

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ИВАНОВСКАЯ ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ
ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ
МИНИСТЕРСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ
И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ»**

Кафедра эксплуатации пожарной техники, средств связи и малой механизации
(в составе УНК «Пожаротушение»)

М. А. КОЛБАШОВ

В. В. ВОЛКОВ

А. Н. БОЧКАРЕВ

**АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ
УПРАВЛЕНИЯ И СВЯЗЬ**

Учебное пособие по специальности 20.02.04 «Пожарная безопасность»,
квалификация базовой подготовки «Техник»

Иваново 2018

УДК 614.842.4, 614.849

Колбашов М. А., Волков В. В., Бочкарев А. Н.

Автоматизированные системы управления и связь: учебное пособие по специальности 20.02.04 «Пожарная безопасность», квалификация базовой подготовки «Техник». – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2018. – 136 с.

Учебное пособие содержит общие сведения по информационным основам электрической связи, автоматической телефонной проводной связи, основным элементам радиосвязи, организации службы связи и функционирования системы связи пожарно-спасательного гарнизона, автоматизированным систем связи и оперативного управления пожарной охраны (АССОУПО), основам технической эксплуатации средств связи и комплекса программно-технического средств автоматизированных систем, раскрывает содержание различных видов связи, применяемых в системе ФПС ГПС, содержит характеристики типовых средств автоматизированного управления, связи и оповещения.

*Издается по решению Редакционно-издательского совета
Ивановской пожарно-спасательной академии
(Протокол № 4 от 28.06.2018 г.)*

Рецензенты:

- М. Е. Морозов** (начальник отдела информационных технологий, автоматизированных систем управления и связи ГУ МЧС России по Ивановской области
подполковник внутренней службы)
- А. В. Волков** (старший преподаватель кафедры пожарной безопасности объектов защиты (в составе УНК «Пожаротушение») полковник внутренней службы,
кандидат педагогических наук)

ВВЕДЕНИЕ

Освоение учебной дисциплины «Автоматизированные системы управления и связь» позволит курсантам (слушателям) приобрести теоретические знания и практические навыки в области автоматизированного управления, связи и оповещения пожарной охраны (ПО).

Организация связи и оповещения является важным направлением деятельности органов управления и подразделений МЧС России, подразделений функциональной системы управления и территориальных подсистем единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС). При осуществлении этой деятельности используются технические комплексы, разработанные на основе современных технологий в области телекоммуникаций и информационных технологий.

Система связи пожарной охраны представляет собой организационно-техническое объединение сил и средств связи, автоматизации, образованное для обеспечения устойчивого и непрерывного управления гарнизона пожарной охраны. Она обеспечивает управленческую деятельность органов управления различного уровня, а также подразделений и формирований, специально уполномоченных на решение задач пожарной охраны.

Основными элементами системы связи являются взаимоувязанные между собой телекоммуникационные центры, узлы связи пунктов управления РСЧС, пожарной охраны и гражданской обороны (ГО), сети, каналы и линии связи, обеспечивающие передачу, приём и обработку различных видов информации.

В состав систем связи пожарной охраны входят силы и специальные технические средства оповещения, сети вещания, каналы сети связи общего пользования и ведомственные сети связи, обеспечивающие передачу условных сигналов и речевой информации до органов управления, должностных лиц и населения в ходе тушения пожаров и ликвидации других чрезвычайных ситуаций.

Особое внимание при изучении дисциплины «Автоматизированные системы управления и связь» уделяется вопросам организации связи при тушении пожаров и ликвидации чрезвычайных ситуаций (происшествий, аварий) силами РСЧС и пожарно-спасательных гарнизонов (ПСГ).

К силам и средствам ликвидации чрезвычайных ситуаций (ЧС) относятся: военизированные и невоенизированные противопожарные, поисковые, аварийно-спасательные, аварийно-восстановительные, аварийно-технические и другие формирования, выезжающие по тревоге в районы ЧС и в срочном порядке проводящие аварийно-спасательные работы. От своевременности их прибытия, слаженности действий зависит спасение пострадавших, снижение материальных потерь, уменьшение срока ликвидации последствий ЧС или происшествия.

