудования к сети Ethernet;
- полумуфты П-296 1, 2 под общей гравировкой ЦМ-Е1 – для подключения аппаратуры цифровой системы передачи ЦМ-Е1 кабелем П-296 (2 шт.);
- РК-разъемы 1,2 под общей гравировкой ППУ Р-429 – для подключения приемопередающего устройства Р-429 коаксиальным кабелем;
- РК-разъем с гравировкой Р-409 – для подключения антенны полуккомплекта радиорелейной станции Р-409 коаксиальным кабелем;
- парная клемма с гравировкой ВНЕШ. СИНХР Р-429 – для подключения внешней синхронизации Р-429;
- розетка с гравировкой ОСВ. ВВОДА – для подключения лампы освещения линий ввода;
- клемма « \perp » – для подключения провода от заземлителя.

В случае коммутации на стативе коммутации СКМ шнурами на указанные полумуфты других стационарных линий назначение подключаемых кабелей может изменяться.

Электрическое соединение шкафов, упаковок и блоков между собой осуществляется с помощью экранированных кабелей, соединенных в жгут, который крепится на стенках кузова. Кабели оканчиваются разъемами с маркировкой, соответствующей разъемам на блоках, к которым они подходят. Каждый шкаф, упаковка и блок имеют клеммы заземления для подсоединения к общей шине заземления, проходящей по стенкам кузова.

Библиотека БГУИР

5. ПОДГОТОВКА РАДИОРЕЛЕЙНОЙ СТАНЦИИ Р-409МБ1 К РАБОТЕ

После развертывания и маскировки станции необходимо проверить и подготовить аппаратуру и оборудование станции к работе.

5.1. Подготовка станции к включению

Подготовка РРС Р-409МБ1 к включению состоит из следующих действий:

- 1) произвести заземление станции (см. п. 4.3);
- 2) проверить подключение соединительных кабелей;
- 3) установить на ЩАЗ кузова ручку силового автомата в положение ОТКЛ.;
- 4) установить ручку НАПР. ПИТ. АППАРАТУРЫ регулятора блока Б13 в крайнее левое положение;
- 5) открыть крышки люков агрегатных отсеков снаружи кузова и установить на выхлопные трубы бензоэлектрических агрегатов трубы-удлинители при питании аппаратуры от агрегатов, открыть крышки люков агрегатных отсеков внутри агрегатного отделения и подготовить агрегаты к включению согласно инструкции по их эксплуатации;
- б) при питании аппаратуры от вынесенных бензоагрегатов перед запуском заземлить их и подключить к ним сетевые кабели;
- 7) подготовить необходимые для работы коммутационные шнуры.

5.2. Включение питания станции

Перед подачей питающего напряжения необходимо проверить положение сетевых тумблеров (выключателей-автоматов) на всех блоках станции. Они должны находиться в положении ВЫКЛ. (ОТКЛ.).

5.2.1. Включение питания станции от внешней сети переменного тока

Порядок действий при включении питания станции от внешней сети переменного тока:

- 1) подготовить станцию к включению (см. п. 5.1);
- 2) подключить к станции внешнюю сеть;
- 3) установить ручку силового автомата ЩАЗ вверх, при этом на ЩАЗ загораются лампочки ТРАНСФОРМАТОРЫ, а на Б13 – лампочка СЕТЬ;
- 4) проверить работу ЩАЗ (нажать на ЩАЗ кнопку ПРОВЕРКА ЗОУ, при этом автомат должен сработать и отключить питающее напряжение от кузова;

лампы ТРАНСФОРМАТОРЫ на ЩАЗ и СЕТЬ на Б13 должны погаснуть);

5) установить на блоке Б13 переключатель ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ в положение СЕТЬ, а тумблер «АЗС-10» – в верхнее положение;

6) установить ручкой НАПР. ПИТ. АППАРАТУРЫ блока Б13 такое напряжение, чтобы стрелка прибора блока заняла положение, ближайшее к риску «220»;

7) установить переключатели телекоммуникационного оборудования в соответствии с табл. 5.

