



Уральский
федеральный
университет

имени первого Президента
России Б.Н. Ельцина

Институт радиоэлектроники
и информационных
технологий — РТФ

П. П. БЕРЕЗОВСКИЙ

ОСНОВЫ РАДИОТЕХНИКИ И СВЯЗИ

Учебное пособие



Министерство образования и науки Российской Федерации
Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б. Н. Ельцина

П. П. Березовский

ОСНОВЫ РАДИОТЕХНИКИ И СВЯЗИ

Учебное пособие

Рекомендовано методическим советом
Уральского федерального университета
для студентов вуза,
обучающихся по направлениям подготовки:
10.03.01 — Информационная безопасность;
11.03.01 — Радиотехника;
11.05.01 — Радиоэлектронные системы и комплексы

Екатеринбург
Издательство Уральского университета
2017

УДК 621.396(075.8)
ББК 32.84я73+32.884я73
Б48

Рецензенты:

Заместитель заведующего кафедры ОПД ТС УрТИСИ, канд. техн. наук,
доц. *Н. В. Будылдина*;
профессор кафедры физико-математических дисциплин РГППУ,
д-р физ.-мат. наук *А. Д. Ивлиев*

Научный редактор — проф., д-р техн. наук Л. Г. Доросинский

Изображение на обложке с сайта http://ukr-24.com/uploads/posts/2017-03/1490096884_stockvault-circuit-board116782.jpg.

Березовский, П. П.

Б48 Основы радиотехники и связи : учебное пособие / П. П. Березовский. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2017. — 212 с.

ISBN 978-5-7996-2093-6

Излагаются основные сведения, посвященные методам модуляции сигналов в аналоговых системах с амплитудно-импульсной, импульсно-кодовой, частотной, фазовой модуляцией и их преобразованиям, а также методам установления устойчивой связи, передачи и приема своевременной и достоверной информации при решении практических задач по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Учебное пособие предназначено для студентов, обучающихся по специальности 10.03.01 — Информационная безопасность.

Библиогр.: 8 назв. Табл. 5. Рис. 21.

УДК 621.396(075.8)
ББК 32.84я73+32.884я73

Учебное издание

Березовский Петр Петрович

ОСНОВЫ РАДИОТЕХНИКИ И СВЯЗИ

Редактор Н. П. Кубыщенко
Верстка О. П. Игнатьевой

Подписано в печать 22.05.2017. Формат 60×84 1/16. Бумага писчая. Печать цифровая.
Гарнитура Newton. Уч.-изд. л. 9,8. Усл. печ. л. 12,3. Тираж 50 экз. Заказ 154

Издательство Уральского университета
Редакционно-издательский отдел ИПЦ УрФУ
620049, Екатеринбург, ул. С. Ковалевской, 5. Тел.: 8 (343) 375-48-25, 375-46-85, 374-19-41
E-mail: rio@urfu.ru

Отпечатано в Издательско-полиграфическом центре УрФУ
620075, Екатеринбург, ул. Тургенева, 4. Тел.: 8 (343) 350-56-64, 350-90-13. Факс: 8 (343) 358-93-06
E-mail: press-urfu@mail.ru

ISBN 978-5-7996-2093-6

© Уральский федеральный
университет, 2017

Введение

В современных условиях системы связи, своевременность и достоверность получаемой информации в основном обеспечиваются:

- своевременной и устойчивой организацией связи и оповещения, в соответствии с требованиями руководящих документов, и с учетом местных условий решения практических задач по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций;
- функциональными возможностями и наиболее эффективными методами и способами практического использования систем связи и оповещения;
- применением организационных, технических и программных методов и способов защиты информации в сетях связи и оповещения;
- надежным функционированием систем связи и оповещения в процессе выполнения практических задач по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

И, наконец, следует особо заметить, что установление устойчивой связи, передача и прием своевременной и достоверной информации при решении практических задач по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций, в конечном счете, определяется:

- во-первых, конкретными знаниями места и роли систем связи и оповещения в Российской системе чрезвычайных ситуаций (РСЧС) практически всеми должностными лицами управлений по делам ГО и ЧС, а также руководите-

- лями и сотрудниками подразделений гражданской защиты других ведомств и объектов народного хозяйства;
- во-вторых, высокой квалификацией специалистов подразделений связи и оповещения, отвечающих за организацию связи и оповещения и обеспечивающих требуемую эффективность их функционирования на всех этапах практической работы и во всех звеньях прохождения информации от момента ее передачи до момента приема и документирования.

Таким образом, возникает практическая необходимость формирования профессиональных знаний по системам связи и оповещения у сотрудников штабов ГОЧС, а также подразделений гражданской защиты других ведомств и объектов народного хозяйства в объеме их функциональных обязанностей.

ГЛАВА 1

Способы передачи речевых сообщений.

Аналоговые системы связи.

Основные характеристики аналоговых сигналов.

Методы модуляции в аналоговых системах связи

Передача сообщений на расстояние осуществляется с помощью какого-нибудь материального носителя или физического процесса.

Реальный физический процесс преобразуется в электрический сигнал, отражающий сообщение и являющийся функцией времени даже в случае, если само сообщение ею не является. Сигналы делятся на детерминированные и случайные. К детерминированным сигналам относятся такие сигналы, значения которых в любой момент времени полностью известны, т.е. предсказуемы с вероятностью, равной 1.

Случайными называются сигналы, значение которых в любой момент времени невозможно предсказать с вероятностью, равной 1. Детерминированные сигналы информации не несут, так как они просто могут быть восстановлены в точке приема. Следовательно, передавать по линии связи имеет смысл лишь те сообщения, которые заранее точно не определены на приемном конце линии. Для получателя сообщений они случайные, и это позволяет утверждать, что только случайные колебания несут информацию. Между сообщением и сигналом должно быть однозначное соответствие, чтобы при обратном преобразовании в пункте приема можно было получить пере-

данное сообщение. Микрофон преобразует звук в изменения тока. Переменный ток, переданный по проводам, вызывает изменение магнитного поля в катушке телефона и колебания связанной с ней мембраны, формирующие акустическую волну. Подведенный к антенне переменный ток излучается в пространство в виде радиоволн. Радиоволны наведут токи в приемной антенне. Их можно усилить с помощью электронных ламп и транзисторов. Энергия усиленного тока заставит вибрировать диффузор динамика. Чего еще не хватает? А не хватает, пожалуй, главного звена, без которого нельзя все остальные звенья связать в единую цепь. Как обеспечить информационную емкость электромагнитного поля, как обеспечить обмен сообщениями между максимальным количеством корреспондентов? Все знают, что звуковые колебания, воспринимаемые человеческим ухом, колеблются в диапазоне от 20 до 20000 Гц. А приемник все время настроен на одну и ту же частоту. Если можно было бы излучать в пространство звуковые частоты, то вопрос и в самом деле был бы решен. Можно было бы усиливать ток, возникающий в цепи микрофона, и направлять его в антенну для создания радиоволн. Управляющие (модулирующие) сигналы — это сравнительно низкочастотные сигналы, содержащие информацию, которые не могут быть непосредственно использованы для передачи на большое расстояние с помощью электромагнитных колебаний. Управляющие сигналы делятся на три группы:

- аналоговые (непрерывные) сигналы, являющиеся функцией времени, повторяющей закон изменения соответствующей физической величины;
- дискретные сигналы, представляющие собой последовательность импульсов, амплитуды которых соответствуют значениям физической величины в дискретные моменты времени;
- дискретные по времени и квантованные (ограниченные) по уровню сигналы, являющиеся последовательностью

импульсов, амплитуды которых могут принимать только ограниченное число фиксированных значений. Высоко-частотные немодулированные сигналы — это высокочастотные колебания, которые способны распространяться в виде электромагнитных волн на большие расстояния. Модулированные сигналы — это высокочастотные колебания, один или несколько параметров которых промодулированы (изменены) управляющим сигналом. Модуляция несущих высокочастотных колебаний дискретным сигналом называется манипуляцией.

Различают две группы манипулированных и модулированных сигналов:

- узкополосные (УПС);
- широкополосные (ШПС).

Различая непрерывные и дискретные сигналы, необходимо иметь в виду, что в ряде случаев непрерывные сигналы используются для передачи дискретных сообщений, а дискретные — для передачи непрерывных сообщений.

Аналоговые системы связи — это система связи, предназначенная для передачи непрерывных сообщений. Непосредственная передача сообщений по линии связи возможна лишь в некоторых случаях — по проводным и кабельным линиям одноканальной связи. В большинстве случаев передаваемые сообщения необходимо преобразовывать в сигналы, которые исполняют роль переносчика информации по физическим линиям связи. Такое преобразование в аналоговых системах связи называется модуляцией.

Модуляция представляет собой операцию формирования сигналов, находящихся в однозначном соответствии с передаваемыми сообщениями. Эта операция связана с изменением одного из параметров сигнала-переносчика в соответствии с передаваемым сообщением и выполняется с помощью модулятора. Сигналом-переносчиком (несущей) обычно являются периодические колебания.

1.1. Двухполосная амплитудная модуляция (АМ)

Существует несколько методов модуляции, где амплитуда несущей изменяется под воздействием информационного сигнала. Чаще всего используется 2-полосная амплитудная модуляция (АМ). На рис. 1.1 можно видеть радиочастотную несущую, модулированную низкочастотным сигналом.

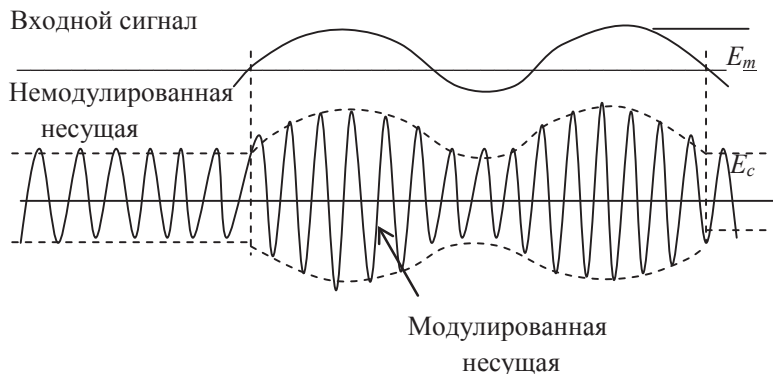


Рис. 1.1. Амплитудная модуляция

Уровень или глубина модуляции выражается как процентное отношение ($m\%$) максимума к минимуму амплитуды глубины модуляции:

$$m\% = \frac{\text{макс. амплитуда} - \text{мин. амплитуда}}{\text{макс. амплитуда} + \text{мин. амплитуда}} \cdot 100\%.$$

При увеличении модуляции до точки, где минимум амплитуды падает до нуля, возникает 100 % модуляция. Любое дальнейшее увеличение модуляции вызывает расширение боковых полос АМ сигнала, что является источником помех (интерференции) для других радиопользователей. По этой причине глубина амплитудной модуляции обычно ограничивается 70 %.

В результате амплитудной модуляции появляются полосы частот выше и ниже несущей частоты — верхняя и нижняя боковые полосы (рис. 1.2). Ширина каждой боковой полосы равна наивысшей частоте модуляции; ширина полосы от АМ равна удвоенной максимальной частоте модуляции.

Чтобы сохранить спектр, необходимо ограничить диапазон модулирующих частот. Так, например, пределы для качественной передачи речи в радиосвязи — от 300 до 3000 Гц. Ширина полосы, занимаемая двойной полосой при амплитудной модуляции несущей, в этом случае равна 6 кГц.

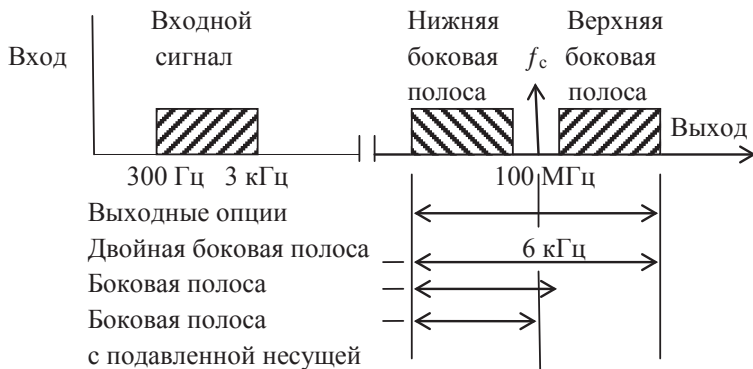


Рис. 1.2. Боковые полосы при амплитудной модуляции

1.2. Распределение мощностей в АМ волне

Общая мощность АМ волны равна сумме мощностей несущей, верхней боковой и нижней боковой полос. При 2-полосной амплитудной модуляции происходит бесполезная трата мощности и энергии. Две трети мощности содержится в несущей, которая не содержит информации, и одной боковой полосе, которая отбрасывается приемником. К тому же процесс модуляции должен выполняться либо на оконечном усилите-

ле мощности передатчика (для чего необходим модулятор высокой мощности), либо на более ранней стадии, когда мощность невелика, но тогда все последующие усилители должны работать в линейном (и, следовательно, с более низким КПД) режиме.

1.3. Подавленная несущая с двойной боковой полосой (ДБП)

При амплитудной модуляции несущая не содержит информации, хотя несет $2/3$ передаваемой мощности. Несущую можно устранить, используя балансный модулятор, и улучшить тем самым коэффициент мощности (рис. 1.3).

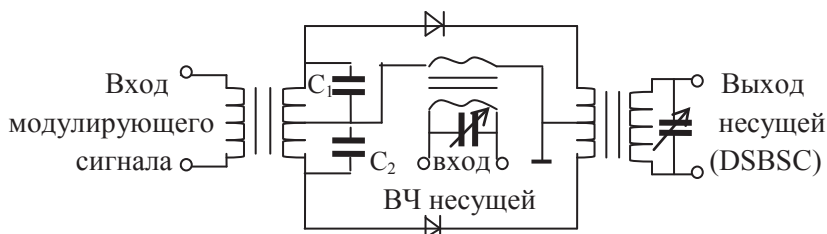


Рис. 1.3. Балансный модулятор:

C_1 , C_2 — конденсаторы развязки

В балансном модуляторе модулирующее напряжение подается двухтактным способом на пару согласованных диодов или усилителей, в то время как несущая подается к ним параллельным способом. Компоненты несущей подавляются на выходе, при этом остаются две боковые полосы. Таким образом, результатом являются две боковые полосы с подавленной несущей. Несущая должна быть восстановлена в приемнике, причем очень важна точность частоты и фазы.

1.4. Подавленная несущая с одной боковой полосой (ОБП)

Преимущество передачи с помощью подавления несущей с одной боковой полосой над амплитудной модуляцией с двойной боковой полосой заключается в следующем:

- устраняется мощность несущей, содержащей $2/3$ общей мощности;
- устраняется одна боковая полоса, содержащая 50 % от оставшейся мощности;
- ОБП передатчик излучает мощность только при наличии модуляции;
- занимаемая полоса уменьшается в два раза;
- принимаемое отношение сигнал/шум улучшается на 9 дБ при 100 % модуляции. Улучшается соотношение мощности боковой полосы к общей мощности, что дает дополнительно 3 дБ в результате уменьшения полосы наполовину. Соотношение сигнал/шум в дальнейшем улучшается при более низких уровнях модуляции;
- уменьшается чувствительность к избирательным замираниям и вытекающим отсюда искажениям.

В основном используются два метода генерации излучения с одной боковой полосой. С помощью первого производится фильтрация нежелательной боковой полосы после устранения несущей балансным модулятором. Второй метод — фазовой компенсации. Здесь модулирующий сигнал подается на два балансных модулятора с разностью фаз 90° . На выходах обоих модуляторов имеются только боковые полосы, в то время как сигналы верхних боковых полос опережают входное напряжение несущей на 90° , сигналы одной из нижних боковых полос опережают его на 90° , а другой — отстают на 90° . С выходов обоих балансных модуляторов напряжение подается на сумматор, где сигналы нижних боковых полос компенсируются, а верхних складываются (см. рис. 1.4).

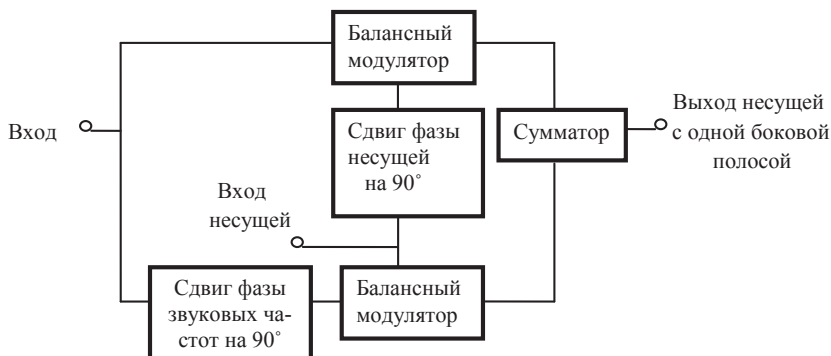


Рис. 1.4. Формирование сдвига фазы при одной боковой полосе

АМ — волна с одной полосой, модулированная синусоидой, представляет собой сигнал с постоянной амплитудой, частота которого изменяется с частотой модулирующей волны. Заметим, что это не то же самое, что при частотной модуляции; — частота несущей с ОБП не колеблется из стороны в сторону. Частота при ОБП выше, чем частота несущей при передаче верхней боковой полосы, и ниже несущей, если выбирается нижняя боковая полоса. Частота восстановленной несущей должна быть очень точной (± 2 Гц), фаза не так важна, поэтому ОБП-приемник менее сложен, чем ДБП-приемник.

В некоторых системах вместе с информационным сигналом передается пилот-сигнал (вспомогательный сигнал, передаваемый для целей управления аппаратурой и контроля ее состояния), и выходная мощность передатчика тогда определяется в терминах максимальной мощности огибающей. Выходная мощность состоит из мощности несущей пилот-сигнала и мощности спектра боковой полосы. Когда пилот-сигнал отсутствует, мощность определяется как максимальная мощность боковой полосы.

1.5. Частотная модуляция (ЧМ)

И частотная, и фазовая модуляции (обе могут быть отнесены к угловой модуляции) эффективно изменяют частоту несущей, а не ее амплитуду. Частотная модуляция изменяет непосредственно частоту несущей, но ее амплитуда остается постоянной независимо от модулирующего напряжения. Этот тип модуляции применяется для связи и вещания в диапазонах СВЧ и выше.

При частотной модуляции несущая частота либо увеличивается, когда модулирующее напряжение положительное, либо уменьшается, когда модулирующее напряжение отрицательное. Величина отклонения (девиация) частоты несущей от ее номинального значения пропорциональна амплитуде, а не частоте модулирующего напряжения. Индекс модуляции (M) определяется как девиация, деленная на модулирующую частоту:

$$M = \frac{f_d}{f_m},$$

где f_d — девиация, Гц; f_m — модулирующая частота, Гц.

Максимальная девиация соответствует максимуму модуляции (эквивалент 100 % амплитудной модуляции). При ЧМ она обусловлена только необходимостью ограничить спектр. При этом нет ограничений на величину девиации, связанной с искажениями (как при 100 % АМ). Максимум возможной девиации определяется исходя из технических соображений.

Ширина полосы частотно-модулированного сигнала включает в себя несущую и совокупность боковых полос (иногда называемых побочными несущими), отстоящих друг от друга на величину частоты модулирующего сигнала. Число полос пропорционально индексу модуляции, и их амплитуда уменьшается по мере удаления от несущей. Обычно считается удовлетворительной передача такого числа $(M + 1)$ полос, амплитуда которых больше амплитуды несущей для заданного модуляционного

индекса на 10 %. Боковые полосы возникают по обеим сторонам несущей. Для передачи речевого сигнала (300—3000 Гц) максимум девиации составляет 15 кГц (относится к диапазону ВЧ для систем с разнесенными каналами на 50 кГц): ширина полосы пропускания — 36 кГц. Системы, у которых индекс модуляции значительно превышает 1, считаются широкополосными ЧМ, приблизительно равные узкополосным ЧМ.

Для передатчиков, используемых в системах с канальным разнесением 12,5 кГц, наивысшая частота модуляции на практике составляет 2700 Гц, потому что согласно спецификациям АЧХ должна иметь спад для частот выше 2,55 кГц. Индекс модуляции таких систем, предполагающий наивысшую модулирующую частоту в 3 кГц, равен $2,5/3$, т. е. 0,8333, а амплитуда боковой полосы второго порядка меньше амплитуды несущей на 10 %, ширина полосы равна 6 кГц.

1.6. Фазовая модуляция (ФМ)

Конечный результат фазовой модуляции — это также модуляция частоты, но методы достижения и определения индекса модуляции различны. Фазовую модуляцию используют в ВЧ и УВЧ передатчиках, где несущая частота генерируется кристаллическим генератором. Частота кварцевого генератора может изменяться только на несколько радиан, но если частота генератора умножается (чтобы получить окончательную частоту несущей), изменение фазы также умножается (чтобы получить девиацию частоты). Девиация частотной модуляции пропорциональна модулирующему напряжению, в то время как при фазовой модуляции девиация частоты пропорциональна как модулирующему напряжению, так и частоте. К параметрам сигнала, которые являются основными с точки зрения его передачи, можно отнести: длительность сигнала, динамический диапазон, а также ширину частотного спектра. Длительность

сигнала (T) определяет интервал времени, в пределах которого сигнал существует. Под динамическим диапазоном понимают отношение наибольшей мгновенной мощности сигнала к той наименьшей мощности, которую необходимо отличать от нуля, при заданном качестве передачи. Ширина спектра сигнала F_c характеризует скорость изменения сигнала внутри интервала его существования. Ширина спектра определяется диапазоном частот, в пределах которого сосредоточена основная энергия сигнала. Количество информации и скорость, с которой она передается, определяют основную ширину полосы, занимаемую сигналом. Для аналоговых сигналов основная полоса — это диапазон частот, содержащихся в сигнале, и он отличается от того, который занят радиочастотной несущей, модулированной сигналом. Примеры частотных диапазонов, занимаемых основными видами радиосистем, приведены в табл. 1.1.

*Таблица 1.1***Ширина полос, занимаемых основными видами радиосистем**

Применение	Диапазон частот, Гц
Речь	
Высококачественное звуковоспроизведение	15–15000
Хорошее звуковоспроизведение	150–7000
Система громкой связи	200–5000
Система с ограничением низких и высоких частот	500–4000
Качественная междугородная телефонная связь	300–3400
Качественная радиосвязь	300–3000
Сотовая радиосвязь (разделение канала 12,5 Гц)	300–2700
Для ЧМ радиостанций	30–15000

1.7. Цифровые системы связи

Непрерывные сообщения часто приходится преобразовывать в форму, более удобную для передачи по тем или иным каналам связи. Наиболее распространенным преобразованием непрерывных сообщений является их дискретизация по времени. Это преобразование применяется при импульсных методах передачи сообщений, многоканальной передаче с временными методами уплотнения и разделения, а также как промежуточная операция при преобразовании непрерывных сообщений в цифровую форму. Дискретизация непрерывного сообщения $X(t)$ по времени состоит в замене его последовательностью мгновенных значений (отсчетов), взятых в дискретные моменты времени, где $n = 0, 1, 2$ (рис. 1.5). При такой замене из рассмотрения исключается все множество значений $X(t)$, находящихся внутри интервалов (dt) . В общем случае моменты отсчетов могут выбираться неравномерно, например, «сгущаться» и «разряжаться» пропорционально скорости изменения сообщения (адаптивная дискретизация). Технически дискретизация по времени реализуется с помощью ключевых устройств, управляемых периодической последовательностью коротких прямоугольных импульсов (рис. 1.6). Такую операцию часто называют импульсным преобразованием непрерывных сообщений.

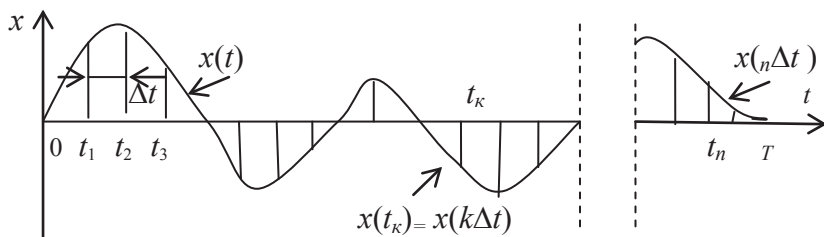


Рис. 1.5. Дискретизация непрерывного сообщения по времени

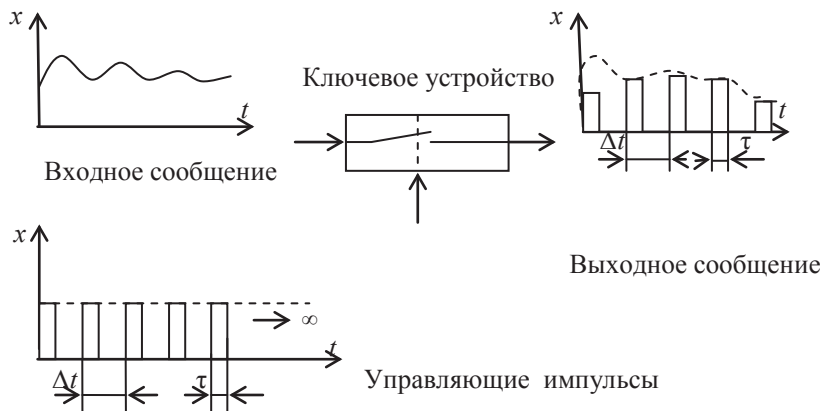


Рис. 1.6. Дискретизация непрерывного сообщения по времени с помощью ключевых устройств

В теории дискретизации особую важность имеет вопрос о максимальном (предельном) интервале $dt = dt(\max)$, при котором еще имеется принципиальная возможность восстановить непрерывную функцию времени с заданной точностью по ее отсчетам. Теория предельной дискретизации по времени применяется при анализе ряда важных вопросов передачи непрерывных сообщений, в частности при исследовании вопросов устранения избыточности сообщений «сжатие информации», определении пропускной способности каналов, помехоустойчивости приема и т. д. В настоящее время наиболее широкое распространение получила модель сообщений с ограниченным спектром. Допустимость такой идеализации вытекает из того, что при передаче непрерывных сообщений по каналам связи всегда имеются неизбежные помехи и искажения.

1.8. Амплитудно-импульсная модуляция (АИМ)

Преобразование аналоговой формы волны в цифровую с помощью импульсно-кодовой модуляции выполняется в два этапа. Во-первых, чтобы получить амплитудно-импульсную модуляцию (АИМ), волна изменяется дискретно. Короткие выборочные импульсы располагаются друг от друга на одинаковых интервалах, длинных по сравнению с длительностью выборочного импульса, но коротких относительно наивысшей частоты сигнала. Результатом является последовательность импульсов, огибающая которых имеет такую же форму, как и первоначальная волна (рис. 1.7).

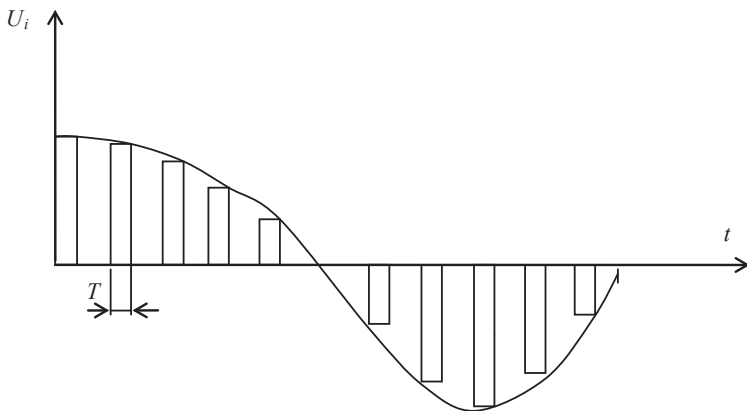


Рис. 1.7. Амплитудно-импульсная модуляция (АИМ)

Огибающая характеризуется:

- частотой тактовых импульсов (частота дискретизации);
- частотами сигнала, содержащимися в волне от самой нижней до самой верхней;
- верхней и нижней боковыми полосами;
- гармониками и соответствующими им верхней и нижней боковыми полосами;

- постоянной составляющей, равной среднему значению волны.

Огибающая содержит частоты первоначального сигнала и может быть модулирована низкочастотным фильтром, который пропускает частоту модулирующего сигнала, но не частоту тактовых импульсов. Частота тактовых импульсов поэтому должна быть выше, чем частота дискретного сигнала.

1.9. Импульсно-кодовая модуляция (ИКМ)

Импульсно-кодовая модуляция (ИКМ) — это второй этап преобразования аналоговой формы волны в цифровую. Его проводят перед передачей для предотвращения искажения амплитуды волны из-за воздействия шума и интерференции при (АИМ) сигналах. В процессе модуляции величина выборок амплитудно-импульсной модуляции (АИМ) квантуется эталонными уровнями и сигнал представляется в цифровом виде. Квантование округляет мгновенные значения амплитуд дискретных импульсов до одного из ближайших соответствующих уровней напряжений (см. рис. 1.8).

Квантование, как упоминалось ранее, линейно, т.е. шаг квантования всегда постоянен и не зависит от амплитуды сигнала. При этом получается малое отношение сигнал/шум для сигнала низкого уровня, но его можно улучшить при более близком расположении уровней для сигналов малой амплитуды, чем для сигналов большой амплитуды. При нелинейном квантовании чувствительность зависит от амплитуды входного сигнала.

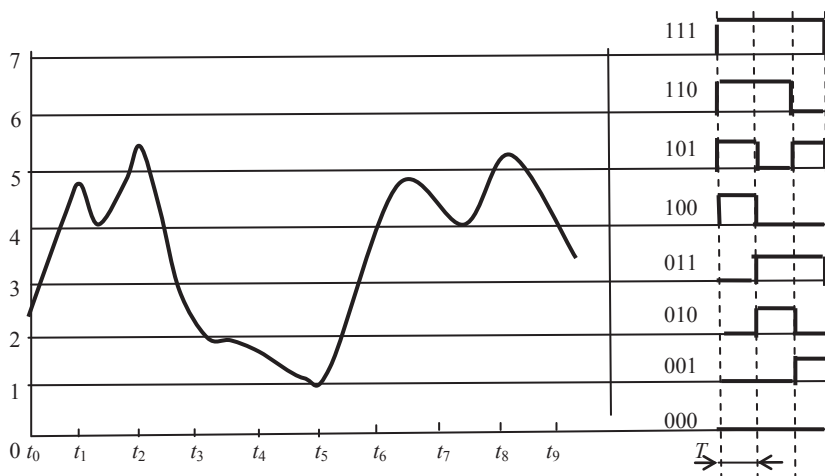


Рис. 1.8. Процесс квантования:
 T — длительность тактового импульса

1.10. Дельта-модуляция

Дельта-модуляция — это в основном дифференциальная ИКМ, и этот метод приводит к уменьшению полосы путем передачи информации только тогда, когда есть изменение между соседними выборками. Если величина выборки больше, чем предыдущая выборка, передается двоичная единица, если она меньше, то передается 0. Типичная скорость передачи выборки — 32 кГц, где каждое восьмибитовое слово заменяется одной двоичной цифрой.

1.11. Синтез речи

При синтезе речи на основе шумовой формы волны используется меньшая ширина полосы при передаче, чем при ИКМ. Характерные звуки речи — гласные, согласные, носовые — могут быть извлечены из шумовой формы волны с помощью филь-

тров. Они могут быть переданы посредством посылки только коэффициентов фильтров, используемых для их отбора. Система фильтров — это речевой кодек (декодер). Голосовой фильтр Дали иллюстрирует этот принцип. Дали делил речевую полосу на 10 каналов по 300 Гц и отбирал низкочастотные составляющие из каждой полосы с помощью узкополосных фильтров низкой частоты. Внутри каждой полосы система выделяет шипение и жужжание. В приемнике переданный код переключает шумовой генератор, чтобы получить шипение и жужжание в подходящей полосе. Система создает разборчивую речь при сокращении полосы 10:1, речевая полоса в 3000 Гц сжимается до 300 Гц. Эффективность речевых кодеков зависит от языка, и поэтому для некоторых языков требуется оптимизация.

Примером сохранения ширины полосы при синтезе является радиотелефонная цифровая сеть стандарта C8 M, используемая в Европе, в которой коэффициенты фильтров передаются со скоростью 3,6 кбит/с плюс возбуждающая последовательность 9 кбит/с. При этом качество восстановленной речи при скорости передачи 13 кбит/с сопоставимо с качеством ИКМ при скорости 32 кбит/с. Для альтернативного метода уменьшения полосы необходимы стандартный набор выборки голосовых звуков и передача координат расположения каждого звука в библиотеке. Система экономит ширину полосы, но требует большое количество памяти для передатчика и приемника.

1.12. Цифровые сигналы

Скорость в битах (бит/с) и скорость в бодах — это термины, используемые для определения особенностей скорости передачи цифровой информации.

Если длительность всех единичных элементов сигнала одинакова, то эти термины являются синонимами, но не в том случае, когда длительность информации в битах разная.

Отличие этих терминов в том, что скорость, измеряемая в битах, — это число битов, переданных за секунду, а скорость в бодах (названная по имени изобретателя кода) — это величина, обратная длине (в секундах) самой короткой продолжительности единичного элемента. На рис. 1.8 показана диаграмма бинарного кода, где все биты равны по длительности (в данном случае одной миллисекунде), и тогда скорость в битах — 1000 за секунду, а скорость в бодах это $1/0,0001 = 1000$, т. е. точно такая же — 1 мс. Средняя скорость передачи в битах: 1/0,023 или 43,5 бит/с. Скорость передачи в бодах: 1/0,022 или 45,5 бод. В системах телеграфии биты могут быть неодинаковой длительности, как показывает диаграмма (см. рис. 1.8).

1.13. Цифровая модуляция. Обработка данных. Фильтрация

При передаче данных импульс с крутыми фронтами производит частотные гармоники, и, если необходимо сохранить его форму, требуется широкая полоса во время передачи. Следовательно, при передаче данных в ограниченной полосе импульсы должны принимать форму, позволяющую уменьшить число гармоник настолько, насколько это возможно без ухудшения разборчивости сигнала. Такую возможность дает фильтр низких частот (Гауссов фильтр), результатом использования которого является последовательность сглаженных импульсов. Сглаженная модуляция допускает высокую скорость передачи в канале с ограниченной шириной полосы, пока поддерживается допустимый интерференционный уровень соседнего канала.

Манчестерское кодирование

Серьезной проблемой при передаче данных в двоичном коде является синхронизация задающих генераторов в передатчике

и приемнике, из-за которой цифровые послышки смешиваются (особенно при передаче последовательностей нулей и единиц). Манчестерский код кодирует «1» переходом в середине информационного интервала из состояния «импульс» в состояние «пауза», а «0» — переходом из «паузы» в «импульс», облегчая синхронизацию задающих генераторов и делая цифры более узнаваемыми.

Кодирование Грея

Для данных в двоичном коде число уровней передачи сигналов не ограничивается двумя (метка и пропуск). Многоуровневая передача сигнала имеет определенное преимущество, состоящее в том, что одна элементарная посылка содержит информацию более чем 1 бит, что снижает требования к полосе частот.

Если число уровней увеличивается до периода (T), где $T = 2p$ ($p = \log_2 T$), то символ данных уровня (T) представлен (p), бинарными цифрами 0 или 1. Например, в четырехпозиционном сигнале ($T = 4 = 2^2$) задается двоичная последовательность 00, 01, 10, 11 для каждого уровня сигнала. Этот процесс и есть кодирование Грея, где при каждой передаче соседние уровни отличаются только на одну цифру. Число уровней не ограничивается четырьмя.

ГЛАВА 2

Системы телефонной и факсимильной связи

Система телефонной связи предназначена для автоматизированного соединения абонентов и обеспечения обмена речевыми сообщениями (рис. 2.1).

2.1. Принцип факсимильной передачи сообщений

Факсимильная связь предназначена для передачи неподвижных изображений. Передаваемое изображение — оригинал разбивается на элементарные площадки. Яркость этих площадок при отражении (или пропускании) падающего на них светового потока преобразуется в электрические импульсы, которые в определенной последовательности передаются по каналу связи. На приеме эти электрические сигналы в той же последовательности преобразуются в соответствующие элементы изображения на каком-либо носителе записи. В результате получается копия изображения (факсимиле).

Любое изображение можно рассматривать как совокупность большого числа элементов, способных в различной степени отражать падающий на них свет. Образование элементарных площадок (растр-элементов) происходит за счет перемещения по поверхности изображения светового луча, создаваемого световой оптической системой. Процесс перемещения луча называется разверткой, в результате действия которой изображение разбивается на строки. Отраженный световой поток попадает на фотоэлектрический преобразователь, выходной электрический сиг-

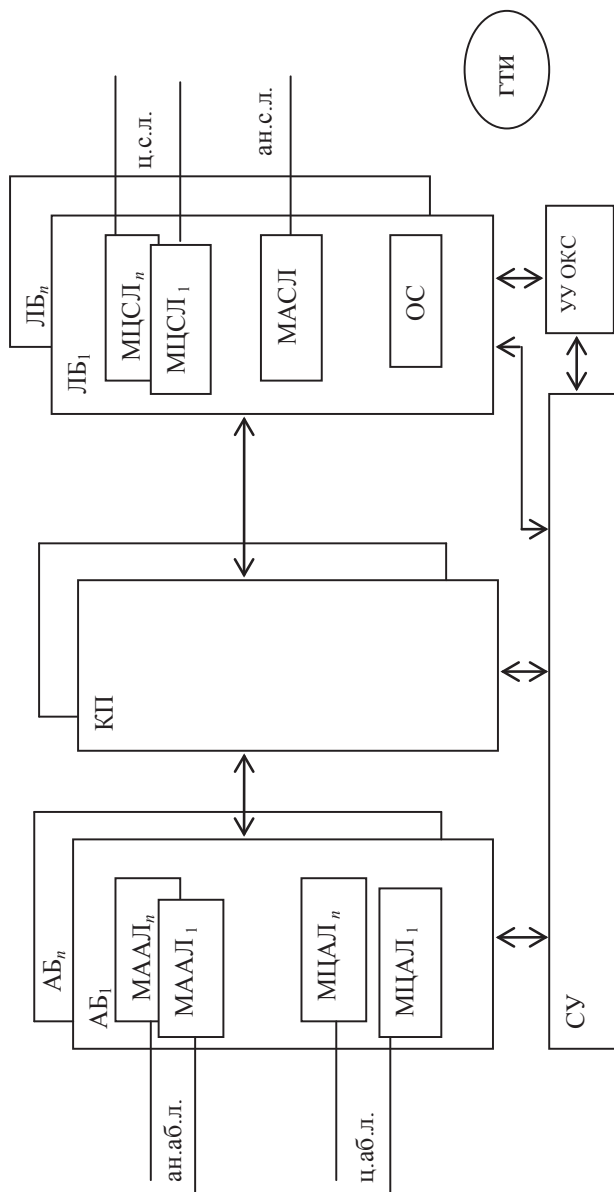


Рис. 2.1. Назначение и структура системы телефонной связи:

АБ — абонентский блок; КП — коммутационное поле; ЛБ — линейный блок; МАСЛ — модуль абонент. аналог. линий; СУ — система управления; МЦСЛ — модуль цифр.соед. линий; УУ ОКС — устр-во упр.ОКС№ 7; МАСЛ — модуль аналог. соед. линий; МЦАЛ — модуль цифр. аналоговых линий; ГТИ — генератор тактовых имп.; ОС — оборудование сигнализации; ан.с.л. — аналог. соединит. линия; ан. аб. л. — аналог. абонент. линия; ц.с.л. — цифр. соединит. линия; ц. аб. л. — цифр. абонент. линия

нал которого повторяет форму входного светового сигнала. Узлы передающей аппаратуры, обеспечивающие развертку изображения и фотоэлектрическое преобразование, объединяются в группу анализирующих устройств. В приемном аппарате осуществляется обратное преобразование переданных электрических сигналов в той же последовательности, что и на передаче. Соответствующие электрические (или преобразованные световые) сигналы вызывают окрашивание элементарных площадок на поверхности носителя записи. В результате записанное построчно изображение — копия переданного. Совокупность устройств, осуществляющих эти преобразования, объединяется в группу синтезирующих устройств. Какое бы изображение не передавалось по каналу связи, сигнал на выходе фотоэлектрического преобразователя является аналоговым, непрерывным по уровню и времени видеосигналом. В аналоговых аппаратах факсимильной связи этот сигнал после усиления переносится в область высоких частот и непосредственно передается в линию связи.