В зонах тушения пожаров и ликвидации ЧС организуется система связи на основе комплексного применения различных видов связи. При этом предусматривается обеспечение телефонной, факсимильной и телеграфной связи, видеоконференцсвязи, передачи данных и телевизионных изображений, а также решение других информационных и навигационных задач в реальном масштабе

времени, при необходимости используется право на приоритетное использование любых сетей связи и средств связи, в также приостановление или ограничение использования этих сетей связи и средств связи.

Связь при выдвигении подразделений пожарной охраны в зону ЧС обеспечивается с использованием носимых радиостанций, возимых радиостанций, установленных в кабинах основных и специальных пожарных аварийно-спасательных автомобилей, а также с использованием средств связи АСУ специальных пожарных автомобилей связи и освещения (АСО), штабных, (АШ), оперативно-штабных (ОША), оперативно-служебных (АОС) командно-штабных машин (КШМ) или других специально оборудованных транспортных средств.

В первом разделе учебного пособия рассмотрены информационные основы связи, определение, основные задачи АСУ и связи пожарной охраны требования к ней, задачи службы оповещения и связи пожарной охраны, общие сведения об организации связи на различных этапах обеспечения пожарной безопасности, тушения пожаров, предупреждения и ликвидации чрезвычайной ситуации. Далее рассмотрены организационно-технические основы построения различных систем электрической связи. Приведены структурные схемы основных видов электрической связи.

Во втором разделе даётся характеристика телефонной проводной связи, автоматической телефонной связи, комплексов проводной связи, применяемых подразделениями МЧС России, пожарно-спасательными гарнизонами, силами единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС).

В третьем разделе даётся характеристика основных элементов радиосвязи, устройства и принципов работы комплексов радиосвязи, применяемых подразделениями МЧС России, пожарно-спасательными гарнизонами, силами РСЧС.

В четвёртом разделе рассмотрены состав системы связи пожарно-спасательных гарнизонов, функциональные виды связи пожарной охраны, организация связи и оповещения в ЧС и стационарных пунктов связи.

Пятый раздел посвящён организации и применению автоматизированных систем связи и оперативного управления пожарной охраны. Поясняются порядок применения информационных технологий в органах управления пожарной охраны.

В шестом разделе представлены основные сведения по технической эксплуатации средств связи и автоматизации в пожарно-спасательных гарнизонах.

Авторы надеются, что данное учебное пособие будет способствовать более качественному изучению учебной дисциплины «Автоматизированные системы управления и связь» и освоению обучаемыми способов организации, построения и обеспечения функционирования АСУ и различных видов связи, способов и средств оповещения, применяемых при обеспечении пожарной безопасности, тушении пожаров, ликвидации чрезвычайных ситуаций (ЧС) и их последствий.

РАЗДЕЛ 1. СИСТЕМЫ И СРЕДСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СВЯЗИ

Глава 1. Информационные основы связи

1.1. Основы электрической связи

Связь как отрасль хозяйствования имеет несколько направлений применения. Наибольшая доля при этом отводится электрической связи, для осуществления которой используются различные радиотехнические устройства.

Электрическая связь — процесс передачи информации на расстояние при помощи технических средств посредством электрических сигналов.

Лица, участвующих в этом процессе, принято называть абонентами. Для осуществления связи, как правило, недостаточно иметь лишь одно какое-либо радиотехническое устройство. Поэтому для передачи необходимой информации используется техническая система, обеспечивающая формирование, обработку, передачу и приём соответствующих электрических сигналов. Закономерности построения этих систем и связанных с ними количественных и качественных оценок являются предметом изучения теоретических и прикладных дисциплин радиотехнического профиля.

1.1.1. Информационные основы связи

Термин «информация» происходит от латинского «informatio» — разъяснение, изложение. Первоначально — это сведения (об объектах, явлениях, действиях, событиях и т.д.), передаваемые одними людьми другим людям устным, письменным или каким-либо другим способом (например, с помощью условных сигналов). Со временем возникла потребность в научном подходе к понятию информации, выявлении её наиболее характерных свойств, что привело к двум принципиальным изменениям в трактовке понятия. Во-первых, оно было расширено и включило сведения, передаваемые не только между человеком и человеком, но также между человеком и автоматом, автоматом и автоматом; обмен сигналами в животном и растительном мире. Передачу признаков от клетки к клетке и от организма к организму также стали рассматривать как передачу информации. Во-вторых, была предложена количественная мера информации (работы К. Шеннона, А. Н. Колмогорова и др.), что привело к созданию теории информации, где основной характеристикой информации является её количество, определяющее ценность информации [17].