Таблица 5

Установка переключателей телекоммуникационного оборудования

Наименование устройства	Наименование органа управления	Положение органа управления		Контроль включения
		исходное	при включении	
1	2	3	4	5
Б5	Тумблер «ВКЛЮЧЕНО»	вниз	вверх	Включается вентилятор Б30, загораются лампочки ВКЛ. на блоках Б5, Б3 (верхнем), Б12
П-330-6	Тумблер включения питания	вниз	вверх	Загорается индикатор включения питания
Система электропитания ПС-60/48У	Выключатель FB	0	I	–
	F1	0	I	Включение вентиляции в стативе МКДЗ
	F2	0	I	Индикатор включения питания на ПВУ, ПСС, БГС
	F3	0	I	Индикаторы 1-6 на блоках MEGATRANS-3M (1) и (2)
	F4	0	I	Индикаторы включения ЦМ-Е1 (1), ЦМ-Е1 (2)
	F5	0	I	Индикаторы включения Р-429 (1), Р-429 (2)
	F6	0	I	Индикаторы включения СМД
	F7	0	I	Индикаторы включения монитора, компьютера
	F8	0	I	Индикаторы включения ПСС и инвертора

1	2	3	4	5
АФК-3	Выключатель	0	I	На экране АФК-3 идет загрузка ПО
ПЭВМ (1)	Выключатель POWER	0	I	Индикатор «Y» – зеленого цвета
Монитор (1)	Кнопка (I)	–	Нажать 1 раз	Включение монитора
Светильники местного освещения РМ	Выключатели светильников	0	I	Включение ламп

5.2.2. Включение питания станции от бензоэлектрических агрегатов

Порядок включения питания станции от бензоэлектрических агрегатов:

1) запустить двигатель бензоэлектрического агрегата согласно эксплуатационной документации на него, при этом на блоке Б13 загорается лампочка АГРЕГАТ 1 (АГРЕГАТ 2);

2) установить на блоке Б13 переключатель ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ в положение АГРЕГАТ 1 (АГРЕГАТ 2), при этом на блоке Б13 загорается лампочка АППАРАТУРА;

3) установить ручкой НАПР. ПИТ. АППАРАТУРЫ блока Б13 такое напряжение, чтобы стрелка прибора блока заняла положение, ближайшее к риску «220»;

4) установить на блоке Б13 тумблер «АЗС-10» в верхнее положение;

5) установить переключатели телекоммуникационного оборудования в соответствии с табл. 5.

При запуске двигателей двух бензоагрегатов на блоке Б13 загораются лампы АГРЕГАТ 1, АГРЕГАТ 2, АППАРАТУРА и КАЛОРИФЕР, что свидетельствует о подаче напряжения питания на всю аппаратуру. В случае остановки одного из агрегатов цепи питания аппаратуры автоматически переключаются на работающий агрегат.

При неисправном блоке Б13 следует подключить два полукомплекта аппаратуры к бензоэлектрическому агрегату через распределительную коробку, имеющуюся в комплекте станции.

В случае необходимости допускается подключение вынесенного бензоагрегата к разъему «220» блока ввода и вывода кузова станции, при этом напряжение питания следует включать в соответствии с п. 5.2.1.

5.2.3. Включение питания станции от электроустановки переменного тока (системы отбора мощности)

Порядок включения питания станции от электроустановки переменного тока (системы отбора мощности):

- 1) произвести заземление станции (см. подразд. 4.3.);
- 2) открыть все вентиляционные люки на переднем и заднем подшипниковых щитах генератора электроустановки;
- 3) установить на блоке Б13 переключатель ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ в положение СЕТЬ, ручку НАПР. ПИТ. АППАРАТУРЫ – в крайнее левое положение;
- 4) запустить и прогреть двигатель автомобиля;
- 5) включить сцепление двигателя автомобиля и рычагом включения коробки отбора мощности включить генератор электроустановки переменного тока;
- 6) установить необходимые обороты двигателя автомобиля, подать напряжение возбуждения на генератор электроустановки и установить выходное напряжение 220 В, при этом на блоке Б13 загорается лампочка ОТБОР МОЩНОСТИ;
- 7) установить переключатель ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ на блоке Б13 в положение ОТБОР МОЩНОСТИ, при этом на блоке Б13 загораются лампочки АППАРАТУРА и КАЛОРИФЕР;
- 8) установить ручкой НАПР. ПИТ. АППАРАТУРЫ блока Б13 такое напряжение, чтобы стрелка измерительного прибора блока заняла положение, ближайшее к риску «220»;
- 9) установить на блоке Б13 тумблер «АЗС-10» в верхнее положение;
- 10) установить переключатели телекоммуникационного оборудования в соответствии с табл. 5.