В цифровых факсимильных системах аналоговый сигнал подвергается квантованию, дискретизации по времени и кодированию. После этих преобразований цифровой сигнал по своей структуре ничем не отличается от аналогичных сигналов систем передачи данных. Современные факсимильные аппараты, как правило, цифровые.

2.2. Организация факсимильной связи

По принципам предоставления услуг организация служб факсимильной связи осуществляется по двум направлениям, традиционным для телеграфной связи, — клиентские и абонентские. К клиентской службе относится служба Бюрофакс, к наиболее ярким представителям абонентской службы — телефакс. Традиционные абонентские установок — телефаксы характеризуются следующими недостатками:

- подверженность значительному механическому износу;
- сложность отправления документов большому числу адресатов;
- неэффективное использование термической бумаги.

Рост объема информации, передаваемой пользователями, вызвал у многих из них заинтересованность в использовании не только простых автономных телефаксов, выполняющих ограниченное, строго определенное число функций, но и более совершенных систем, которые позволяют автоматизировать процесс приема, обработки и рассылки факсимильных сообщений и исключить отмеченные выше недостатки. Реализация таких систем возможна только на основе персональных компьютеров. Первая компьютерная факсимильная плата была создана в 1985 г. фирмой *Gamma Link*. Это позволило подключить телефонную линию непосредственно к компьютеру и превратить его в мощный и многофункциональный телефакс. Сегодня компьютерные факсимильные платы выпускаются огромным количеством производителей. Их продукция, различающаяся по некоторым функциональным возможностям, служит одной цели — автоматизации процесса передачи, приема и распределения, факсимильных сообщений, обмен которыми происходит по обычным телефонным линиям. Системы на базе персональных компьютеров (ПК) с применением таких плат обладают рядом преимуществ перед обычными факсимильными аппаратами:

- удобство использования. Интеграция ПК с телефонной сетью и наделение его возможностями телефакса позволяет пользователям получать, обрабатывать и отправлять факсимильные сообщения, не отрываясь от своих компьютеров;
- эффективное применение телефонных линий. Факсимильная система, строящаяся на базе ПК, обеспечивает эффективный обмен информацией по небольшому числу телефонных линий, заменяя собой множество авто-

номных телефаксов, для каждого из которых требуется отдельная линия;

— высокое качество передаваемого изображения.

Кроме того, применение ПК для управления работой факсимильных карт позволяет реализовать множество полезных и удобных приложений. Наиболее распространены такие приложения (службы), как факс-сервер, факс по запросу и факс-рассылка. Применение факс-сервера сводит к минимуму временные и материальные затраты при приеме и передаче факсимильных сообщений. Факс по запросу позволяет автоматизировать процесс предоставления абонентам часто запрашиваемых документов. Факс-рассылка значительно упрощает работу персонала при рассылке большого количества разных документов большому числу адресатов.

2.3. Системы звукового и телевизионного вещания

Система звукового вещания является одной из самых первых систем оповещения о чрезвычайном происшествии в обществе. Набатный колокол столетия служил тревожным, но надежным вестником беды. Ныне система звукового вещания продолжает оставаться на боевом посту, выполняя сигнальные и информационные функции.

Система телевизионного вещания из-за чрезвычайно широкого распространения среди населения надежно доводит информацию до широких народных масс. В то же время средства телевидения служат для проведения мероприятий управления (видеоконференции органов управления различного уровня) и получения объективной информации из зоны чрезвычайной ситуации для обоснованного принятия решения. Но в настоящее время аппаратура видеосвязи пока мало распространена в войсках.

2.4. Системы радиосвязи.

Основные понятия радиосвязи.

Диапазоны частот спектра электромагнитных колебаний

С электричеством люди знакомы давно. Оно испокон веков являлось к ним в грозном облики грома и молнии. Не зная природы грозы, наши предки считали ее проявлением гнева богов. Даже самым смелым мыслителям древности не приходила в голову дерзкая мысль создать эту силу и обратить ее на пользу людей. Второе электрическое явление, с которым столкнулись люди, имело характер столь безобидный, что трудно было усмотреть в нем что-то общее с проявлением грозных стихий.

Янтарная палочка, натертая шерстью, притягивала к себе легкие предметы: пушинки, кусочки бумаги. По свидетельству древнегреческого философа Фалеса Милетского, жившего в VI веке, явление это было открыто ткачихами, обрабатывающими шерсть. Так что можно сказать, что ось из янтаря была, по сути, первым в мире изобретением, основанием для использования электрических явлений. Первым, но, к сожалению, и последним на долгое время. Потому что вплоть до конца XVIII века никто не задумывался о том, какие силы притягивают нить к янтарной палочке, и уж тем более о том, какую практическую пользу можно извлечь из этих сил. Зато в XIX веке электричество стало основой прогресса, неотъемлемой частью технических достижений и научных теорий, объясняющих, как устроен мир.

Электричество стали обнаруживать всюду. Но не потому что большинство происходящих в мире явлений на самом деле управляются магнитными и электрическими силами. Кроме них науке известны лишь силы инерции, силы всемирного тяготения (гравитационные силы) и силы, действующие внутри атомного ядра.

Ядерные силы имеют малый радиус действия, их влияние не распространяется за пределы ядра. Гравитационные силы

на атом действуют слабо — он слишком легкий для того, чтобы ощутить тяготение Земли. И лишь электромагнитные силы успешно участвуют во взаимодействии атомов и молекул. Век электричества — это не только мощные моторы и генераторы или точные измерительные приборы, но еще и новое мировоззрение, новый взгляд на природу многих явлений, обусловленных взаимодействием электромагнитных полей. А началось все с янтарной палочки. Даже само название электричество произошло от нее, янтарь по-гречески электрон. Таков вкратце путь науки об электричестве: в начале янтарные палочки, в конце огромный, неисчерпаемый мир.

Шарль Кулон после опытов с зарядами сумел установить строгий количественный закон. Появилась первая формула, которой подчиняется узаконенное поведение двух заряженных тел:

$$F = k \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}.$$

По этой формуле можно определить силу, с которой притягиваются заряды, имеющие разные знаки. Но почему они стремятся друг к другу? Каким образом одно тело воздействует на другое, хотя между ними ничего кроме пустого пространства нет. Выходит, что тело, обладающее зарядом, каким-то образом чувствует на расстоянии присутствие другого заряда. Ответ на этот вопрос сформулировал *M. Faraday*. Заряженное электричеством тело он окружил стрелками, показывающими направление действия сил. Каждый заряд имеет определенную сферу влияния. От него в пространство тянутся силы, словно от солнца лучи. Пространство вокруг зарядов перестает быть пустым. Вокруг него образуется поле — поле действия сил. Но какова же природа сил, взаимодействующих на вносимые в поля объекты? Эти силы носят название «виртуальных», потому что они возникают и существуют только тогда, когда есть подходящий для них объект. Электромагнитное поле и электромагнитные

волны в этих понятиях слились воедино — два неразрывно связанных природой явления — электричество и магнетизм. Явление магнетизма известно людям так же давно, как и свойство янтарной палочки. Слово «магнит» происходит от названия турецкого города *Magnesia*, впоследствии переименованного в город *Mantis*. Именно здесь были сделаны и зафиксированы в записях первые наблюдения магнитных явлений. Обнаружить их помогла находящаяся около города Магнезии богатая магнитными рудами гора *Islip*. Спустя некоторое время наука смогла объяснить природу связи электрических и магнитных явлений, хотя сходство их замечено было давно.

Янтарная палочка притягивает кусочки шелка. Магнит притягивает железную стружку. Заряд окружен электрическим полем. Магнитное поле окружает магнит. Поле — не фантазия *M. Faraday*. Если вы захотите увидеть магнитное поле, насыпьте на листочек бумаги железных опилок и поднесите снизу магнит. Сразу возникнут те самые силовые линии, которые изображал на рисунках *M. Faraday*.

Были замечены и различия: положительный заряд и отрицательный заряд могут существовать независимо друг от друга, а полюса магнита отделить друг от друга нельзя. Можно распилить его на две части, и все равно в каждой из них будет северный и южный полюс. Так и жили в науке два явления, в чем-то очень похожие и в чем-то отличные, электричество и магнетизм. Они исследовались порознь, пока между ними не обнаружилась связь.

В 1819 году датский ученый *X. Эрстед* демонстрировал студентам опыты по электричеству. Рядом с проводом лежал не имеющий никакого отношения к опыту компас.

А почему стрелка компаса отклоняется, когда вы включаете ток? — спросили лектора. И этим вопросом повергли в глубокое размышление не только

Эрстеда, но и весь современный научный мир. Тут было над чем задуматься. Электрический ток, текущий по проводу, по-

родил магнитное поле. Было два разных явления, и тут вдруг обнаружилась между ними связь. Этими опытами заинтересовался *M. Faraday*. Какие же силы заставили повернуться стрелку, ориентируя ее относительно направления движения тока? У *M. Faraday* рождается предположение: а может быть ток создает магнитное поле. Убедившись на опыте, что ток порождает магнитное поле, *M. Faraday* задался мыслью: не означает ли это, что магнитное поле порождает при каких-то условиях электрическое поле. Эта догадка, не уступавшая по степени гениальности первой, привела к открытию законов электромагнитной индукции.

Фарадей ищет путь получения этого тока. Он подключает к проводу гальванометр и помещает рядом магнит. Ток в проводе не возникает. Десять лет он пытался провести этот опыт, но все было напрасно. Успех пришел неожиданно. Как-то раз, готовясь к очередному эксперименту, он подключил источник питания к намотанной на барабан обмотке. В это время в соседней комнате находился его помощник, который заметил, что стрелка гальванометра, подключенного к другой обмотке, неожиданно вздрогнула. Вот этого, едва уловимого для наблюдения факта *M. Faraday* было достаточно, чтобы ответить на вопрос, стоящий перед ним 10 лет.

Ток не может возникнуть, пока неизменно магнитное поле. Чтобы ток появился, поле нужно менять. Так *M. Faraday* сформулировал суть законов электромагнитной индукции: возбуждение магнитными силами электрических сил. Так всегда бывает в науке: сначала накапливаются факты, потом возникает потребность их обобщать. К тому моменту, когда Джон Максвелл задался целью обобщить все, что известно об электричестве и магнетизме, фактов было хоть отбавляй. Наука и практика нашли множество решений и применений рожденному током магнитному полю и знали десятки способов превращения энергии магнитного поля в электрический ток. Меняя магнитное поле вблизи провода, можно создать в проводе ток, а в пространстве, окружающем провод с током, возникают поля. Ток

течет по проводу, а в пространстве взаимодействуют электрические и магнитные силы. Ну, а если провода нет? Если создать электрическое поле в пространстве и заставить его меняться. Что будет тогда?

Дж. Максвелл впервые поставил этот вопрос, и он же дал на него ответ в виде законченных систем математических уравнений — теории электромагнитного поля. Недоставало лишь одного звена в цепи всех явлений, связующих электричество с магнетизмом, и он ввел понятие теории в это звено. Если в пространстве существует переменное электрическое поле, значит, оно порождает магнитное поле и в этом пространстве, есть воображаемый провод, в результате по этому проводу течет воображаемый ток. Этот ток Максвелл назвал током смещения в отличие от тока проводимости потока заряженных частиц. Ток смещения «недостающее звено цепи» — не связан ни с каким потоком зарядов. Он возникает там, где имеется изменяющееся электрическое поле и плотность его пропорциональна скорости изменения напряженности этого поля. Наука не знала такого явления, где бы взаимодействие электрического и магнитного полей осуществлялось при отсутствии проводника с током. Но все известные к тому времени факты говорили в пользу этой догадки. Возникнув в том месте, где есть провод с током, электромагнитное поле будет распространяться в пространстве, занимая все больший и больший объем. Можно отделить поле от провода, но нельзя отделить электрические поля от магнитных, они связаны неразрывно в единой электромагнитной волне. В природе нет дальнего действия. Значит, электромагнитное поле не может мгновенно воздействовать на тело, если оно удалено. Волна приближается постепенно. Из формулы Максвелла следует, что скорость ее движения точно равна скорости света, 300 000 км/с. Двигаясь с такой скоростью, волна за одну секунду почти восемь раз обожит земной шар. Все эти теоретические предпосылки требовали экспериментальной проверки. Только опыт мог идею о невидимых электромагнит-

ных волнах перевести из теоретической гипотезы в научно доказанный факт. Эту важную миссию взял на себя бывший ученик и ассистент Гемгольца — Г. Герц.

Он поставил перед собой задачу создать такие условия, при которых возникнувшие в источнике колебания могли бы отрываться от породившего их источника и распространяться в виде электромагнитных волн. С этой целью в 1888 г. им был сконструирован специальный вибратор, названный впоследствии его именем. В нем электромагнитные волны возбуждались с помощью искрового разряда. Эксперимент оправдал ожидания Г. Герца: в момент появления искры в излучателе в приемном вибраторе (резонаторе) также рождалась, хотя и слабая, но все же заметная искра, подтверждавшая существование невидимых волн. На таком расстоянии излучаемое вибратором поле уже не могло оказывать непосредственное воздействие на петлю в приемном вибраторе: переменное поле, возбуждаемое вибратором, рождало электромагнитные волны, и они, оторвавшись от своего источника, делали первый самостоятельный шаг от излучателя до приемника, возбуждая в петле приемника индуктивные токи, порождающие искру.

Радиоволной называются распространяющиеся в пространстве колебания электромагнитного поля, состоящего из взаимосвязанных и взаимообусловленных электрического и магнитного полей. В настоящее время принята следующая классификация радиоволн по частоте и длине волны.

Таблица 2.1

Классификация радиоволн по частоте и длине волны

Частотный диапазон волн	Длина волны в воздухе	Частота колебания
Сверхдлинные волны (СДВ)	Более 10000 м	Менее 30 кГц
Длинные волны (ДВ)	1000...10000 м	30...300 кГц
Средние волны (Св.)	100...1000 м	300...3000 кГц
Короткие волны (КВ)	10...100 м	3...30 МГц

Окончание табл. 2

Частотный диапазон волн	Длина волны в воздухе	Частота колебания
Ультракороткие волны (УКВ):		
— метровые	1...10 м	30...300 МГц
— дециметровые	1...10 дм	300...3000 МГц
— сантиметровые	1...10 см	3...30 ГГц
— миллиметровые	1...10 мм	30...300 ГГц
— субмиллиметровые	0,1...1 мм	300...3000 ГГц

2.5. Назначение связи в звеньях управления системы передачи и приема информации (сообщений)

Связью называется передача и прием информации (сообщений) с помощью различных средств. В общем случае связь предназначена для передачи и приема сообщений и является неотъемлемой частью любой системы управления. Управление не может функционировать без приема, обработки и передачи соответствующей управленческим задачам информации.

Связь в системе МЧС — это связь, предназначенная для обмена информацией в системах управления МЧС региональными центрами, управлениями по делам ГО ЧС, войсками, силами ГО.

Связь МЧС обеспечивает:

- управление подчиненными региональными центрами ГО, управлениями по делам ГО и ЧС субъектов РФ, а также соединениями и частями ГО, ПСС в повседневной деятельности и в военное время;
- передачу сигналов и информации оповещения органам управления по делам ГО и ЧС и населению России в установленные сроки;
- управление силами и средствами, выделенными для решения задач по ликвидации чрезвычайных ситуаций;

- взаимодействие с министерствами, ведомствами Российской Федерации в повседневной деятельности и при ликвидации чрезвычайных ситуаций;
- обмен данными между комплексами средств автоматизации стационарных и мобильных узлов связи;
- информационный обмен с взаимодействующими органами управления стран СНГ и международных организаций.

В каждом конкретном случае установление связи между источником и получателем сообщений определяется местом и характером чрезвычайных ситуаций, целевым назначением связи, тактико-техническими характеристиками средств связи и задачами, решаемыми РСЧС в данной ситуации. С целью систематизации разнообразных научно-практических задач в области связи (в том числе и учебных) вводятся две классификационные группировки связи:

- по виду передаваемых сообщений (виду связи);
- по среде распространения сообщений (роду связи).

Для передачи различных видов сообщений используются системы связи.

Система электросвязи, телекоммуникационная система — комплекс технических средств, обеспечивающий передачу сообщений от источника к получателю на расстояние), который включает:

- узлы связи, представляющие собой организационно-технические подразделения связи;
- линии связи;
- каналы и тракты связи.

Трактом передачи называют совокупность приборов и линий, обеспечивающих передачу сообщений между пользователями.

Канал передачи (связи) — часть тракта передачи между двумя любыми точками. В этот канал передачи не входят оконечные устройства (ОУ) (см. рис. 2.2).

Система электросвязи в целом решает две задачи:

- 1) доставка сообщений;
- 2) формирование и распознавание сообщений.

На входе и на выходе тракта передачи сообщений (см. рис. 2.3) включаются оконечные устройства, обеспечивающие преобразование сообщений в электрические сигналы и обратное преобразование. Данные устройства называются первичными преобразователями и сформированные ими сигналы также называются первичными. Например, при передаче речи первичным преобразователем является микрофон, при передаче изображения — электронно-лучевая трубка, при передаче телеграммы — передающая часть телеграфного аппарата.

Источник сообщения формирует сообщение $a(t)$, которое преобразуется в электрический сигнал $s(t)$.

В системе электросвязи происходят вторичные преобразования сигналов, и они транспортируются в форме, отличной от первоначальной. Непосредственная передача сообщений и их учет в системах связи производится по средствам техники связи, в которую входят:

- аппаратура каналообразования;
- средства коммутации каналов;
- специальная аппаратура;
- оконечные устройства.

Система связи характеризуется рядом тактико-технических показателей:

- своевременная готовность системы связи;
- устойчивость работы;
- живучесть;
- надежность;
- мобильность;
- пропускная способность;
- безопасность.

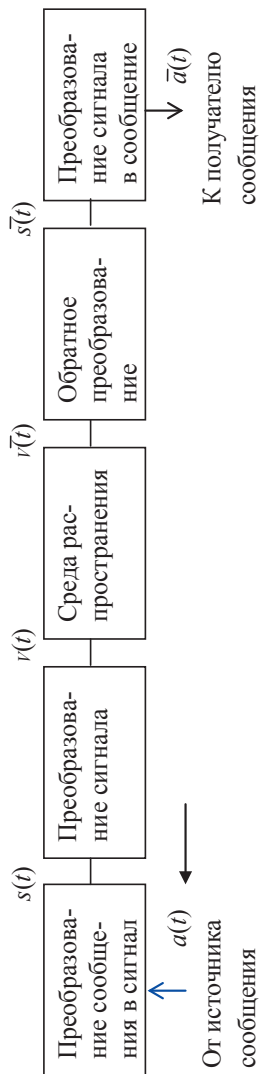


Рис. 2.2. Принцип передачи сигналов электросвязи

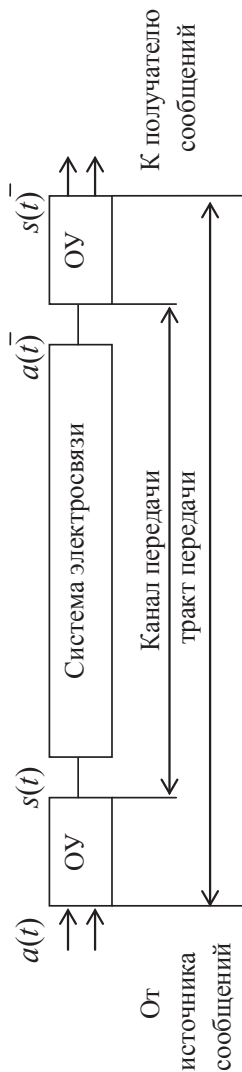


Рис. 2.3. Структурная схема системы электросвязи (телекоммуникационной связи)

Устойчивость работы — есть способность системы связи сохранять свою работоспособность при всех воздействующих факторах, определяется живучестью, помехоустойчивостью и надежностью.

Живучесть — есть свойство системы связи выполнять поставленные задачи в условиях воздействия всех средств поражения, используемых противником: огневых, радиоэлектронных средств подавления, химических, бактериологических и т. д. Живучесть в основном обеспечивается размещением систем связи (элементов системы) в специальных сооружениях и укрытиях, использование подземных и подводных линий связи, узконаправленных антенн с высокой механической прочностью, размещенных в радиопрозрачных укрытиях, и т. д.

Помехоустойчивость — является важнейшей характеристикой системы связи. Под ней понимается способность системы связи противостоять мешающему действию помех. Также способность системы связи противостоять действию преднамеренных помех, создаваемых противником, называется помехозащищенностью. Система связи должна обладать высокой помехоустойчивостью и помехозащищенностью. Из-за наличия помех, как в линии связи, так и в самой аппаратуре, сообщение на выходе приемного устройства может существенно отличаться от переданного. Помехи всегда действуют в каналах и линиях связи. Они представляют собой случайные или преднамеренные процессы различного происхождения. Помехи по месту их происхождения разделяются: на внутренние и внешние.

Внутренние помехи образуются за счет протекания различных процессов в системе связи. К ним относятся тепловой и дробовый шум, шум транзисторных переходов, помехи, вызванные взаимным влиянием каналов, и некоторые другие. К внешним помехам относятся: преднамеренные помехи, создаваемые противником; атмосферные помехи; промышленные помехи; станционные помехи от других работающих радиостанций. Действие помех приводит к искажению непрерыв-

ных сообщений и ошибочному приему дискретных сообщений. В общем случае помехи, под действием которых в передаваемых сообщениях возникают искажения, принято подразделять на два класса: аддитивные и мультипликативные. Если принимаемое колебание можно представить в виде суммы сигнала $s(t)$ и помехи $n(t)$, т. е. $(t) = s(t) + n(t)$, то помеха называется аддитивной. Аддитивные помехи по своему характеру могут быть весьма разнообразными: флюктуационными, импульсными и станционными.

Флюктуационная помеха обладает равномерным энергетическим спектром, ширина которого обычно значительно превышает спектр радиосигнала. Плотность вероятности флюктуационной помехи часто является нормальной. Эта помеха имеет место во всех реальных каналах связи. В большинстве случаев флюктуационную помеху можно трактовать как аддитивный белый гауссов шум. Наиболее характерным примером флюктуационной помехи может служить собственный шум радиоприемника. Космические шумы и некоторые виды атмосферных и промышленных помех также могут быть отнесены к флюктуационным помехам.

Импульсной помехой называется регулярная или случайная последовательность импульсов, длительность которых значительно меньше периода их следования. Импульсные помехи имеют, как правило, естественный или промышленный характер (от грозových разрядов, систем зажигания автомобилей и т. д.). К станционным или сосредоточенным по спектру относятся помехи от соседних радиостанций и различных радиотехнических устройств, а также специально создаваемые прицельные помехи. Взаимные помехи между различными радиотехническими устройствами возникают в силу ограниченности частотных ресурсов и несовершенства организаций их использования. Это особенно относится к коротковолновому диапазону, так как в нем работает огромное число радиостанций. Взаимные помехи в этом диапазоне в некоторых случаях

превышают по уровню флюктуационные помехи. Уменьшение уровня взаимных помех может быть достигнуто путем рациональной организации радиосвязи, улучшением характеристик приемно-передающих устройств и направленных антенн, а также использованием радиосигналов с минимально возможной шириной спектра. Применение таких радиосигналов позволяет сузить полосу пропускания радиоприемных устройств и тем самым уменьшить вероятность помех от других радиотехнических устройств.

При воздействии мультипликативной помехи принимаемый радиосигнал представляется в виде произведения передаваемого сигнала и помехи $u(t)$, т. е. $(t) = u(t)s(t)$. Могут быть и другие способы взаимодействия полезного сигнала с помехой. Например, $u(t)$ может входить в качестве сомножителя при представляющем или сопутствующем параметре сигнала. К мультипликативным помехам относятся замирания радиосигналов, приводящие к случайным изменениям уровня принимаемого сигнала, а также помехи вследствие прихода в точку приема нескольких сдвинутых относительно друг друга реализаций сигнала. В общем случае, на приемный сигнал воздействуют мультипликативные и аддитивные помехи. Помехоустойчивость достигается изменением различных технических устройств шумоподавления, узконаправленных антенн при использовании радиосвязи, разделением рабочих каналов по времени и частоте, организацией связи, предусматривающей существенное уменьшение влияния на каналы связи всевозможных помех, и т. д.

Надежность — свойство систем связи выполнять заданные функции, сохраняя свои эксплуатационные показатели в заданных пределах в течение промежутка времени или требуемой нагрузки. Надежность характеризуется безотказностью, ремонтопригодностью, сохраняемостью и долговечностью.

Наработка — продолжительность или объем работы средств связи, измеряемые в часах. При эксплуатации средств связи

различают наработку до первого отказа, наработку между отказами и др.

Работоспособность — состояние изделия, при котором оно способно выполнять заданные функции с параметрами, установленными требованиями технической документации. Параметры, характеризующие выполнение функций, обуславливают эксплуатационные показатели изделия.

Безотказность — свойство систем связи сохранять работоспособность в течение некоторой наработки без вынужденных перерывов. Численно безотказность оценивается вероятностью безотказной работы. Вероятность безотказной работы — есть вероятность того, что в заданном интервале времени или в пределах заданной наработки не возникнет отказ системы (средства) связи. Вероятность безотказной работы является одним из основных показателей надежности.

Долговечность — свойство изделия сохранять работоспособность до предельного состояния с необходимыми перерывами для технического обслуживания и ремонтов. Под предельным состоянием понимается такое состояние, при котором дальнейшая эксплуатация средства связи становится невозможной либо по соображениям безопасности, снижения эффективности его работы, либо вследствие неэкономичности его восстановления. Предельное состояние обычно оговаривается в технической документации. Показателями долговечности могут служить, например, ресурс, срок службы.

Ресурс — наработка средства связи до предельного состояния, оговоренного в технической документации. Различают «ресурс до первого ремонта», «межремонтный ресурс», «назначенный ресурс» и др.

Срок службы — календарная продолжительность эксплуатации средства связи до момента возникновения предельного состояния, оговоренного в технической документации, или до списания. Можно различать «срок службы до первого капитального ремонта», «срок службы между капитальными

ми ремонтами», «срок службы до списания», «средний срок службы» и др.

Отказ — событие, заключающееся в нарушении работоспособности.

Неисправность — состояние изделия, при котором оно не соответствует хотя бы одному из требований технической документации.

Ремонтопригодность — свойство средства связи, заключающееся в его приспособленности к предупреждению, обнаружению и устранению отказов и неисправностей путем проведения технического обслуживания и ремонтов.

Чем меньше затрачивается технических ресурсов и времени на предупреждение, обнаружение и устранение отказов, тем ремонтпригодность средства связи считается выше.

Сохраняемость — свойство средства связи сохранять обусловленные эксплуатационные показатели в течение и после срока хранения и транспортирования, установленного в технической документации. В качестве показателя сохраняемости обычно принимается «средний срок сохранности». Приведенные понятия надежности следует рассматривать применительно к определенным режимам и условиям эксплуатации, в том числе условиям хранения и транспортирования. Надежность систем связи обеспечивается применяемой системой эксплуатации, своевременным проведением профилактических работ в соответствии с требованиями руководящих документов, знанием и учетом особенностей эксплуатации систем связи и другими мероприятиями и подходами.

К техническим характеристикам аппаратуры связи относятся:

- готовность связи;
- мобильность связи;
- пропускная способность связи;
- безопасность связи.

Готовность связи определяется исправностью соответствующей аппаратуры, нормативным временем для установления

связи в соответствии с распоряжением по связи и характеризуется способностью системы обеспечивать своевременный переход из данного состояния в необходимое для установления связи в звеньях управления. Высокая боевая готовность достигается наличием технологических графиков (планов) перевода системы связи из исходного состояния в необходимое, организацией систематических тренировок по переводу системы связи из данного состояния в необходимое в соответствии с технологическими графиками, а также выполнением ряда других организационно-технических мероприятий.

Мобильность связи — способность связи к своевременному разворачиванию, наращиванию и изменению структуры в соответствии с обстановкой. Мобильность обеспечивается техническими характеристиками транспортных средств, на которых смонтирована система связи, стандартизацией и унификацией отдельных устройств системы связи, например передатчиков, приемников, аппаратуры уплотнения каналов и т. д.

Пропускная способность связи — максимально возможное количество информации, которое может передаваться в системе за единицу времени при определенной достоверности ее приема. Пропускная способность системы связи обеспечивается количеством каналов связи, техническими возможностями приемопередающей аппаратуры и рядом других подходов.

Безопасность — способность системы связи противостоять преднамеренному введению в систему связи ложной информации. Безопасность обеспечивается строгим соблюдением требований руководящих документов по организации и установлению связи (наличие позывных, паролей, кодов и т. д.), а также техническими возможностями приемно-передающей аппаратуры, аппаратуры засекречивания информации и т. д. Основное назначение связи — это передача и прием своевременных и достоверных сообщений, необходимых для эффективного функционирования структур (звеньев) управления РСЧС.

ГЛАВА 3

Виды и рода связи

Связь в системе МЧС предназначена для обмена информацией в системах управления региональными центрами, управлениями по делам ГО ЧС, войсками ГО, ПСС, силами и средствами, привлекаемыми для проведения АС и ДНР.

Классификация связи: связь подразделяется по виду передаваемого сообщения. Военная связь и связь МЧС подразделяют на виды:

- телефонная;
- телеграфная;
- передача данных;
- факсимильная;
- видеотелефонная;
- фельдъегерско-почтовая;
- сигнальная.

Телефонная связь — вид связи, обеспечивающей передачу речевых сообщений.

Телеграфная связь — вид связи, обеспечивающей передачу цифрового текста.

Передача данных — вид связи, целью которой является передача данных, под которыми понимаются сведения, являющиеся объектом отработки в человеко-машинных системах.

Факсимильная связь — вид связи, обеспечивающей передачу и воспроизведение на расстояние неподвижных изображений (текстов, рисунков, фотографий).

Видеотелефонная связь — вид связи, в которой передача речевых сообщений сопровождается видеоизображением источника информации, например человека.

Фельдъегерско-почтовая связь — предназначена для приема, обработки, направления и доставки всех секретных и почтовых отправок, поступающих в адрес органов управления, воинских частей и исходящих от них.

Сигнальная связь — предназначена для передачи коротких команд и донесений, сигналов вызова, оповещения, взаимного опознавания. Среди этих видов связи наиболее распространенной является телефонная связь, на которую до последнего времени приходилось около 50 % загрузки средств электросвязи. На телеграфную связь приходилось около 45 % и факсимильную связь около 5 % загрузки. В последнее время, ввиду развития процесса автоматизации управления, роль видов связи несколько меняется. Из телефонной связи выделился новый вид связи — передача данных. Это привело к существенному уменьшению роли телеграфной связи и в некоторой степени телефонной. Этот процесс изменения роли видов связи идет и в настоящее время.

Род военной электросвязи — классификационная группировка военной связи, выделенная по среде распространения сигналов или применяемыми средствами.

Военную связь и связь в интересах РСЧС подразделяют на рода:

- радиосвязь (прямой видимости, ионосферная, тропосферная, космическая, радиорелейная);
- проводная связь;
- оптоэлектронная связь;
- гидроакустическая связь;
- связь подвижными средствами;
- сигнальная связь.

Радиосвязь прямой видимости — род связи, использующей ультракоротковолновый диапазон волн (УКВ) в преде-

лах прямой видимости. Данный род связи широко применяется в задачах установления связи при выполнении мероприятий по ликвидации чрезвычайных ситуаций. Дальность установления радиосвязи зависит от высоты подъема антенн передающей и приемной радиостанций.

Тропосферная связь — род связи, использующей дальнее тропосферное распространение ультракоротких волн. Этот род связи широко применяется для увеличения дальности между соседними радиостанциями в радиорелейных линиях связи.

Космическая радиосвязь — род связи, использующей УКВ диапазон волн для передачи информационных сигналов с земных станций в сторону космических аппаратов и ретрансляции их земными станциями, находящимися в зоне видимости космического аппарата. Космическая радиосвязь является наиболее перспективной глобальной связью с огромными возможностями изменения решения задач по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций в различных регионах земного шара, особенно труднодоступных.

Проводная связь — род связи, использующей для передачи информационного сигнала электромагнитное поле, распространяющееся вдоль непрерывных проводных линий связи от источника к получателю сообщений.

Оптоэлектронная связь — род связи, использующей для передачи информационного сообщения частоты оптического диапазона, распространяющиеся как в открытом пространстве (воздушном и космическом), так и по оптическим волокнам (световодной системе).

Гидроакустическая связь — род связи, в которой передача информационного сообщения осуществляется ультразвуком, распространяющимся в водной среде. Наглядным прибором такого рода получения информации является эхолот.

Сигнальная связь — род связи, в которой информационное сообщение может быть передано путем сигналов различной физической природы (электрические, механические, свето-

вые и др.), распространяющихся в физической среде, соответствующей природе источника сигнала. Сообщения могут быть приняты органами обоняния человека (животного) так и специальными техническими средствами. Примером сигнальной связи могут служить различного рода электросирены, церковные колокола, ракеты различного огня и др. маяки. Выбор рода связи или их совокупности в РСЧС определяется содержанием и условиями решения практических задач по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций. Передача различных видов сообщений (связи) по выбранному роду связи или их сочетанию производится по построенным системам связи.

Подсистема связи РСЧС — это часть системы управления региональными центрами, управлениями по делам ГОЧС, ПСС, войсками и силами ГО, представляющими собой совокупность взаимоувязанных и согласованных по задачам, месту и времени действий узлов и линий связи различного назначения, развертываемых по единому плану для решения задач обеспечения управления войсками, силами.

Стационарная система связи — это система связи, построенная на базе стационарных узлов и линий связи.

Полевая система связи — это система связи, развернутая на базе полевых узлов и линий связи.

Опорная сеть связи — это часть системы связи, состоящая из опорных узлов связи, соединяющих их линии связи, и служащая основой для обеспечения связи в одной или нескольких системах управления. Эта сеть предназначена для образования первичных каналов связи, групповых трактов, каналов различных видов связи и распределения их между узлами связи пунктов управления учреждениями, соединениями и частями.

Направление связи — это совокупность линий и узлов связи, обеспечивающих связь между двумя пунктами управления (абонентами военной связи).

Ось связи — это совокупность линий и узлов связи, развернутых в направлении перемещения пунктов управления.

Рокада связи — это совокупность линий и узлов связи, развернутых вдоль линий фронта и соединяющих опорные узлы связи разных осей или направлений связи.

Узел связи — это элемент системы связи, представляющий собой организационно-техническое объединение сил, средств связи и средств автоматизированного управления, обеспечивающее образование, переключение и коммутацию каналов и сообщений, засекречивание информации в каналах и трактах первичной и вторичных сетях связи.

Узел связи ПУ — это узел связи, являющийся частью пункта управления и предназначенный для обеспечения обмена информацией с другими пунктами управления и обеспечения внутренней связи на пункте управления.

Опорный узел связи — это узел связи, развернутый на пересечении осей и рокад связи и предназначенный для распределения каналов и потоков сообщений и привязки к нему узлов связи пунктов управления и вспомогательных узлов связи.

Вспомогательный узел связи — это узел связи, предназначенный для обеспечения связи с соединениями частей и учреждениями, действующими на значительном расстоянии от узлов связи пунктов управления объединения или опорных узлов связи.

Подвижный узел связи — это узел связи, смонтированный на транспортных средствах или в контейнерах.

Примечание: Подвижный узел связи может быть смонтирован на автомобилях, бронированных боевых машинах, летательных аппаратах, кораблях, поездах или перевозиться ими. Организационно—техническое построение узла определяется назначением узла связи. В зависимости от характера выполняемых задач, организационно-штатной структуры, принятой системы управления связи силы и средства, АСУ организационно и технически объединяются в элементы узла связи. Имеется также понятие автоматизированной системы связи, в которой процессы передачи сообщений, а также управления

связью автоматизированы. Таким образом, общую структурную схему любой системы связи можно представить в виде, где показано прохождение сообщения от источника до получателя в одну сторону. Из рис. 2.2 следует, что посредством передачи сообщений $a(t)$ преобразуется в сигнал $s(t)$, который затем передается по линии связи.

Линией связи называется среда распространения электромагнитных волн, используемая для передачи сигналов от передатчика (П) к приемнику (Пр.). В радиосвязи этой средой является область пространства; в системах электрической связи это провода, кабели или волноводы. На выходе линий связи из-за воздействия шумов, помех и искажений сигнал $s(t)$ будет отличаться от передаваемого сигнала $v(t)$. Приемник преобразует $s^*(t)$ в сообщение $a^*(t)$, которое направляется к получателю. Вследствие шумов и помех, а также из-за неизбежных искажений при преобразовании принятое сообщение $a(t)$ будет несколько отличаться от переданного $a^*(t)$.

Передатчик, линия связи и приемник образуют канал связи. При создании и совершенствовании каналов связи всегда стремятся выбрать такие параметры канала (мощность передатчика, вид модуляции, метод приема, обработка сигнала и др.), при которых $a(t)$ и $a^*(t)$ будут иметь возможно меньшие отличия. Источник сообщений, передатчик (П), линии связи, приемник (Пр.) и получатель образуют систему связи (см. рис. 2.3). При решении задач по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций РСЧС используются различные системы связи, которые условно могут быть классифицированы по следующим признакам:

- по диапазону используемых электромагнитных частот;
- по виду связи;
- по роду связи;
- по виду передаваемых (принимаемых) сигналов;
- по значению базы сигнала;
- по количеству одновременно передаваемых сообщений;

- по направлению обмена сообщениями;
- по порядку обмена сообщениями;
- по способам защиты информации;
- по степени автоматизации систем связи;
- по принадлежности систем связи.

В системах радиосвязи прямой видимости радиосвязь осуществляется на расстоянии прямой видимости между передающей и приемной антеннами. В системах тропосферной радиосвязи используется рассеяние и отражение радиоволн в нижней области тропосферы.

Системами ионосферной радиосвязи называют системы, использующие отражение радиоволн от ионосферы или их рассеяние на неоднородностях ионосферы. В системах космической радиосвязи используется ретрансляция радиосигналов через один или несколько спутников Земли.

К системам радиорелейной связи относятся системы радиосвязи, использующие ретрансляцию радиосигналов на дециметровых и более коротких радиоволнах. Для организации связи в управлении РСЧС могут найти широкое применение оптические системы связи, использующие оптический диапазон волн (3–0,3 мкм, 14–15 Гц).

При выполнении спасательных работ в различных физических средах (подводные, подземные, телеметрический контроль и др.) могут быть использованы для организации и получения информации и другие диапазоны электромагнитных волн, например, ультразвуковой, инфракрасный, ультрафиолетовый и др.

Телефонная связь является наиболее оперативной и распространенной, что обуславливает широкое ее применение во всех звеньях управления РСЧС.

Системы телеграфной связи обеспечивают передачу буквенно-цифровых текстов. Телеграфная связь осуществляется с использованием буквопечатающих телеграфных аппаратов, применение которых позволяет существенно повысить скорость

информационного обмена. Системы телевизионной связи применяются для централизованной передачи информационных сообщений от главного звена управления МЧС к нижестоящим звеньям управления штабов ГОЧС. Системы факсимильной связи обеспечивают передачу неподвижных изображений. Связь по каналам передачи данных (телекодированная радиосвязь) применяется в автоматизированных системах управления для передачи данных сведений, являющихся объектом обработки в информационных человеко-машинных системах. По каналам передачи данных могут передаваться различные стандартные команды, буквенно-цифровой текст.

Следует отметить, что современные средства связи, как правило, обеспечивают возможность передачи сообщений нескольких видов. Например, многие типы радиостанций обеспечивают передачу и прием сообщений речевых, телеграфных и различных данных.

По виду сигналов все системы связи делятся на три группы:

- системы передачи аналоговых сигналов (аналоговые системы связи);
- системы передачи цифровых сигналов (цифровые системы связи);
- системы передачи импульсных сигналов (импульсные системы связи).

В зависимости от значения базы сигнала различают широкополосные и узкополосные системы связи. Базой сигнала называется отношение ширины спектра модулированного сигнала к ширине спектра модулирующего сигнала. Широкополосной называется система связи, в которой используются сигналы с базой существенно больше единицы. В узкополосных системах связи используются сигналы, базы которых примерно равны единице. По количеству одновременно передаваемых сообщений системы связи делятся на одноканальные и многоканальные. Многоканальные системы связи в свою очередь подразделяются по методам разделения каналов связи. Наибо-

лее распространены системы связи с частотным, временным и фазовым методами разделения каналов связи. По направлению обмена сообщениями системы связи делятся на односторонние и двусторонние. В системе односторонней связи одно из средств связи осуществляет только передачу, а другое или другие — только прием. В системе двусторонней связи средства связи осуществляют передачу и прием. По порядку обмена сообщениями различают симплексные, дуплексные и полудуплексные системы связи.

Симплексной называется двусторонняя связь, при которой передача и прием на каждом средстве связи осуществляется поочередно. Когда один из корреспондентов ведет передачу, другой в этот момент должен работать на прием.

К системам дуплексной связи относятся системы двусторонней связи, в которой передача осуществляется одновременно с приемом.

Дуплексная связь является наиболее оперативной, поскольку при ней информация передается и принимается в двух направлениях и имеется возможность прервать передачу корреспондента для уточнения или изменения содержания передаваемой информации. Дуплексная связь, как правило, обеспечивается работой передатчика и приемника на различных частотах связи, т. е. частотным разносом. Этой же цели можно достигнуть пространственным разносом передатчика и приемника.

Системы полудуплексной связи относятся к симплексным системам, в которых предусматривается автоматический переход с передачи на прием и возможность переспроса корреспондента.

По способам защиты передаваемой информации различают системы открытой и системы закрытой (засекреченной) связи. В системах с засекречиванием сообщений сам факт передачи не скрывается, и противник может перехватить передаваемые сигналы. Однако путем специального кодирования (шифрова-

ния) сигналам придается структура, затрудняющая расшифровку (раскрытия содержания) сообщений.

По степени автоматизации обмена информацией различают системы связи: неавтоматизированные, автоматизированные и автоматические. В неавтоматизированных системах связи управление средствами связи и обмен телеграфными сообщениями осуществляют специальные операторы путем ручного телеграфирования и слухового приема. В автоматизированных системах связи вручную осуществляется только ввод информации, операции по ее кодированию, передаче, приему и отображению выполняются автоматически, без участия операторов. В автоматических системах связи процесс обмена сообщениями происходит между различными автоматическими устройствами и ЭВМ без участия операторов. Такие системы связи могут использоваться при передаче различного рода телеметрической информации при выполнении мониторинга окружающей среды, опасных для жизнедеятельности природных явлений, объектов народного хозяйства и т. п. По принадлежности системы связи подразделяются на государственные (федеральные), ведомственные, международные и т. п. Предлагаемая классификация не является исчерпывающей и не учитывает ряд тактических признаков, положенных в основу организации связи. Например, могут быть построены полевые системы связи целевого предназначения.

3.1. Общие понятия сетей связи

Связь между корреспондентами организуется в определенных сетях и направлениях связи. Сеть электросвязи (телекоммуникационная сеть) — совокупность линий (каналов) связи коммутационных станций, оконечных устройств на определенной территории, обеспечивающих передачу и распределение сообщений (рис. 3.1).

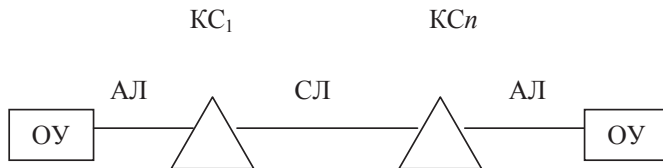


Рис. 3.1. Обобщенная структурная схема сети электросвязи:

КС₁ — коммутационная станция; АЛ — абонентская линия;

СЛ — соединительная линия

На входе и на выходе сети связи включаются оконечные устройства, обеспечивающие преобразование сообщений в электрические сигналы и обратное преобразование. Оконечные устройства соединяются с коммутационной станцией абонентскими линиями. Коммутационные станции между собой связаны соединительными линиями. По составам средств связи и характеру решаемых задач сети связи подразделяются на первичные, вторичные и опорные. Имеется также понятие направления связи.

Первичная сеть связи — представляет собой часть системы связи, включающей линии связи и устройства их переключения на узлах связи и образующей сеть типовых каналов передачи и групповых трактов. В зависимости от охватываемой территории обслуживания первичная сеть может быть местной, зоновой и магистральной.

Местная первичная сеть — представляет собой часть первичной сети, ограниченной территорией города или сельского района. Таким образом, местная сеть включает сельскую связь и городскую (районную) связь.

Зоновая первичная сеть — совокупность внутризоновой первичной и местных первичных сетей одной зоны. Она обеспечивает соединение между собой типовых групповых трактов и типовых каналов передачи разных местных первичных сетей данной зоны, обычно совпадающей с административными границами области. Зоновая сеть организуется в пределах

одной-двух областей (или республик, краев). Она включает в себя внутризоновые линии связи, соединяющие областной (республиканский, краевой) центр с районами.

Магистральная первичная сеть является составной частью первичной сети, соединяющей между собой типовые групповые тракты, а также типовые каналы передачи внутризоновых первичных сетей на всей территории страны. Магистральная сеть соединяет главный узел связи (ГУС) с узлами связи зон (областей, республик, краев), а также узлов связи между собой.

Вторичная сеть связи — часть системы связи, включающей каналы связи, созданные на базе каналов первичной сети, и предназначенной для передачи и приема сообщений одного вида связи. Вторичная сеть состоит из каналов одного назначения (телефонных, телеграфных, вещания, передачи данных, телевидения и др.), образуемых на базе первичной сети. Вторичная сеть включает коммутационные узлы, оконечные пункты и каналы, выделенные на первичной сети. Средство связи — это техническое средство, осуществляющее передачу, обработку и прием сообщений в системе связи.

Комплекс средств связи — это совокупность организационно, функционально и конструктивно взаимосвязанных средств связи.

Каналообразующее средство связи — это средство связи, предназначенное для образования типовых каналов передачи и групповых трактов первичной сети связи.

Канал НЧ — это совокупность технических средств, обеспечивающих передачу сигналов в тональном (разговорном) спектре частот без их преобразования.

Канал ТЧ — это совокупность технических средств, обеспечивающих передачу сигналов с эффективно передаваемой полосой частот 0,3...3,4 кГц. Для образования каналов ТЧ используется аппаратура каналообразования.

Цифровой канал — канал электросвязи, обеспечивающий передачу цифровых сигналов с определенной скоростью.

Простой канал — канал, имеющий в своем составе канало-образующее оборудование или цифровые системы передачи только на его входе и выходе.

Составной канал — канал, образованный путем транзитного соединения нескольких простых каналов.

Коммутационное средство — средство связи, предназначенное для коммутации каналов сообщений или пакетов.

Специальное средство связи — предназначено для выполнения специальных функций обработки с целью засекречивания, повышения достоверности, управления связью, обеспечения безопасности или оповещения.

Оконечное средство связи — предназначено для передачи и приема сообщений и преобразований их к удобному для восприятия виду.

Средство обеспечения связи — предназначено для электро-снабжения или технического обслуживания, или восстановления и ремонта средств связи, механизации работ при их развертывании и эксплуатации. При построении сети связи исходят из задачи сделать ее экономичной и надежной. Надежность обеспечивается созданием разветвленной сети и применением различных типов линий связи и прокладки их на различных направлениях. На этих линиях организуется требуемое количество каналов с обходными, резервными путями. Необходимо, чтобы каждый узел связи имел требуемое количество обходных независимых путей к другим узлам.

Существенным требованием являются экономичность сети и возможность ее построения в наиболее короткие сроки. Возможно несколько вариантов построения сети связи:

- непосредственное соединение каждого пункта;
- узловое;
- радиальное и радиально-узловое.

Непосредственное соединение каждого пункта наиболее надежно, в технико-экономическом отношении невыгодно. Неэкономична и узловая система. Радиальная система наибо-

лее дешевая, но она не имеет никаких путей резервирования и не обеспечивает непрерывности связи. Наилучшие результаты дает сочетание радиальной и узловой систем. Такая система позволяет создать разветвленную, устойчивую и в то же время довольно экономичную сеть связи.

Радиально-узловая система характеризуется тем, что одноименные узлы связи соединяются линиями не только с нижестоящими узлами, но и между собой. Радиально-узловое построение сети обеспечивает необходимые связи по кратчайшим направлениям и позволяет получать два—три независимых выхода к любому узлу связи. По такой системе организуются прямые связи в обход главных узлов между взаимно тяготеющими крупными промышленно-экономическими районами страны, внутри экономических районов и т. д. Радиально-узловая схема обладает значительной гибкостью, маневренностью, обеспечивающими бесперебойность связи за счет обходных направлений при повреждениях на любом участке. К радиально-узловым схемам относятся современные транкинговые и сотовые сети связи. Базовым понятием является опорная сеть связи, представляющая собой часть системы связи, включающей опорные узлы и соединяющие их линии, и каналы, обеспечивающие связь в одной или нескольких системах управления. Совокупность линий и узлов, обеспечивающих связь между двумя узлами связи пунктов управления, называется направлением связи. Таким образом, составными элементами при построении сетей связи являются узлы связи и линии связи.

3.2. Основные характеристики связи

Связь устанавливается посредством определенных правил, которые включают соблюдение определенных требований по планированию и организации связи, а также по управлению связью. Для оценки практических возможностей систем

связи по предназначению применяются следующие характеристики: характеристики качества связи, характеристики устойчивости систем связи, тактико-технические характеристики. Качество связи характеризуется своевременностью, достоверностью и скрытностью связи. Своевременность характеризует способность связи передавать сообщения определенной длины с запаздыванием, не превышающим заданное. Это означает, что связь способна обеспечить передачу и доставку сообщений или ведение переговоров в заданное время, обусловленное оперативно-тактической обстановкой. Достоверность связи характеризуется максимальным значением вероятности ошибочного приема знака (например, 10) при заданной максимальной вероятности ошибочного приема бита, что обеспечивает воспроизведение передаваемых сообщений в пунктах приема с заданной точностью.

Скрытность связи — есть способность связи противостоять раскрытию противником содержания передаваемой информации, факта, места ее передачи и принадлежности объекта передачи. В настоящее время определены три основных направления мероприятий по обеспечению скрытности связи:

- организационные;
- технические;
- программные.

Организационные — предполагают строгое соблюдение правил установления связи в соответствии с требованиями руководящих документов по планированию и организации связи.

Технические — предусматривают применение в системах связи аппаратуры засекречивания, экранирование помещений, оборудованных приемо-передающей аппаратурой, применение в необходимых случаях шумовых генераторов и т. п.

Программные меры защиты систем связи в основном применяются в случаях передачи (приема) информации посредством использования ЭВМ. Они предусматривают исключение возможности несанкционированного доступа к информации, на-

ходящейся в памяти ЭВМ, исключение возможности проникновения в сети связи различного рода вирусов, разрушающих программное обеспечение функционирования ЭВМ и т. п. Рассмотренные характеристики связи определяются и закладываются в процессе проектирования и производства систем связи и поддерживаются на должном уровне при их эксплуатации. Чрезвычайные ситуации можно предотвратить или существенно снизить их негативные последствия, если получаемая информация о месте и времени их возникновения будет своевременной и достоверной. В условиях РСЧС своевременность и достоверность получаемой информации в основном обеспечивается:

- своевременной и устойчивой организацией связи и оповещения в соответствии с требованиями руководящих документов и с учетом местных условий решения практических задач по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций;
- функциональными возможностями и наиболее эффективными методами и способами практического использования систем связи и оповещения;
- применением организационных, технических и программных методов и способов защиты информации в сетях связи и оповещения;
- надежным функционированием систем связи и оповещения в процессе выполнения практических задач по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций. И, наконец, следует особо заметить, что установление устойчивой связи, передача и прием своевременной и достоверной информации при решении практических задач по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций, в конечном счете, определяются:
- во-первых, конкретными знаниями места и роли систем связи и оповещения в РСЧС практически всеми должностными лицами управлений по делам ГО и ЧС, а также руководителями и сотрудниками подразделений гражд-

данской защиты других ведомств и объектов народного хозяйства;

- во-вторых, высокой квалификацией специалистов подразделений связи и оповещения, отвечающих за организацию связи и оповещения и обеспечивающих требуемую эффективность их функционирования на всех этапах практической работы и во всех звеньях прохождения информации от момента ее передачи до момента приема и документирования. Таким образом, возникает практическая необходимость формирования профессиональных знаний по системам связи и оповещения у сотрудников штабов ГОЧС, а также подразделений гражданской защиты других ведомств и объектов народного хозяйства в объеме их функциональных обязанностей.

ГЛАВА 4

Особенности распространения радиоволн в атмосфере. Общее устройство радиостанций

Волны, длина которых превышает 10000 м, называются сверхдлинными. На практике они применяются довольно редко из-за большой длины антенных систем. Распространяются вдоль поверхности Земли. Применяются для связи с подводными лодками в подводном положении. Волны, длина которых превышает 1000 м, называются длинными или километровыми. Пространственного распространения не имеют. Земными волнами радиосвязь может осуществляться до 20000 км. На средних волнах от 100 до 1000 м поглощение земного луча возрастает и связь с его помощью может осуществляться только на сравнительно небольшие расстояния 500...700 км, однако на верхнем участке диапазона начинает проявляться достаточно интенсивный, отраженный от ионосферы пространственный луч, за счет которого дальность связи может достигать нескольких тысяч километров. На волнах коротковолнового диапазона, к которому относятся волны с длиной волны от 10 до 100 см и частотами от 3 до 30 МГц, называемых короткими волнами, поглощение в земле становится настолько большим, что практически связь на расстоянии нескольких десятков километров земной волной становится невозможной, зато поглощение пространственного луча в ионосфере резко уменьшается, а связь может осуществляться

на огромные расстояния с помощью волн, отраженных от ионосферы. Более короткие волны, которые получили название ультракоротких (УКВ) радиоволн, проходят сквозь ионосферу, обычно не испытывая отражения. По мере укорочения волны свойства радиоволн все более и более приближаются к свойствам световых волн. Ультракороткие волны почти не обладают способностью огибать земную поверхность, поэтому связь на них осуществляется только в пределах зоны прямой видимости. Кроме того, при распространении УКВ радиоволн имеет место явление дифракции и рефракции радиоволн.

Дифракцией радиоволн называется явление, возникающее при встрече радиоволн с препятствием, когда они огибают препятствия и проникают в область тени, отклоняясь от прямолинейного пути. Распространению УКВ радиоволн за пределы прямой видимости также способствует явление, называемое нормальной тропосферной рефракцией — преломлением. Показатель преломления зависит от давления и температуры воздуха, которые убывают с увеличением высоты. Это, конечно, снижает возможности использования УКВ, но, с другой стороны, благодаря этому исключаются взаимные помехи радиостанций, расположенных на расстояниях более десятков километров. Атмосферные помехи и промышленные помехи практически отсутствуют в пределах этого диапазона. Диапазон УКВ обычно разделяют на диапазоны метровых от 1 до 10 м, дециметровых от 10 см до 100 см, и сантиметровых от 10 до 1 см волн.

Для преобразования колебаний электромагнитного поля в электрические сигналы применяется устройство, называемое антенной. Слово «антенна» пришло к нам из греческого языка. Греки называли антеннами щупальца или усики насекомых. Приемная антенна — это те же щупальца, которыми они захватывают из пространства энергию радиоволн. Антенной называется устройство, предназначенное для излучения и приема радиоволн. Антенна преобразует энергию высокочастотных электромагнитных колебаний, сосредоточенную на вы-

ходе радиопередатчика, в энергию излучаемых радиоволн или, наоборот, энергию принимаемых радиоволн в энергию высокочастотных электромагнитных колебаний во входных цепях радиоприемников. Проводник, преобразующий энергию приемной ЭДС в энергию электромагнитных волн (колебаний), называется передающей антенной. Скорость распространения электромагнитных волн в воздухе близка к скорости света в вакууме и равняется 300 000 км/с. Колебание электронов в антенне создается периодически меняющейся ЭДС с периодом (T). За это время, равное одному периоду колебаний контура, максимум излучения повторится, а предыдущий за это время успевает уйти на расстояние с периодом (T). Минимальное расстояние между двумя точками в пространстве, поле в котором имеет одинаковое значение, называется длиной волны.

За единицу измерения колебаний принята единица, названная в честь Генриха Герца — герц.

1 Гц — 1 колебание в секунду

1 кГц = 1000 колебаний в секунду = 1000 Гц

1 МГц = 100 кГц = 1000 000 Гц.

При создании антенных устройств решается задача получения возможно большего излучения. Для этого можно использовать те же длинные линии, можно раздвинуть провода на некоторый угол, в результате чего их поля не будут компенсировать друг друга. Для того чтобы характеризовать излучения антенны на различных направлениях, строят диаграммы направленности. Диаграммы направленности представляют собой графики, характеризующие в относительных единицах интенсивность излучения антенны по различным направлениям, лежащим в той или иной плоскости. Обычно приводятся диаграммы для двух плоскостей — вертикальной и горизонтальной.

Направленность излучения антенных устройств обычно желательна. За редким исключением абсолютно направленное излучение не только не нужно, но и не выгодно, так как всегда существуют направления, по которым излучать энергию не имеет

смысла, и, наоборот, есть направления, по которым желательно создавать максимально интенсивное излучение. Предположим, что приемник принимает сигналы от передатчика, работающего абсолютно ненаправленной антенной, излучающей энергию равномерно по всем направлениям. Если заменить эту антенну направленной и направить максимум излучения в сторону приемника, то при той же мощности излучения громкость приема возрастет. В этом случае замена ненаправленной антенны на направленную эквивалентна увеличению мощности передатчика. Сделанные выводы относятся и к приемным антеннам. Так, если при передаче антенна дает максимальное излучение электромагнитных волн в некотором направлении, то при работе этой же антенны в качестве приемной приходящие в это направление радиоволны будут наводить наибольшие токи в антенне, чем волны, приходящие с тех направлений, куда антенна не излучает. Иными словами, направленные свойства антенны при переходе с передачи на прием не меняются. Все сказанное справедливо только в том случае, когда земля представляет собой идеальный проводник. Когда же земля обладает плохими проводящими свойствами, поле излучения вибратора меняется. Кроме того, увеличение активного сопротивления земли приводит к возрастанию потерь во всей излучающей системе, состоящей из антенны и земли, уменьшению излучаемой мощности и КПД антенны.

Особенно большое значение имеет сопротивление земли вблизи основания антенны, куда стекаются все токи, наведенные антенной в земле. Для улучшения проводимости этого участка применяют металлизацию земли; закапывают в землю металлические листы. Провода изменяют химический состав почвы, пропитывая ее различными солями. Часто заземление заменяют системой проводов не зарытых, а приподнятых над землей, называемых противовесом. Протекание переменного тока по проводу прямолинейной антенны создает в окружающем пространстве электрическое поле, векторы которого па-

параллельны проводу антенны. Это означает, что электрический заряд, помещенный в это поле под его действием, движется параллельно проводу антенны. Такое поле принято считать поляризованным или полем поляризованных волн.

Вопрос о поляризации имеет в радиотехнике существенную роль. Если в поле вертикально поляризованных волн поместить горизонтальную приемную антенну, то никаких токов в ней наводиться не будет. Поляризация определяется вектором электрического поля, который обозначается буквой (E). Векторы электрического поля (E) и магнитного (H) взаимно перпендикулярны. Радиоволны, применяемые в радиосвязи, имеют в основном вертикальную поляризацию, поэтому их антенны всегда лучше располагать вертикально в отличие от телевизионных антенн, которые имеют горизонтальную поляризацию и располагаются горизонтально.

4.1. Система УКВ связи, система тропосферной связи. РРС назначение, структура, основные характеристики

Система УКВ радиосвязи — род электросвязи, использующей ультракоротковолновый диапазон волн (УКВ) в пределах прямой видимости. Данный род связи широко применяется в задачах установления связи, при выполнении мероприятий по ликвидации чрезвычайных ситуаций из-за максимальной простоты организации, а также минимальным количеством средств, привлекаемых для ее обеспечения, и достаточно высокого качества каналов связи. Недостатком является то, что дальность установления радиосвязи зависит от высоты подъема антенн передающей и приемной радиостанций и условий распространения радиоволн по свойствам, приближающимся к световым, — рефракция, дифракция, интерференция, проявлением экранирующих свойств местных предметов и складок

местности. Радиорелейные средства связи применяются для обеспечения связи между ПУ путем строительства радиорелейных линий связи, с размещением станций между собой в пределах прямой видимости на расстояниях 30...40 км. Радиорелейные средства имеются на вооружении подразделений связи для обеспечения связи до тактического звена управления и способны обеспечивать высококачественную связь, практически мало зависящую от времени года и суток, состояния погоды и атмосферных помех. Однако эти средства имеют и ряд недостатков, а именно: ограниченную дальность связи и ее зависимость от рельефа местности; невозможность, как правило, обеспечивать работу в движении; громоздкость антенных устройств и их уязвимость от оружия противника; возможность перехвата информации, передаваемой с использованием этих средств, противником и радиоподавления радиорелейных линий. Средства радиорелейной связи могут быть стационарными и подвижными и классифицируются по количеству образованных с их помощью каналов связи на малоканальные (до 6) и многоканальные станции. Тропосферные средства связи применяются для обеспечения связи непосредственно между пунктами управления или для строительства линий связи большой протяженности в оперативно-тактическом звене управления и выше. Станции на линии размещаются на расстояниях от 80 до 150 км. Эти средства обладают теми же положительными свойствами, что и радиорелейные средства. Тропосферные станции бывают стационарные и подвижные, малоканальные и многоканальные.

4.2. Подвижные системы радиосвязи

На всех этапах развития культуры росли требования к объемам и темпам обмена информацией, а следовательно, и к средствам связи. Современный человек нуждается в активной связи с множеством людей: родственников, друзей сотрудников, ру-

ководителей и подчиненных. В не столь уж далеком прошлом процессы сигнализации и обмена сообщениями оставались трудоемкими и ограниченными. Динамичность современного общества вместе с новейшими техническими средствами требовала и сделала возможным относительно быстрый прогресс этой отрасли. Примерно двести лет назад в результате научных поисков, открытий и изобретений в мире зародилась и с нарастающим ускорением начала развиваться техника связи, электросвязь по проводам. Около ста лет назад оказалось, что можно обходиться и без проводов, передавая сигналы при помощи электромагнитных волн непосредственно через пространство, «по радио». В канун третьего тысячелетия текущей эры сохраняются и совершенствуются оба вида электросвязи. Естественно спросить: должна ли сохраняться эта двойственность техники связи в будущем?

Необходимые в первом случае проводные линии всех видов, включая подземные и подводные кабели и волноводы на всем расстоянии от пункта передачи каждого сообщения до пункта его получения адресатом, образуют вместе со многими типами вспомогательного и промежуточного оборудования очень сложный и дорогостоящий комплекс сооружений; особенно при расстояниях в сотни и тысячи километров. Непосредственная беспроводная передача во втором случае может при поверхностном рассмотрении представляться настолько весомым преимуществом, что возникает вопрос о целесообразности полного перехода от проводной электросвязи к радио.

Дополнительным и крайне важным аргументом в пользу полного перехода к радиосвязи может быть то обстоятельство, что с исключением проводных линий и относящегося к ним сложного стационарного оборудования отпадает и требование неподвижности пунктов передачи и приема; связь между источником и получателем сообщений оказывается принципиально возможной в любом месте, причем не только в покое, но и в движении. С созданием телеграфа максимальное время

передачи и доставки текстовых сообщений от человека к человеку на любом расстоянии сократилось до нескольких часов. Телефон открыл возможность почти мгновенной речевой связи. Изобретение этих технических средств стало самым ярким достижением XIX столетия. Единственным, но существенным ограничением осталась необходимость для каждого из переговаривающихся абонентов находиться около аппаратов, соединенных проводной телефонной сетью. Принципиальная возможность преодолеть это ограничение появилась только с созданием радиосвязи, которая была реализована первоначально на флоте в начале XX в. Корабли получили возможность связываться через береговые радиостанции с любыми населенными пунктами на континентах, а в чрезвычайных ситуациях передавать сигнал бедствия. Имеется немало и других подобных и столь же очевидных аргументов в пользу преимущественного перехода к беспроводной связи, к радио.

В действительности как проводная связь, так и радиосвязь, обладают присущими им особенностями, которые делают выбор одного из этих средств далеко не простым и не однозначным. Несомненно, что исключение направляющих проводных линий при использовании радиоволн может радикально упростить и удешевить технические средства. Однако это сопряжено с тем, что волны распространяются без ограничений не только к желательному пункту приема, но и в любые участки более или менее значительной территории, на которую эти волны попадают. Следовательно, и прием передаваемых сообщений становится возможным на всей этой территории.

Такая возможность дает весьма важное преимущество, когда эти сообщения предназначаются не конкретному получателю, а адресуются всем желающим и нуждающимся, это — область радиовещания. Но такая возможность оборачивается совершенно недопустимым недостатком при радиосвязи между двумя определенными пунктами или пользователями потому, что делает возможным несанкционированный прием,

«радиоперехват», передаваемых сообщений посторонними лицами. Некоторое уменьшение вероятности радиоперехвата, хотя и не предотвращение его, возможно при узкой концентрации излучения радиоволн в направлении желательного получателя, но при этом требуется значительное усложнение конструкции, а следовательно, и стоимости, излучающих устройств — антенн. В числе эффективных путей защиты радиосвязи от перехвата применяется «засекречивание» сообщений посредством кодирования, что также сопряжено с усложнением как оборудования, так и процесса связи в целом. Еще одна из наиболее важных особенностей радиосвязи, неизбежно ограничивающих возможности ее применения, вытекает из основного принципа различения радиосигналов, передаваемых и принимаемых многими взаимно независимыми пользователями. Каждый знает, что радиоприемник может принимать передачи разных станций благодаря тому, что эти станции излучают волны разной длины. Настраивая приемник на определенную длину волны, мы получаем возможность принимать сигналы желательной радиостанции. В то же время эти длины волн не должны быть слишком близки друг к другу, иначе приему сигналов одной радиостанции будут мешать сигналы других «соседних» по длине волны станций. При достаточной разности длин волн, а соответственно и частот излучаемых радиосигналов, приемник способен их различать, осуществляя то, что называется частотной или, что по сути то же самое, волновой селекцией.

Из сказанного следует, что частота или длина волны, при которых могут передаваться сообщения от одного пользователя к другому, оказывается, по сути, путем для осуществления связи, подобно соединительной линии в проводной электросвязи. Иначе говоря, выделенная и используемая для радиосвязи между конкретными пользователями частота радиоволн и соответствующая длина волны может с достаточным основанием называться частотным или волновым каналом радиосвязи. Если в проводной связи число каналов, в конечном счете, сво-

дится к числу проложенных от места передачи к месту приема проводных линий, то в радиосвязи оно определяется числом выделенных для связи частотных и соответствующих волновых каналов. Отмеченное различие сопряжено с существенной особенностью развития этих двух видов связи. Количество проводных линий, которые можно, например, закопать глубоко в землю, представляется практически сколь угодно большим. В то же время число каналов радиосвязи ограничено. Хотя в номенклатуре диапазонов радиоволн широко пользуются такими терминами, как километровые, метровые, сантиметровые волны и т. п., при оценке диапазона как ресурса радиосвязи чаще пользуются частотами. Причины этого в том, что электрические сигналы, несущие передаваемые сообщения, характеризуются именно этим признаком. Известно, что частотный спектр телефонного сигнала, получаемого посредством микрофона, состоит из колебаний с частотами от десятков герц до нескольких килогерц. Соответственно в диапазоне шириной 100 кГц можно было бы в принципе передавать и разделять без взаимных помех одновременно не более двух-трех десятков телефонных сообщений, отводя каждому отдельную часть частного спектра шириной около 3 кГц; в диапазоне шириной 100 ГГц — миллионы и десятки миллионов. К подобным же выводам привело бы рассмотрение передачи иных видов сигналов, например телеграфных, или при передаче неподвижных изображений — фототелеграфных, факсимильных. Для простоты и наглядности мы здесь не будем касаться того факта, что существуют виды сигналов, которые требуют во много раз более широких частотных каналов, чем предложенные выше; известный пример — каналы телевидения. Проведенные рассуждения могли бы привести к выводу, что при равных прочих условиях решающее преимущество имеют диапазоны самых высоких частот и соответственно самых коротких волн, потому что в этих диапазонах можно было бы поместить наибольшее число каналов радиосвязи. Этот вывод был бы справедлив именно и только «при равных прочих

условиях», которые в действительности вовсе не равны. Дело в том, что радиоволны разных диапазонов вовсе не равноценны по условиям их распространения над поверхностью земли.

Из физики известно, что радиоволнам, как и световым волнам, свойственно явление дифракции, т. е. огибания препятствий, встречающихся на пути распространения. Это свойство радиоволн проявляется в том большей мере, чем длиннее волны и соответственно чем ниже используемые радиочастоты. Волны длиной в километры и сотни метров, огибая многие естественные препятствия, могут распространяться на значительные расстояния, но число частотных каналов в этих диапазонах сравнительно мало. Волны длиной в десятки метров способны распространяться на очень большие расстояния, если они излучаются под углом к поверхности земли. Они отражаются верхними слоями атмосферы, возвращаются к земле и могут приниматься на расстоянии в тысячи километров от места передачи, но радиосвязь на близких расстояниях оказывается на этих волнах недостаточно надежной. К тому же и в этих диапазонах количество каналов радиосвязи много меньше имеющейся потребности. Волны длиной в несколько метров и более короткие, «емкость» которых, как было отмечено выше, может составлять миллионы каналов, распространяются прямолинейно, подобно свету: они не огибают не только встречающиеся на их пути препятствия, но даже поверхность земли. Иначе говоря, прием радиосигналов на этих волнах возможен при условии, что место приема находится в пределах прямой «геометрической» видимости из пункта передачи. В результате дальность устойчивой радиосвязи на этих волнах не превышает десятки километров. Если требуется увеличить это расстояние, то передающие и приемные антенны приходится располагать либо на возвышенностях, либо на крышах высоких зданий, либо на специальных мачтах и башнях.

Из изложенного следует, что диапазон волн, которые позволяют обслуживать наибольшее количество пользователей, пригодны для радиосвязи только на сравнительно небольших

расстояниях. На первый взгляд, это — очень большой недостаток этих диапазонов. Но, как часто бывает, при подходе с другой стороны этот недостаток оборачивается достоинством. Как известно, большинство людей пользуются телефоном в пределах своего города и его ближайших окрестностей. Междугородные и, тем более, международные звонки в десятки раз более редки, чем местные. С этой точки зрения относительно малая дальность связи не препятствует обслуживанию подавляющего большинства абонентов. С другой стороны, следует учитывать, что именно благодаря ограниченности радиуса действия появляется возможность использовать одни и те же частотные каналы на многих территориях, если они отстоят друг от друга на расстояния, превосходящие этот радиус действия. В итоге частотный ресурс радиосвязи, который сам по себе очень значителен, фактически становится почти безграничным.

Следует иметь в виду, что те же частотные каналы можно использовать для радиосвязи на расстояниях в тысячи километров между странами и континентами, через океаны. Эта цель достигается применением спутниковых ретрансляторов. В то время как дальность передачи сигналов вдоль поверхности земли ограничена расстоянием геометрической видимости, при излучении вверх под углом к земной поверхности волны уходят свободно за пределы атмосферы. Будучи направлены к спутнику, радиосигналы принимаются на нем, усиливаются и передаются обратно к земле (ретранслируются) в нужный участок поверхности планеты, находящийся, если требуется, в сотнях и тысячах километров от места передачи.

4.3. Условия подвижной радиосвязи

Для оценки значения вида радиосвязи следует учитывать, как уже отмечалось выше, что обмен информацией между абонентами сухопутных сетей связи, длительно находящихся в опре-

деленных и неподвижных пунктах, может быть осуществлен не только посредством радиоволн, поскольку для этой цели служат преимущественно подземные кабели и абонентские проводные линии. В то же время электросвязь с неограниченной возможностью перемещения одного или обоих связывающихся абонентов без применения радиоволн практически неосуществима. Для обширной области применений подвижной радиосвязи служит транспорт — воздушный, морской, речной, железнодорожный, автомобильный и др., а также обслуживание произвольно перемещающихся индивидуальных абонентов, не использующих транспортные средства. В последнем случае, квалифицируемом как персональная радиосвязь, речь идет о портативной или карманной радиоаппаратуре. Условия подвижной радиосвязи по сравнению с фиксированной отличаются непостоянством и сложностью, по ряду причин, к которым относятся главным образом следующие:

- в зависимости от местных условий распространения радиоволн передвижение принимающего абонента сопряжено с изменением уровня принимаемого сигнала, причем пределы этих изменений могут быть очень широки;
- при перемещениях принимающей станции в условиях города, пересеченной местности, на антенну этой станции, помимо волн, поступающих непосредственно от передающей станции, могут действовать волны от этой же станции после их отражений от различных зданий и иных объектов. Поскольку расстояния, преодолеваемые этими волнами, неодинаковы, наблюдается так называемая многолучевая сфера, иначе говоря, один и тот же радиосигнал принимается неоднократно с различными сдвигами во времени. Возникающая при этом интерференция волн усиливает непостоянство уровня результирующего сигнала;
- при совпадении по фазе волны складываются и уровень сигнала возрастает; при противоположности по фазе они

взаимно вычитаются и радиосигнал ослабляется. Кроме того, интерференция неблагоприятно влияет на структуру и форму сигнала, несущего сообщение (модулированного сигнала), что приводит к искажениям передаваемых сообщений;

- при перемещениях приемника, в особенности непредвиденных, он может оказаться в условиях, когда на него действуют волны постороннего происхождения;
- радиопомехи от разных источников и с соответственно различными свойствами образуют непостоянную обстановку для помех. Нестабильность интенсивности и структуры радиопомех может иметь широкие пределы, что затрудняет приспособливание (адаптацию) приема к помехам и приводит к ухудшению качества приема передаваемой информации;
- в условиях перемещения связывающихся радиостанций затруднена взаимная ориентация их антенн, необходимая для создания оптимальных условий для приема и передачи информации. Если регулирование направленности антенн возможно, то, как правило, при подвижной связи оно сопряжено со значительным усложнением конструкции оборудования. В то же время при радиосвязи между фиксированными объектами на радиостанциях широко применяются антенны, направленные соответствующим образом;
- на крупных движущихся объектах и тем более в персональной радиосвязи на конструкцию радиоаппаратуры накладываются жесткие ограничения по габаритным размерам и массе; как правило, сильно ограничивается также мощность, потребляемая аппаратурой от питающих ее источников тока, иначе говоря, вынужденно уменьшается энергетический ресурс;
- в условиях постоянного перемещения абонентской радиоаппаратуры возрастает вероятность ее повреждения, а так-

же влияние климатических и метеорологических условий. Это должно учитываться при разработке, конструировании аппаратуры и ее эксплуатации. При размещении радиооборудования в подвижных средствах более вероятно, чем в стационарных условиях, аварии и разного рода чрезвычайные ситуации. Обычно в подобных условиях требуется безотлагательная и особо надежная сигнализация, что также налагает на конструкцию аппаратуры дополнительные требования, которые учитываются при ее разработке. Для неотложной передачи сигналов бедствия специально выделяются на международной основе определенные полосы частот, которые запрещается использовать для иных целей.

Идеальной системой подвижной радиосвязи можно представить такую, которая позволила бы любому человеку осуществлять обмен информацией с любым другим человеком на Земле без ограничений как во времени и пространстве, так и в объеме передаваемых сообщений. Эта же система должна обеспечивать автоматическую передачу службам безопасности информации о техническом состоянии движущихся объектов и о состоянии окружающей среды. При существующем уровне развития техники эти цели в полном объеме еще не дали определенных результатов, но к этому, по сути, стремятся исследователи, изобретатели и конструкторы.

4.4. Подвижная радиосвязь как часть комплексной сети

Потребность в регулярном применении средств электросвязи индивидуальными абонентами по большей части реализуется в местных сетях, преимущественно в телефонных. Как уже отмечалось, количество передаваемых междугородных сообще-

ний и тем более международных, передаваемых в другие страны, во много раз меньше. Это проявляется в полной мере как в фиксированных, так и в подвижных службах связи. По этой причине доминируют сети подвижной радиосвязи с охватом сравнительно небольших территорий. Наряду с регулярными сетями подвижной радиосвязи сохраняются связи эпизодические. К ним относится уже упомянутая выше передача сигналов бедствия, для выполнения которой служит специальное оборудование и специально выделенные частотные каналы. К этому же классу относятся сеансы связи между радиолюбителями и некоторые другие.

К экстраординарным относятся также такие важные, но сравнительно редкие случаи, как исследовательские экспедиции в полярные области и в иные труднодоступные участки земной поверхности. Обеспечение связи в подобных условиях представляет в каждом случае специальную задачу, обычно решаемую с учетом конкретных обстоятельств и ресурсов на международной основе. В регионах с развитой фиксированной сетью электросвязи обслуживание подвижных абонентов в полной мере обеспечивается предоставлением им выхода в телефонные сети местных населенных пунктов. Наилучшая форма организации такого обслуживания — сотовая радиосвязь, подробно рассматриваемая в данной главе.

Другая форма связи в подобных условиях — персональный вызов с передачей вызываемому абоненту кратких цифровых и других сообщений, отображаемых на дисплее приемного аппарата. При необходимости последующего двухстороннего обмена сообщениями большего объема вызываемый подвижный абонент останавливается в населенном пункте, где имеются аппараты фиксированной сети электросвязи общего пользования, и использует эту связь согласно инструкциям, полученным от источника вызова. В общем случае связь между подвижными абонентами обеспечивается не через линию радиосвязи, соединяющую их непосредственно. В большинстве случаев каждый

подвижный абонент обслуживается ближайшей к нему узловой (базовой) фиксированной радиостанцией, которая подобно городской телефонной станции может устанавливать связь со многими абонентами, образующими местную сеть. Узловые станции располагаются в регионе или стране с расчетом на охват всей обслуживаемой территории. Вызовы и потоки информации от множества подвижных радиостанций передаются между зонами связываемых абонентов по существующим многоканальным линиям региональной или общегосударственной сети — кабельным, спутниковым или радиорелейным.