При изменении частоты напряжения электроустановки переменного тока необходимо повторно установить частоту ручкой ручной подачи топлива, контролируя ее по частотомеру на регуляторе напряжения электроустановки. После установки частоты положение ручки ручной подачи топлива зафиксировать ограничителем.

После включения электропитающего оборудования необходимо произвести проверку работоспособности аппаратуры и оборудования, установленного на станции.

6. ПОРЯДОК СВЕРТЫВАНИЯ РАДИОРЕЛЕЙНОЙ СТАНЦИИ Р-409МБ1

Свертывание станции производится в следующем порядке:

- 1) выключить электропитание аппаратуры, переведя все переключатели, тумблеры, выключатели-автоматы в исходное положение ОТКЛ.;
- 2) выключить электропитание на щите питания, после чего отключить кабели от системы электропитания, а затем от станции и намотать их на катушки;
- 3) отключить от станции кабели связи, которыми она соединена с другими изделиями, станциями, намотать их на катушки;
- 4) отключить все кабели от станции, кроме проводов заземления;
- 5) свернуть АМУ;
- 6) уложить и закрепить все имущество, используемое при эксплуатации станции, на предназначенные для него места;
- 7) проверить состояние крепления аппаратуры и оборудования и устранить обнаруженные недостатки;
- 8) в случае необходимости проверить работу радиостанции Р-105М;
- 9) извлечь из грунта заземлители и очистить их от грязи;
- 10) смотать провода заземления и уложить на предназначенное для них место;
- 11) проверить крепление имущества снаружи станции и закрыть дверцы вводов.

Маскировочное покрытие снимается в последнюю очередь.

7. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

Техническое обслуживание (ТО) является составной частью эксплуатации и представляет собой совокупность технических и организационных мероприятий, осуществляемых с целью поддержания заданного уровня надежности и готовности аппаратуры к использованию по назначению в течение максимально возможного срока ее службы.

Своевременное и полное выполнение работ по техническому обслуживанию станции в процессе эксплуатации является одним из важнейших условий поддержания ее в постоянной готовности к работе, сохранения стабильности параметров и указанного срока службы.

Техническое обслуживание станции предусматривает плановое выполнение на нем комплекса работ в следующем объеме:

- контрольный осмотр (КО);
- ежедневное техническое обслуживание (ЕТО);
- техническое обслуживание №1 (ТО-1) – ежемесячное техническое обслуживание;
- техническое обслуживание №2 (ТО-2) – ежегодное техническое обслуживание;
- сезонное техническое обслуживание (СО).

ЕТО проводится силами экипажа при подготовке станции к использованию по назначению, а также после марша, занятий, учений и транспортирования всеми видами транспорта. При этом используются запасные части одиночного комплекта запасных частей, инструменты, принадлежности и материалы.

ТО-1 проводится силами экипажа станции один раз в месяц, независимо от интенсивности эксплуатации станции, а также перед постановкой на кратковременное хранение. Для выполнения сложных работ может привлекаться личный состав подразделений технического обслуживания и ремонта. При обслуживании используются запасные части одиночного и группового комплектов ЗИП, материалы, согласно нормам расхода на эксплуатацию, инструменты и принадлежности.

ТО-2 проводится один раз в год, независимо от интенсивности эксплуатации станции, а также перед постановкой на длительное хранение. Обслуживание выполняется силами подразделений технического обслуживания и ремонта с привлечением экипажа. При этом используются запасные части из комплекта ЗИП, материалы, согласно нормам расхода на эксплуатацию, инструменты и принадлежности, оборудование и средства измерений подразделений технического обслуживания и ремонта. Перечень параметров, подлежащих измерению

в обязательном порядке и по необходимости (в зависимости от технического состояния), определяется реальной потребностью поддержания аппаратуры в работоспособном (исправном) состоянии до очередного планового технического обслуживания.

Контрольный осмотр (КО) проводится перед маршем, занятиями, учениями, транспортированием, на привалах, перед преодолением водной преграды с целью проверки готовности составных частей к использованию по назначению и включает в себя:

- проверку наличия и состояния основных комплектующих станции, надежности крепления узлов, блоков, приборов, табельного и нетабельного имущества;

- работы, предусмотренные при КО средств подвижности;

- проверку наличия средств пожаротушения и обеспечения безопасности личного состава при эксплуатации.

Сезонное техническое обслуживание (СО) проводится в объеме ТО-1 и дополнительно включает работы, связанные с подготовкой станции к осенне-зимнему или весенне-летнему периоду эксплуатации.