Если оба абонента находятся в зоне, обслуживаемой одной узловой радиостанцией, то они получают связь друг с другом через нее непосредственно. При нахождении в разных зонах связь между ними обеспечивается через ближайшие к ним узловые станции и по каналам линий связи, соединяющих эти станции. В итоге территориальная или общегосударственная сеть подвижной радиосвязи оказывается комплексной, образуя часть общей единой сети.

В рамках описанной комплексной сети при необходимости возможна организация одновременной циркулярной связи: передача сообщений от одного абонента нескольким или многим абонентам, находящимся в зоне обслуживания общей для них узловой станции, либо в разных зонах. Используемый термин «абонент» предполагает обычно участие в сеансе связи человека, что имеет место в подавляющем большинстве случаев. Однако комплексная сеть подвижной радиосвязи, как и любая сеть электросвязи, может включать автоматические устройства как в одном, так и в обоих пунктах, между которыми осуществляется обмен информацией. Источниками передаваемых сообщений в таких сетях могут служить приборы контроля метеорологической или иной обстановки, сигнализаторы аномальных и аварийных ситуаций, аппаратура точного времени. Прием сигналов подобного характера тоже может осуществляться автоматически с применением регистрирующих, запоминающих

или сигнальных устройств, а также компьютеров. Передача сообщений как речевых, так и цифровых, также может происходить автоматически по заданной программе и в требуемое время с соответствующих аппаратов, в которых заблаговременно записаны эти сообщения и программы их передачи. Один из видов подвижной радиосвязи, рассчитанный на групповой прием передаваемых сообщений и уже получивший значительное распространение, — система передачи данных и инструкций для автомобильного транспорта. Передача сведений о перегрузках отдельных участков автомагистралей, рекомендуемых направлениях объезда препятствий ведется через радиостанции звукового радиовещания, в спектр излучений которых для этой цели вводится специальный частотный канал. При отсутствии срочной информации этот канал не препятствует приему программы радиовещания через обычно включенный в пути радиоприемник. При появлении срочных сообщений для водителей автотранспорта приемник автоматически переключается на прием этих сообщений и воспроизводит их с достаточной громкостью, предупреждая о ситуации. Очевидно, что принципы описанной системы допускают развитие применительно к иным условиям и видам транспорта. Изложенные общие принципы подвижной радиосвязи и ее применение более детально обсуждаются, уточняются и развиваются далее в последующих параграфах данного раздела.

4.5. Свойства спутниковых систем подвижной радиосвязи

Диапазон частот в спутниковых системах подвижной радиосвязи от 200 МГц до 10 ГГц. На частотах свыше 10 ГГц в большой степени проявляются потери в молекулах атмосферы; однако в этом диапазоне имеются частоты, доступные

для радиосвязи, например 125 ...150 ГГц, 210 ...280 ГГц. На частотах ниже 200 МГц радиосвязь затруднена из-за относительного уменьшения геометрических размеров антенны (влияет отношение длины используемой волны к эффективному поперечнику антенны), а также невозможности получения приемлемых коэффициентов усиления антенн, их диаграмм направленности. Благодаря развитию космических технологий появилась возможность создания на орбите мощных ретрансляторов с большими площадями передающих и принимающих антенн с управляемыми диаграммами направленности. Это позволяет использовать малогабаритные носимые наземные радиостанции, габариты антенн которых не превышают сумку — «дипломат», что крайне важно для подвижной радиосвязи. Поскольку связь осуществляется при малых мощностях сигналов (пороговое отношение сигнал-шум составляет 8—12 дБ), обработку получаемых сообщений целесообразно осуществлять на борту спутника перед ретрансляцией их абоненту. Это позволяет также реализовать пакетную передачу с маршрутизацией потоков, что особенно эффективно в массовых сетях с произвольным (асинхронным) доступом к каналу связи. Многостанционный доступ реализуется одним из трех способов: с частотным, временным и кодовым разделением. Характерная особенность спутниковой подвижной связи — это противоречие между желанием получить большие коэффициенты усиления и узкие диаграммы направленности антенн и необходимостью охвата относительно больших зон обслуживания. Обычно применяют многолучевые антенны с остронаправленными управляемыми диаграммами. Как и в любых других спутниковых системах связи в спутниковой подвижной радиосвязи существуют строгие ограничения на максимально допустимую плотность потока мощности, излучаемого передатчиком спутника. К примеру, в диапазоне 8—10 ГГц допустимая плотность потока мощности составляет примерно — 150 дБ Вт/м².

ГЛАВА 5

Транкинговые, сотовые и пейджинговые системы связи

5.1. Принципы организации радиосвязи в транкинговых радиосистемах

Транкинговые системы в отличие от других систем индивидуальной радиотелефонной связи являются системами групповой радиосвязи и строятся по принципу формирования разговорных групп (РГ) или радиосетей, состоящих из абонентов М5. Разговорные группы (радиосети) формируются из условия общей заинтересованности абонентов в получаемой информации. Каждой РГ (радиосети) на время разговора выделяется один дуплексный или симплексный радиоканал. Совокупность доступных каналов, выделяемых нескольким разговорным группам (радиосетям), составляет канальную базу системы. Для обеспечения связи большому количеству мобильных радиоабонентов, распределенных по разговорным группам, выделяется ограниченное количество N радиоканалов (рабочих частот). Использование условия $M > N$ основано на статистической неравномерности потока заявок на вызовы даже в часы наибольшей нагрузки (ЧНН) системы. Принцип организации радиосвязи по радиосетям позволяет получить значительную экономию радиочастотного ресурса при большом количестве абонентов. Это обеспечивает существенное снижение эксплуатационной стоимости тран-

кинговых радиосистем по сравнению с сотовыми системами такой же абонентской емкости. Другим принципиальным отличием систем транкинговой связи от систем сотовой связи является способ организации телетрафика. В сотовых системах коммутация каналов и управление осуществляются на уровне фиксированной сети единым на всю зону обслуживания центром коммутации подвижной службы (ЦКПС). Базовые станции только ретранслируют сообщения в ЦКПС. В транкинговых же системах эта функция выполняется на определенном уровне (базовым коммутационным оборудованием каждого сайта). В транкинговых, как и в сотовых, системах реализуется возможность вызова абонента стационарной телефонной сети подвижным радиотелефонным абонентом разговорной группы, а также вызова подвижных абонентов абонентами стационарной телефонной сети. Однако в отличие от сотовых систем эти функции распространяются только на привилегированных абонентов. Кроме функций радиотелефонной связи, транкинговые системы обеспечивают возможность передачи данных (ПД) и реализацию функций определения координат местонахождения (МН) на местности.

Организация телетрафика между абонентами в РГ осуществляется базовыми контроллерами, которые принимают вызовы от МН и предоставляют им дуплексные радиоканалы для обеспечения разговоров, то есть радиосвязь в РГ осуществляется через радиоретранслятор на сайте. Базовые контроллеры осуществляют также саморегулирование системы и контролируют качество каналов в процессе работы. При больших нагрузках системы и сложной обстановке при воздействии помех коммутация может осуществляться в так называемом динамическом режиме, когда пораженные частоты передачи и приема автоматически заменяются в процессе ведения связи.

5.2. Структурное построение транкинговых радиосистем

Транкинговые ССПС в зависимости от площади зон обслуживания могут быть односайтовыми и многосайтовыми. Примером многосайтовой транкинговой ССПС может служить система *Smart Zone*, разработанная компанией *Motorole* (см. рис. 5.1)

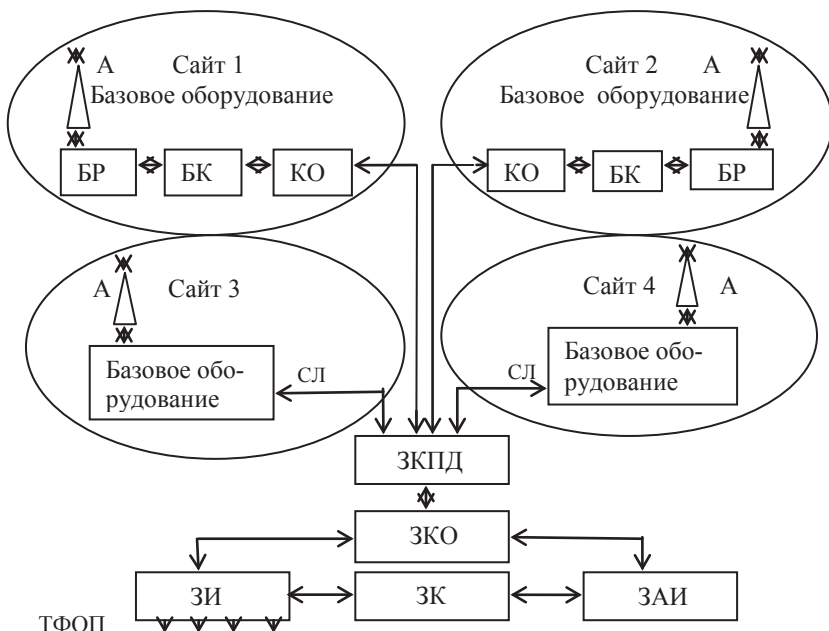


Рис. 5.1. Структура многосайтовой транкинговой ССПС

В многосайтовой системе зонное оборудование создается несколькими сайтами, соединенными между собой высокоскоростными каналами через зонный коммутатор передачи данных (ЗКПД). Для этого в состав базового оборудования

каждого сайта входит каналообразующее оборудование (КО), обеспечивающее формирование цифровых потоков с другими сайтами. Для организации междусайтовой связи используют выделенные многоканальные соединительные линии. Соединительные линии (СЛ) могут строиться с помощью аппаратуры радиорелейной связи, волоконно-оптических линий и кабельных линий связи.

Системные комплекты базового оборудования сайтов включают также антенно-фидерное устройство (АФУ), базовый радиоретранслятор (БР) и базовый контроллер (БК).

Для передачи информационных потоков в другие ЗО используется зонное оборудование, включающее:

- зонное каналообразующее оборудование (ЗКО);
- зонный контроллер (ЗК);
- зонный телефонный интерконнект (ЭТИ);
- зонный аудиокоммутатор (ЗАК).

Таким образом, межзональная система телекоммуникаций позволяет маршрутизировать основные информационные потоки, минуя междугородную сеть ТФОП.

5.3. Односайтовые системы

В односайтовых системах зонное оборудование формируется в виде одной телекоммуникационной ячейки (ТЯ), обслуживаемой комплектом базового оборудования. Структура односайтовой транкинговой ССПС показана на рис. 5.1. Системный комплект базового оборудования сайта включает следующие функциональные группы:

- базовое оборудование (базовый многоканальный ретранслятор, комбайнерная система, антенно-фидерное устройство, базовый контроллер с телефонным интерконнектом);
- полевое оборудование (комплекс мобильных портативных и бортовых М5 и полевых ретрансляторов).

В состав базового оборудования может входить также базовый компьютер сайта. Базовый многоканальный ретранслятор включает несколько независимых трактов передачи и приема, объединенных в блоке каналов в каналные пары. Каждая канальная пара использует свои рабочие частоты передачи и приема, создавая дуплексный радиоканал. Количество канальных пар ретранслятора определяет канальную базу (ШПК) сайта. Антенно-фидерное устройство (АФУ) базового оборудования включает общую приемопередающую антенну (А), фидерную линию и комбайнерную систему. Комбайнерная система обеспечивает развязку трактов передачи блока каналов при их работе на одно АФУ. Базовый контроллер является центральным процессором сайта, обеспечивающим автоматизацию процессов каналообразования и контроля.

Телефонный интерконнект позволяет подключать базовый компьютер сайта к фиксированной телефонной сети общего пользования (ТФОП), а также к каналообразующему оборудованию (КО) при построении многосайтовой системы. Базовый компьютер сайта выполняет задачи системного менеджера. Он обеспечивает управление конфигурацией системы и пользовательскими функциями абонентов. Электроснабжение базового оборудования осуществляется от типовой однофазной электросети переменного тока напряжением 220 В (50 Гц). Антенна сайта устанавливается на опоре с максимально возможной высотой подъема, позволяющей обеспечивать электромагнитное покрытие зоны обслуживания сайта. Фидер обеспечивает подключение антенны к выходу комбайнерной системы и входам трактов приема блока каналов радиоретранслятора. Формирование РГ осуществляется путем выделения в каждой из них кодовых последовательностей (адресов) с помощью системного менеджера.

ГЛАВА 6

Программирование элементов полевого оборудования

Системный менеджер обеспечивает также программирование (инсталляцию) элементов полевого оборудования и присваивает адреса привилегированным М5. Он позволяет изменять конфигурацию системы, изменять состав и количество РГ по заявке заказчика. Предусматривается возможность переформирования РГ в динамическом режиме при возникновении чрезвычайных ситуаций управления. Разговорные группы (РГ) в системе могут объединяться в макрогруппы, включающие различные радиосети.

6.1. Многоприоритетные вызовы

В транкинговой системе предусмотрены многоприоритетные вызовы.

Контроль за степенью приоритетности осуществляет базовый контроллер. Особым приоритетом обладает кнопка аварийного вызова на М5. Приоритетные абоненты могут вызывать не только требуемые М5 в РГ, но также осуществлять вызовы других РГ и их абонентов (системные вызовы).

6.2. Процедура вызова

Вызов в системе осуществляется с помощью кнопки РТТ (нажать для разговора), размещаемой на МЗ. Вызов может быть общим для всей РГ или индивидуальным для отдельной МЗ. В этом случае абонент предварительно набирает номер вызываемой МЗ, интерфейса пользователя. Другие МЗ данной РГ не слышат разговора этой пары. В случае отсутствия свободного разговорного канала абонент после нажатия кнопки РТТ слышит ряд коротких гудков (занято). При этом базовый контроллер автоматически ставит эту МЗ в очередь и при освобождении канала (даже при отпущенной кнопке РТТ) сообщает тональным сигналом о возможности организации разговора. При воздействии помех во время разговора базовый контроллер автоматически заменяет выделенный разговорный канал (пораженную рабочую частоту). Такой процесс управления называется динамической перегруппировкой каналов.

Базовый контроллер предусматривает также возможность организации радиосвязи между МЗ, минуя базовый ретранслятор (принцип прямой связи). Это осуществляется путем перестройки МЗ на каналы, не используемые базовым ретранслятором или при выходе его из строя. При этом базовый контроллер передает по каналу управления номер канала прямой связи и МЗ автоматически перестраиваются на него.

6.3. Назначение и принципы построения систем персонального вызова

Известно, что связь — это основа управления: руководителю необходимо иметь возможность оперативной связи с подчиненными. Еще более важна оперативная связь для различных аварийных служб, для врачей и органов правопорядка. Для по-

вышения эффективности всех видов человеческой жизнедеятельности необходимо расширять ресурсы оперативного извещения каждого отдельного человека о происходящих событиях, актуальных для него изменениях обстановки, т. е. необходимо обеспечить непрерывную связь с каждым человеком и между людьми.

Единственным способом связи с человеком, находящимся в произвольных местах и тем более в движении, является радиосвязь. Ее целесообразность и необходимость подтверждает тот факт, что в последние два десятилетия возникла и интенсивно развивается глобальная связь, охватывающая практически всю планету, — персональный радиовызов. Система персонального радиовызова (СПВ) позволяет передать вызов и необходимый минимум информации человеку или группе людей, независимо от места их нахождения. При этом в большинстве случаев нет необходимости в двухсторонней связи, достаточно передать краткую информацию. По сравнению с двухсторонней телефонной радиосвязью СПВ требует существенно меньших затрат на ее организацию; более эффективно использует радиочастотный спектр, поскольку один радиоканал может обслуживать большее количество абонентов; характеризуется меньшим энергопотреблением, большей экологичностью и возможностью охвата сколь угодно больших территорий. Первоначально СПВ функционировали с радиусом действия, ограниченным территорией предприятия или помещениями внутри здания, охваченными многовитковой проводной петлей. Одна из первых систем этого типа — «Мультитон» была разработана в 1956 г.; подобные системы с индуктивной связью, использующие магнитное поле с низкими частотами несущих колебаний, находят применение и в настоящее время. Система персонального радиовызова этого типа используется, например, для обслуживания участников различного рода совещаний и массовых мероприятий, для срочного вызова участника совещания к телефонному аппарату, для передачи сигналов срочного вызова

дежурным врачам в больницах, оперативным работникам различных служб, пожарным командам; для обеспечения персональной связи с шахтерами при экстремальных ситуациях и т. д.

Для значительных территорий СПВ строятся на основе радиосвязи на метровых и дециметровых волнах. В различных системах подобного класса обычно используются полосы частот, прилегающие к 30, 80, 160, 300 и 450 МГц. Зона уверенного приема сигналов в диапазоне 450 МГц меньше, чем в диапазоне 160 МГц, что обусловлено менее благоприятными условиями распространения радиоволн этого диапазона, а также более заметным влиянием метеорологических условий, рельефа местности и т. д. Диапазоны 450 и 900 МГц предпочтительны в городах с плотной застройкой из железобетонных зданий, так как радиоволны этих диапазонов обладают хорошей проникающей способностью; к тому же на этих частотах сравнительно слабо проявляется влияние атмосферных и промышленных помех. Абонент СПВ использует малогабаритный вызывной приемник (пейджер), имеющий индивидуальный номер (адрес). В простейшем случае вызов передается по телефонной сети на центральную станцию, преобразуется в кодированный радиосигнал и передается на выделенной для СПВ частоте в то место, где находится абонент. Если радиус действия для одного передатчика центральной станции не позволяет обслужить всю территорию, то она разбивается на отдельные зоны, в каждой из которых имеется свой передатчик. Сигнал вызова длительностью 1–2 с передается всем пейджерам, однако сработает только тот из них, который настроен на определенную частоту и имеет соответствующий адрес. Получив вызов, абонент по телефонному аппарату по заранее известному номеру принимает адресованное ему сообщение, либо получает соединение для телефонного разговора, либо, что характерно для современных СПВ, сигнал вызова совмещается с визуальным отображением сообщения определенного объема на дисплее. Сигнал вызова может подаваться не только одному, но и группе абонен-

тов, если им присвоен единый адрес. Вызов может подаваться абонентам с повтором, с автоматической проверкой и корректировкой правильности принятого сообщения.

На первых порах применялся метод многочастотного комбинационного кодирования (МЧКК). В этом случае последовательно или параллельно передавалась комбинация из некоторого набора фиксированных, заранее известных частот, например 2 из 38 (США, конец 50-х гг. XX в). В этой системе при приеме кодовой комбинации данного абонента дешифратор включал низкочастотную часть приемника и вызываемый слышал речевое сообщение, передаваемое ему диспетчером. В системе использовалась частотная модуляция несущего колебания. Впоследствии при увеличении числа абонентов в системах СПВ начал применяться метод двоично-цифрового кодирования (ДЦК) вызова. В этом случае адрес кодируется последовательной комбинацией двоичных символов (логические нули и единицы). Это уже цифровая система персонального вызова. В первых цифровых СПВ кроме адреса абонента передавался небольшой объем дополнительной информации, обычно не более 10 сигналов, которые либо отображались на индикаторе в виде цифр, либо включали различные типы сигнализации, например звуковой сигнал различной тональности. Обычно в цифровых системах применяется частотная манипуляция, если же для вызова используются вещательные передатчики с ЧМ (например, шведская система *MBS*), то применяется отнесенная фазовая модуляция (ОФМ), так как в этом случае удастся избежать взаимных помех между сигналами персонального вызова и стереофонического вещания.

Для двоичной передачи адреса и дополнительной информации в различных системах используются различные методы кодирования: разновидности кодов БЧХ (Боуза-Чоудхури-Хогвингема), кодов Грея или двоично-десятичный безыбыточный код с повторением кодовой комбинации (в сетях *Multiton*).

Таким образом, развитие систем персонального радиовызова (СПВ) позволило передавать дополнительную цифровую информацию, например номер вызывающего абонента. С середины 80-х гг. XX в. СПВ позволяет передавать буквенно-цифровое сообщение фиксированной длины, до нескольких десятков символов, либо сообщение типа бегущая строка. Некоторые конструкции приемников позволяют запоминать несколько последних сообщений и время их получения, а также просматривать эти сообщения в дальнейшем. В некоторых странах СПВ стали самым распространенным и дешевым видом мобильной связи. В России, к сожалению, пейджерной связью в настоящее время пользуются небольшое количество людей.

6.4. Протоколы систем пейджерной связи

Передача данных в цифровых системах связи, включая СПВ, осуществляется в соответствии с определенным протоколом. В общем случае протокол — это структура организации передачи информации по каналу связи, т. е. набор правил, который позволяет передать абоненту сообщение точно и в срок. При этом передача информации в СПВ осуществляется в заданном формате (протоколе) кодирования. От протокола во многом зависит скорость передачи, пропускная способность СПВ, время доставки сообщения, точность воспроизведения, срок службы источников питания. Разработано достаточно большое количество различных протоколов, однако наиболее известны из них следующие три: *POCSAG*, *FLEX* и *ERMES*. В подавляющем большинстве СПВ используется протокол *POCSAG*, позволяющий передавать цифровые, буквенно-цифровые и тоновые сообщения со скоростью 512, 1200 и 2400 бит/с, с применением частотной манипуляции несущей передатчика. Этот протокол позволяет на одной рабочей частоте обслужить от 10 до 20 тыс. абонентов.

По своей структуре протокол *POCSAG* — асинхронный; по этой причине сигнал начинается с преамбулы длиной не менее 576 бит, представляющей собой последовательность из чередующихся 1 и 0. При передаче преамбулы пейджер переводится в режим приема сообщения и осуществляется его тактовая синхронизация. После преамбулы передается поток блоков, несущих в себе адреса пейджеров (адресные блоки) и тексты сообщений (информационные блоки). Число блоков, следующих друг за другом, произвольно. Каждый блок состоит из своего кодового слова синхронизации в его начале и восьми кадров, номеруемых с нулевого по седьмой, каждый из которых состоит из двух кодовых слов. Таким образом, каждый блок состоит из 17 слов. Длина каждого слова, включая слово синхронизации, — 32 бита. Каждое 32-разрядное слово содержит 21 информационный и 11 избыточных бит для определения и корректировки ошибок. В протоколе *POCSAG* для коррекции ошибок используется циклический блочный код Боуза-Чоудхури-Хогвингема (БЧХ), позволяющий исправлять две ошибки в одном кодовом слове. Поскольку, согласно протоколу *POCSAG*, все пейджеры разбиты на 8 групп, соответствующие 8 кадрам адресного блока, то каждый индивидуальный пейджер закрепляется за конкретным кадром и будет принимать адресную информацию только в этом, закреплённом за ним, кадре. Естественно, что при этом в восемь раз увеличивается адресная емкость системы и существенно уменьшается расход тока источников питания пейджеров. Информационный блок служит для передачи на пейджер, выбранный адресным блоком, цифровой и буквенно-цифровой информации. При окончании сообщения этот блок содержит незанятые слова до конца блока. Если в кадре отсутствует сообщение, то вместо адреса передается незанятое кодовое слово определенного формата. Число абонентов СПВ на данный момент времени выросло, и объемы передаваемой информации увеличились; все это потребовало разработки новых протоколов передачи данных. К подобным протоколам можно отнести

разработанный в начале 90-х гг. XX в. фирмой *MOTOROLE* протокол *FLEX*. Основные достоинства этого протокола: высокая скорость передачи данных — 1600, 3200 и 6400 бит/с. Это позволило увеличить число абонентов до 20–80 тыс. Число адресов в СПВ с протоколом *FLEX* составляет более одного миллиарда, тогда как адресное поле *POCSAG* ограничено двумя миллионами. В отличие от протокола *POCSAG* протокол *FLEX* базируется на синхронной передаче данных; приемник и передатчик синхронизируются по абсолютному времени. Это дает возможность включаться пейджеру в определенный заранее известный момент. Соответственно экономичнее расходуются источники питания пейджеров. Как известно, вначале информация абонента кодируется, после чего происходит ее структурная организация. Все данные в протоколе *FLEX* формируются в кадры, 128 кадров с нумерацией от 0 до 127 составляют полный цикл протокола. Кадры передаются последовательно со скоростью 32 кадра в минуту. За один час передается 15 циклов с нумерацией от 0 до 14, каждый цикл передается за 4 мин. Для синхронизации работы пейджера используются сигналы точного времени, которые передаются в начале каждого часа в кадре (О) цикла 0. Каждый кадр протокола состоит из блока синхронизации (115 мс) и 11 информационных блоков (каждый блок по 116 мс). Часть блока синхронизации «Синхрон-1» обеспечивает синхронизацию кадра; часть блока «Синхрон-2» — настройку пейджера; часть блока «Кадр инфо.» несет информацию о номере цикла и кадра. Информационные блоки содержат служебную информацию: адресное поле, векторное поле, поле сообщений.

Поля не привязаны к границам блока. Порядки расположения адресов в адресном поле и векторов в векторном поле одинаковы. Для коррекции одиночных ошибок используют код БЧХ, кроме того, имеется возможность восстанавливать принятые данные при пропадании сигнала в интервале до 10 мс. Протокол *FLEX* совместим с другими протоколами связи. Про-

токол *ERMES* был разработан как международный стандарт в СПВ различных стран, однако в настоящее время он используется только в шести странах мира.

Система персонального радиовызова, использующая протокол *ERMES*, обеспечивает передачу цифровых сообщений длиной до 1600 знаков; передачу буквенно-цифровых сообщений длиной от 400 до 9000 символов; передачу произвольного набора данных объемом до 64 кбит; возможность приема вызова и сообщений одним пейджером, входящих в СПВ, с протоколом *ERMES*. В этих странах для СПВ выделяют единый диапазон частот — 169,4—169,8 МГц, в котором организуется 16 радиоканалов с разносом 25 кГц. Прием осуществляется на определенной частоте пейджерами. Скорость передачи информации в подобных СПВ — 6,25 кбит/с.

Структура протокола *ERMES* приведена на рис. 6.1. В течение каждого часа передается 60 циклов по одной минуте каждый;

- каждый цикл состоит из пяти последовательностей по 12 с, каждая из которых в свою очередь состоит из 16 типов групп с условными обозначениями А, В, С и т. д. Каждая из 16 групп состоит из четырех блоков: синхронизации, служебной информации, адреса и информационного сообщения.

Вызов пейджера требуемого абонента происходит в СПВ с протоколом *ERMES* следующим образом. Пейджер вначале подстраивается на первый радиоканал, просматривает все 16 групп от А до Р; если сообщение с адресом данного пейджера не было найдено, то он перестраивается на второй частотный канал и опять просматривает все группы от А до Р, и так до тех пор, пока не будет найдена информация, переданная данному пейджеру. К достоинствам протокола *ERMES* можно отнести:

- повышенную скорость передачи данных, а следовательно, повышенную пропускную способность на один канал;
- экономичное использование источника питания в пейджере;

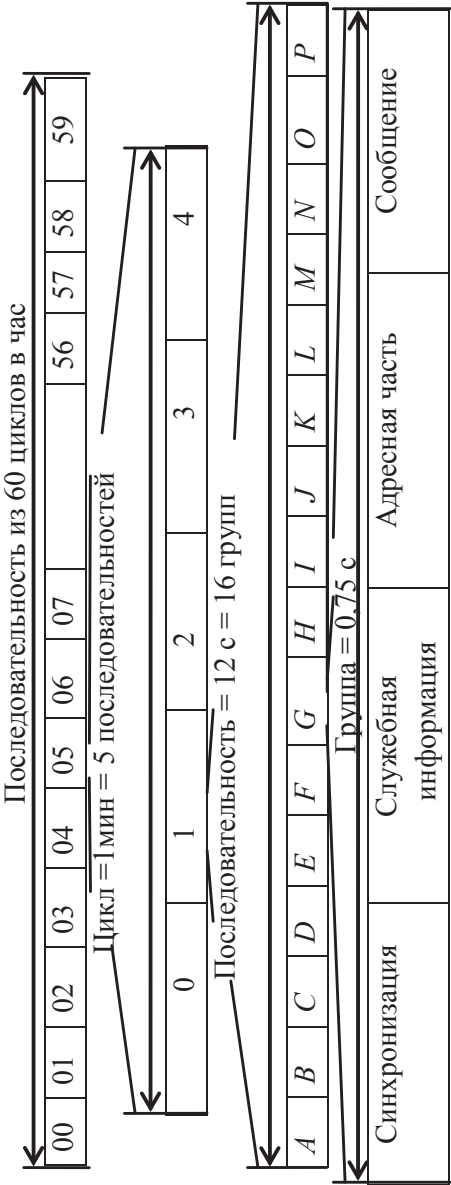


Рис. 6.1. Структура протокола *ERMES*

- высокую помехоустойчивость СПВ с данным протоколом;
- удобную организацию службы роуминга; более богатый набор сервисных услуг.

Протокол *TNPP* был разработан комитетом производителей соответствующих терминалов в качестве стандартного механизма для передачи информации между оборудованием различных производителей, работающим в единой сети. *TNPP* — это цифровой протокол, используемый для служб роуминга. Каждый пакет данных, передающихся под управлением *TNPP*-протокола, содержит «адрес назначения» узла (или узлов) сети, для которого предназначен пакет. Если терминал, получивший пакет, имеет другой номер, то он предпринимает попытку перенаправить «чужой» пакет по альтернативному пути другому узлу. Протокол базируется на символах *ASCII* и передается через стандартный порт *PS232*. Формат используемых данных: 8 информационных бит, 1 столбовый бит, без проверки четности. Скорость передачи информации меняется от 300 до 9600 бод и определяется приложением. Протокол поддерживает блоки переменной длины и три типа коррекции ошибок (два для дуплекса и один для симплекса). Пакет, размер которого не должен превышать 1024 байта, содержит знак начала заголовка — *ЗОН*, заголовок, знак начала текста — *STX*, блок или блоки данных, знак окончания текста — *ETX*, контрольную сумму — *CRC*. Заголовок используется во всех форматах, данных для определения источника и назначения пакета. Он содержит серийный номер для определения повторов пакета по инерции, определяющее количество узлов, через которые пакет может быть передан. Длины серийного номера и значения инерции равны 2 байтам. Также заголовок содержит адрес источника (4 байта) и адрес назначения (4 байта). Для передачи данных через сеть источником сообщения каждому пакету присваивается адрес назначения. Далее пакет данных передается в порт, соединенный с узлом назначения. Каждый узел должен иметь маршрутную таблицу, указывающую правильный путь к узлу назначения для ретрансляции

пакетов. При передаче пакета из узла ему присваивается новый серийный номер и производится контроль ошибок. При получении пакета данных узлом его значение инерции уменьшается на единицу и должно быть отличным от нуля для передачи этого пакета другому узлу. Часть пакета, содержащая данные, может иметь один или более блоков данных. Формат и значение этих блоков определяются первым байтом. Каждый блок оканчивается *ETX*.

Существует три вида блоков данных: контрольные, пейджерные и вспомогательные. Контрольные блоки (*ETE*-запрос и *ETE*-ответ) используются для запроса и подтверждения узла назначения и предоставления связывающей информации при использовании множественных блоков. Пейджерные блоки — *CAP*-блок и *ID*-блок. Первый используется для передачи информации, которая содержит все необходимые данные для кодирования сообщения; второй — для идентификации номера клиента. *ID*-блок требует наличия базы данных клиентов в узле назначения. Вспомогательные блоки используются для передачи конфигураций и контрольных команд (*COMMAND*); для передачи первоначальных данных в узел назначения (*DATA*); для сообщений условий ошибок внешних устройств (*STATUS*).

ГЛАВА 7

Системы спутниковой связи:

основные определения и принципы построения.

Виды и параметры орбит спутниковой связи.

Цифровые системы интегрального обслуживания

7.1. Принципы спутниковой связи

При спутниковой связи ретранслятор размещается на искусственном спутнике Земли, который движется по достаточно высокой орбите, не затрачивая энергию на это движение. Энергоснабжение ретранслятора осуществляется от солнечных батарей. Поскольку спутник находится на достаточно высокой орбите, он просматривает около трети поверхности Земли, что позволяет осуществлять связь через его ретранслятор всем станциям, находящимся на этой территории. Таким образом, три спутника, связанные между собой постоянно действующими радиолиниями, позволяют создать глобальную систему связи. Учитывая, что имеются технические возможности создания достаточно узкого луча с концентрацией энергии бортового передатчика спутника на относительно небольшой территории, появляется возможность использовать спутниковую связь между абонентами в ограниченной зоне. Радиостанцию, расположенную на объекте, который находится за пределами основной части атмосферы Земли, называют космической, а расположенную на земной поверхности — земной. Радиосвязь с применением космических станций называют космической радиосвязью, а связь между земными станци-

ями через спутник — спутниковой. На рис. 7.1 показана схема линии спутниковой радиосвязи между двумя земными станциями ЗС1 и ЗС2 через космическую станцию-ретранслятор.



Рис. 7.1. Схема линии спутниковой радиосвязи

Различают следующие службы спутниковой радиосвязи:

- фиксированная спутниковая служба, обеспечивает радиосвязь между земными радиостанциями, расположенными в определенных пунктах;
- подвижная спутниковая служба, обеспечивает связь между подвижными земными радиостанциями;
- радиовещательная спутниковая служба (РОС) — служба радиосвязи, в которой сигналы с космического ретранслятора предназначены для непосредственного (индивидуального либо коллективного) приема населением. В случае коллективного приема программа вещания, принятая земной станцией, доставляется абонентам с помощью той или иной наземной системы распределения: через радиопередатчик небольшой мощности или кабельной. Системы спутниковой связи применяют для передачи любых видов информации: программ телевидения и звукового радиовещания, газетных полос и др., а также для телефонных переговоров, обмена цифровыми данными и др. В зависимости от видов передаваемой информации различают универсальные (многофункциональные) системы и специализированные для передачи одного вида или нескольких однородных видов информации.

7.2. Орбиты и зоны обслуживания спутниковых систем связи и вещания

Орбита — это траектория движения спутника. При выключенных бортовых двигателях спутника он движется под воздействием гравитационных сил и по инерции; это движение происходит в так называемой плоскости орбиты, проходящей через центр Земли и имеющей форму эллипса или окружности. При эллиптической орбите ее точку, соответствующую наименьшему расстоянию от центра Земли, называют точкой перигея, а точку орбиты, соответствующую наибольшему расстоянию, — точкой апогея.

Спутниковая система связи и вещания может функционировать при условии прямой видимости между спутником и соответствующими земными станциями. Если в процессе сеанса связи прямая видимость нарушается (связь нарушается), то целесообразно, чтобы сеанс повторялся в одно и то же время суток, по этой причине отдают предпочтение синхронным орбитам с периодом обращения, равным или кратным времени оборота Земли вокруг оси. На первом этапе внедрения и развития спутниковой радиосвязи широкое применение нашла высокая эллиптическая орбита с периодом обращения 12 ч. Для исключения перерывов в связи и упрощения систем наведения антенн земных станций на спутник, а также учитывая ряд эксплуатационных преимуществ, предпочтительное развитие получили геостационарные спутники: они оказываются неподвижными относительно земной поверхности, располагаясь над экватором на высоте 35,875 км. В этом случае:

- связь осуществляется непрерывно, круглосуточно, без необходимых переходов с одного спутника на другой;
- средства автоматического слежения за спутником на антеннах земных станций упрощаются или даже исключаются;

- достигается более высокая стабильность уровня сигналов;
- отсутствует или становится очень малым частотный сдвиг сигнала из-за эффекта Доплера;
- зона видимости спутника с Земли составляет около трети земной поверхности;
- соответственно три спутника позволяют создать глобальную систему связи.

Однако на территориях в высоких широтах ($> 73^\circ$) геостационарный спутник виден под малыми углами и совсем не виден у самого полюса. Из-за малых углов спутник затеняется, причем увеличиваются шумы в приемной антенне системы бортовой станции, создаваемые излучением Земли. Углы уменьшаются также с удалением по долготе точки приема от долготы спутника. Участок геостационарной орбиты, в пределах которого можно менять точку стояния спутника с сохранением необходимой зоны обслуживания, называется дугой обслуживания. При выводе спутника на геостационарную орбиту неизбежно возникают отклонения начальных параметров орбиты от необходимых; что приводит (с учетом факторов, влияющих на центральное гравитационное поле) к нарушению строгой геостационарности спутника: для соблюдения стабильного его положения приходится периодически осуществлять коррекцию. Часть поверхности Земли, с которой спутник находится в поле зрения земной антенны под углом больше некоторой минимально допустимой величины, называют зоной видимости, а зона видимости в определенный (фиксированный) момент времени — мгновенной зоной видимости. Часть зоны видимости, в которой обеспечиваются необходимые энергетические соотношения на линии связи при определенных энергетических параметрах земной станции, называют зоной покрытия. Зона покрытия — это территория, в каждой точке которой угол при направлении антенны земной станции на спутник не менее минимально допустимого; плотность потока мощности от передатчика спутника в зоне приема не ниже требуемой и уровень

сигнала с Земли в приемной антенне спутника достаточен для надежной радиосвязи. Построение зон покрытия на карте складывается на четыре этапа:

1. Определение зоны видимости.
2. Расчет зоны, в которой спутник создает необходимую плотность потока мощности.
3. Нахождение зоны, которая отвечает условию приема космической станцией с необходимым качеством сигналов от находящейся в пределах зоны земной станции с достаточной в данной системе излучаемой мощностью.
4. Определение зоны покрытия территории, принадлежащей одновременно каждой из трех указанных зон.

При реальном проектировании системы необходимо учитывать, что в атмосфере Земли возникает дополнительное затухание, в основном из-за частиц влаги; существенное влияние оказывает нестабильность положения спутника на орбите и нестабильность ориентации его антенн. Для учета влияния нестабильности луча передающей антенны спутника введено понятие зоны гарантированного уровня сигнала, учитывающего как ограничения, обусловленные радиовидимостью, так и создаваемую с учетом нестабильности плотности потока мощность у поверхности Земли, отличающееся от понятия зон покрытия тем, что не учитывает энергетические соотношения на участке земная станция — космическая станция. Поверхность Земли, на которой расположены или могут располагаться земные станции данной сети связи и в которой необходимо обеспечить нормальную работу земных станций, называется зоной обслуживания. Зона покрытия включает в себя зону обслуживания.

Эффект Доплера проявляется на линиях радиосвязи в изменении частоты принятых колебаний при взаимном перемещении передатчика и приемника. Он возникает и при движении спутника по орбите, причем максимален, если движение передатчика относительно приемника происходит по направлению линии связи. Доплеровский сдвиг не возникает на линии

связи между неподвижными земными станциями через геостационарный спутник, но на сильно вытянутых эллиптических или низких круговых орбитах может быть значительным. Наибольший суммарный доплеровский сдвиг имеет место на линиях связи между близко расположенными земными станциями, когда сдвиг на обоих участках (Земля-спутник и спутник-Земля) примерно одинаков и на всей линии удваивается. Влияние доплеровского сдвига на работу линии связи проявляется в том, что увеличивается частотная нестабильность несущей частоты ретранслируемых спутником радиосигналов. Это осложняет прием сигналов, особенно узкополосных, приводя к снижению помехоустойчивости приема, изменению частоты модулирующих колебаний. Эффект Доплера может создавать трудности при передаче дискретных сигналов в цифровых сетях.

7.3. Системы низкоорбитальной спутниковой связи

В последнее время активно развиваются системы связи на базе низкоорбитальных космических аппаратов. Подобные системы спутниковой связи строятся с помощью спутников, размещаемых на круговых орбитах с наклоном $0 \dots 90^\circ$ относительно экваториальной плоскости с высотой орбиты (расстояние от спутника до проекции его на поверхность Земли) от 500—700 км до 2000 км. На орбитах высотой менее 500 км плотность атмосферы относительно высока, из-за чего происходит постепенное снижение высоты, а следовательно, для сохранения заданной орбиты необходимо увеличивать частоту маневров, что повышает расход топлива. К тому же снижение высоты орбиты уменьшает зону радиовидимости на Земле, что требует увеличения количества спутников для глобального охвата. Для обеспечения глобальной связи с непрерывным обслуживанием число спутников в орбитальной группировке должно быть не менее 48. Период обращения спутника на этих орбитах со-

ставляет от 90 мин до 2 ч, максимальное время его пребывания в зоне радиовидимости не превышает 10–15 мин.

Наибольшее применение получили системы низкоорбитальной спутниковой связи с круговыми квазиполярными орбитами с наклоном 80–90°. В интересах передачи информации для широкого круга пользователей подобные системы стали осваивать с середины 90-х гг. XX в. Системы низкоорбитальной спутниковой связи обладают значительными преимуществами по энергетическим характеристикам, но проигрывают в продолжительности сеансов связи и времени активной работы космического аппарата. При одном периоде обращения спутника 100 мин в среднем 30 % времени он находится на теневой стороне Земли. Поэтому аккумуляторные батареи на его борту требуют приблизительно 5000 циклов зарядки/разрядки в год. Вследствие этого срок их службы, как правило, не превышает 5–8 лет. Длительная работа электронной бортовой аппаратуры на орбитах выше 2000 км (в первом радиационном поясе Ван Аллена) затруднена без использования специальных методов защиты от радиационного излучения, что ведет к существенному усложнению бортовой аппаратуры и увеличению массы спутника. Масса спутников до 500 кг. Охват большой территории Земли обеспечивается несколькими плоскостями орбит. В системе предусматривается одна или несколько станций управления спутниками и сетью связи, а также шлюзовые станции для интерфейса с сетями телефонии общего пользования.

Низкоорбитальные системы обеспечивают персональную связь, включая радиотелефонный обмен и связь с подвижными объектами, с использованием сравнительно дешевых, малогабаритных земных терминалов, уровень сложности которых соизмерим с уровнем сложности станций наземныхотовых систем связи. Поскольку дальность радиолинии «низкоорбитальный спутник — земная станция» в 20–50 раз меньше радиолинии «геостационарный спутник — земная станция», упрощается создание многолучевых направленных антенн;

излучаемая мощность снижается на 26–30 дБ. Однако при этом усложняется управление группировкой таких спутников и поддержание непрерывности связи. Низкоорбитальные системы на приполярных (квазиполярных) орбитах обеспечивают глобальную связь в полярных широтах и особенно в регионах со слаборазвитой инфраструктурой связи и низкой плотностью населения.

Каналы связи для подвижной связи при использовании низкоорбитальных спутников значительно дешевле каналов, обеспечиваемых системами на геостационарных спутниках за счет сравнительно дешевых абонентских станций и простого (менее сложного) оборудования космического сегмента. Отметим также высокую живучесть системы при выходе из строя отдельных спутников. Реализация низкоорбитальных систем связи стала возможной благодаря последним достижениям в области вычислительных средств и системотехники. Системы низкоорбитальной спутниковой связи можно разделить на три группы, отличающиеся набором предоставляемых услуг и сложностью технической реализации: системы пакетной передачи данных, системы радиотелефонной связи и системы высокоскоростной передачи данных. Системы первой группы, как правило, обеспечивают передачу любых данных в любом виде с небольшими скоростями (от единиц бод до десятков кбод). В подобных системах допускается использование спутников без коррекции положения на орбите (без двигательных установок на спутнике) с простейшей гравитационной системой ориентации. Поскольку подобные системы работают в УКВ диапазоне частот (130–400 МГц), на спутнике и в земных станциях возможно применение слабонаправленных антенн с коэффициентом усиления 0–3 дБ и передатчиком мощностью 2–10 Вт. Все это дает возможность снизить вес спутника до 200–500 кг и сделать его сравнительно простым. При этом региональные земные станции, как стационарные так и перевозимые, удешевляются и допускают некавалифицированное обслуживание. К системам па-

кетной передачи данных относятся «*Room*», «*Strays*», «*Leo sat*», «*Locum-Spas*», «Гонец», «СПС — Спутник» и др.

Вторая группа низкоорбитальных систем радиотелефонной связи обеспечивает передачу речевых сообщений с использованием персональных радиотелефонов с непрерывным обслуживанием абонентов в реальном масштабе времени. Для подобных систем связи характерны: стабилизированные на орбите спутники с трехосной системой ориентации и двигательными установками; увеличение числа радиотелефонных каналов на один спутник и связанное с этим расширение полос частот, что обусловило переход на более высокие диапазоны частоты (более 1,5 ГГц); непрерывность связи требует большого количества региональных станций с дорогим коммуникационным оборудованием. По этим причинам низкоорбитальные системы радиотелефонной связи более дорогие, чем системы пакетной передачи данных. К системам радиотелефонной связи относятся система «Иридиум», «Глобалстар», «Одиссей» в США, «Гонец-Р», «Курьер», «Сигнал», «Коскон» в России. К системам третьей группы относятся «спутниковые системы второго поколения». Такие системы способны предоставить пользователям комплекс услуг высокоскоростной передачи данных и доступ к широкополосным интерактивным услугам мультимедиа, аналогичные услугам наземных широкополосных сетей на основе волоконно-оптических линий связи. К данным системам относятся: «*Sky bridge*», «*Alcester*» (Франция); «*Celery*», «*Motorole*» и «*Tiled sic*» (США). Низкоорбитальные системы спутниковой связи по сравнению с геостационарными более эффективно расходуют частотный ресурс из-за многократного повторного использования полос радиочастот. Абонентские терминалы в подобных системах связи соизмеримы с переносными телефонами наземных сотовых сетей связи, небольшое расстояние до спутников существенно снижает задержку сигналов в радиоканале.

Отличительной особенностью систем низкоорбитальной спутниковой связи является наличие двух типов каналов: информационных, по которым передается коммерческая (оплачиваемая) информация, и маркерных, по которым передается адресная информация о времени работы абонента, о частоте связи и т. д. В общем случае система низкоорбитальной спутниковой связи состоит из наземного и космического сегментов. Космический сегмент, как правило, включает в себя несколько десятков спутников (космических аппаратов), запускаемых в нескольких плоскостях по несколько спутников на наклонные орбиты. Число спутников и углы наклона зависят от типа космической системы связи. Земной сегмент включает в себя, как правило, абонентские терминалы, шлюзовые станции, сегменты управления системой и управления связью, сегмент запуска. Земные сегменты различных систем низкоорбитальной спутниковой связи имеют свою специфику.

7.4. Цифровая сеть с интеграцией обслуживания (ЦСИО)

ЦСИО (*ISDN — Integrated Services Digital Network*) — цифровая сеть для передачи данных с различными скоростями в едином физическом канале, которая поддерживает множество служб телекоммуникационных сетей.

Телекоммуникационная служба — совокупность аппаратно-программных средств, а также поддерживающих ее средств ТЭ и административного управления, обеспечивающая предоставление услуг пользователям. Состав существующих и перспективных служб и услуг телекоммуникационных сетей представлен в табл. 7.1. Цифровая сеть интегрального обслуживания (ЦСИО) — это цифровая сеть с цифровыми абонентскими линиями и цифровыми оконечными устройствами разнообраз-

ного назначения. В такой сети по одной и той же абонентской линии и по одному и тому же соединению может быть передана речевая, текстовая информация, данные, изображения. Особенности ЦСИО:

- передача информации между абонентскими терминалами в цифровой форме;
- обеспечение доступа к большому числу речевых и неречевых служб;
- подключение разнообразных терминалов с помощью многоцелевых стандартных интерфейсов «пользователь — сеть»;
- обеспечение централизованного способа организации сигнализации с высокой скоростью;
- обеспечение любого вида коммутации.

Функциональная схема организации доступа абонентов ЦСИО к ЦСК (рис. 7.2) состоит из функциональных блоков, размещаемых у абонентов и на ЦСК.

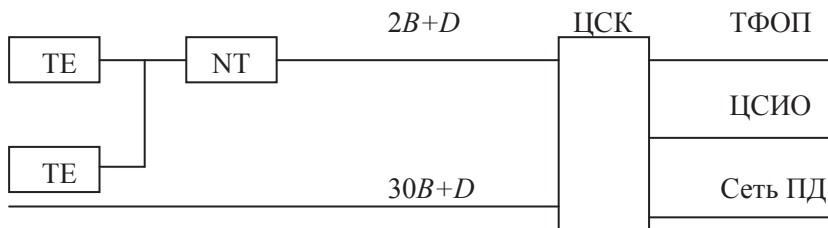


Рис. 7.2. Функциональная схема организации доступа абонентов ЦСИО к ЦСК:

ТЕ — терминал пользователя; НТ — сетевое окончание

Физические устройства, образующие интерфейс между линией и пользователем, располагаются в непосредственной близости от терминалов и называются сетевыми окончаниями (НТ). В узкополосной ЦСИО (УЦСИО) в интерфейсе «пользователь — сеть» специфицировано два типа основных цифровых каналов B и H , предназначенных для передачи самых разных информа-

ционных потоков пользователя, и канал D , используемый, в основном, для передачи сигнальной информации. Каналы типов B и H используются при создании трактов по способу коммутации каналов. Сигнальный канал служит для обеспечения «диалога» между устройством пользователя и сетью. В некоторых случаях сигнальный канал можно использовать для передачи в нем пакетов данных пользователя. Передача информации сигнализации и пакетов данных пользователей осуществляется в виде блоков, при этом приоритет имеют блоки сигнальной информации. В зависимости от вида абонентского окончания в канале типа D данные могут передаваться со скоростью цифрового потока в 16 или 64 кбит/с. Если по каналу типа B могут передаваться потоки речевой информации или данных с максимальной скоростью 64 кбит/с, то по каналу типа H — потоки от высокоскоростных факсимильных аппаратов, установок видеосвязи, высокоскоростной передачи данных, высококачественного звукового вещания:

- канал B — для передачи информации со скоростью 64 кбит/с;
- канал D — для передачи сигнальной информации со скоростью 16 кбит/с;
- канал HO — 384 кбит/с — для увеличения скорости передачи;
- канал $H11$ — 1536 кбит/с;
- канал $H12$ — 1920 кбит/с.

Основным для большинства абонентов является базовый доступ (BRA — *Basic Rate Access*) со скоростью $2B + D = 144$ кбит/с, но фактически скорость 192 кбит/с, так как передается дополнительная информация по синхронизации и управлению сетью. Первичный доступ (PRA — *Primary Rate Access*) используется для систем с повышенной нагрузкой со скоростью $30B + D$ (локально-вычислительные сети, УПАТС). Услуги ЦСИО делят на две группы: основные и дополнительные. К основным услугам относятся услуги переноса (доставки) информации и услуги предоставления видов связи. Под услугой переноса информации

понимают доставку цифровых потоков от одного интерфейса «пользователь — сеть» до другого. В предоставлении вида связи участвуют как средства сети, так и терминальное оборудование пользователя. Услуга предоставления вида связи (например, диалог двух пользователей с помощью речевых установок — телефонных аппаратов) должна обеспечивать возможность обмена информацией между пользователями. Услуги переноса информации, как правило, сопровождают услуги предоставления видов связи. Однако пользователь может запросить услугу переноса — соединение с нужными ему характеристиками для передачи данных, не указывая вид связи.

Основные услуги подразделяются на 2 типа:

- 1) интерактивные — обеспечивают возможность обмена информацией.

Интерактивные подразделяются на:

- диалоговые; обеспечивают возможность обмениваться информацией в акустической или в визуальной форме;
- сервис типа «поиск» — позволяет пользователям осуществлять поиск информации в информационных центрах;
- сервис типа «передача с хранением» — позволяет пользователям обмениваться информацией с помощью электронного почтового ящика;

- 2) распределительные (трансляционного типа), делятся на:

- широкоэвещательные — центральный источник информации передает непрерывный поток информации неограниченному числу пользователей, подключенных к сети; отдельный пользователь не может влиять на начало передачи информации и порядок предоставления;
- с индивидуальным управлением — информация передается в виде повторяющихся кадров, пользователь может управлять процессом передачи информации.

Дополнительные услуги предоставляются в сочетании с какой-либо из основных и ориентированы на расширение удобств пользования услугами:

- удержание соединения — позволяет пользователю прервать разговорную фазу без разрушения соединения для наведения справки и восстановить ее впоследствии. Два соединения — удерживаемое и справочное, абсолютно независимы, благодаря этому обеспечивается конфиденциальность связи;
- переадресация вызова при занятости вызываемого абонента позволяет пользователю переадресовать все входящие вызовы от некоторых служб на другой номер сети;
- безусловная переадресация вызова — позволяет пользователю переадресовать все входящие вызовы на другой номер сети;
- конференц-связь с расширением — позволяет пользователю участвовать в многостороннем соединении и управлять этим соединением.

Инициатор может набрать номера нескольких абонентов и организовать оперативное совещание. Инициатор услуги может выборочно отключать любого из корреспондентов. Участники могут также отключаться по собственной инициативе. Современные комплекты конференц-связи предусматривают возможность одновременного соединения до 64 абонентов:

- прямой набор номера предоставляет пользователю возможность вызова через ЦСИО общего пользования абонента ведомственной ЦСИО с применением системы нумерации ЦСИО общего пользования;
- определение номера вызывающего абонента обеспечивает вызываемой стороне идентификацию номера вызывающего абонента;
- запрет идентификации номера вызывающего абонента. Данная услуга обеспечивает вызывающему пользователю возможность предотвратить индикацию номера своей линии на дисплее терминала вызываемого пользователя;
- портативность терминала позволяет пользователю перключить терминал из одной розетки в другую в пределах

своего абонентского пункта (базового доступа) в течение активного состояния соединения. Эта услуга позволяет также пользователю передавать вызов с одного терминала на другой в пределах одного абонентского пункта в течение активного состояния соединения. Существующие и перспективные услуги и службы телекоммуникационных сетей представлены в табл. 7.1.

Таблица 7.1

Название службы	Услуги	Используемые телекоммуникационные сети
Телефонной связи с подвижными объектами	Установка телефонного аппарата	ТФОП, сеть подвижной связи, ЦСИО общего пользования
	Местный телефонный разговор	
	Международный телефонный разговор	
	Телефонный разговор абонента сети подвижной связи	
	Разговор или передача данных через ЦСИО	
	Дополнительные услуги	
Телеграфная, телекс, АТ, объединенная служба АТ/телекс	Телеграммы	Телеграфная сеть, сеть телекс, сеть АТ, объединенная сеть АТ/телекс
	Переговоры по АТ, телексу	
	Дополнительные услуги	
Передача данных с коммутацией пакетов по телефонным сетям с коммутатора	Соединение в сети данных	Сеть передачи данных с коммутацией пакетов, ТФОП, ведомственные сети
	Соединение для передачи данных по ТФОП	
	Соединение для передачи данных по ЦСИО	
	Сдача каналов в аренду для передачи данных	
	Дополнительные услуги	

Окончание табл. 7

Название службы	Услуги	Используемые телекоммуникационные сети
Телематематические	Телефакс-3	ТФОП, ведомственные сети. Сеть передачи данных с коммутацией пакетов, ЦСИО видеотекстные центры, узлы обработки сообщений
	Телефакс-4	
	Смешанный режим	
	Бюро факс	
	Телетекст	
	Видеотекст	
	Обработка сообщений	
Передачи газет	Передача газетной полосы	Некоммутируемая сеть передачи газет
	Передача цветных изображений	
Телеконференций	Телеконференции аудиографические и видеографические	ЦСИО, сети диспетчерских служб
Мультимедиа	Мультимедиа (звук, текст, подвижные и неподвижные изображения)	Широкополосная ЦСИО
Название службы	Услуги	Используемые телекоммуникационные сети
Вещательные проводного звукового вещания, распределения программ ТВ, кабельного ТВ	Установка однопрограммной радиоточки	
	Установка многопрограммной радиоточки	
	Передача сигналов звукового вещания	
	Передача сигналов ТВ	
	Передача сигналов кабельного ТВ	
	Дополнительные услуги	

Скорость основного интерфейса «пользователь — сеть» в У-ЦСИО — $2B+D$. Это относительно невысокая скорость, которая ограничивает возможности развития служб, требующих

более высоких скоростей передач от десятков до сотен Мбит/с. Такие скорости необходимы при передаче подвижных изображений, цветных изображений, проведении видеоконференций, кабельного телевидения.

В начале 80-х гг. XX в. в ряде мировых исследовательских центров (*CNET*, Франция; *Bell Labs*, США) начались работы по созданию сетей нового типа — широкополосных цифровых сетей с интеграцией обслуживания Ш—ЦСИО (*B-ISDN—Broadband Integrated Services Digital Network*). Концепция Ш—ЦСИО предполагает, что оператор предоставляет пользователю весь возможный набор узкополосных и широкополосных услуг в рамках одной сети на базе единого метода коммутации. Одной из основных проблем, с которой столкнулись разработчики концепции Ш—ЦСИО, была проблема выбора единого метода доставки информации и коммутации. В качестве такого метода был предложен метод асинхронной доставки, основанный на технологии АТМ (*Asynchronous Transfer Mode*).

Технология АТМ представляет собой разновидность метода коммутации пакетов и рассматривается как набор протоколов для применений, ориентированных на соединение с гарантированным качеством обслуживания, означающим выделение необходимой полосы пропускания, и обеспечением минимальных задержек.

Основные свойства метода АТМ:

- исходное сообщение после представления в цифровой форме и перед передачей в сеть связи разделяется на протокольные блоки (кадры) фиксированной длины 48 байт;
- каждый кадр дополняется служебной частью — заголовком (содержит адресную часть, элементы защиты от ошибок и другую служебную информацию) размером 5 байт, образуя ячейку АТМ длиной 53 байта;
- последовательность ячеек АТМ передается через виртуальные соединения в коммутаторах АТМ;

- процедуры управления потоками и контроля ошибок перенесены в верхние уровни модели *ВОС*;
- на приемной стороне ячейки АТМ освобождаются от заголовков и собираются в единую последовательность, из которой затем формируется исходное сообщение.

Сети Ш—ЦСИО, построенные на базе технологии АТМ, обеспечивают следующие возможности:

- доставку всех видов информации (речь, данные, музыку, подвижные и неподвижные черно-белые и цветные изображения, мультимедиа) с высоким качеством обслуживания;
- поддержку интерактивных (диалоговых) служб и служб распределения информации;
- статистическое распределение сетевых ресурсов в соответствии с требованиями пользователей (гарантированная полоса пропускания).

7.5. Способы организации радиосвязи

Радиосвязь в зависимости от потребностей управления и наличия сил и средств может быть организована по радионаправлению и по радиосети.

Радионаправление — способ организации радиосвязи между двумя радиостанциями (см. рис. 7.3). Радиосеть — способ организации радиосвязи между тремя и более радиостанциями (см. рис. 7.4). В радиосетях и радионаправлениях назначается главная радиостанция, которая обязана руководить всеми подчиненными станциями сети (корреспондентами) и следить за соблюдением ими установленного режима и порядка работы, безопасности связи, а также регулировать обмен информацией. Главная станция сети обязана призвать к порядку любую станцию, допускающую нарушения дисциплины связи. Требования главной радиостанции обязаны выполнять все ра-

диостанции сети немедленно и беспрекословно. Главной радиостанцией сети является станция, обеспечивающая связь старшему начальнику.

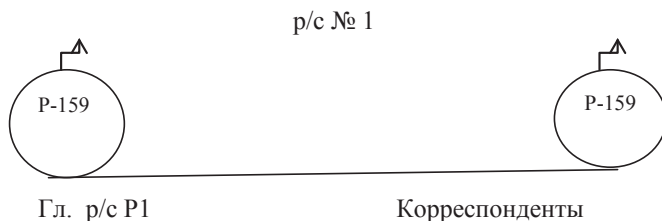


Рис. 7.3. Организация связи по радионаправлению

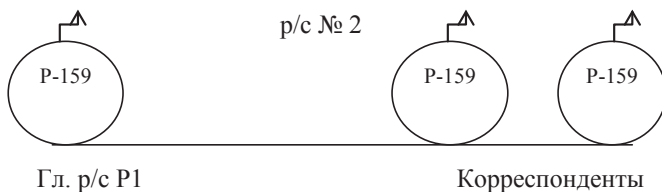


Рис. 7.4. Организация связи по радиосети на одной частоте

Каждой радиостанции для опознавания друг друга в процессе установления связи и ведения обмена, а также для адресования радиোগрамм присваивается позывной. Позывные подразделяются на международные и телефонные. Международные позывные представляют собой буквенные или буквенно-цифровые сочетания из 3—5 знаков независимо от вида работы и, как правило, закрепляются за радиостанциями, работающими в постоянно действующих сеансовых радиосетях и радионаправлениях, предусмотренных регламентом радиосвязи. Телефонные позывные представляют собой сочетания слов с двумя-тремя цифрами и закрепляются, как правило, за персональными радиостанциями при организации временных радиосетей или радиосетей местного управления. В одной радиосети могут назначаться телефонные

позывные с единой словарной основой для всех корреспондентов сети, но с разными цифровыми индексами у каждого из них. Международные и телефонные позывные могут быть индивидуальными и циркулярными. Индивидуальные позывные закрепляются за каждой радиостанцией. Циркулярный позывной назначается в радиосети для одновременного вызова всех или нескольких радиостанций. Вид применяемых позывных в каждой радиосети и радионаправлении определяется распоряжением начальника, организующего связь. Применять произвольные позывные категорически запрещается. Радиопередатчик (радиостанция) закрепляется за радионаправлением (радиосетью) или может работать поочередно по мере необходимости в нескольких радионаправлениях и радиосетях. Радиоприемники, как правило, закрепляются за каждым радионаправлением или радиосетью. В зависимости от назначения, а также от наличия сил, средств и частот связь в радиосети может обеспечиваться:

- на одной частоте, что позволяет вести циркулярную передачу и поддерживать связь между всеми корреспондентами сети с наименьшим расходом сил и средств (см. рис. 7.4);
- на двух частотах, при которой одна частота закрепляется за передатчиком главной радиостанции, а другая за передатчиками корреспондентов (рис. 7.5);

р/с № 3

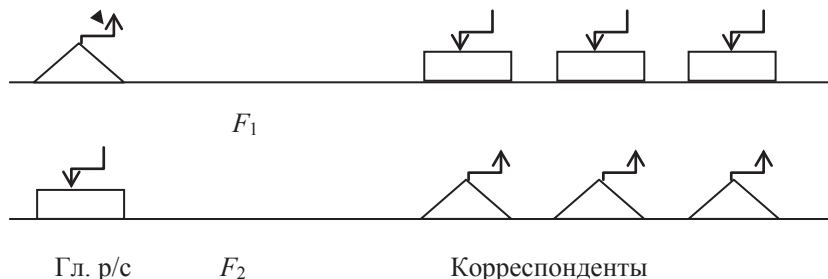


Рис. 7.5. Схема организации связи

- на частотах передатчиков, при которой каждая радиостанция ведет передачу на частоте своего передатчика, а прием на частотах передатчиков корреспондентов (рис. 7.6). Разновидностью радиосети на частотах передатчиков является комбинированная радиосеть, в которой обеспечивается двусторонняя связь корреспондентов только с главной радиостанцией.

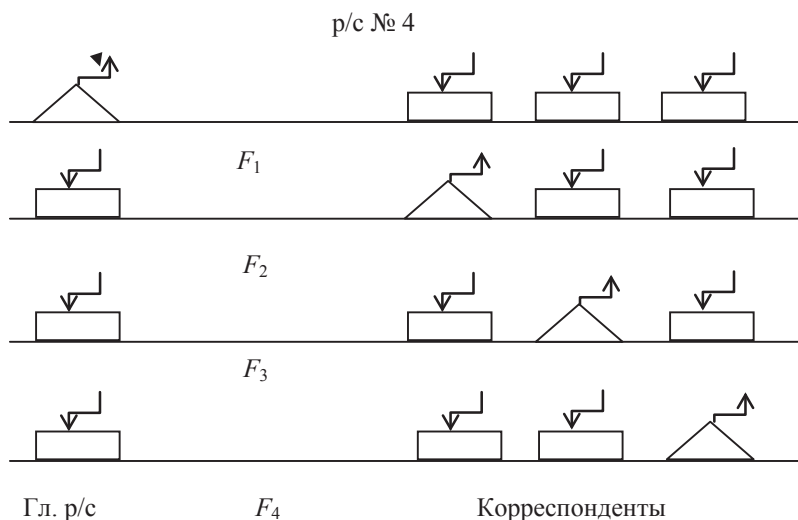


Рис. 7.6. Организация связи на частотах передатчиков

Для ведения длительного обмена между корреспондентами радиосети может предусматриваться их вывод в радионаправление. На время ведения длительного обмена с выходом радиостанции из радиосети в нее включается дополнительный приемник, а при его отсутствии корреспонденты предупреждаются о выходе из сети и времени возвращения в нее. Связь в радионаправлении может быть организована на одной частоте или на разделенных частотах передачи и приема. Радиосвязь с вхождением радиостанции старшего начальника в действующую

шие радиосети применяется при ограниченном количестве радиосредств, радиочастот и времени на разработку радиоданных. Для обеспечения вхождения радиостанции старшего начальника в радиосети подчиненных органов управления могут назначаться постоянные позывные, которые должны знать радисты этих радиосетей. Радиосвязь через промежуточные радиостанции организуется в тех случаях, когда она не может быть обеспечена непосредственно из-за недостаточной дальности действия радиостанций, неблагоприятных условий прохождения радиоволн, обеспечения радиосвязи разнотипными радиостанциями. Промежуточные радиостанции могут осуществлять переприем или ретрансляцию передач. При переприеме промежуточная радиостанция принимает информацию от одного корреспондента и передает ее другому. После получения подтверждения от конечной станции промежуточная станция передает ее корреспонденту, от которого исходила информация.

При ретрансляции обеспечивается автоматическое прохождение радиogramмы от одной станции к другой. Для ослабления замираний сигнала и повышения достоверности передачи могут применяться частотно-разнесенные прием и передача, пространственно-разнесенный прием, поляризационно-разнесенный прием и прием с угловым разносом. Частотно-разнесенная передача заключается в одновременной передаче одной и той же информации несколькими передатчиками на разных частотах, а частотно-разнесенный прием в приеме такой передачи на несколько приемников. При этом передача и прием могут вестись на пространственно-разнесенные антенны.

При пространственно-разнесенном приеме информация принимается на несколько приемников с пространственно-разнесенными антеннами со сложением сигналов или автовыбором антенны с наибольшим сигналом. Разнос между антеннами должен составлять 8–10 длин волн и более.

Поляризационно-разнесенный прием заключается в том, что работа одного передатчика принимается на несколько ан-

тенн с разной поляризацией с последующим сложением сигналов. Прием с угловым разносом осуществляется узконаправленными в вертикальной плоскости антеннами с различными углами максимума диаграммы направленности с последующим сложением сигналов либо автовыбором углового канала с наибольшим сигналом.

7.6. Регламент радиосвязи, радиоданных и их разработка

Регламентом радиосвязи называется комплект документов, определяющих порядок организации и обеспечения радиосвязи в различных видах деятельности. В регламент радиосвязи входят: распоряжение начальника, организующего радиосвязь; инструкции по разработке радиоданных, по обеспечению радиосвязи и другие документы, регламентирующие работу радиосвязи, а также исходные данные, необходимые для разработки радиоданных сетей и направлений подчиненными. Документы регламента определяют общие принципы организации и обеспечения радиосвязи и разрабатываются на несколько лет.

В распоряжении указываются:

- особенности организации и обеспечения радиосвязи;
- режимы работы радиосвязи в различных видах деятельности;
- порядок организации радиосвязи взаимодействия;
- порядок и сроки разработки регламента радиосвязи и радиоданных подчиненными.

Документы регламента радиосвязи и все вносимые в них в последующем изменения высылаются в вышестоящий, контролирующий и подчиненные органы. Вышестоящий орган обязан проверить соответствие своим указаниям документов по радиосвязи, разработанных подчиненными. Для обеспе-

чения своевременности разработки регламента радиосвязи и радиоданных подчиненными старший орган высылает свой регламент заблаговременно, с учетом количества ступеней подчиненности и времени, необходимого для работы каждой ступени. На основе требований регламента радиосвязи вышестоящего органа, принятой системы управления и наличия сил и средств радиосвязи принимается решение на организацию радиосвязи, оформляемое в виде схемы или таблицы.

Схема (таблица) должна содержать:

- номера, состав и вид работы (тип оконечной аппаратуры) радиосетей и радионаправлений с вышестоящим, взаимодействующими и подчиненными органами;
- расчет сил и средств радиосвязи.

В соответствии со схемой организации радиосвязи разрабатываются радиоданные, в которых указываются:

- номер сети (направления), наименование органа (позывной узла связи), вариант радиоданных, срок их действия и режим работы;
- номера строк, под которыми значатся отдельные станции;
- состав сети (направления) с указанием пунктов управления (узлов связи) или начальников, за которыми закреплена радиостанция;
- позывные;
- частоты;
- время (сроки) смены частот и позывных.

На случай необходимости и расширения состава радиосети в радиоданных предусматриваются резервные строки. Расчет потребности в позывных производится с учетом количества организуемых сетей и направлений, их состава и предназначения, способов организации радиосвязи и вида применяемых позывных. При этом предусматривается выделение позывных для резервных строк сетей (направлений), а также для скрытых и резервных сетей и направлений. В зависимости от дальности радиосвязи, условий размещения радиосредств и распростра-

нения радиоволн радиосвязь может обеспечиваться земными и ионосферными волнами. По срокам использования частоты подразделяются на сменные и сезонные, а по предназначению — на рабочие, запасные и резервные. При ионосферном распространении радиоволн частоты назначаются, как правило, отдельно для дня и ночи. Такое деление частот связано с изменениями состояния отражающих слоев ионосферы в течение суток и необходимостью выбора оптимальных для данного периода частот. Рабочие и запасные частоты закрепляются за конкретными сетями и направлениями или за радиостанциями, а резервные частоты — за узлом связи или за несколькими сетями (направлениями).

При невозможности закрепления запасных частот за каждой сетью (направлением) они закрепляются только за наиболее важными из них. При назначении частот учитываются:

- условия распространения радиоволн в зависимости от длины трассы радиосвязи и географической широты, в которой работают радиостанции;
- загруженность частот работой радиостанций и других радиотехнических средств;
- ограничения на использование частот;
- нормы частотно-территориального разнosa, исходя из условий обеспечения ЭМС радиостанций между собой и с линиями дистанционного управления;
- необходимость назначения запасных и резервных частот, а также выделения оптимальных по условиям распространения и свободных от помех частот сетям и направлениям более высокой степени важности.

Комплект радиоданных доводится в виде распоряжения по организации радиосвязи с приложением к нему радиоданных радиосетей и радионаправлений, графиков смены радиоданных, инструкций по обеспечению радиосвязи, адресования и ведения служебных переговоров, определяется порядок хранения и выдачи радиодокументов.

В действующие радиодокументы должны своевременно вноситься все изменения с указанием времени их внесения и кто дал распоряжение об этом. Все устаревшие распоряжения о внесении изменений в радиоданных впоследствии подтверждаются документально. С личным составом, привлекаемым для обеспечения радиосвязи, должны регулярно проводиться занятия по изучению необходимых инструкций в части, касающейся каждого специалиста. Ответственность за своевременное доведение радиоданных до рабочих мест радиооператоров и за своевременную смену радиоданных несет лично начальник (руководитель) подразделения, обеспечивающего радиосвязь, а на отдельных радиостанциях — начальники этих радиостанций. Радиоданные на рабочие места радиооператоров выдаются в виде бланка радиоданных или записываются в аппаратный журнал радиостанции. На бланке радиоданных указываются: частоты, позывные, время смены частот, вид работы и, при необходимости, азимуты на корреспондентов. На переносных радиостанциях радиоданные могут выписываться на передней панели радиостанции. В радиоданных, выдаваемых на рабочие места радиооператоров, вместо действительных наименований указываются позывные узлов связи или другие условные наименования. Радиоданные всех радиосетей и радионаправлений должны регистрироваться в контрольных органах в соответствии с действующими положениями.

ГЛАВА 8

Правила ведения радиосвязи в МЧС России

8.1. Общие положения

Радиосвязь между радиостанциями осуществляется по правилам радиосвязи, установленным в МЧС России, которые определяют порядок установления радиосвязи, передачи радиogramм и ведения переговоров по радио, общие требования к оформлению радиogramм и ведению учетной документации на узлах связи и радиостанциях.

Установление радиосвязи — есть процесс обнаружения, опознавания радиостанций и получения связи заданного вида и качества за счет настройки и регулировки аппаратуры, выбора частот и антенн. Передача по радиоканалам информации и ведение переговоров именуются радиообменом. По своему содержанию информация подразделяется на радиogramмы и сигналы (команды), а радиообмен — на служебный и оперативный. Служебный радиообмен ведется по вопросам установления радиосвязи, смены вида работы, замены частот, прохождения радиogramм, регулировки аппаратуры и по другим вопросам обеспечения связи. Служебный радиообмен ведется с применением разрешенных кодовых сокращений. При телеграфной слуховой и буквопечатающей радиосвязи передаются кодовые сокращения, а при телефонной — кодовые выражения. Служебный радиообмен должен быть кратким и вестись в строгом соот-

ветствии с требованиями руководства. Ведение частных переговоров между радиооператорами категорически запрещается. Оперативный радиообмен заключается в передаче (приеме) документальных сообщений, а также в ведении абонентами непосредственных телефонных и телеграфных переговоров по радио, которые в случае необходимости могут документироваться, записываться в аппаратном журнале. Оперативная информация, передаваемая по каналам радиосвязи (слуховым, телеграфным и телефонным), оформляется руководителем по радиоп центру в виде радиограмм установленной формы через экспедицию узла связи. Радиограммы и сигналы подразделяются на исходящие, входящие и транзитные. Радиограммы и сигналы, поданные для передачи, называются *исходящими*. Радиограммы и сигналы, принятые от корреспондентов, называются *входящими*. Радиограммы и сигналы, принятые для последующей передачи другим корреспондентам, называются *транзитными*. Радиограммы, передаваемые через несколько промежуточных станций по заранее установленному маршруту, называются *эстафетами*. Контрольные радиограммы-эстафеты могут передаваться по круговому маршруту. Радиограммы и сигналы могут передаваться следующими способами:

- квитанционным;
- бесквитанционным;
- обратной проверки.

Способ обмена, кроме квитанционного, определяется дежурным по радиоп центру.

Квитанционный способ применяется во всех случаях, когда нет указаний о применении других способов обмена. При квитанционном способе радиообмена прием радиограмм подтверждается квитанцией. При бесквитанционном способе подтверждение о приеме радиограммы не передается или передается по другим каналам связи, установленным порядком согласно инструкции. При способе обратной проверки подтверждение о приеме радиограммы дается путем полного повторения радио-

граммы. Способ обратной проверки применяется при необходимости получить уверенность в безошибочном приеме переданной радиограммы (сигнала). По важности радиограммы и сигналы отличаются установленными категориями срочности. Категория срочности передается в заголовке перед номером радиограммы в сокращенном виде: «Ракета» (ркт), «Самолет» (смл) и т. д. Очередность передачи радиограмм и сигналов определяется их важностью (категорией срочности). Радиограммы и сигналы одной и той же категории срочности передаются в порядке их поступления на узел связи (радиостанцию).

Поступившие на радиостанцию сигналы и радиограммы должны передаваться без промедления. Во избежание задержки в передаче сигналов и особо важных радиограмм экспедиция, дежурный по узлу связи, дежурный по радиосвязи или руководитель радиоцентра заранее предупреждают радиста о предстоящем поступлении нагрузки. О задержке в передаче сигналов и особо важных радиограмм немедленно докладывается дежурному по радиосвязи, который должен принять меры к ускорению передачи сигналов (радиограмм) и доложить руководителю центра. Дежурному радисту запрещается отказываться от приема радиограмм (сигналов). Он должен проявить все свое умение, чтобы в условиях радиопомех и слабой слышимости своевременно и без ошибок принять радиограмму (сигнал). Радиограммы и сигналы в режиме передачи данных, а также факсограммы оформляются и передаются в порядке, установленном для их передачи по проводным каналам связи. При скоплении на узле связи большого числа радиограмм для передачи, при отсутствии связи или затрудненных условиях радиообмена, а также при работе радиосвязи по сеансам руководитель центра предупреждается о неизбежной задержке в передаче поступивших радиограмм. Если радиосвязь осуществляется по расписанию, время прохождения радиограмм исчисляется с момента начала очередного сеанса. Прием корреспонденции для передачи и допуск лиц для ведения переговоров по каналам радиосвязи произво-

дятся в соответствии с указаниями органа, которому подчинен узел связи (радиостанция). По открытым каналам радиосвязи запрещается передавать сведения, составляющие государственную и военную тайну, в том числе фамилии, должности, звания должностных лиц, районы дислокации и открытые наименования объектов. Вхождение радиостанций старших начальников в радиосети подчиненных органов управления допускается на непродолжительное время и в исключительных случаях при необходимости установить связь через инстанцию.

Запись принятых радиограмм должна вестись только знаками русского алфавита или цифрами аккуратно, разборчиво. Группы текста радиограммы отделяются интервалами и записываются на бланке по пять или десять групп в строке. Для повышения оперативности радиообмена прием радиограмм (сигналов) может осуществляться с использованием клавиатуры ПЭВМ. Если станция назначения приняла предназначенную ей радиограмму одновременно с промежуточной станцией, она немедленно передает квитанцию промежуточной станции, не ожидая от нее предложения и передачи радиограммы.

8.2. Передача сигналов

Сигналы передаются без предварительного вызова и получения согласия на прием в следующем порядке:

- кодовая фраза БББ — 2 раза;
- циркулярный (индивидуальный) позывной — 2 раза;
- сигнал — 2 раза.

Через 10 с передача полностью повторяется и в конце передается знак окончания передачи (К).

ПРИМЕРЫ:

1. БББ; БББ; РИП4; РИП4; СИГНАЛ; СИГНАЛ — пауза 10 с.
БББ; БББ; РИП4; РИП4; СИГНАЛ-К; СИГНАЛ-К
— передача одного сигнала циркулярно.

2. БББ; БББ; РИП4; РИП4; СИГНАЛ-1; СИГНАЛ-2 — пауза 10 с. БББ; БББ; РИП4; РИП4; СИГНАЛ-1; СИГНАЛ-2К — передача двух сигналов циркулярно.
3. БББ; БББ; РНБ91; РНБ91; РХТ65; РХТ65; СИГНАЛ-1; СИГНАЛ-2 — пауза 10 с. БББ; БББ; РНБ91; РНБ91; РХТ65; РХТ65; СИГНАЛ-1; СИГНАЛ-2К — передача одного сигнала двум корреспондентам.

Квитанция на принятый сигнал дается немедленно путем однократного повторения сигнала после позывного принявшей радиостанции.

ПРИМЕР: РНБ91 СИГНАЛ К.

Для доведения сигнала при работе в телефонном режиме необходимо передать:

- циркулярный (индивидуальный) позывной — 2 раза;
- сигнал — 2 раза.

Через 10 с передача полностью повторяется и в конце передается слово окончания передачи (ПРИЕМ). Для обеспечения радиосвязи могут устанавливаться специальные служебные сигналы, передаваемые по радиоканалам: проверки времени, замены частот, выполнения команд, изменения режима работы радиосвязи и др. Порядок передачи служебных сигналов устанавливается распоряжением начальника, организующего связь.