При кратковременном и длительном хранении станции предусматриваются:

- техническое обслуживание №1 при хранении (ТО-1Х);

- техническое обслуживание №2 при хранении (ТО-2Х), включающее содержание работ ТО-1 и ТО-2 соответственно, а также дополнительные работы, связанные с подготовкой к хранению и консервацией (расконсервацией, переконсервацией) станции в соответствии с инструкцией «Защита от ОМП, порядок хранения и транспортирование».

Указанным видам технического обслуживания подвергаются аппаратура и оборудование, входящие в комплект станции, независимо от степени их загрузки.

Техническое обслуживание аппаратуры П-330-6, радиостанции Р-105М, бензоэлектрических агрегатов АБ-2-0/230М1, унифицированной электроустановки переменного тока проводится в соответствии с их эксплуатационной документацией. Техническое обслуживание кузова К2.131 проводится согласно разд. 10 технического описания и инструкции по эксплуатации кузова.

Телекоммуникационное оборудование (мультиплексор доступа синхронный СМД, цифровая РРС Р-429, цифровая система передачи MGS-3М, SHDSL-модем ЦМ-Е1, переговорно-вызывное устройство, пульт служебной связи, блок БГС, автоматизированное рабочее место администратора, система электропитания ПС-60/48У, прибор АФК3) являются необслуживаемыми, никаких дей-

ствий эксплуатирующего персонала (кроме профилактических работ) в штатном режиме не требуется.

Профилактические работы, касающиеся внутреннего оборудования, заключаются в периодической очистке наружных поверхностей аппаратуры от пыли и визуальной проверке состояния соединительных разъемов и кабелей.

Профилактические работы, касающиеся выносного оборудования цифровой РРС Р-429, заключаются в проверке состояния излучателей антенны и надежности крепления антенного устройства, кабелей снижения и ППУ. При ослаблении резьбовых соединений крепления антенного устройства рекомендуется проверить точность юстировки антенны. Профилактические работы производятся по окончании зимнего сезона, а также после воздействия особо неблагоприятных факторов окружающей среды, таких как ветры со скоростью более 20 м/с, сильные ливни и т. д.

Сроки проведения технического обслуживания бензоэлектрических агрегатов АБ-2-0/230М1 и унифицированной электроустановки переменного тока автомобиля ЗИЛ-131, определяемые в зависимости от времени наработки, разрешается совмещать с проведением технического обслуживания станции с допуском ± 25 % времени их наработки.

При проведении технического обслуживания все работы, указанные в соответствующих инструкциях по техническому обслуживанию, должны быть выполнены, а выявленные неисправности устранены.

Содержание технического обслуживания станции определено разделом «Виды и периодичность выполнения операций технического обслуживания», а методика их выполнения – технологическими картами.

Средства измерений, применяемые для проведения технического обслуживания, должны иметь действительные сроки проверки, согласно формулярам (паспортам) на них.

Результаты выполнения технического обслуживания должны быть записаны в соответствующий раздел формуляра на станцию.

Для проведения технического обслуживания и устранения неисправностей разрешается вскрывать опломбированные блоки станции (снимать заводскую пломбу) до окончания гарантийного срока эксплуатации. О вскрытии должна быть сделана запись в разделе «Учет технического обслуживания» или «Учет неисправностей при эксплуатации» формуляра на аппаратуру (в случае отсутствия формуляра на аппаратуру – в формуляр на станцию). В дальнейшем блоки печатаются (опломбируются) в эксплуатирующей организации, о чем делается отметка в том же разделе, где производилась запись о вскрытии.

При выполнении технического обслуживания должна проводиться работа

по оценке эффективности профилактических мероприятий. На основании этой работы содержание операций технического обслуживания уточняется и корректируется.

7.1. Требования безопасности при проведении технического обслуживания

К проведению работ по техническому обслуживанию станции допускается обслуживающий персонал, имеющий практические навыки в ее эксплуатации и обслуживании и знающий соответствующие правила мер безопасности.

Личный состав, проводящий техническое обслуживание, должен помнить, что небрежное или неумелое обращение с аппаратурой и оборудованием, нарушения инструкции по эксплуатации и мер безопасности могут вызвать неисправность узлов и блоков, а также привести к несчастным случаям.

Перед проведением работ необходимо проверить:

- правильность и надежность подключения кабелей питания;
- состояние, исправность и надежность подключения заземляющих проводов; измерение сопротивления заземляющего устройства.