8.3. Замена радиочастот

Замена радиочастот производится при изменении условий распространения радиоволн, при воздействии радиопомех и в других случаях, определенных радиоданными. Установление радиосвязи после замены частот, предусмотренной радиоданными, должно начаться в точно установленное время. Замена частот в непредусмотренное радиоданными время во всех случаях производится:

- в радионаправлениях по инициативе той радиостанции, у которой ухудшается прием;

- в радиосетях по инициативе той радиостанции, у которой ухудшается прием после команды главной радиостанции (переход на новую частоту производится после того, как главная радиостанция получила от всех корреспондентов сети согласие на замену частоты и проверила пригодность частоты для своей передачи). Переход на новые частоты осуществляется с разрешения дежурного по радиосвязи, который обязан убедиться в необходимости и целесообразности замены частот, учитывая при этом обстановку по связи и наличие пригодных для связи резервных частот. При переходе на запасную частоту до установления связи дежурство на основной частоте не прекращается. Если в установленное радиоданными время смены частот ведется радиообмен с удовлетворяющим требованиям качеством, то замена частоты производится после окончания радиообмена. При передаче предложения о замене частоты применяются установленные для этого кодовые сокращения (сигналы). Одновременно с передачей предложения о замене частоты корреспондент обязан предложить приемлемую для него частоту приема. Если в радиоданных назначены запасные частоты, то при передаче предложения о замене частоты передается кодовая фраза ЗДВ... («Переходите на запасную частоту №..»).

ПРИМЕР: РНБ91 ДЕ РХТ65 ЗДВ3 ЗК — предложение о переходе на запасную частоту № 3. РХТ65 ДЕ РНБ91 ОК ЗДВ3 ЗК — согласие на переход. Если необходимо сменить дневную или ночную частоту раньше указанного в радиоданных времени, передаются кодовые сокращения ЗЛЫ1 или ЗЛЫ2. Если после замены рабочей частоты корреспонденты на новой частоте не обнаруживают вызовов со стороны главной станции, они обязаны вызвать ее сами. При отсутствии связи более 10 минут радиооператор обязан доложить по команде об отсутствии связи и действовать в соответствии с полученными указаниями.

8.4. Переход из радиосети в радионаправление

Предложение о переходе из радиосети в радионаправление может дать любая радиостанция сети. Решение о переходе принимается по взаимной договоренности или по команде главной радиостанции. При выводе корреспондента из сети в направление передаются соответствующие кодовые сокращения и может указываться вид работы в направлении.

ПРИМЕР: РНБ91 ДЕ РХТ65 ЗМЖ 101 ЗСВ 2500К.

При переходе в направление прием на частоте сети не прекращается. Если после договоренности о переходе в направление корреспонденты не установили связь за нормативное время, выясняется причина отсутствия связи и при необходимости подбираются новые частоты. Работа в направлении заканчивается по взаимной договоренности между корреспондентами или по указанию главной станции.

8.5. Особенности ведения радиообмена в телефонном режиме

Установление телефонной радиосвязи, ведение переговоров и передач радиogramм производится по тем же правилам, что и в телеграфной слуховой радиосвязи, но с применением кодовых выражений вместо кодовых сокращений в виде, удобном для произношения голосом. В условиях хорошей слышимости международные (телефонные) позывные могут передаваться по одному разу. Передача радиogramм ведется со скоростью, соразмерной с возможностью записи на принимающей радиостанции. Буквенные радиogramмы, труднопроизносимые слова и служебные знаки, а также в условиях плохой слышимости и разборчивости передаются раздельно по буквам. При этом, каждая буква передается словом. Для настройки радиостан-

ции передаются цифры от единицы до десяти. Передача цифрового текста производится по группам с небольшими паузами.

Четырех-, пяти- и шестизначные группы передаются по частям, например:

- 2873 4594 — двадцать восемь семьдесят три, сорок пять девяносто четыре;
- 32841 76359 — тридцать два восемьсот сорок один, семьдесят шесть триста пятьдесят девять;
- 456270 823547 — четыреста пятьдесят шесть двести семьдесят, восемьсот двадцать три пятьсот сорок семь. Полные единицы и десятки тысяч передаются словами, обозначающими число тысяч с добавлением слова «тысяч». Например: 5000 (пять тысяч), 18000 (восемнадцать тысяч). При плохой слышимости разрешается каждую группу повторять отдельными цифрами. В симплексных радиосетях после установления связи информация должна передаваться в виде коротких команд, сигналов и докладов об их выполнении с целью сокращения времени работы на передачу и занятости частот.

Передача радиogramм должна осуществляться с перерывами после заголовка и каждой 10-й группы текста для получения подтверждения о приеме от корреспондента. Переговоры по телефонному радиоканалу с вынесенного телефонного аппарата или через коммутатор ведутся по изложенным выше правилам. Предоставляя открытый канал для переговоров, дежурный радиооператор (телефонист) сообщает абоненту позывные радиостанций и предупреждает его фразой: «Говорите по радио». При использовании для передачи информации аппаратуры сотовых (транкинговых) систем работа осуществляется без позывных, но с соблюдением правил ведения служебных переговоров в соответствии с установленными ограничениями.

8.6. Радиосвязь в случае бедствия и для обеспечения безопасности

Сигналы бедствия и обеспечения безопасности являются международными сигналами, порядок применения которых определен международным регламентом радиосвязи. Сигналы бедствия и обеспечения безопасности должны, как правило, передаваться со скоростью не более 80 знаков в минуту по радиотелеграфу, а по радиотелефону — медленно и разборчиво. Сигналы бедствия и обеспечения безопасности должны передаваться на соответствующих частотах. Однако радиостанции, терпящие бедствие, могут использовать любые другие доступные частоты, на которых они могут привлечь к себе внимание. В радиотелеграфии сигнал бедствия состоит из группы *SOS* (COC), передаваемой слитно как один сигнал, в котором тире должны быть такой длины, чтобы их можно было ясно отличить от точек. Радиотелефонный сигнал бедствия состоит из слова *MAYDAY*, произносимого как французское выражение «*maiden*» (мэдэ). Вызов в случае бедствия должен пользоваться абсолютным приоритетом перед всеми другими передачами. Все слышащие его станции должны немедленно прекратить любую передачу, которая может причинить помеху обмену в случае бедствия, и должны продолжать слушать на частоте, использованной для передачи вызова при бедствии.

Вызов при бедствии, передаваемый по радиотелеграфу, состоит из:

- сигнала бедствия COC (*SOS*), передаваемого три раза;
- слова ДЕ;
- позывного подвижной радиостанции, терпящей бедствие, передаваемого три раза.

Вызов при бедствии, передаваемый по радиотелефону, состоит из:

- сигнала бедствия *MAYDAY*, произносимого три раза;

- слов *THIS IS* (или *ДЕ*, произносимого с помощью кодовых слов *DELTA ECHO* в случае языковых затруднений);
- позывного подвижной радиостанции, терпящей бедствие, произносимого три раза.

Сообщение о бедствии по радиотелеграфу состоит из:

- сигнала бедствия *COC (SOS)*;
- названия или другого указания для опознавания подвижной станции, терпящей бедствие;
- сведений о ее местоположении;
- сведений о характере бедствия и роде просимой помощи;
- любых других сведений, которые могли бы облегчить оказание этой помощи.

Радиотелефонное сообщение о бедствии состоит из:

- сигнала бедствия *MAYDAY*;
- названия или другого указания для опознавания подвижной станции, терпящей бедствие;
- сведений о ее местоположении;
- сведений о характере бедствия и роде просимой помощи;
- любых других сведений, которые могли бы облегчить оказание этой помощи.

Сигнал безопасности в радиотелеграфии состоит из трех повторений группы *ТТТ* перед вызовом с четким разделением букв и групп друг от друга, а в радиотелефонии — из слова *SECURITE (СЕКЬЮРИТЕ)*, отчетливо произносимого три раза перед вызовом. Сигнал безопасности указывает, что станция намеревается передать сообщение, содержащее важное навигационное или метеорологическое предупреждение. Все станции, слышащие сигнал безопасности, должны продолжать слушать сообщение безопасности до тех пор, пока не убедятся, что это сообщение их не касается. Они не должны производить никаких передач, которые могут причинить помехи этому сообщению. Дежурный радиооператор, принявший сигнал, вызов и (или) сообщение о бедствии или сигнал безопасности, должен немедленно доложить дежурному по радиосвязи, сделать запись в аппаратном

журнале и продолжать следить за радиообменом. В ходе ликвидации последствий бедствия (чрезвычайной ситуации) радиосвязь с радиостанциями МЧС России обеспечивается в соответствии с действующим регламентом радиосвязи и требованиями настоящего Руководства.

При необходимости работы с радиостанциями радиолубительской аварийной службы (РАС) радист должен руководствоваться Правилами любительской радиосвязи.

8.7. Ведение документации по оперативно-технической службе

Основными документами по оперативно-технической службе являются:

- аппаратный журнал — у дежурных радиооператоров радиобюро и отдельных радиостанций;
- журнал учета работы передатчиков — у дежурных радиомехаников передающего радиоцентра;
- журнал несения дежурства — у дежурных по приемному радиоцентру (радиобюро), передающему радиоцентру. На маломощных переносных радиостанциях аппаратный журнал не ведется. Аппаратный журнал является основным документом, который отражает характер и продолжительность работы радиостанции, состояние радиосвязи и проведенный радиообмен. В аппаратном журнале записываются:
 - форма и образец заполнения;
 - дата и время приема и сдачи дежурства;
 - дата и время разворачивания и свертывания радиостанции, типы антенн;
 - открытие и закрытие работы на передачу, ограничения в работе радиосвязи;

- время установления связи, перерывы связи и их причины;
- распоряжения дежурного по радиосвязи;
- категории срочности, номера и количество групп принятых (переданных) радиограмм (сигналов) и подтверждение их приема;
- отметки о радиограммах, переданных (принятых) бесквитанционным способом, их смены;
- виды работы по каждому каналу отдельно;
- фамилии лиц, принявших канал для ведения обмена из телеграфной или телефонной станции;
- проверки связи и времени;
- случаи появления помех, полностью затрудняющих прием и их характер;
- нарушения безопасности связи;
- отказы в работе аппаратуры;
- проведение ежедневного технического обслуживания;
- итог работы за сутки по состоянию на 24.00 московского времени.

Против каждой записи в аппаратном журнале указывается время. При большой нагрузке время может указываться не против каждой записи, а через каждые 5 или 10 минут. Записи в аппаратном журнале производятся разборчиво. Все неверно записанное аккуратно перечеркивается. Позывные и кодовые сокращения записываются по одному разу. В итоге работы за сутки указываются количество переданных и принятых радиограмм, групп и сигналов и общее время работы радиостанции на передачу. Повседневный контроль за ведением аппаратных журналов дежурными операторами возлагается на дежурных по радиосвязи (начальников радиостанций).

В первую очередь проверяются:

- своевременность приема (передачи) и доставки радиограмм адресату;
- время установления связи;
- соблюдение установленного режима работы на передачу;

- оперативность работы радиооператора;
- правильность и аккуратность записей в журнале.

В журналах проверяющими лицами делается запись об обнаруженных недостатках и отметки об их устранении. Законченные журналы хранятся в течение двух месяцев, а исходящие и проходящие радиограммы — трое суток. По истечении срока хранения журналы и радиограммы уничтожаются в установленном порядке.

Оформление исходящих радиограмм:

- дежурный радиооператор, кроме текста радиограммы, должен проставить категорию срочности (при необходимости), позывной узла связи адресата, адрес и подпись;
- в экспедиции оформляется заголовок радиограммы: категория срочности в сокращенном виде, номер, количество групп текста, дата и время подачи радиограммы; адрес и подпись кодируются в установленном порядке;
- дежурный радиооператор проставляет свой позывной, дату, время окончания передачи радиограммы (получения квитанции на радиограмму) и свою фамилию. На смысловых радиограммах, передаваемых по открытым радиоканалам, должна быть надпись «Передать по радио открытым текстом» и подпись подателя. В количество слов (групп) радиограммы включаются слова (группы) текста, адреса и подписи. За одно слово считается:
 - а) каждое отдельное слово, написанное в соответствии с правилами грамматики;
 - б) каждый знак, буква или цифра, написанные отдельно (*НР 158*—2 слова);
 - в) каждая группа цифр, знаков или букв, написанные отдельно или разделенные точками или запятыми (14/8-61 — 1 слово, 14.00 — 2 слова, 123,564 — 2 слова, северо-запад —2 слова);
 - г) каждый знак препинания, написанный словом (*ТЧК*, *ЗПТ*);

- д) каждое сокращенное или соединительное слово (НУС — 1 слово, центроспас — 1 слово);
- е) смешанная группа цифр и букв, в которой буквы написаны как поясняющие чтение этого цифрового обозначения (15-го — 1 слово, 50-летие — 1 слово).

Номер радиogramмы проставляется по порядку (по журналу учета исходящих радиogramм) двузначным числом. Дата подачи радиogramмы записывается одно- или двузначным числом без указания месяца. Время подачи радиogramмы (часы и минуты) пишется четырехзначным числом слитно и отделяется от даты пробелом.

ПРИМЕРЫ: 1.04200900. 2.2551625.

При одновременном поступлении от подателя (отправителя) несколько радиogramм временем подачи каждой последующей (после первой) является время окончания оформления предыдущей.

Оформление входящих радиogramм:

- дежурный радиооператор после приема радиogramмы представляет позывной узла связи (вместо радиопозывного), дату, время окончания приема радиogramмы (передачи квитанции на радиogramму) и свою фамилию;
- экспедицией после проверки правильности и оформления, ясности записи текста и адреса радиogramма регистрируется, раскодируется адрес и подпись после отправляется по назначению.

Транзитные радиogramмы оформляются аналогично исходящим и входящим, при этом они проходят все промежуточные радиостанции за одним номером, присвоенным экспедицией, радиостанции, из которой радиogramма исходит. При оформлении транзитных радиogramм, переходящих с проводного на радиоканал, адреса, указанные открыто, зачеркиваются и вместо них указываются условные наименования корреспондентов в соответствии с действующим порядком адресования.

ГЛАВА 9

Назначение, классификация и структура УС

Узел связи — основной элемент системы связи, представляющий собой организационно-техническое объединение сил и средств связи и автоматизации управления, развернутых на пункте управления или в пункте распределения (коммутации) каналов (сообщений) для обеспечения обмена информацией в процессе управления войсками. По своему назначению различают: узлы связи пунктов управления, опорные узлы связи (автоматические коммутационные центры), гарнизонные и вспомогательные узлы связи, узлы (станции) фельдшерско-почтовой связи и др. Узлы связи могут быть стационарными и подвижными. Стационарные узлы связи оборудуются в защищенных и незащищенных сооружениях и предназначены для обеспечения управления войсками как в мирное, так и в военное время. Они должны иметь надежные линии связи привязки к пунктам выделения каналов Единой сети электро-связи (ЕСЭ) Российской Федерации и стационарной опорной сети связи объединения.

Подвижные узлы связи оборудуются: полевые — на автомобилях, бронетранспортерах, прицепах и в контейнерах; воздушные — на самолетах и вертолетах. Подвижные узлы связи должны быть способными быстро развертываться (свертываться), в короткие сроки устанавливать связь и обеспечивать бесперебойное ее действие. Они развертываются, как правило, при переводе войск в высшие степени боевой готовности или с началом военных действий. Полевые узлы связи должны разме-

щаться в подготавливаемых в инженерном отношении районах с использованием естественных и специально создаваемых фортификационных сооружений. Узел связи пункта управления является составной частью пункта управления. Он обеспечивает командиру и должностным лицам, оперативному составу пункта управления доступ к ресурсам системы связи для управления войсками, связь с вышестоящими, подчиненными и взаимодействующими командирами, штабами и пунктами управления в установленные сроки с требуемым качеством, а также внутреннюю связь на пункте управления. К узлам связи пунктов управления относятся узлы связи ГЗПУ, ЗЗПУ и ППУ, командных пунктов и их элементов и тыловых пунктов управления, в аварийно-спасательной бригаде могут развертываться КНП на особо важных направлениях работ. В зависимости от построения системы связи узлы связи пунктов управления могут выполнять роль опорных узлов связи.

Опорный узел связи (ОУС) — элемент первичной (опорной) сети связи, он развертывается (создается) для образования типовых каналов связи линейных и групповых трактов (цифровых потоков), их коммутации (распределения) и передачи на узлы связи пунктов управления и другие узлы связи, а также для обеспечения радиодоступа. Автоматический коммутационный центр (АКЦ) — элемент коммутируемых сетей связи общего пользования. По принадлежности к вторичным сетям связи АКЦ могут подразделяться на центры коммутации каналов (ЦКК), центры коммутации пакетов (ЦКП) и центры коммутации сообщений (ЦКС). При совместном размещении (оборудовании) ОУС и АКЦ образуется автоматизированный опорный узел связи. Вспомогательный узел связи (ВУС) создается для обеспечения связи с частями (подразделениями), действующими на значительном удалении (в изолированных, труднодоступных районах) от пунктов управления соединения и опорных узлов связи и не имеющими необходимых средств для установления прямой связи с непосредственным началь-

ником или для привязки узлов связи их пунктов управления к сети связи общего пользования.

Станция фельдъегерско-почтовой связи — элемент сети фельдъегерско-почтовой связи (ФПС), обеспечивает прием, обработку и доставку всех видов секретных и почтовых отправок, приписанных к ней на обслуживание штабов, воинских частей, организаций и военно-учебных заведений. Узлы связи должны обладать:

- высокой живучестью и разведывательной защищенностью;
- обеспечивать максимальные удобства пользования средствами связи и автоматизации управления;
- удовлетворять требованиям своевременной и достоверной передачи заданного потока сообщений и безопасности связи, а также электромагнитной совместимости всех развертываемых в районе узла связи радиоэлектронных средств;
- иметь возможность широкого маневра средствами, каналами и видами связи. Организационно-техническая структура и состав узлов связи определяются их назначением.

В состав узла связи пункта управления могут входить следующие элементы:

- группа командно-штабных машин (группа командно-штабных машин со средствами связи и автоматизации);
- группа комплексных аппаратных связи (комплексная аппаратная связи);
- группа радиостанций (отдельная радиостанция) средней мощности;
- группа каналов образования;
- экспедиция;
- электропитающая станция;
- группа технического обслуживания (регламентно-техническая группа).

В зависимости от принадлежности, предназначения узлов связи и условий боевой обстановки некоторые элементы могут отсутствовать или объединяться с другими элементами узла связи. Группа командно-штабных машин предназначена для обеспечения связи должностным лицам пункта управления соединения (части) непосредственно с их рабочих мест на месте и в движении.

Группа комплексных аппаратных связи (комплексная аппаратная связи) (группа КАС) предназначена для образования радио-, радиорелейных и проводных каналов, обеспечения абонентам: засекреченной и открытой телефонной связи, засекреченной телеграфной и факсимильной связи, подвижной радио- и пейджинговой связи, обмена данными с другими пунктами управления, а также внутренней связи на пункте управления. Группа радиостанций (отдельная радиостанция) средней мощности предназначена для образования телефонных, буквопечатающих и слуховых телеграфных радиоканалов. Группа каналообразования предназначена для образования каналов на линиях прямой радиорелейной, тропосферной, спутниковой связи и приема каналов первичной сети из полевой опорной сети связи вышестоящего штаба.

Экспедиция узла связи предназначена для приема, обработки и доставки исходящих телеграмм (радиограмм) в аппаратные (радиостанции), а входящих — адресатам на пункте управления и осуществления контроля за сроками их прохождения.

Электропитательная станция предназначена для централизованного энергоснабжения элементов узла связи с требуемым качеством и надежностью. Группа технического обслуживания предназначена для проведения ремонта средств связи и автоматизации, транспортной базы и оказания помощи в проведении регламентных работ подразделениям связи. Порядок размещения узла связи пункта управления на местности определяется расположением основных элементов пункта управления, условиями местности, а также количеством развертывае-

мых средств связи. Размещение на местности узла связи пункта управления соединения (части) в ходе боевых действий производится группами машин.

Командно-штабные машины, группа КАС, экспедиция развертываются, как правило, вблизи группы управления. Размещение радиостанций средней мощности, радиорелейных и тропосферных станций, станции спутниковой связи осуществляется в местах, обеспечивающих соблюдение требований разведзащищенности, электромагнитной совместимости, экологической безопасности личного состава пункта управления и возможностей обеспечения устойчивости дистанционного управления. Средства связи, прибывающие на узел связи от вышестоящего штаба и взаимодействующих соединений (частей), размещаются по согласованию с начальником узла связи, который является старшим и определяет размещение всех средств связи на пункте управления.

9.1. Организация взаимодействия и эксплуатации узлов связи

Возможности защищенного узла связи рассмотрим на примере ЗПУ области. В состав такого ЗПУ входят:

- защищенный узел связи Министерства связи РФ,
- приемный радиоцентр,
- аппаратная оповещения,
- аппаратная радиовещания,
- станция правительственной связи,
- пункт приема и передачи информации,
- автономные источники питания.

На удалении от ЗПУ строится передающий радиоцентр. В составе УС ЗПУ три элемента, которые являются собственностью управления по делам ГО и ЧС, — аппаратная оповеще-

ния, радиобюро (приемный радиоцентр) и станция ЗАС. Узлы связи городских ЗПУ расположены в городах и могут размещаться как непосредственно вместе с управлением по делам ГО и ЧС, так и на некотором расстоянии от него. Узлы связи привязываются к городским узлам связи или МТТС кабелем емкостью от 100 до 300 пар. Все узлы связи ЗПУ, кроме УС ЗПУ районов категорированных городов, в мирное время должны быть постоянно действующими, т. е. обеспечивать связь общего пользования. УС ЗПУ привязываются к опорным узлам связи Министерства связи РФ. УС ЗПУ области должен обеспечивать связь с ЗПУ старшего органа, ЗПУ соседей, штабом военного округа, КП оповещающей части ПВО, городами и районами области, загородными ПУ областных служб, ПУ объектов особой важности, подвижными ПУ области. Узел связи ППУ разворачивается в случаях возникновения ЧС; КШУ — для обеспечения управления мероприятиями автоматической связи на дальние расстояния (АСДНР) в районах ЧС. В мирное время в штабе УС ППУ имеется командно-штабная машина (КШМ) Р-142 Н и экипаж в составе 2—3 человек. Устойчивость работы узлов связи обеспечивается сопряжением связи ГО с системами связи РЦ, военных округов, ведомственных сетей связи, размещением радиоцентров вне зон возможных разрушений, обеспечение узлов связи автономными источниками питания, соединения подземными кабельными линиями узлов связи ПУ НГО с УС общегосударственной сети, а также окольцеванием подземными кабельными линиями связи категорированных городов организации привязки УС ЗПУ к УС ВСС по кабельным линиям, проходящим в обход категорированного города.

9.2. Оборудование узлов связи средствами связи

На узлах связи монтируется аппаратура связи:

- радиостанции КВ диапазона: «Ангара», «Полоса», Р-130, Р-134, FT-840, FT-810;
- радиостанции УКВ диапазона: Р-123, Р-111, «Лен», Р-173, «Стандарт 1608», «Моторола», «Кенвуд», «Алино»;
- радиорелейные станции: Р-405, «Малютка», Р-409;
- аппаратура уплотнения: П-309, П-303, П-330, П-327;
- радиоприемники: Р-155, Р-160, Р-309;
- телеграфные аппараты типа РТА-80;
- коммутаторы типа П-206, П-194, П-193;
- кроссовое, коммутационное оборудование.

ГЛАВА 10

Средства радиосвязи: назначение, классификация, общие требования

В РСЧС применяются средства радиорелейной, космической, проводной связи, подвижные и сигнальные средства. Для приближения средств связи к начальнику и компактного их размещения на пунктах управления средства радиосвязи (р/с малой мощности) монтируются на КШМ (комбинированные р/с), а средства радиорелейной, проводной связи — в комплексных аппаратных связи. Средства радиосвязи, имеющиеся на оснащении штабов по делам ГО и ЧС, войск ГО, невоенизированных формирований, подразделяются на радиостанции малой мощности, средней мощности, большой мощности.

Радиостанции большой мощности используются в звеньях управления на федеральном и региональном уровне и в этом учебном пособии рассматриваться не будут.

Радиостанции малой мощности применяются во всех звеньях управления РСЧС для обеспечения радиосвязи при управлении ликвидацией последствий ЧС как на месте, так и в движении; они компактны, имеют небольшую массу, просты в эксплуатации и подразделяются на носимые и возимые. Электропитание радиостанций малой мощности осуществляется от аккумуляторов и бензоэлектрических агрегатов. Длительность непрерывной работы радиостанций от одного комплекта аккумуляторов определяется соотношением времени приема ко времени

передачи. Если данное соотношение составляет 3:1, то время непрерывной работы достигает 12 часов; при увеличении доли времени работы на передачу, а также в условиях отрицательных температур и высоких положительных температур ($+40^{\circ}\text{C}$) и выше время непрерывной работы сокращается. В этих случаях требуется более частая замена аккумуляторных батарей.

Носимая радиостанция монтируется в одной упаковке и переносится одним человеком. Возимые радиостанции монтируются на специализированных подвижных объектах (КШМ, служебные автомобили и другие, приспособленные к этим целям транспортные средства). Для обеспечения связи в движении на носимых радиостанциях используются штыревые антенны высотой 0,5–1,5 м, а на возимых штыри 3–4 м и антенны зонитного излучения. При работе этих радиостанций на стоянке могут использоваться более эффективные антенны:

- для УКВ носимых радиостанций — антенны бегущей волны длиной 40 м или ляпдообразные, штыревая — 2,7 м;
- для УКВ возимых радиостанций — комбинированная штыревая антенна на мачте 10 м или широкодиапазонная антенна на мачте 16 м;
- для КВ радиостанций — антенна симметричный диполь 2×20 м и наклонный луч длиной 15 м.

Применение данных антенн позволяет увеличить дальность связи УКВ радиостанций в 2 раза, а КВ радиостанций — в 5–6 раз.

10.1. Выбор места развертывания радиостанций

При выборе места развертывания радиостанции надо руководствоваться следующими правилами:

- а) не располагать радиостанцию в непосредственной близости от местных препятствий, находящихся в направлении

на корреспондента: насыпей, кирпичных и железобетонных зданий, металлических сооружений, линий электропередачи и линий проводной связи, проложенных в направлении, поперечном излучению и приему и т. п.;

- б) располагать радиостанцию, если позволяют обстоятельства, на скате горы, обращенном к корреспонденту, на боковом скате или на обратном скате крутой возвышенности, ближе к вершине;
- в) при расположении корреспондента в сторону открытой местности не разворачивать радиостанцию на опушке леса, а лучше углубиться в лес или отойти на открытое место;
- г) при работе в лесу располагать радиостанцию в центре группы деревьев, а не на границе их с поляной;
- д) при работе в кирпичном здании для радиостанции выбрать помещение с окнами, выходящими на корреспондента, желательно на верхних этажах, но не под крышей;
- е) в условиях города, особенно большого, наблюдается явление интерференции ультракоротких радиоволн, которое выражается в том, что в нескольких метрах от места хорошей слышимости встречаются места с очень плохой слышимостью или же слышимость отсутствует совершенно. И если связь получается ненадежной, то радиостанцию следует отнести на несколько метров от места первоначальной установки, туда, где связь получается уверенной. В качестве оконечных устройств для носимых радиостанций используются микротелефонные гарнитуры, трубки или телефонные аппараты типа ТА-57. При этом микротелефонная гарнитура к радиостанции подключается непосредственно, а телефонный аппарат может устанавливаться на расстоянии до 500 метров от радиостанции и подсоединяется с ней двухпроводной линией.

10.2. Основные технические характеристики средств радиосвязи оперативного предназначения

Радиостанции средней мощности и радиоприемники

Радиостанции средней мощности подразделяются на коротковолновые и ультракоротковолновые. Такие радиостанции обеспечивают большую дальность связи (до 2000 км) и несколько видов связи: телефонную, телеграфную слуховую и телеграфную буквопечатающую. В состав типового комплекса радиостанции входят: радиопередатчик, 1–2 радиоприемника, пульт управления, датчик кода Морзе (Р-010), полукомплект радиорелейной станции (Р-405 или Р-415) для дистанционного управления радиостанцией, комплект антенн для работы на месте и в движении, источник электропитания (аккумуляторы, бензоэлектрические агрегаты и генераторы отбора мощности) и маломощные УКВ радиостанции (Р-107 или Р-159) — для связи по колонне или внутри узла связи. В ряде случаев предусматривается установка комплектов аппаратуры линейного шифрования типа Т-2301 А, Т-240. Радиостанции средней мощности являются ярко выраженным демаскирующим элементом пункта управления и, как правило, выносятся за его пределы на узлах связи РЦ за 5–10 км, управлений по делам ГОЧС — за 1,5–5 км, бригад — за 1,5–2 км. При развертывании пункта управления МЧС России, при возникновении ЧС глобального масштаба, вынос передающих средств может составлять порядка 20–30 км, согласно рекомендациям управления связи и оповещения МЧС России. Дистанционное управление в этих условиях осуществляется по радиорелейным или проводным линиям связи.

Для МЧС такие примеры характерны для пунктов управления федерального, регионального уровня и стационарных пунктов управления субъектов Российской Федерации. Ради-

останции средней мощности монтируются на шасси автомобилей и бронеобъектах (в МЧС только на шасси автомобилей) и комплектуются экипажами 3—4 человека. Время их развертывания составляет от 10 до 90 минут. Для развертывания требуется площадка 150 x 150 м.

10.3. Автоматизированная КВ радиостанция Р-161 БМ

Назначение: для обеспечения автоматизированной засекреченной КВ-УКВ радиосвязи в оперативном и тактическом звеньях управления.

Состав:

КВ-УКВ Передатчик	1
КВ-УКВ Приемник Р-160П	1
Аппаратура автоматизации связи Р-016В	1
Радиорелейная станция Р-415В	1
Радиостанция Р-173М	1

Основные характеристики:

Диапазон частот	1,5—60 МГц
Шаг сетки частот	10 Гц
Количество ЗПЧ	20 (10 КВ + 10УКВ)
Мощность передатчика	1000 Вт
Дальность связи	
в диапазоне КВ	300/1500 км
в диапазоне УКВ	60/200 км
Виды работ	ТФ ОМ, ЧМ; БП ЧТ, ДЧТ; ТГ слуховой АТ, ЧТ.
Электроснабжение:	электропитающая станция ЭСД-8-Т/400А1, электроустановка отбора мощности транспортной базы, внешняя сеть переменного трехфазного тока напряжением 220/380 В

Транспортная база	Урал-4320
Экипаж	4 чел.
Время развертывания	10–60 мин

Радиоприемники предназначены для приема радиосигналов. Их используют автономно, в составе приемных центров, КШМ, радиостанций средней мощности. Радиоприемники характеризуются диапазоном частот, видом принимаемых сигналов (ТФ, ТГ слуховой, ТГ БП), чувствительностью (способность принимать слабые сигналы), избирательностью (способность отстраиваться от помех) и транспортировки (возимые, носимые). Для работы радиоприемников, в зависимости от диапазона частот, применяют антенны: штыревые 1,5 м; 2,7 м; 4 м, наклонный луч, симметричный диполь, антенна бегущей волны, V-образная и другие типы антенн.

Таблица 10.1

Основные характеристики радиоприемников

Тип р/прием.	Диапа- зон, МГц	Вид работы	Масса (кг)
Р-326	1–20	ТФ АМ, ТГ сл.	14,7
Р-323	20–100	ТФ АМ, ЧМ ТГ сл.	14,5
Р-313 м2	100–425	ТФ АМ, ЧМ ТГ сл.	49
Р-870	100–150	ТФ АМ	—
Р-173 П	30–76	ТФ ЧМ	—
Р-155 П	1,5–30	ТФ АМ, ЧМ, ОМ, ТГ БП, слуховой, БД	210
Р-155-У	1,5–60	ТФ АМ, ЧМ, ОМ, ТГ БП, слуховой, БД	280
Р-160 П	1,5–60	ТФ АМ, ЧМ, ОМ, ТГ слуховой, БД	—

10.4. Основные технические характеристики средств радиосвязи оперативно-тактического предназначения

10.4.1. Комбинированная радиостанция Р-142 НМР

Комбинированная радиостанция (КРС) — предназначена для обеспечения связи и управления войсками в звене дивизия — полк. В КРС предусмотрены размещение и транспортировка пяти человек, в том числе: двух должностных лиц (командира и офицера) и трех членов экипажа (начальника КРС, радиотелефониста и водителя-электромеханика). Для командира оборудованы два рабочих места. Комбинированная радиостанция обеспечивает:

- телефонную открытую и засекреченную связь (гарантированной стойкости) по УКВ и КВ радиостанциям со всех рабочих мест (кроме водителя) и с вынесенных телефонных аппаратов на удалении до 1000 метров;
- обмен сообщениями с помощью аппаратуры Т-235-1У по каналам ТЧ, цифровым каналам УКВ, КВ радиостанций и по двухпроводной линии длиной до 20 км;
- телефонную радиосвязь в открытом и закрытом режимах по радиостанциям при выходе из объекта при помощи радиостанции Р-163-1В и аппаратуры Т-240Д;
- дистанционное управление радиостанцией средней мощности по кабелю или по радиостанции Р-163-10В;
- привязку к опорной сети связи с использованием радиостанции Р-163-10В, обеспечивающей дальность связи в движении/на стоянке, км:
 1. Р-171М — 30/60;
 2. Р-163-50У — 20/40;
 3. Р-163-10В — 5/10;

4. Р-134М — 250/350;

5. Р-438 — 5000 (на стоянке).

Электропитание средств связи и оборудования осуществляется от бортовой сети постоянного тока напряжением 27,0 В. Время разворачивания р/с силами экипажа для работы на стоянке не превышает 20 минут.

10.4.2. Коротковолновая радиостанция Р-130М («Выстрел-М»)

Симплексная возимая КВ радиостанция:

Диапазон частот, МГц	1,5...10,99
Шаг сетки частот, кГц	10
Количество ЗПЧ	нет
Мощность передатчика, Вт	50
Чувствительность приемника, мкВ	3,0
Виды работы	телефон АМ, ОМ телеграф ЧТ, АМ,
Дальность связи, км	на АШ-4—20—50 км; на диполь — 350 км.
Электропитание	борт. сеть 27 В
Масса комплекта, кг	89,0

10.4.3. Основные технические характеристики средств радиосвязи тактического предназначения. Радиостанция «АНГАРА-1»

Назначение: преімопередающая однополосная радиостанция «Ангара-1» предназначена для организации симплексной телефонно-телеграфной радиосвязи в диапазоне коротких волн.

Три типа:

- «Ангара-1 Н» — носимая радиостанция, имеющая собственный источник питания, предназначенная для работы во время остановок и переносимая в нерабочем состоянии;

- «Ангара-1 С» — стационарная радиостанция;
- «Ангара-1У» — универсальная радиостанция.

Технические характеристики:

- диапазон фиксированных частот 1600,0–7999,9 кГц;
- количество фиксированных частот не более 64000;
- точность установки частоты не более $\pm 2,5 \cdot 10^{-6}$;
- род работы: ОВБ; ТТ.

Технические данные передатчика:

- выходная пиковая мощность не менее 10 Вт;
- ширина телефонного канала, занимаемого в эфире, не более 4,5 кГц;
- потребление мощности от первичных источников питания, не более:
- от источников переменного тока — 120 В·А;
- от источников постоянного тока — 35 Вт.

Технические данные приемника:

- чувствительность при отношении сигнал/шум 12 дБ не хуже 1,2 мкВ;
- полоса телефонного канала по низкой частоте $3,1 \pm 0,3$ кГц;
- двухсигнальная избирательность по соседнему каналу, не менее 70 дБ;
- ослабление ложных каналов приема, не менее 70 дБ;
- потребление мощности от первичных источников питания, не более:
- от источников переменного тока — 35 В·А;
- от источников постоянного тока — 4,0 Вт.

Источники питания:

- генераторный источник питания ГИП-5ХЛ2 с ручным приводом и напряжением 12,6 В;
- АКБ — 10 аккумуляторов КНПЗ-7 с напряжением 12,5 В и емкостью — 7 А/ч;
- сеть переменного тока с напряжением 220 ± 22 В или 127 ± 13 В и частотой 50 ± 1 Гц.

Общие данные:

- дальность радиосвязи АШ-4 — не менее 30 км, НЛ — не менее 120 км, ВН — не менее 300 км;
- время непрерывной работы р/с в режиме прием—передача 8:1 — не менее 24 ч;
- масса радиостанции: вместе с АКБ в сумке для переноски — 12 кг;
- генераторный источник питания ГИП — 5ХЛ2 в чехле — 13 кг;
- антенное хозяйство с мачтой-опорой в чехле — 20 кг;
- время развертывания радиостанции на АШ — 5 мин;
- время развертывания радиостанции при работе от генераторного источника ГИП — 5ХЛ2 на антенну «симметричный вибратор» с установкой мачты-опоры — 30 мин.

Радиостанция сохраняет работоспособность при температуре окружающей среды от -30 до $+50^{\circ}\text{C}$, а также после погружения в воду на глубину 0,5 м в течение 1 ч.

10.4.4. Состав радиостанции

Приемопередатчик

Блок питания

Блок аккумуляторный

Блок аккумуляторный дополнительный

Агрегат ГИП—5ХЛ2

Антенна «штырь» — 1,8

Антенна «наклонный луч» (полотно ант. — 17 м, противовес — 17 м)

Антенна «симметричный вибратор» (плечи антенны 2х20 м, фидер—16 м)

Переходное устройство

Ключ телеграфный

Микротелефон обратимый

Телефоны головные

Симметрирующий трансформатор

Сумка

Комплект ЗИП

Комплект эксплуатационной документации.

10.4.5. Переносная радиостанция Р–159

Радиостанция УКВ, приемопередающая, симплексная, телефонная, с частотной модуляцией, с тональным вызовом, а также с возможностью дистанционного управления в телефонном режиме — предназначена для ведения связи в радиосетях с однотипными радиостанциями, на стоянке и переноске ее радиостом. Диапазон рабочих частот от 30 до 75,999 МГц. Радиостанция обеспечивает прием и передачу частотно—модулируемых сигналов в режимах: ТЛФ — телефонном, ТЛФ-ПШ — телефонном с включением подавителя шума, ТЛГ — телеграфном, ДУ — с дистанционным управлением с телефонного аппарата, подключенного к клеммам линии через двухпроводной полевой кабель длиной до 500 метров. Комплект питания радиостанции состоит из двух батарей 10 НКБН —3,5 или одной батареи 10 НКП—8 с напряжением 12 В и обеспечивает непрерывную работу радиостанции при соотношении времени приема к передаче 5/1 в течение 9 часов. При работе приемопередатчика на штыревую антенну высотой 1,5 метра в диапазоне частот 30—49, 999 МГц в ТЛФ до 12 км, при работе на штырь 1 метр до 27 метров. Выходная мощность не менее — 4,5 Вт. Вес рабочего комплекта — 15 кг.

10.4.6. УКВ радиостанция Р-158 («Виконт»)

Тип: Симплексная переносная УКВ радиостанция

Назначение — предназначена для организации радиосвязи в звене рота—взвод—отделение.