Запрещается развешивание антенно-мачтовых устройств вблизи проводов электрической сети. Расстояние от мачт до проводов электрической сети должно быть не менее 25 м.

Подключение сетевого кабеля к электрической сети производится одним из членов экипажа с использованием резиновых перчаток и под контролем другого члена экипажа.

При техническом обслуживании аппаратуры, находящейся под током, необходимо пользоваться имеющимися средствами защиты и тщательно следить за их состоянием. Запрещается пользоваться защитными средствами, срок проверки которых истек.

При отыскании неисправностей, когда необходимо производить осмотр и измерения в блоках, включенных с помощью ремонтных кабелей, следует соблюдать осторожность и не касаться руками токоведущих частей. При замене в блоках предохранителей следует обесточить цепи.

При проверке работы бензоэлектрических агрегатов АБ-2-0/230М1 в отсеках кузова внутренняя дверь должна быть закрыта, а наружная – открыта для обеспечения вентиляции отсека.

При работе станции в капонире или укрытии не рекомендуется длительное время (более 1 ч) работать от электроустановки переменного тока (системы отбора мощности) без газоотводной трубы.

Перед работой отопительно-вентиляционной установки необходимо открыть люк на перегородке и крышку трубы принудительного отсоса воздуха.

При работе отопительно-вентиляционной установки и двигателя автомобиля необходимо строго выполнять следующие правила:

- пользоваться отопительно-вентиляционной установкой в соответствии с инструкцией по ее эксплуатации;
- следить за герметичностью соединения подводящих и отводящих патрубков;
- не допускать дымления из выхлопной трубы отопительно-вентиляционной установки;
- производить 10-минутное проветривание кузова через каждый час работы отопительно-вентиляционной установки;
- при работе отопительно-вентиляционной установки в зимнее время использовать режим забора воздуха из кузова не более чем в течение 45 мин, после чего обязательно переходить на режим работы с забором воздуха снаружи кузова.

7.2. Виды и периодичность технического обслуживания

Перечень операций технического обслуживания представлен в табл. 6.

Таблица 6

Перечень операций технического обслуживания

Операция технического обслуживания	Периодичность проведения технического обслуживания				
	КО	ЕТО	ТО-1	СО	ТО-2
1	2	3	4	5	6
1. Проверка состояния и профилактика высокочастотного оборудования и блоков питания:					
– очистка наружных поверхностей высокочастотного оборудования и блоков питания;	+	+	+	+	+
– проверка состояния шкафов, лицевых панелей блоков, индикаторных приборов и надежности крепления вспомогательного оборудования;	–	+	+	+	+
– проверка исправности предохранителей, органов управления и вспомогательного оборудования;	–	–	+	+	+
2. Проверка состояния и профилактика монтажа высокочастотного оборудования и блоков питания	–	–	–	+	+
3. Проверка состояния и профилактика силовых, соединительных и ремонтных кабелей	–	–	+	+	+
4. Проверка состояния и профилактика антенно-мачтовых устройств:					
– проверка внешнего состояния, смазка и подкраска антенно-мачтовых устройств и такелажа;	–	+	+	+	+
– проверка электрической исправности антенных устройств	–	–	–	+	+

Окончание табл. 6

1	2	3	4	5	6
5. Проверка работоспособности аппаратуры по встроенным приборам и индикаторам	–	–	+	+	+
6. Проверка работоспособности аппаратуры станции при работе на радиолинии	+	+	–	–	–
7. Измерение основных электрических параметров станции	–	–	–	+	+
8. Проверка состояния и профилактика кузова:					
– проверка состояния и очистка кузова;	–	–	+	+	+
– покраска кузова и смазка трущихся деталей;	–	–	–	+	+
– техническое обслуживание кузова	–	–	–	–	–
9. Проверка комплектности станции и профилактика ЗИП:					
– проверка эксплуатационной документации и ЗИП;	–	–	+	+	+
– проверка комплектности станции	–	–	–	+	+
10. Проверка состояния и профилактика электродвигателя вентилятора, выходного каскада передатчика поддиапазона В	–	+	+	+	+

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ

АБ	– аккумуляторная батарея
АД	– амплитудный детектор
АМ	– амплитудная манипуляция
АМУ	– антенно-мачтовое устройство
АОКС	– аналоговая обработка и коррекция сигнала
АРМ	– автоматизированное рабочее место
АРУ	– автоматическая регулировка усиления
АТС	– автоматическая телефонная станция
АЦП	– аналого-цифровой преобразователь
БГС	– блок громкоговорящей связи
ВБ	– выпрямительная батарея
ВОК	– волоконно-оптический кабель
ВС РБ	– Вооруженные Силы Республики Беларусь
ВЩ	– выносной щиток
ГГС	– громкоговорящая связь
ДМ	– дельта-модуляция
ДОФМ	– двукратная относительная фазовая манипуляция
ИКМ	– импульсно-кодовая модуляция
КО	– контрольный осмотр
КП	– командный пункт
КТЧ	– канал тональной частоты
МБ	– местная батарея
НУП	– необслуживаемый усилительный пункт
ОУП	– обслуживаемый усилительный пункт
ОФМ	– относительная фазовая манипуляция
ПВУ	– переговорно-вызывное устройство
ППУ	– приемопередающее устройство
ПС	– система электропитания
ПСС	– пульт служебной связи
ПУС	– полевой узел связи
ПФ	– полосовой фильтр
ПЭВМ	– персональная электронная вычислительная машина
РРЛ	– радиорелейная линия
РРС	– радиорелейная станция
САО	– светильник аварийного освещения
СКМ	– статив коммутации мобильный
СМД	– мультиплексор доступа синхронный
СО	– сезонное обслуживание
ТО	– техническое обслуживание
ТЧ	– тональная частота
УЗЛ	– устройство защиты линии
ФВУ	– фильтровентиляционная установка

- ФД – фазовый детектор
ФМ – фазовая манипуляция
ФНЧ – фильтр нижних частот
ФЧ – фиксированная частота
ЦАП – цифроаналоговый преобразователь
ЦБ – центральная батарея
ЦРПЛ – цифровая радиорелейная линия
ЦРРС – цифровая радиорелейная станция
ЦСП – цифровая система передачи
ЧМ – частотная манипуляция
ЩАЗ – щит автоматической защиты
AIS – Alarm Indication Signal (сигнал тревожной индикации)
HDB3 – High Density Bipolar of order 3 (трехуровневое биполярное кодирование с высокой плотностью)
HDSL – High Data Rate Digital Subscriber Line (высокоскоростная цифровая абонентская линия)
LAN – Local Area Network (локальная вычислительная сеть)
NMS – Network Monitoring is the Use of a System (система управления сетью)
SDH – Synchronous Digital Hierarchy (синхронная цифровая иерархия)
SDSL – Symmetric Digital Subscriber Line (симметричная цифровая абонентская линия)

ЛИТЕРАТУРА

1. Военные системы радиорелейной и тропосферной связи / Е. А. Волков [и др.] ; под ред. Е. А. Волкова. – Л. : ВАС, 1982.
2. Изделие Р-409МБ1. Руководство по эксплуатации. СУИК.465265.004 РЭ. – Минск : ОАО «Связьинвест», 2011.
3. Синхронный мультиплексор доступа (СМД). Руководство по эксплуатации. ТАИЦ.465112.021 РЭ. – Минск : ОАО «Связьинвест», 2011.
4. Руководство по эксплуатации аппаратуры цифровой системы передачи ЦМ-Е1. СУИК.467459.005 РЭ. – Минск : ОАО «Связьинвест», 2011.
5. Мультиплексор первичный цифровой МПЦ. Руководство по эксплуатации. СУИК.465112.004 РЭ. – Минск : ОАО «Связьинвест», 2010.

Библиотека БГУИР

Учебное издание

Касанин Сергей Николаевич
Масейчик Елена Алексеевна
Горовенко Сергей Александрович

РАДИОРЕЛЕЙНАЯ СТАНЦИЯ Р-409МБ1

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

Редактор *А. К. Петрашкевич*
Корректор *Е. Н. Батурчик*
Компьютерная правка, оригинал-макет *В. М. Задоя*

Подписано в печать 12.10.2016. Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».
Отпечатано на ризографе. Усл. печ. л. 5,81. Уч.-изд. л. 6,0. Тираж 50 экз. Заказ 63.

Издатель и полиграфическое исполнение: учреждение образования
«Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий №1/238 от 24.03.2014,
№2/113 от 07.04.2014, №3/615 от 07.04.2014.
ЛП №02330/264 от 14.04.2014.
220013, Минск, П. Бровки, 6

Библиотека БГУИР