Диапазон частот, МГц

30—76,0

Шаг сетки частот, кГц	25
Мощность передатчика, Вт	1,0
Чувствительность приемника, мкВ	1,0
Виды работы	телефон ЧМ, тональный вызов
Дальность связи, км	на АШ-1,5–5 км; на АБВ – 15 км;
Электропитание	аккумуляторная батарея 10-НКГЦ-1Д
Масса рабочего комплекта, кг	3,6

10.4.7. Коротковолновая радиостанция Р-143 («Лира»)

Тип: Симплексная переносная КВ радиостанция

Назначение: — предназначена для организации связи ППУ с отдаленными районами поисково-спасательных работ, отдельными подразделениями и органами МЧС, действующими на значительном удалении.

Диапазон частот, МГц	1,5–20
Шаг сетки частот, кГц	1,0
Количество ЗПЧ	нет
Мощность передатчика, Вт	5–8
Чувствительность приемника, мкВ	2,0
Виды работы:	телефон ОМ; телеграф ЧТ, АМ; передача БД; тональный вызов; дист. упр. с ТА-57.
Дальность связи, км	
на штыревую антенну	10–15 км;
на диполь	300 км.
Электропитание	2-аккумуляторные батареи 10 НКБН-3,5, через БП от борт. сети 12 В или 27 В, от сети 220 В через БП-220
Габаритные размеры, мм (приемопередатчика)	105×353
Масса рабочего комплекта, кг	11,0
Наработка на отказ, часов	2000

Таблица 10.2
Технические характеристики радиостанций

Тип р/с	Диапазон, МГц	М-ть, Вт	Виды работы	Антенны	Дальность связи, км			Мас- са, кг	Исполнение
	Кол-во раб. частот				на стоянке	в движе- нии			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Комбинированная р/с Р-142 Г в составе:									
Р-111	$\frac{22...52}{1280}$	75	ТЛФ ЧМ	АШ-3,4 м. ШДА на 11 м мачте	70	40	100	мобильная бортсеть 27, В	
Р-123	$\frac{20...51,5}{1261}$	20	ТЛФ ЧМ	АЩ-4 м;	40	20	43	мобильная бортсеть 27, В	
Р-107	$\frac{30...52}{1281}$	1,2	ТЛФ ЧМ	АШ-1,5 м с пр. АШК, АБВ	25	8	16	2НКП-24 — 2 шт.	
Р-403	$\frac{60...70}{390420}$	25	2 ТЛФ				65		
р/прм Р-326	1...20	Чувств 2—4 мкВ	ТЛФ (АМ) ТЛГ (АМ)	Штырь, НЛ			15	бортсеть 26 В, 2КНП-20УХ2	
Комбинированная р/с Р-125 Б в составе:									
Р-158	$\frac{44...53,9}{100}$	0,25	ТЛФ ЧМ	АШ-1,5 м с противоре- сом	2,5	2,5	2,2	носимая 10НКГЦ-1С	

Окончание табл. 10.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Р-159	$\frac{30...75.999}{46000}$	5	ТЛФ ЧМ ТЛГ АТ	АШ-1,5; НЛ АШК-2,7 м, АВВ	ТЛФ-35 ТЛГ-50	12	11,7	10НКБН-10 (12 В)
Р-173	$\frac{30...75.999}{46000}$	20	ТЛФ ЧМ	АШ-3 м	20	20	53	мобильная, бортсеть 27 В
Р-853 (859)	$\frac{100...150}{2000}$	1	ТЛФ АМ, ЧМ	АШ-1,0	20 при Н=1 км	30 при Н=10 км		переносная 10 НКП-24, б/с
Р-134	$\frac{1.5...30}{285000}$	50	ТЛФ ОМ, ТЛГ АТ, ЧТ	АШ-УМ, СД	350	20–50		мобильная, бортсеть 27 В
Отдельные радиостанции								
Р-165	15...30	350	ТЛФ АМ, ОМ, ТЛГ АТ	АШ-10 м	1000	200		мобильная, ГАЗ-66
Ангра- ра-Н	$\frac{1.6...8.0}{10 \text{ п./д}}$	10	ТЛФ ОМ, ТЛГ АТ	ВН	350	20		переносимая
Р-147	$\frac{44...52}{4}$	0,13	ТЛФ ЧМ	АШ-0,5 м	1	1	0,665	носимая
Стандарт	$\frac{851...866}{64}$	2	ТЛФ ЧМ	Чувствительность 0,3 мкВ	7	5		носимая
Р-143	1,5...19,99	8	ТЛФ ОМ, АМ, ТЛГ ЧТ, БД, ДУ	АШ-4 м; ВН-25 м	300	20	10,5	носимая 10НКП-3,5Х2, 10НКП-24

ГЛАВА 11

Средства проводной связи: назначение, сферы применения

К средствам проводной связи относятся полевые кабели, аппаратура уплотнения, телефонные и телеграфные аппараты, коммутаторы. Для привязки узлов связи региональных центров, территориальных управлений (отделов) по делам ГОЧС, частей ГО к узлам связи «Госкомсвязи» приема дополнительных каналов применяется аппаратура уплотнения типа: П-303, П-330-3, П-330-6, П-302, П-301, П-330-24, ИКМ-15, ИКМ-30, ИКМ-120, которая обеспечивает уплотнения каналов и строительство соединительных линий с числом каналов от 3—120 в зависимости от устанавливаемой аппаратуры.

11.1. Основные характеристики каналообразующих средств связи. Назначение и состав комплекса П-327

Комплекс военной аппаратуры П-327 предназначен для образования каналов тонального телеграфирования (ТГ) и низкоскоростных каналов передачи данных (ПД) по четырехпроводным физическим цепям и каналам ТЧ в сетях и на прямых линиях связи различных звеньев управления (ЗУ). Данный комплекс, по сравнению с аппаратурой тонального телеграфирова-

ния (АТТ) предшествующих выпусков, обладает рядом особенностей. В него входит как многоканальная, так и малоканальная АТТ, поэтому он является универсальным и обеспечивает эффективное использование КТЧ.

Каналы ТТ в комплексе рассчитаны на скорость передачи до 100–200 бод, что соответствует отечественным ГОСТ и рекомендациям МККТТ. Характерной особенностью комплекса является возможность работы с АТТ предшествующих выпусков. В нем значительно улучшена стабильность основных параметров аппаратуры. Выполнение этой задачи привело к отказу от традиционных для АТТ технических решений и к реализации новых принципов ее построения. Так, задача повышения стабильности характеристических частот каналов решена с помощью одного синтезатора частот от одного кварцевого задающего генератора. Вместо традиционно используемого так называемого «безотрывного» частотного модулятора, в котором модуляция осуществляется за счет изменения параметров колебательного контура ЗГ, применен ЧМ с «обрывом фазы», обеспечивающий получение двух разных частот методом коммутации. Традиционный двухконтурный частотный детектор (ЧД) заменен цифровым.

Применение базового принципа построения аппаратуры привело к ее унификации, а индивидуальное оборудование (ИО) для всех каналов стало полностью одинаковым. Максимально унифицированы также линейное (ЛО), генераторное (ГО) оборудование, измерительные устройства (ИУ) и оборудование электропитания. В аппаратуре комплекса применена автоматическая компенсация преобладаний, возникающих в каналах ТТ при изменении частоты сигнала в КТЧ. В телеграфных цепях (ТГЦ) аппаратуры полностью исключены электромеханические реле. Большинство узлов выполнено на микросхемах. Это позволило значительно повысить ее надежность, уменьшить габариты, массу и снизить потребляемую мощность. Кроме того, сведены к минимуму операции по настройке ап-

паратуры, что существенно упростило ее обслуживание в процессе эксплуатации.

В состав комплекса П-327 входит аппаратура:

- П-327-12, обеспечивающая получение двенадцати 100-бодных каналов ТТ в одном типовом КТЧ (режим 1ТЧ) или по шесть — в двух типовых каналах ТЧ (режим 2ТЧ);
- П-327-3, позволяющая образовать три 200-бодных канала ТТ в КТЧ. Предусмотрена возможность работы двух комплектов П-327—3 по одному КТЧ;
- П-327-2, дающая возможность получения двух 100-бодных каналов ТТ в одном КТЧ при работе с однотипной аппаратурой, или одного 75-бодного — при работе с П-314М или П-317;
- П-327-ПУ-1 и ПУ-6 — переходное устройство предназначено для подключения к аппаратуре комплекса ТГ аппаратов, работающих токами одного направления;
- П-327-ТПУ, состоящая из шести телефонных переговорных устройств, предназначенных для получения шести служебных ТФ каналов по шести КТЧ на разных направлениях связи.

ГЛАВА 12

Основные характеристики коммутационных средств связи

Коммутаторы предназначены для обеспечения необходимых соединений линий, каналов связи и оконечных телефонных аппаратов. По способу коммутации коммутаторы подразделяются: на автоматические и ручного обслуживания; по способу питания абонентских аппаратов — с центральной батареей (ЦБ — питание подается с коммутатора) и с местной батареей (МБ — питание имеется в каждом аппарате).

На пунктах управления органов РСЧС широко применяются коммутаторы открытой телефонной связи П-193, П-194, П-209—10/20. В качестве оконечного абонентского телефонного аппарата применяется полевой телефонный аппарат ТА-57. Коммутатор П-193 М системы МБ предназначен для обеспечения открытой дальней и внутренней телефонной связи. Емкость коммутатора — 10 абонентских линий, при спаривании коммутаторов емкость увеличивается до 20 номеров. Коммутатор П-194 М1 системы МБ предназначен для обеспечения телефонной открытой дальней и внутренней связи. Емкость: 40 абонентских линий МБ, из них 3 абонентских комплекта для подключения ЦБ (АТС); 10 абонентских комплектов для ДУ радиостанциями; 10 абонентских комплектов (любых) для включения каналов дальней связи (ДС) через удлинители. При спаривании коммутаторов емкость соответственно увеличивается в два раза.

Коммутаторы П-209 имеют возможность наращиваться путем установки дополнительных блоков и в зависимости от модификации могут использоваться для коммутации как открытых, так и закрытых телефонных связей.

12.1. Основные характеристики кабелей связи и телефонных аппаратов

Линии связи предназначаются для передачи электрической энергии от одного оконечного аппарата другому. Они делятся на полевые и предназначенные для длительной эксплуатации. По конструкции линии связи делятся на кабельные и воздушные. Полевые кабельные линии связи состоят из одной или нескольких токопроводящих жил, изолированных гибкой изоляцией, обеспечивающей многократную прокладку и снятие этих линий. Полевые кабели связи используются для строительства полевых линий связи. Полевые кабели характеризуются возможностью образования ПКЛ; полосой пропускаемых частот, конструктивными данными (число проводов, строительная длина, масса одного километра длины). Строительной длиной называют длину кабеля, намотанного на стандартную катушку. При обеспечении телефонной связи в районах ЧС и проведения АС ДНР наиболее широкое применение получили легкие полевые кабели типа П-274 и П-275. Легкий полевой кабель П-275 — двухпроводный, свит из двух токопроводящих жил, покрытых изоляцией из полихлорвинилового пластика разных цветов. Токопроводящая жила кабеля свита из шести стальных и одной медной проволок диаметром 0,25 мм каждая. Стальные проволоки составляют основу кабеля и придают ему достаточную прочность. Кабель выдерживает разрывное усилие до 50 кгс. На катушку типа ТК-2 обычно умещается 600—700 м этого кабеля. Масса катушки с кабелем 14 кг. Омическое со-

противление одного километра кабеля примерно 460 Ом. При исправном состоянии изоляции по нему обеспечивается телефонная связь на расстояние до 12 км.

Легкий полевой кабель П-274 — телефонно-телеграфный, двухпроводной. Состоит из двух токопроводящих жил, покрытых полиэтиленовой изоляцией, поверх которой нанесена защитная капроновая оболочка. Изолированные жилы свиты в кабель, каждая жила состоит из четырех медных и трех стальных проволок. Масса катушки ТК-2 с кабелем П-274 — 13 кг, сопротивление на разрыв 100 кг/с. На катушку умещается 500 м кабеля. Омическое сопротивление одного километра кабеля 125 Ом. При исправной изоляции по легкому телефонному кабелю П-274 телефонная связь обеспечивается на расстояние до 30 км. При прокладке проводных линий связи и устранении повреждений на линиях необходимо соединять строительные длины и куски кабеля между собой. От качества сrostков зависят дальность и качество телефонной связи. В полевых условиях при прокладке проводных линий связи кабеля П-275, П-274 необходимо сращивать с соблюдением следующих правил:

1. Снять ножом с токопроводящих жил изоляционную оболочку; с кабеля П-274, кроме того, снять капроновую оболочку на участке 10—12 мм.
2. Отобрать медные проволоки в каждой жиле и отогнуть их в стороны.
3. Связать стальные проволоки прямым узлом.
4. Откусить оставшиеся после затягивания узла концы стальных проволок.
5. Медными проволоками левой токопроводящей жилы сделать один виток на узле по ходу часовой стрелки, а медными проволоками правой токопроводящей жилы — против хода часовой стрелки.
6. Оставшимися концами медных проволок обмотать откусенные концы стальных проволок на всю длину с переходом на токопроводящую жилу.

7. Изолировать сrostок, наложив на каждую жилу два слоя липкой поливинилхлоридной ленты в кабеле П-275 и четыре-пять слоев полиэтиленовой ленты в кабеле П-274.
8. Ленту накладывать так, чтобы она захватывала изоляционную оболочку кабеля с каждой стороны на 10–15 мм и чтобы каждый новый виток перекрывал предыдущий на половину ширины ленты.
9. Наложить два-три слоя изоляционной ленты между сrostками жил, чтобы сrostки не накладывались один с другим.

12.2. Телефонный аппарат ТА-57

Телефонный аппарат ТА-57 предназначен для обеспечения телефонной связи в полевых условиях. Полевой телефонный аппарат ТА-57 является переносным, универсального типа аппаратом системы МБ-ЦБ с индукторным вызовом и предназначен для обеспечения телефонной связи, а также для дистанционного управления радиостанциями КВ и УКВ диапазонов по полевым проводным соединительным линиям, обладающим затуханием до 5,5 Нп. Аппарат может быть включен в двухпроводную линию связи как на оконечной, так и на промежуточной станциях, а также в сеть телефонной станции системы МБ или ЦБ. Аппарат обеспечивает надежную телефонную связь по кабелю П-275 — до 15–20 км, по кабелю П-274 — до 30–40 км и по постоянным воздушным линиям из стального провода диаметром 3 см до 150–170 км.

В аппарате предусмотрена возможность усиления принимаемых разговорных сигналов на 1,5 Нп. Питание аппарата осуществляется от батареи ГБ–10-У-1,3 напряжением 10 В. Потребляемый ток 6–7 мА. Батарея обеспечивает работу аппарата без замены ее в течение 3–4 месяцев. Время установки и включения аппарата в линию 1–2 минуты. Масса (с источником питания) 3 кг.

Основные правила пользования телефонным аппаратом сводятся к следующему:

- аппарат должен эксплуатироваться с закрытой крышкой ящика, включаться в линию с помощью зажимов Л1 и Л2, а на промежуточной станции — через зажимы Л2 и К (для контроля за разговором);
- при работе в режиме ЦБ аппарат должен быть установлен только крышкой вверх;
- когда телефонные разговоры не ведутся (режим МБ), микрофонная трубка должна лежать в гнездах на крышке аппарата;
- при плохой слышимости абонента надо нажать кнопку переключателя ПУ, а при передаче речи — отпустить.

Для обеспечения работоспособности телефонных аппаратов всех типов необходимо оберегать их от пыли и грязи, воздействия дождя и влаги, резких толчков и ударов. Нельзя вскрывать аппараты и микрофонные трубки без крайней необходимости. Хранить аппараты нужно в сухом помещении, в исправном состоянии и полностью укомплектованными. Следует помнить, что правильная эксплуатация и хранение аппаратов — залог их безотказной работы.

ГЛАВА 13

Силы и средства связи ГО. Объекты экономики городского и сельского районов, города

Для организации связи и оповещения в управлениях по делам ГО и ЧС городов, областей, республик, краев в своем составе в мирное время имеют отделы связи в составе 4–6 человек в мирное время и в военное время 7–9 человек, а также в составе управлений имеются группы действующей связи. Так как по положению управления и отделы содержатся за счет местных бюджетов, то состав средств связи на узлах связи управлений и отделов определен рекомендательно. Поэтому на одних узлах связи установлена современная отечественная и импортная аппаратура, а у других еще много старой. На военное время все управления и отделы, районные отделения категорированного города отобилизовывают узлы связи. Техника и имущество этих узлов накапливается в мирное время и хранится в законсервированном виде на складах длительного хранения (ДХ). Основное предназначение этих узлов связи — организация и обеспечение связи. Для организации связи начальнику и руководящему составу ГО в мирное и военное время создается территориальная подсистема связи и оповещения. Территориальные подсистемы связи и оповещения Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (территориальная подсистема) создаются на основании Постановлений глав администраций

краев, областей, республик, городов, районов во исполнение Федерального закона «О связи», постановления РФ от 5 ноября 1996 г. № 1113. В нем утверждается «Положение о территориальной подсистеме», законодательно утверждается состав территориальной подсистемы, куда включаются:

- находящиеся на территории субъекта предприятия АО «Электросвязь», территориальных центров междугородных связей и телевидения («Ростелеком»);
- государственные телевизионные и радиовещательные компании;
- управления государственного надзора за связью по территории субъекта;
- государственные предприятия связи (радиотелевизионные передающие, приемные радиочастоты);
- отделы государственной ФПС РФ;
- управления (отделы) почтовой связи;
- открытые общества, акционерные общества, частные предприятия радио, телевидение, сотовой, транкинговой связи;
- управления, отделы специальной связи.

Общее руководство территориальной подсистемой возлагается на одного из руководителей предприятий связи, как правило, на руководителя АО «Электросвязь» в республике (Мин. связи); в городе — на начальника ГТС; районе — РУС, городском районе — на одного из начальников в АТС. Руководитель территориальной подсистемы совместно с руководителями организаций связи, включенных в территориальную подсистему, создают группу оперативного управления. Соответственно администрации городов, районов своими постановлениями создают звенья функциональных подсистем связи и оповещения с включением в их состав городских и районных узлов почтовой связи, организаций связи, обеспечивающих проводное, радио и телевизионное вещание, организаций связи независимо от форм собственности.

Объекты экономики (ОЭ) играют исключительную важную роль в проводимых мероприятиях гражданской обороны. Согласно Указу Президента РФ от 8.05. 1993 г. № 643 «О гражданской обороне» руководство гражданской обороны в районах и городах, ведомствах РФ, учреждениях, организациях и на предприятиях независимо от форм собственности возложено на соответствующих руководителей органов исполнительной власти, ведомств, учреждений организаций и предприятий. В стране насчитывается большое количество ОЭ с разными формами собственности, с различным количеством работников. Ясно, что столь разнообразные ОЭ не могут иметь одинаковые силы, средства и системы связи, поэтому естественно, что силы и средства связи, используемые в интересах ГО, различны, но руководство должно решать следующие задачи:

- обеспечивать начальнику ГО, его штабу и службам непрерывное управление подчиненными силами;
- обеспечивать устойчивое взаимодействие при проведении мероприятий ГО с другими ОЭ, приданными силами, между службами;
- обеспечивать своевременный прием и передачу распоряжений и сигналов оповещения.

Для выполнения этих задач используются:

- внутрипроизводственная сеть связи;
- городская сеть связи;
- силы и средства ГО объекта.

Основным видом внутрипроизводственной сети связи является связь, которую можно разделить на административно-хозяйственную, директорскую, диспетчерскую, технологическую.

Административно-хозяйственная — предназначена для передачи информации по административному управлению и хозяйственной деятельности предприятия.

Директорская связь — предназначена для прямой (непосредственной) связи руководителя с подчиненными ему работниками аппарата управления.

Диспетчерская связь — предназначена для прямой связи оперативного руководителя (диспетчера, оператора, сменного инженера и т. п.) предприятия, цеха с персоналом, обслуживающим отдельные агрегаты или звенья производства.

Технологическая связь — предназначена для непосредственного обмена информацией между работниками, обслуживающими отдельные агрегаты.

Кроме телефонной связи на объекте может быть телеграфная связь, радиотелефонная связь, звуковое вещание, промышленное телевидение. Штабу ГО ОНХ следует провести качественный анализ всех существующих связей на ОНХ с целью определения порядка их использования в интересах ГО. Как в повседневной деятельности ОНХ, так и при проведении мероприятий ГО широко используется общегосударственная сеть связи:

- междугородная телефонная сеть;
- городская телефонная сеть;
- сельская телефонная сеть.

По этим сетям связи ведется обмен информацией с районным управлением по делам ГО и ЧС, с районом рассредоточения, организуется связь в загородной зоне, с другими объектами. И чем разветвленней общегосударственная сеть связи на территории города, области, тем проще решать вопросы связи в интересах ГО. Силы и средства связи ГО ОЭ включают в себя группу связи со средствами связи, средства связи других объектовых формирований. Группа связи — это специальное невоенизированное формирование связи ГО объекта. Штатная структура и табельное оснащение техникой связи приводится в «Положении о невоенизированных формированиях ГО и норм оснащения (табелизации) их материально-техническим имуществом», создается на базе обслуживающего персонала внутрипроизводственной сети связи объекта. При определении потребности в формированиях исходят из реальной потребности. Расчет потребности в формированиях разрабатывается:

— объектовые — КЧС, отделами, секторами или специально назначенными лицами по делам ГО и ЧС объектов и утверждаются начальниками ГО (начальниками служб) городов (районов), в пределах которых расположены объекты. Расчеты потребности в объектовых формированиях могут разрабатываться, при необходимости, министерствами, ведомствами, акционерными обществами, компаниями, объединениями с учетом реальных потребностей и финансовых возможностей по их созданию и поддержанию в готовности к применению и утверждаются соответствующими начальниками гражданской обороны. Объектовые формирования создаются на ОЭ независимо от их ведомственной принадлежности и формы собственности на всей территории РФ.

Решение о создании формирования принимаются исходя из степени опасности производства, возможного характера стихийных бедствий, аварий на близлежащих потенциально опасных объектах. Перечень радиационных и химически опасных объектов, на которых создаются специальные формирования, определяются министерствами, ведомствами, акционерными обществами, имеющими эти объекты, и согласовываются с начальниками ГО субъектов РФ. Комплектование формирований личным составом производится с таким расчетом, чтобы в случаях их мобилизации формирование оставалось в готовности к выполнению задач по предназначению. Финансирование создания формирований, их деятельности и применение осуществляется:

- районной команды связи — за счет средств местного бюджета;
- объектовых — за счет финансовых средств ОЭ, создавших эти формирования, независимо от форм собственности. Формирования обеспечиваются специальной техникой и имуществом, в том числе имуществом гражданской обороны, в соответствии с типовыми нормами оснащения.

К имуществу ГО относятся:

- средства связи и оповещения;
- средства индивидуальной защиты;
- средства химической и радиационной разведки;
- медицинские средства индивидуальной защиты.

Планирование связи является одной из важнейших задач регионального центра управления по делам ГО и ЧС субъекта Российской Федерации, воинской части. Цель планирования связи заключается в определении оптимальной структуры построения системы связи, наиболее эффективных способов организации связи и применения сил и средств связи для устойчивого управления.

13.1. Планирование связи

Планирование связи включает:

- определение наиболее рационального построения системы связи (определение опорных и вспомогательных узлов, размещение и оборудование узлов связи пунктов управления и др.);
- определение способов организации связи имеющимися средствами и силами;
- определение мероприятий по обеспечению безопасности связи;
- разработку данных по связи;
- определение порядка использования ведомственных средств связи в интересах начальника регионального центра (начальника управления по делам ГО и ЧС субъекта Российской Федерации, командира соединения, части);
- определение мероприятий по повышению устойчивости связи в чрезвычайных ситуациях;
- распределение сил и средств связи по пунктам управления и направлениям их использования;

- определение резерва сил и средств связи;
- разработку мероприятий по обеспечению управления системой связи при выходе из строя пунктов управления;
- разработку мероприятий по материальному и техническому обеспечению узлов и подразделений связи. Порядок и сроки планирования и методы работы начальника отдела связи и оповещения (начальника связи) при организации связи в повседневной деятельности определяется исходя из оперативной обстановки, принятой системы управления регионального центра, управления по делам ГО и ЧС субъекта Российской Федерации, учреждения, соединения, воинской части гражданской обороны, характером поставленных задач и установленными сроками готовности связи. Работа по подготовке и планированию связи начинается с получения указаний от начальника регионального центра и изучения распоряжения по связи вышестоящего штаба.

Начальник отдела связи и оповещения (начальник связи):

- уясняет задачу;
- производит расчет времени;
- информирует подчиненные узлы, части и подразделения связи о чрезвычайной ситуации;
- оценивает обстановку;
- принимает решение;
- дает указания по планированию;
- ставит задачи подчиненным;
- организует подготовку подразделений связи к выполнению задач.

Перед началом работы по планированию начальник связи и оповещения (начальник связи) должен изучить:

- решение начальника регионального центра управления по делам ГО и ЧС субъекта Российской Федерации на проведение мероприятий и организацию управления;

- указания начальника регионального центра управления по делам ГО и ЧС субъекта Российской Федерации на организацию связи;
- наличие и состояние сил и средств связи;
- оценку обстановки по связи на территории субъекта Российской Федерации.

При планировании связи начальник связи и оповещения (начальник связи) должен уяснить:

- общую цель, задачи, выполняемые региональным центром управления по делам ГО и ЧС субъекта Российской Федерации, воинской частью;
- главные вопросы, решения начальника регионального центра (начальника управления по делам ГО и ЧС субъекта Российской Федерации, командира части), влияющие на организацию управления и связи (выделяемые силы и средства, общие задачи соединений и частей гражданской обороны, порядок взаимодействия);
- организацию связи с пунктами управления вышестоящего штаба, с запасными пунктами управлений по делам ГО и ЧС субъектов Российской Федерации, с воинскими частями, поисково-спасательными службами, невоенизированными формированиями, включенными в состав сил гражданской обороны, с органами управления министерств и ведомств Российской Федерации, входящими в состав РСЧС, а также с пунктами управления соседних региональных центров, управлений по делам ГО и ЧС субъектов Российской Федерации, соединений и воинских частей ГО.

На основе уяснения задачи начальник отдела связи и оповещения (начальник связи) определяет мероприятия, которые необходимо выполнить в первую очередь, и производит расчет времени на планирование и развертывание системы связи. При необходимости подчиненным узлам, подразделениям связи могут отдаваться предварительные распоряжения с ориентировкой о подготовке и возможных действиях.

При изучении решения начальника регионального центра управления по делам ГО и ЧС Российской Федерации начальник связи и оповещения (начальник связи) уясняет:

- характер предстоящих мероприятий ГО;
- группировку сил и их задачи;
- вопросы взаимодействия с органами военного командования и соседями;
- время на подготовку к выполнению поставленных задач.

Изучая распоряжение по связи старшего органа управления, начальник связи и оповещения (начальник связи) должен уяснить:

- места развертывания;
- время готовности узлов связи ПУ старшего управления по делам ГО и ЧС;
- организацию связи со старшим начальником и взаимодействующими органами и потребность в средствах связи для ее обеспечения;
- частоты и позывные, выделяемые для организации радиосвязи;
- порядок использования связи и установленные режимы работы радио и радиорелейных средств связи;
- организацию оповещения.

На основании этих сведений начальник отдела связи и оповещения (начальник связи) оценивает обстановку в отношении связи и подготавливает необходимые справочные материалы и свои предложения начальнику регионального центра (начальнику управления по делам ГО и ЧС субъекта Российской Федерации, начальнику учреждения, командиру соединения, воинской части гражданской обороны) по вопросам организации связи.

При изучении оценки обстановки по связи начальник связи и оповещения (начальник связи) уясняет:

- объем возможных разрушений на территории региона с учетом последствий чрезвычайных ситуаций техноген-

ного и природного характера на сети связи и влияние их на управление ГО;

- места дислокации ПСС, соединений и частей гражданской обороны, невоенизированных формирований, включенных в состав сил гражданской обороны;
- силы и средства, предназначенные для проведения аварийно-спасательных работ;
- состояние развития инфраструктуры связи в регионе, в районах потенциально опасных объектов;
- время и другие факторы, влияющие на организацию связи.

При изучении оценки обстановки территории начальник связи и оповещения (начальник связи) уясняет:

- влияние последствий чрезвычайных ситуаций на сеть связи региона, систему связи Минобороны России, ФАПСИ, Госкомсвязи России, МВД, ФПС России и других министерств и ведомств;
- возможность осуществления привязки узла связи подвижного пункта управления регионального центра и аппаратных связи управлений по делам ГО и ЧС субъектов Российской Федерации, ПСС, соединений и воинских частей гражданской обороны вблизи потенциально опасных объектов и в районах эвакуации населения;
- влияние последствий ЧС на технику связи и личный состав.

13.2. Оценка сил и средств ГО

При оценке сил и средств ГО анализируется:

- состав и задачи соединений и воинских частей гражданской обороны, ПСС, невоенизированных формирований, включенных в состав сил гражданской обороны, их пункты постоянной дислокации, планируемые зоны и сектора ответственности при ликвидации последствий ЧС;

- состояние стационарной сети связи на территории региона (Госкомсвязи России, Минобороны России, ФАПСИ);
- состояние ведомственных сетей связи (МВД России, ФПС России, Министерство атомной энергетики, МПС и других министерств и ведомств);
- возможности узлов, подразделений связи в обеспечении связи, их сильные и слабые стороны, готовность к выполнению задач.

При оценке времени анализируются и определяются сроки, отводимые на подготовку системы, узлов и подразделений связи к выполнению задач, вырабатываются методы и последовательность работы начальника отдела связи и оповещения (начальника связи) и подчиненных ему узлов и подразделений связи. В результате уяснения задачи и оценки обстановки начальник отдела связи и оповещения (начальник связи) принимает решение на организацию связи, в котором определяется:

- с кем, к какому времени, какие виды связи должны быть установлены;
- структуру сети связи регионального центра, управления по делам ГО и ЧС субъекта Российской Федерации, воинской части;
- группировку подразделений связи;
- задачи узлам и подразделениям связи;
- организацию управления связью и другие вопросы организации связи.

На основании решения начальник отдела связи и оповещения (начальник связи) осуществляет планирование связи. При планировании связи разрабатывается комплект документов, основным из которых является план связи. В нем детализируется решение, определяется последовательность, способы и сроки организации связи.

13.3. Перечень документов плана связи

Перечень документов плана связи включает:

- план связи регионального центра (управления по делам ГО и ЧС субъекта Российской Федерации, воинской части) разрабатывается на карте;
- пояснительная записка (на склейке карты и текстуально);
- схема оперативных связей (на склейке карты);
- схема оповещения регионального центра (управления по делам ГО и ЧС субъекта Российской Федерации, воинской части) на склейке карты;
- схема связи по степеням готовности на склейке карты.

Связь для обеспечения управления силами и средствами гражданской обороны в районе чрезвычайных ситуаций осуществляется на основе принятого решения о проведении спасательных и других неотложных работ и организуется с пунктом постоянной дислокации регионального центра штаба по делам ГО и ЧС субъекта Российской Федерации, со стационарных и полевых пунктов управления с использованием каналов (линий) сети связи Минсвязи России, ФАПСИ, МВД России и других министерств и ведомств, а также с узлов связи подвижных пунктов управления, развертываемых силами и средствами регионального центра.

13.3.1. Связь в районе проведения спасательных работ

Связь осуществляется от оперативной группы регионального центра — с МЧС России, со штабом по делам ГО и ЧС (запасными пунктами управления) субъекта Российской Федерации, с оперативной группой военного округа, с соединениями и частями гражданской обороны, с невоенизированными формированиями, включенными в состав группировки сил гражданской обороны, с ПСС, с оперативными группами министерств и ведомств.

Перечень документов по связи:

- схема организации связи; схема вызова;
- телефонный справочник для работы в ходе ликвидации ЧС;
- расчет сил и средств, привлекаемых для обеспечения связи;
- схема оповещения в районе ЧС.

13.3.2. Содержание документов плана связи и требования к ним

Карта — основной документ, определяющий организацию связи.

На карте отражаются:

- границы ответственности регионального центра управления по делам ГО и ЧС субъекта Российской Федерации, соединения, части ГО;
- потенциально опасные объекты с указанием возможных ЧС;
- пункты управления свои, старшего штаба, подчиненных, взаимодействующих;
- комплекующие военкоматы;
- аэродромы, посадочные площадки базирования воздушных пунктов управления (вертолетов);
- стационарная сеть связи (регионального центра, Министерства связи, Министерства обороны Российской Федерации, ведомственные);
- полевые узлы и линии связи полевой сети регионального центра, Министерства обороны, ФАПСИ и других министерств и ведомств Российской Федерации;
- линии привязки узлов связи пунктов управления регионального центра управления по делам ГО и ЧС субъекта Российской Федерации, соединений и воинских частей ГО регионального подчинения к узлам связи Министерства связи, Министерства обороны и другим министерствам и ведомствам Российской Федерации;

- группировка частей и подразделений связи;
- узлы Минсвязи России, Минобороны России и других министерств и ведомств Российской Федерации для планируемой организации основной и запасной привязки узлов связи подвижных пунктов управления органов управления, соединений и частей гражданской обороны вблизи потенциально опасных объектов. При нанесении условных знаков на карту необходимо придерживаться установленных обозначений. Карта подписывается начальником связи и оповещения (начальником связи) управления по делам ГО и ЧС субъекта Российской Федерации и утверждается начальником регионального центра.

13.3.3. Размещение оперативной информации на карте

На карте отражаются:

- расчет сил и средств связи по пунктам управления (таблица);
- таблица позывных должностных лиц;
- таблица позывных узлов связи;
- таблица сигналов управления и оповещения пунктов управления;
- таблица наращивания сил и средств связи по степеням готовности;
- показатели системы связи регионального центра (управления по делам ГО и ЧС субъекта Российской Федерации, соединения части);
- условные обозначения (таблица).

Пояснительная записка разрабатывается текстуально в произвольной форме, в которой обычно указывается:

- задачи отдела связи и оповещения (начальника связи);
- количество узлов связи городских и загородных запасных пунктов управления, ППУ по звеньям управления с указанием их защищенности;

- узлы и подразделения связи органов управления, соединений и воинских частей;
- оснащенность узлов и формирований связи техникой связи и имуществом (в %);
- основы организации связи и оповещения в региональном центре, штабе по делам ГОЧС субъекта Российской Федерации, соединений и воинской части гражданской обороны);
- основные данные по устойчивости внутриобластной сети связи;
- организация связи с пунктами управления республик, краев, областей, категорированных городов, с областным военным комиссариатом, с начальниками гарнизонов, с оповещающим объединением (соединением, частью войск ПВО), с соединениями и частями гражданской обороны, ПСС, невоенизированными формированиями, включенными в состав сил гражданской обороны, с запасными пунктами управления соседних республик, краев, областей, с командным и запасным командным пунктом управления военного округа;
- наращивание сил и средств связи по степеням готовности;
- мероприятия по защите узлов связи.

Пояснительная записка включает следующие вопросы:

- наращивание узлов, подразделений связи (таблица комплектования узлов и подразделений связи личным составом по степеням готовности);
- наращивание системы связи (таблица с расчетом каналов связи и их наращивание по степеням готовности);
- расчет техники связи (таблица);
- характеристики системы оповещения (таблица);
- схемы организации связи при чрезвычайных ситуациях (таблицы);
- другие данные, необходимые для доклада.

13.3.4. Схема оперативной связи

Схема оперативной связи — графический документ. На схеме оперативной связи отображаются направления связи, организуемые с вышестоящими, подчиненными и взаимодействующими органами управления, соединениями и частями гражданской обороны Российской Федерации с указанием видов связи на информационных направлениях и какими средствами связи они обеспечиваются. Исполняется схема на отдельном листе бумаги или на чистом участке карты. На схеме в ламельном виде (прямоугольниками) изображаются узлы связи вышестоящего, своего, подчиненных и взаимодействующих органов с указанием наименования пунктов управления (на флажке — принадлежность ПУ, в прямоугольнике — городской, загородный и т. д.) и виды связи, организуемые от них. В дополнение к схеме оперативных связей разрабатывается график перевода системы связи субъекта Российской Федерации из режима повседневной деятельности в режим повышенной готовности и далее в режим чрезвычайной ситуации. В нем отражаются: мероприятия по приведению в готовность узлов и подразделений связи в различных режимах функционирования (режим повседневной деятельности; режим повышенной готовности; режим чрезвычайной ситуации); наращивание количества связей по звеньям управления; мероприятия по приведению в готовность системы оповещения. Этот перечень изображается в виде графика. График перевода системы связи не подписывается и не утверждается.

13.3.5. Схема оповещения

На схеме оповещения отображаются:

- направления оповещения, организуемые с вышестоящими, подчиненными и взаимодействующими органами управления с указанием используемых для этой цели

специальной аппаратуры оповещения, каналов и средств связи;

- организация оповещения населения с указанием задействованных для этой цели станций проводного, радио и телевидения, специальной аппаратуры оповещения, каналов и средств связи.

13.3.6. Схема связи по степеням готовности

На схеме связи по степеням готовности отображаются:

- пункты управления МЧС России, регионального центра, штаба по делам ГО и ЧС субъекта Российской Федерации, соединения и воинской части гражданской обороны;
- направления связи (прием каналов из ГОС сети показывается цветами в соответствии со степенями готовности);
- радиосети и радионаправления;
- аппаратура засекречивания;
- взаимодействующие узлы связи пунктов управления (гарнизонные, военкоматов, соединений и частей военного округа);
- сроки готовности связи по направлениям.

Кроме плана связи в отделе связи и оповещения (соединений, частей) разрабатываются:

- рабочая карта начальника отдела связи и оповещения (начальника связи);
- схема организации радиосвязи;
- план организации и контроля безопасности связи;
- расчет личного состава отдела связи и оповещения (начальника связи) по пунктам управления;
- сведения (справка) по связи потенциально опасных объектов;
- телефонный справочник для работы в повседневной деятельности;

- телефонные справочники для работы при чрезвычайных ситуациях;
- схема вызова;
- сведения (справка) ведомственных сетей связи на территории регионального центра штаба ГО и ЧС субъекта Российской Федерации;
- распоряжение по связи подчиненным штабам по делам ГО и ЧС, соединениям и воинским частям гражданской обороны Российской Федерации;
- схема организации связи;
- функциональные обязанности должностных лиц по связи, входящих в состав оперативной группы.

13.3.7. Порядок согласования и утверждения плана связи

План связи на карте подписывается начальником отдела связи и оповещения (начальником связи) и утверждается начальником регионального центра (начальником штаба по делам ГО и ЧС субъекта РФ, командиром соединения, воинской части гражданской обороны). План связи согласовывается с начальниками связи служб связи: МВД России, ФПС России, ФАПСИ, Минобороны России, Минсвязи России. План связи начальника отдела связи управления по делам ГО и ЧС субъекта Российской Федерации, начальника связи соединения, части согласовывается с начальником отдела связи и оповещения регионального центра. Пояснительная записка, схема оперативной связи, схема оповещения, схема связи по степеням готовности подписываются начальником отдела связи и оповещения (начальником связи).

13.4. Руководящие документы при планировании связи

1. Наставление по связи Вооруженных сил (связь в объединениях, соединениях и частях), изд. 1990 г.;
2. Директива МЧС России НР 5/0188 от 8.08.1996 г. «Об организации связи МЧС России»;
3. Руководство по организации радиосвязи, часть I, II;
4. Регламент радиосвязи;
5. Решение начальника Регионального центра (начальника штаба по делам ГО и ЧС субъекта Российской Федерации, командира части) на организацию управления подчиненными органами управления: соединениями и воинскими частями гражданской обороны в повседневной деятельности, при организации ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций и на особый период;
6. Информационный сборник по связи и автоматизации № 23 начальника связи ВС. 1991 г. (образцы документов).

13.4.1. Порядок развертывания системы связи при приведении ГО в различные степени готовности. Организация взаимодействия системы связи ГО с системами связи других министерств и ведомств

В зависимости от обстановки, масштаба прогнозируемой или возникшей чрезвычайной ситуации решением соответствующих органов исполнительной власти субъектов РФ и органов местного самоуправления в пределах конкретной территории устанавливаются режимы функционирования ФПСО РСЧС:

- режим повседневной деятельности — при нормальной производственно- промышленной, радиационной, химической, биологической (бактериологической), сейсмической и гидрометеорологической обстановок;

- режим повышенной готовности — при ухудшении промышленной, радиационной, химической, биологической (бактериальной), сейсмической и гидрометеорологической обстановки, при получении прогноза о возможности возникновения чрезвычайных ситуаций;
 - режим чрезвычайной ситуации — при возникновении и во время ликвидации чрезвычайных ситуаций в мирное и военное время. Основными мероприятиями в этих режимах являются:
1. В режиме повседневной деятельности:
 - организация и обеспечение мероприятий устойчивости функционирования систем связи и централизованного оповещения федерального, регионального, территориального и местного уровней во всех режимах работы ФПСО РСЧС;
 - планирование и выполнение мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций, обеспечению безопасности и защиты рабочих и служащих, сокращению возможных потерь и ущерба;
 - организация и контроль за эксплуатационно-техническим обслуживанием стационарных средств связи и оповещения, установленных на предприятиях связи, находящихся в ведении штабов ГО ЧС;
 - совершенствование подготовки органов управления ФПСО РСЧС, сил и средств к действиям при ЧС, организация обучения рабочих и служащих способам защиты и действиям при ЧС;
 - создание и восполнение резервных финансовых и материальных ресурсов для ликвидации ЧС;
 - осуществление целевых видов страхования.
 2. В режиме повышенной готовности:
 - принятие на себя соответствующими КЧС непосредственного руководства функционированием соответствующих уровней ФП СО РСЧС;

- формирование при необходимости оперативных групп для выяснения обстановки по связи непосредственно в районе возможного бедствия и выработки предложений;
- усиление дежурно-диспетчерской службы;
- усиление наблюдения и контроля за обстановкой на сетях связи, прогнозирования возможной обстановки в результате воздействия ЧС;
- принятие мер по защите рабочих смен для обеспечения устойчивого функционирования сетей связи;
- приведение в состояние готовности сил и средств, уточнение планов их действий и движения, при необходимости, в предполагаемый район ЧС;
- контроль за подготовкой к выделению органам управления МЧС междугородных каналов связи по паролю «Бедствие» в соответствии с их заявками;
- подготовка обходных и резервных каналов и линий связи взаимосвязанной сети связи РФ.

13.4.2. Проводимые мероприятия в режиме чрезвычайной ситуации в мирное и военное время

В режиме ЧС в мирное и военное предусматривается:

- выделение органам управления МЧС России междугородных каналов связи согласно заявкам 3 К-70;
- обеспечение в приоритетном порядке средствами и каналами связи органов управления, осуществляющих руководство ликвидаций чрезвычайной ситуации;
- организация централизованного использования для ликвидации ЧС и целей ГО ведомственных каналов и средств связи в мирное и военное время по согласованию с соответствующими министерствами и ведомствами;
- защита работающих смен в районе ЧС;

- выдвижение резервных сил и средств связи в район возникновения ЧС для участия в ее ликвидации;
- проведение мероприятий по обеспечению устойчивой работы средств, линий и каналов связи в мирное и военное время;
- обеспечение устойчивой работы каналов связи и технических средств сетей вещания, используемых в системах централизованного оповещения населения.

В мирное время решением начальников ГО субъектов в постановлениях определяются силы и средства ТПСО и создаются невоенизированные формирования для обеспечения мероприятий и в случаях угрозы и возникновения ЧС. В военное время комплектование невоенизированных формирований связи личным составом, оснащение их материально-техническими средствами и другими специальными средствами осуществляется постановлением и приказом начальника ГО за счет организаций связи из ресурсов, не подлежащих призыву (приему) в ВС РФ по мобилизационным планам. По решению соответствующих начальников ГО для оснащения невоенизированных формирований связи могут привлекаться технические средства и других ведомств. В мирное время силы и средства, выделяемые на ПУ гражданской обороны, предоставление каналов связи в интересах ГО и другие услуги подлежат оплате органам, проводящим эти мероприятия.

Организация взаимодействия системы связи МЧС России с системами связи министерств и ведомств РФ осуществляется на основе взаимных соглашений (Положений о порядке взаимодействия по вопросам организации связи). Разработаны и утверждены соответствующие «Положения...» о порядке взаимодействия с Министерством связи РФ, Федеральным Агентством правительственной связи и информации при Президенте РФ, Министерством обороны России, Министерством внутренних дел РФ. В стадии разработки находятся аналогичные положения о взаимодействии с Федеральной Пограничной службой

РФ и РАО «Газпром». Организованное взаимодействие систем связи МЧС России министерствами и ведомствами обеспечивает решение задач по организации связи при ликвидации ЧС, в том числе и носящих трансграничный характер. Дальнейшее совершенствование взаимодействия органов управления МЧС России и аналогичных зарубежных структур возможно путем организации с ними прямых каналов связи. Однако решение об организации каналов может быть принято лишь на основании тщательной оценки и технико-экономического обоснования их целесообразности.

13.4.3. Принципы организации оповещения. Порядок оповещения населения в ЧС

Программа создания и развития Российской системы предупреждения и действий в чрезвычайных ситуациях предусматривает поднять на новый качественный уровень вопросы оповещения, готовности населения и командно-начальствующего состава к действиям в ЧС.

В результате чрезмерной концентрации воздуха в атмосфере из-за промышленности в отдельных регионах, усложнения технологических процессов, использования значительного числа взрывов, пожаров, радиационных химически опасных веществ, износа оборудования наблюдается рост количества аварий и катастроф, увеличивается число человеческих жертв, возрастает материальный ущерб от чрезвычайных ситуаций техногенного и экологического характера. Велики социально-экономические последствия от стихийных бедствий, аварий, катастроф, а также при применении оружия массового поражения (ядерное, химическое и бактериологическое) в условиях военного времени. Все это вынуждает повысить оперативность и надежность управления процессами как предупреждения, так и ликвидации последствий. Для оперативного оповещения населения о чрезвычайных ситуациях как в мирное, так и военное

время структуры ГО и ЧС должны быть обеспечены самыми современными средствами связи. Это позволит заранее предупредить население, органы власти, предприятия, организации, учреждения и учебные заведения о возникновении чрезвычайных ситуаций и, следовательно, адекватно реагировать на складывающиеся условия. В конечном итоге это позволит в максимальной степени сократить потери в людях и материальных ценностях.

Речевая информация

На каждый случай чрезвычайных ситуаций местные органы власти совместно со штабами ГО и ЧС заготавливают варианты текстовых сообщений, приближенных к своим специфическим условиям. Они заранее прогнозируют (моделируют) как вероятные стихийные бедствия, так и возможные аварии и катастрофы. Только после этого может быть составлен текст, более или менее отвечающий реальным условиям. К примеру, произошла авария на химически опасном объекте. Какую информацию должно получить население? Возможен такой вариант: «Внимание! Говорит штаб по делам ГО и ЧС города (области). Граждане! Произошла авария на хлопчатобумажном комбинате с выбросом хлора — сильнодействующего ядовитого вещества. Облако зараженного воздуха распространяется в (таком-то) направлении. В зону химического заражения попадают: (идет перечисление улиц, кварталов, районов). Населению, проживающему на улицах: (таких-то), из помещений не выходить. Закрыть окна и двери, произвести герметизацию квартир. В подвалах, нижних этажах не укрываться, так как хлор тяжелее воздуха в 2,5 раза (стелется по земле) и заполняет все низинные места, в том числе и подвалы.

Населению, проживающему на улицах: (таких-то), немедленно покинуть жилые дома, учреждения, предприятия и переселиться в районы: (перечисляются). Прежде чем выходить, надень-

те ватно-марлевые повязки, предварительно смочив их водой или 2 %-ным раствором питьевой соды. Сообщите об этой информации соседям. В дальнейшем действуйте в соответствии с нашими указаниями». Такая информация с учетом того, что будет повторена несколько раз, рассчитана примерно на 5 мин. Другой пример. Вероятно возникновение стихийного бедствия — наводнения. В этом случае сообщение может быть таким: «Внимание! Говорит штаб по делам ГО и ЧС. Граждане! В связи с ливневыми дождями и резким повышением уровня воды в реке: (называется) ожидается затопление домов по улицам: (перечисляются). Населению, проживающему там, перенести необходимые вещи, одежду, обувь, продукты питания на чердаки, верхние этажи. В случае угрозы затопления первых этажей будет передано дополнительное сообщение. Быть в готовности покинуть дома и выходить в направлении: (указывается). Перед уходом отключить электроэнергию, газ, воду, погасить огонь в печах. Захватить с собой документы и деньги. Оповестить об этой информации соседей. Оказать помощь детям, престарелым и больным. Соблюдайте спокойствие, порядок и хладнокровие. Если вода застанет вас в поле, лесу, выходите на возвышенные места, заберитесь на дерево. Если нет такой возможности, используйте все предметы, способные удержать человека на воде — бревна, доски, обломки заборов, деревянные двери, бочки, автомобильные шины. Следите за нашими сообщениями».

Могут быть и другие варианты речевой информации на случай землетрясений, снежных заносов, ураганов и тайфунов, селей и оползней, лесных пожаров и схода снежных лавин и т. д. Отсутствие информации или ее недостаток способствует возникновению слухов, кривотолков. Все это — среда для возникновения панических настроений. А паника может принести значительно больше негативных последствий, чем само стихийное бедствие или авария. Еще очень важно, чтобы информация, данная населению, была правильно понята и из нее сде-

ланы разумные выводы. А как оповещают население в военное время? При возникновении воздушной, химической или радиационной опасности также сначала звучат сирены, то есть сигнал «Внимание всем!», затем следует информация. К примеру: «Внимание! Говорит штаб по делам ГО и ЧС. Граждане! Воздушная тревога!». И далее очень коротко диктор напоминает, что надо сделать дома, что взять с собой, где укрыться. Может идти и другая, более обстоятельная информация. Таким образом, принятая и ныне действующая система оповещения имеет существенные преимущества и ряд достоинств. Во-первых, звучание сирен дает возможность сразу привлечь внимание всего населения города, района. Во-вторых, ее можно применять как в мирное время — при стихийных бедствиях и авариях, так и в военное время. И последнее, теперь каждый может получить точную информацию о происшедшем событии, о сложившейся чрезвычайной ситуации, услышать напоминание о правилах поведения в конкретных условиях. Решается это с помощью создаваемых систем централизованного оповещения, базирующихся на сетях связи, проводного вещания (радиотрансляционной сети), специальной аппаратуры и электросирены.

Чтобы оперативно оповещать население об авариях на АЭС, химически опасных предприятиях, гидроузлах и других объектах, где особенно велика опасность катастроф, в настоящее время создаются так называемые локальные системы оповещения. С их помощью можно своевременно оповещать не только рабочих и служащих этих объектов, но и руководителей предприятий, учреждений, организаций, учебных заведений, находящихся вблизи них, а также все население, попадающее в зоны возможного заражения, разрушения, катастрофического затопления. Границы таких зон, естественно, определяются заранее. Все предприятия, учреждения и населенные пункты объединяются в самостоятельную систему оповещения. Вместе с тем локальные системы, хотя и самостоятельны, но в то же время являются частью территориальной (республиканской, краевой,

областной) системы централизованного оповещения. Приходится с сожалением констатировать, что Постановление Правительства «О создании локальных систем оповещения в районах размещения потенциально опасных объектов» выполняется очень плохо. Только 7 % объектов имеют такие системы предупреждения. Ответственность за организацию оповещения несут министерства, ведомства и организации, в ведении которых находятся потенциально опасные объекты.

Главное преимущество локальных систем — их оперативность, которая в условиях аварий и катастроф так необходима. В критической ситуации дежурный диспетчер (сменный инженер) сам принимает решение и немедленно подает сигнал. Первоначально он включает сирены объекта и близлежащего жилого массива, звук которых означает сигнал «Внимание всем!». Затем следует речевая информация, поясняющая порядок действий в создавшейся обстановке. Для предупреждения населения могут применяться и подвижные звукоусилительные станции. Локальная система должна включаться очень быстро, с тем, чтобы информация об угрозе заражения или затопления дошла до граждан заранее, еще до подхода зараженного воздуха или волны прорыва, и чтобы оставалось время для выполнения мер защиты. Кроме технической стороны дела здесь есть и другая — человеческая. Очень многое зависит от компетентности и ответственности дежурного персонала потенциально опасных объектов. Быстро, почти мгновенно оценить обстановку и немедленно включить систему оповещения — вот главное требование к тем, кто несет дежурство на диспетчерском пункте.

Ответственность за организацию связи и оповещения несут начальники штабов по делам ГО и ЧС всех рангов, а непосредственное обеспечение и поддержание связи в исправном состоянии осуществляют начальники служб связи и оповещения областей, городов, районов и объектов народного хозяйства, то есть начальники областных, городских и районных узлов связи. Они отвечают за техническое состояние аппаратуры связи,

кабельных и воздушных линий, организуют аварийно-восстановительные и ремонтные работы на сооружениях и коммуникациях. Для выполнения этих задач в их распоряжении находятся специализированные формирования (команды, группы, бригады, звенья.

Задействование систем оповещения

1. Решение о задействовании системы оповещения принимает руководитель соответствующего органа управления (объекта) или лицо его замещающее.

2. Сигналы (распоряжения) и информация оповещения передаются оперативным дежурным органа управления по делам ГО и ЧС, вне всякой очереди с использованием всех имеющихся в их распоряжении средств связи и оповещения.

3. Оперативные дежурные органов управления по делам ГО и ЧС, управлений (отделов) внутренних дел городов и районов области, получив сигналы (распоряжения) или информацию оповещения, подтверждают их получение и действуют в соответствии с имеющимися у них инструкциями по оповещению.

4. Для передачи сигналов и информации оповещения населению трансляция программ по сетям радио, телевизионного и проводного вещания независимо от ведомственной принадлежности, организационно-правовых форм и форм собственности может прерываться согласно действующему законодательству.

5. Использование местных сетей радио и проводного вещания, телевидения с перерывом трансляции вещательной программы предоставляется руководителю муниципальных образований только для оповещения и информирования населения о чрезвычайных ситуациях.

6. Речевая информация передается населению с перерывом программ вещания длительностью не более пяти минут. Допускается двух, — трехкратное повторение передачи речевого

сообщения. Передача речевой информации должна осуществляться, как правило, профессиональными дикторами из студий вещания. В исключительных, не терпящих отлагательства, случаях допускается передача кратких, нестандартных речевых сообщений способом прямой передачи или в магнитной записи непосредственно с рабочих мест дежурных органов управления по делам ГО и ЧС (единых дежурно-диспетчерских служб).

7. Порядок задействования системы оповещения, состав привлекаемых для оповещения и информирования сил и средств, ответственные за выполнение мероприятий должностные лица определяются решением руководителя соответствующего органа управления (объекта).

8. О всех случаях (санкционированных и несанкционированных) задействования систем оповещения докладывается в вышестоящий орган управления по делам ГО и ЧС.

9. Сигналы оповещения.

Сигнал оповещения — это условный сигнал, передаваемый по системе оповещения и являющийся командой для проведения определенных мероприятий органами, осуществляющими управление службами и силами РСЧС, населением.

Для оповещения населения установлен единый сигнал «ВНИМАНИЕ ВСЕМ!»

Сигнал об опасности заражения аварийно химически опасными веществами (АХОВ) и других опасных для населения последствий крупных аварий и катастроф подается в случае непосредственной опасности заражения и произошедших крупных аварий и катастроф с выбросом (разливом) АХОВ. Для подачи сигнала используются все местные технические средства связи и оповещения. Сигнал дублируется подачей установленных звуковых, световых и других сигналов. По этому сигналу необходимо действовать согласно указаниям соответствующего органа управления ГО и ЧС.

Сигнал об угрозе затопления подается при угрозе или непосредственном нарушении плотины гидротехнического узла. На-

селение, проживающее в зоне возможного катастрофического затопления, оповещается по локальным системам оповещения, по местным сетям проводного вещания, радиовещания и телевидения путем многократной передачи речевого сообщения.

Доведение сигналов (распоряжений) о приведении в готовность органов, осуществляющих управление силами РСЧС, осуществляется оперативными дежурными службами органов управления по делам ГО и ЧС (ЕДДС) по существующей системе централизованного оповещения и всем имеющимся каналам связи системы связи в установленном порядке. Подчиненные органы управления подтверждают получение сигналов (распоряжений) и доводят их до своего руководящего состава и подчиненных органов управления по делам ГО и ЧС.

Сигналы (распоряжения) передаются по системе централизованного оповещения соответствующего уровня управления вне всякой очереди, с использованием автоматизированных систем централизованного оповещения, циркулярно и выборочно (по направлениям), с городского или загородного пунктов управления.

Передача сигнала оповещения «Радиационная опасность» осуществляется только через орган управления по делам ГО и ЧС. Данный сигнал может быть получен от вышестоящего органа, осуществляющего управление силами РСЧС. Кроме того, с получением данного сигнала решение на оповещение и передачу текстов сообщений для населения принимает глава муниципального образования для населения городов, районов, руководители объектов социальной и производственной сферы (по данным разведки). Оповещение руководящего состава и служб гражданской обороны, личного состава органов управления по делам ГО и ЧС осуществляется по системе циркулярного вызова на служебные и квартирные телефоны; системе пейджинговой радиосвязи, путем прямого оповещения дежурными службами по телефону, посыльным или другими установленными сигналами.

Порядок оповещения и информирования населения.

1. Оповещение и информирование населения об угрозе и возникновении чрезвычайной ситуации осуществляется на основании решения соответствующего руководителя оперативной дежурной службой органов управления, по делам ГО и ЧС (ЕДДС) с последующим доведением информации, по действующим сетям проводного, радио- и телевизионного вещания.

2. Для дублирования сигналов оповещения населения и работающей смены объектов производственной и социальной сферы задействуются локальные и объектовые системы оповещения, мобильные средства оповещения, производственные и транспортные гудки.

3. Оповещение о начале эвакуации населения организуется в установленном порядке на объектах производственной и социальной сферы руководителями данных объектов и руководителями жилищно-эксплуатационных органов.

4. Основным способом оповещения и информирования населения об угрозе возникновения чрезвычайных ситуаций природного, техногенного и иного характера считается передача речевой информации с использованием сетей проводного, радио- и телевизионного вещания независимо от ведомственной принадлежности и форм собственности.

5. Для привлечения внимания населения перед передачей речевой информации проводится включение электросирены, производственных гудков и других сигнальных средств, что означает подачу сигнала «Внимание! Всем!».

6. По этому сигналу население, рабочие и служащие объектов производственной и социальной сферы обязаны включить абонентские устройства проводного вещания, радио- и телевизионные приемники для прослушивания экстренных сообщений.

7. По указанному сигналу немедленно приводятся в готовность к передаче информации все расположенные на оповещаемой территории узлы проводного вещания (местные, объектовые), радиовещательные и телевизионные станции, включаются

сети наружной звуковой аппаратуры. Передача сигналов (сообщений) населению производится по каналам областного (местного) вещания.

8. Во всех случаях задействования системы централизованного оповещения с включением электросирены, до населения немедленно доводятся соответствующие сообщения по существующим средствам проводного, радио— и телевизионного вещания.

9. Ответственность за организацию и осуществление своевременного оповещения и информирования населения возлагается на соответствующий орган управления по делам ГО и ЧС.

10. Для оповещения и информирования населения в районах размещения потенциально опасных объектов используются локальные системы оповещения, которые предназначены для своевременного доведения до проживающего в зоне ее действия населения, работающих смен потенциально опасного объекта и других организаций в зоне ее действия, органов управления по делам ГО и ЧС сигнала «Внимание! Всем!» и информации об угрозе возникновения чрезвычайной ситуации, а также информации о развитии событий и рекомендаций по дальнейшим действиям.

ГЛАВА 14

Эксплуатация и техническое обслуживание средств связи

14.1. Организационные основы эксплуатации и технического обслуживания средств связи

Эксплуатация средств связи включает применение средств связи и техническую эксплуатацию.

Применение средств связи предусматривает:

- подготовку к работе в заданном режиме;
- установление связи;
- передачу информации;
- контроль за состоянием связи и режимами работы аппаратуры и оборудования;
- оперативные переключения;
- ведение технической документации.

Техническая эксплуатация включает:

- ввод средств связи в техническую эксплуатацию;
- техническое обслуживание, ремонт, планирование эксплуатации и учет средств связи;
- хранение;
- контроль за техническим состоянием;
- статистический учет и анализ отказов;
- материально-техническое обеспечение;
- рекламационную работу и техническое обслуживание;
- категорирование и списание.

Основными условиями, обеспечивающими качественную эксплуатацию средств связи, являются:

- соблюдение всеми должностными лицами, использующими средства связи в повседневной деятельности своих подразделений, требований руководящих документов и планов-графиков выполнения работ по техническому обслуживанию и ремонту средств связи;
- своевременное планирование, четкая организация и качественное выполнение мероприятий по технической эксплуатации;
- закрепление средств связи за подразделениями и ответственными лицами;
- воспитание у личного состава чувства ответственности за содержание вверенных средств связи в постоянной готовности к применению;
- твердое знание личным составом принципов работы средств связи, правил их эксплуатации и мер безопасности;
- осуществление постоянного контроля со стороны должностных лиц за техническим состоянием средств связи, организацией технической эксплуатации и своевременным устранением выявленных недостатков.

Средства связи должны содержаться в исправном состоянии, постоянной готовности к работе и использоваться только по прямому назначению с соблюдением установленных правил эксплуатации. Разукomплектование или изъятие отдельных узлов и блоков из комплектов средств не допускается. За организацию технической эксплуатации средств связи и обеспечение их постоянной готовности к работе несут ответственность начальники служб связи. Лица, виновные в использовании средств связи не по прямому назначению, разукomплектовании, утере и выводе из строя аппаратуры, привлекаются к ответственности в соответствии с действующими нормативными актами. Средства связи считаются исправными, если они уком-

плектованы и обеспечивают работу во всех предусмотренных режимах, а параметры аппаратуры и оборудования соответствуют установленным нормам, указанным в формулярах (паспортах) на аппаратуру.

14.2. Техническое обслуживание средств и систем связи

Техническое обслуживание средств и систем связи предусматривает проведение вспомогательных операций, контрольно-проверочных, регулировочно-настроечных, профилактических и ремонтных работ. Вспомогательные операции предназначены для подготовки контрольно-измерительных приборов (КИП), аппаратуры, инструмента и рабочего места к проведению основных мероприятий. К ним относятся: включение и прогрев аппаратуры, ее разворачивание, подключение и проверка КИП, приведение аппаратуры в исходное состояние после проведения контрольных, профилактических или ремонтных мероприятий и т. п. Контрольно-проверочные работы заключаются в измерении и контроле технических параметров аппаратуры и режимов ее работы для определения готовности к применению, а также в определении необходимости ее настройки, регулировки или ремонта. При этом выявляются те неисправности, которые не могут быть обнаружены в процессе работы аппаратуры. Обычно это частичные отказы или отказы по трудноконтролируемым параметрам. Для оценки качества эксплуатации аппаратуры связи в подразделениях периодически проводятся технические осмотры и проверки. Регулировочные и настроечные работы состоят из операций, при которых параметры узла (блока, прибора, системы или комплекса) доводят до значений, установленных техническими требованиями. Регулировочные работы, проводимые без изменения элементов схемы и конструкций, называ-

ют настройкой аппаратуры. Профилактические работы обеспечивают повышение безотказности работы аппаратуры в течение заданного промежутка времени за счет своевременного предупреждения отказов путем их прогнозирования.

Ремонтные работы проводятся для устранения выявленных и предупреждения потенциальных отказов аппаратуры. ТО аппаратуры связи проводится циклически. Цикл технического обслуживания — это наименьший повторяющийся период эксплуатации, в течение которого осуществляются в определенной последовательности установленные виды технического обслуживания, предусмотренные нормативной документацией. Объем и периодичность выполнения мероприятий по техническому обслуживанию определяются специальными инструкциями по техническому обслуживанию (эксплуатационная и ремонтная документация).

Техническое обслуживание средств связи проводится по планово-предупредительной схеме, которая предусматривает следующую периодичность технического обслуживания: ТО № 1 (ежедневное); ТО № 2 (еженедельное); ТО № 3 (квартальное); ТО № 4 (сезонное).

ТО № 1 проводится на средствах связи, работающих непрерывно или с перерывами не более одних суток.

ТО № 1 проводится личным составом при приеме и сдаче дежурства и предусматривает выполнение следующих основных работ:

- внешний осмотр;
- чистку аппаратуры без вскрытия;
- проверку надежности креплений и всех соединений;
- проверку работоспособности аппаратуры и оборудования в заданном режиме.

ТО № 2 проводится на средствах связи, работающих непрерывно или с перерывами более одних суток. Допускается выключение аппаратуры на период выполнения работ по обслуживанию.

ТО № 2 предусматривает выполнение на средствах связи следующих основных работ:

- работу в объеме ТО № 1;
- проверку и при необходимости чистку контактов соединительных разъемов без вскрытия блоков и монтажа;
- смазку вращающихся элементов без вскрытия блоков;
- проверку работоспособности аппаратуры во всех режимах по встроенным приборам.

ТО № 2 проводится личным составом, за которым закреплены средства связи.

ТО № 3 проводится на всех средствах связи, находящихся в подразделениях, независимо от интенсивности их эксплуатации.

ТО № 3 предусматривает выполнение на средствах связи следующих основных работ:

- работу в объеме ТО № 2;
- детальный осмотр и чистку всего комплекта;
- проверку состояния антенно-мачтовых устройств и фидерных линий;
- проверку работоспособности средств связи по встроенным приборам и необходимую настройку и регулировку;
- замену неисправных элементов в аппаратуре;
- измерение отдельных параметров и приведение их в соответствие с техническими условиями;
- проверку исправности вспомогательного имущества.

ТО № 3 проводится работниками службы связи или части связи гарнизона.

ТО № 4 предусматривает выполнение на всех средствах связи, в том числе хранящихся на складе, следующих основных работ:

- работы в объеме ТО № 3;
- проверка состояния блоков, регулирующих и управляющих элементов; проверка коммутационных цепей и узлов;
- проверка и при необходимости замена неисправных блоков в аппаратуре;

- измерение основных параметров и приведение их в соответствие с техническими условиями; проверка и доукомплектование запасного имущества и принадлежностей;
- проверка ведения формуляра, журнала технического обслуживания и контроля средств связи.

Работы в объеме ТО № 4 выполняются специалистами части связи с участием работников службы связи подразделений.

Ответственность за содержание средств связи и своевременное выполнение ТО возлагается на начальника службы связи гарнизона и руководителей подразделений.

14.3. Контроль состояния средств связи и организации ее эксплуатации должностными лицами

Начальники управлений, руководители подразделений и специалисты служб связи должны осуществлять постоянный контроль за состоянием средств связи и организацией ее эксплуатации. Должностные лица, в ведении которых находятся средства связи и автоматизации текущего довольствия, периодически проверяют:

- внешнее состояние эксплуатируемых средств связи;
- укомплектованность и правильное ведение технической документации;
- своевременность и качество выполнения технического обслуживания;
- работоспособность средств связи.

Проверка внешнего состояния включает:

- отыскание повреждений покрытий, вмятин, трещин, поломок;
- оценку качества крепежа, состояния амортизации;
- определение исправности переключателей, выключателей, кнопок, предохранителей и т. п.

Проверка укомплектованности и правильности ведения эксплуатационной документации включает:

- определение полноты комплектации согласно описи комплекта;
- определение наличия эксплуатационной документации и правильности ее заполнения (ведения);
- сверку соответствия номеров на аппаратуре, блоках, узлах со значащимися в формуляре;
- контроль соблюдения сроков обязательной поверки измерительных приборов.

Анализ своевременности и качества проведения технического обслуживания включает:

- проверку знаний и обученности личного состава правилам проведения технического обслуживания;
- проверку записей о выполнении, приемке и оценке качества проведения технического обслуживания в формулярах и фактического состояния средств.

Определение работоспособности средств связи включает:

- проверку исправности и работоспособности отдельных узлов, блоков по встроенным и приданным измерительным приборам и работоспособности всего комплекса аппаратуры во всех режимах;
- проверку исправности антенно-мачтовых устройств, соединительных кабелей, вспомогательного имущества и ЗИП.

14.4. Категорирование и списание средств связи

Средства связи в зависимости от сроков их эксплуатации, степени расхода ресурса и потребности в его восстановлении подразделяются на следующие категории:

- 1) первая — новые, не бывшие в эксплуатации, отвечающие всем требованиям ТУ;
- 2) вторая — находящиеся в эксплуатации, а также прошедшие ремонт и отвечающие всем требованиям ТУ;

- 3) третья — требующие среднего ремонта, устранения неисправностей в электрических цепях и блоках;
- 4) четвертая — требующие капитального ремонта с полной разборкой и заменой крупных узлов и блоков;
- 5) пятая — негодные, восстановление которых невозможно или нецелесообразно.

Техническое освидетельствование средств связи по установлению категории производится:

- при поступлении в подразделение ГПС и вводе в эксплуатацию;
- после выработки межремонтных ресурсов или ресурсов до списания (сроков службы);
- при аварийных повреждениях, требующих для восстановления работоспособности проведения сложных ремонтных работ.

Средства связи считаются списанными после утверждения акта о списании. Списанные средства подлежат разборке. Все годные для использования узлы, детали, запасные части и материалы, полученные от разборки списанных средств, учитываются и используются для ремонта и доукомплектования средств связи, имеющихся в подразделениях. Все не пригодные для использования узлы, детали и материалы, полученные от разборки списанных средств связи, приходяются по книге учета как металлолом и другое фондовое имущество и реализуются через отделы материальных фондов в установленном порядке. Истечение установленного срока эксплуатации того или иного средства связи не может служить основанием для его списания, если оно по своему техническому состоянию пригодно для дальнейшего использования по прямому назначению.

14.5. Метрологическое обеспечение средств связи

Для измерения параметров средств связи при их подготовке и использовании по назначению, техническом обслужива-

нии, ремонте и хранении используются средства измерений. К средствам измерений относятся эталонные меры, измерительные приборы, измерительные преобразователи, установки и системы, имеющие нормированные метрологические характеристики. В зависимости от назначения, точности и места в поверочной схеме средства измерений делятся на образцовые и рабочие, а по области применения — на средства общего применения и специальные. К образцовым относятся средства измерений, применяемые для поверки рабочих средств измерений. Использование образцовых средств измерений в качестве рабочих не допускается. К рабочим относятся средства для измерения и контроля параметров средств связи и автоматизации, контроля здоровья личного состава, обеспечения безопасности производства работ, измерения параметров окружающей среды, проведения научно-исследовательских, испытательных работ и т. п.

К средствам измерений общего применения относятся средства, применяемые для метрологического обеспечения различных типов средств и систем связи и автоматизации широкой номенклатуры, к специальным средства для измерения параметров одного конкретного типа или узкой группы типов средств и систем. В подразделениях должны использоваться только исправные, поверенные (имеющие оттиски поверительных клейм или свидетельства, аттестаты, удостоверяющие факт поверки) средства измерений. Периодичность и сроки очередной поверки средств измерений указываются в формулярах (паспортах) на эти средства. Средства измерений, применяемые для наблюдения за изменением параметров техники связи и ВТ без оценки их количественных значений, а также используемые в учебных целях, поверке не подлежат. В формулярах (паспортах) на эти средства измерений или в эксплуатационной документации на соответствующую технику связи и ВТ должна быть произведена запись: «Периодической поверке не подлежит».

Библиографический список

Основная литература

1. Баскаков С. И. Радиотехнические цепи и сигналы / С. И. Баскаков. Москва : Высшая школа, 2005. 536 с.
2. Тихонов В. И. Статистическая радиотехника : учеб. пос. / В. И. Тихонов. Москва : Советское радио, 1982. 678 с.

Дополнительная литература

1. Гоноровский И. С. Радиотехнические цепи и сигналы / И. С. Гоноровский. Москва : Радио и связь, 1986. 512 с.
2. Связь военная «Термины и определения» ГОСТ В 23609—86 (СТ В СЭВ 0217—86) 13 с. [www.info @ 1bm.ru](http://www.info@1bm.ru)
3. Тихонов В. И. Статистическая радиотехника : учеб. пос. / В. И. Тихонов. Москва : Советское радио, 1982. 678 с.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Зональная научная библиотека УрФУ [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://lib.urfu.ru/> Загл. с экрана.
2. Базы данных и информационные ресурсы ФГУ ФИПС [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.fips.ru>. Загл. с экрана.

Электронные образовательные ресурсы УрФУ

1. УМК-Д№ 5898 «Радиотехнические цепи и сигналы» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.study.urfu.ru>. Загл. с экрана.

Оглавление

Введение	3
Глава 1. Способы передачи речевых сообщений.	
Аналоговые системы связи. Основные характеристики аналоговых сигналов. Методы модуляции в аналоговых системах связи	5
1.1. Двухполосная амплитудная модуляция (АМ)	8
1.2. Распределение мощностей в АМ волне	9
1.3. Подавленная несущая с двойной боковой полосой (ДБП)	10
1.4. Подавленная несущая с одной боковой полосой (ОБП)	11
1.5. Частотная модуляция (ЧМ).....	13
1.6. Фазовая модуляция (ФМ)	14
1.7. Цифровые системы связи.....	16
1.8. Амплитудно-импульсная модуляция (АИМ)	18
1.9. Импульсно-кодовая модуляция (ИКМ).....	19
1.10. Дельта-модуляция.....	20
1.11. Синтез речи.....	20
1.12. Цифровые сигналы.....	21
1.13. Цифровая модуляция. Обработка данных. Филترация.....	22
Глава 2. Системы телефонной и факсимильной связи	24
2.1. Принцип факсимильной передачи сообщений	24
2.2. Организация факсимильной связи	26
2.3. Системы звукового и телевизионного вещания.....	28
2.4. Системы радиосвязи. Основные понятия радиосвязи. Диапазоны частот спектра электромагнитных колебаний	29
2.5. Назначение связи в звеньях управления системы передачи и приема информации (сообщений).....	35
Глава 3. Виды и рода связи	
3.1. Общие понятия сетей связи	54
3.2. Основные характеристики связи	58
Глава 4. Особенности распространения радиоволн в атмосфере.	
Общее устройство радиостанций	62
4.1. Система УКВ связи, система тропосферной связи. РРС назначение, структура, основные характеристики.....	66

4.2. Подвижные системы радиосвязи	67
4.3. Условия подвижной радиосвязи	73
4.4. Подвижная радиосвязь как часть комплексной сети	76
4.5. Свойства спутниковых систем подвижной радиосвязи	79
Глава 5. Транкинговые, сотовые и пейджинговые системы связи	81
5.1. Принципы организации радиосвязи в транкинговых радиосистемах ..	81
5.2. Структурное построение транкинговых радиосистем	83
5.3. Односайтовые системы	84
Глава 6. Программирование элементов полевого оборудования	86
6.1. Многоприоритетные вызовы	86
6.2. Процедура вызова	87
6.3. Назначение и принципы построения систем персонального вызова ...	87
6.4. Протоколы систем пейджерной связи	91
Глава 7. Системы спутниковой связи: основные определения и принципы построения. Виды и параметры орбит спутниковой связи. Цифровые системы интегрального обслуживания	98
7.1. Принципы спутниковой связи	98
7.2. Орбиты и зоны обслуживания спутниковых систем связи и вещания ...	100
7.3. Системы низкоорбитальной спутниковой связи	103
7.4. Цифровая сеть с интеграцией обслуживания (ЦСИО)	107
7.5. Способы организации радиосвязи	115
7.6. Регламент радиосвязи, радиоданных и их разработка	120
Глава 8. Правила ведения радиосвязи в МЧС России	124
8.1. Общие положения	124
8.2. Передача сигналов	127
8.3. Замена радиочастот	128
8.4. Переход из радиосети в радионаправление	130
8.5. Особенности ведения радиообмена в телефонном режиме	130
8.6. Радиосвязь в случае бедствия и для обеспечения безопасности	132
8.7. Ведение документации по оперативно-технической службе	134
Глава 9. Назначение, классификация и структура УС	138
9.1. Организация взаимодействия и эксплуатации узлов связи	142
9.2. Оборудование узлов связи средствами связи	144

Глава 10. Средства радиосвязи: назначение, классификация, общие требования	145
10.1. Выбор места развертывания радиостанций.....	146
10.2. Основные технические характеристики средств радиосвязи оперативного предназначения.....	148
10.3. Автоматизированная КВ радиостанция Р-161 БМ.....	149
10.4. Основные технические характеристики средств радиосвязи оперативно-тактического предназначения.....	151
10.4.1. Комбинированная радиостанция Р-142 НМР.....	151
10.4.2. Коротковолновая радиостанция Р-130М («Выстрел-М»).....	152
10.4.3. Основные технические характеристики средств радиосвязи тактического предназначения. Радиостанция «АНГАРА-1».....	152
10.4.4. Состав радиостанции.....	154
10.4.5. Переносная радиостанция Р-159.....	155
10.4.6. УКВ радиостанция Р-158 («Виконт»).....	155
10.4.7. Коротковолновая радиостанция Р-143 («Лира»).....	156
Глава 11. Средства проводной связи: назначение, сферы применения	159
11.1. Основные характеристики каналов образующих средств связи. Назначение и состав комплекса П-327.....	159
Глава 12. Основные характеристики коммутационных средств связи	162
12.1. Основные характеристики кабелей связи и телефонных аппаратов ...	163
12.2. Телефонный аппарат ТА-57.....	165
Глава 13. Силы и средства связи ГО. Объекты экономики городского и сельского районов, города	167
13.1. Планирование связи.....	172
13.2. Оценка сил и средств ГО.....	176
13.3. Перечень документов плана связи.....	178
13.3.1. Связь в районе проведения спасательных работ.....	178
13.3.2. Содержание документов плана связи и требования к ним.....	179
13.3.3. Размещение оперативной информации на карте.....	180
13.3.4. Схема оперативной связи.....	182
13.3.5. Схема оповещения.....	182
13.3.6. Схема связи по степеням готовности.....	183
13.3.7. Порядок согласования и утверждения плана связи.....	184

13.4. Руководящие документы при планировании связи	185
13.4.1. Порядок развертывания системы связи при приведении ГО в различные степени готовности. Организация взаимодействия системы связи ГО с системами связи других министерств и ведомств	185
13.4.2. Проводимые мероприятия в режиме чрезвычайной ситуации в мирное и военное время	187
13.4.3. Принципы организации оповещения. Порядок оповещения населения в ЧС	189
Глава 14. Эксплуатация и техническое обслуживание средств связи.....	199
14.1. Организационные основы эксплуатации и технического обслуживания средств связи	199
14.2. Техническое обслуживание средств и систем связи.....	201
14.3. Контроль состояния средств связи и организации ее эксплуатации должностными лицами.....	204
14.4. Категорирование и списание средств связи	205
14.5. Метрологическое обеспечение средств связи	206
Библиографический список	208



БЕРЕЗОВСКИЙ ПЕТР ПЕТРОВИЧ

Старший преподаватель департамента радиоэлектроники
и связи ИРИТ-РтФ Уральского федерального университета.
Область научных интересов — основы радиотехники и связи