Особенностью понятия «информация» является его универсальность, т.к. оно используется во всех без исключения сферах человеческой деятельности, а также в повседневной жизни. Это понятие крайне сложно и не имеет однозначной трактовки. В целом информация — это совокупность сведений о чем-либо, причем эти сведения для одного человека могут содержать «мало» информации, а для другого — «много». Для человека, служащего приёмником информации, эта оценка будет зависеть от базы его знаний, на основе которых эта

информация обрабатывается. Например, изменение шума двигателя автомобиля для «незнающего» человека не несёт практически никакой информации, а для «знающего» — служит сигналом неисправности двигателя. Информация имеет смысл только тогда, когда в ней есть потребность и есть её потребитель.

Одну и ту же информацию можно передать различными способами: в речевой форме по телефону или в виде текста (телеграмма). Информация может быть получена в виде подвижных или неподвижных изображений, в ряде случаев информацию человек получает посредством звуковых или световых сигналов. В любом случае информация воспринимается через органы слуха и зрения человека. Человек может получить информацию и через другие органы чувств. В связи с этим принято считать, что информация передаётся от человека (к человеку) в виде сообщений, а сообщение — это форма представления информации. В электрической связи для передачи информации человек в основном использует речевые, текстовые сообщения, а также сообщения в виде изображений. Но следует помнить, что только в процессе взаимодействия с потребителем сообщение может нести в себе информацию.

Информация может быть Документальной, т.е. закреплённой посредством какой-либо знаковой системы на материальном носителе, например, бумаге, что характерно для почтовой, а также телеграфной и факсимильной связи, относящихся к видам электросвязи.

Информация может быть представлена на основе заранее установленных правил в формализованном виде — знаками или непрерывными функциями и предназначенной для обработки техническими средствами (например, вычислительными машинами) или уже обработанной ими. Последнюю форму представления информации называют данными. Однако следует отметить, что данные — это специфическая форма представления информации, с которой работают машины, для человека более удобны вышеназванные виды сообщений [8].

В теории связи количественная оценка информации основывается на концепции выбора наиболее важного сообщения из всей совокупности возможных сообщений. Чем менее вероятен выбор данного сообщения, тем большее количество информации в нём содержится. Заранее известное сообщение не содержит никакой информации, его не имеет смысла передавать. Численно количество информации (I_A) определяется как логарифмическая вероятность появления сообщения (P_A) из всей совокупности возможных сообщений [17]:

$$I_A = -\log_2 P_A \text{ или } I_A = n \cdot \log_2 m,$$

где n — количество элементов в сообщении; m — общее количество возможных символов.

За единицу количества информации при передаче данных принят один бит, в качестве единицы представления информации в виде данных используется байт (набор из восьми битов). Применение же двоичного логарифма диктуется тем, что сообщение в реальных системах передачи данных чаще всего принимает форму кодовых слов, состоящих из двух символов (двоичный код).

В большинстве случаев в настоящее время при оценке количества переданной (передаваемой) информации используют понятие трафика.

Трафик — нагрузка, создаваемая потоком вызовов, сообщений и сигналов, поступающих на средства связи. Трафик — это объём информации (данных в килобайтах), проходящий через какую-либо систему (коммутатор, станцию и т.д.) за определённый период времени. Единица трафика в электросвязи — минута телефонного разговора (местного, междугородного и международного) пользователей при коммутируемой сети электросвязи, 1 килобайт информации, переданный по сети передачи данных и т.д.

Обобщая все вышесказанное, можно констатировать, что, в общем виде, электросвязь — это передача или приём знаков, сигналов, голосовой информации, письменного текста, изображений, звуков или сообщений любого рода по радиосистеме, проводной, оптической и другим электромагнитным системам передачи информации.

Для передачи сообщений используется носитель информации, например, бумага при пересылке писем. В случае передачи информации с помощью технических средств связи в качестве носителя используется сигнал.

Сигнал — это физический процесс, несущий информацию о состоянии (изменении), свойствах какого-либо объекта наблюдения. По своей физической природе сигнал может быть:

механическим (например, деформация, изменение давления); тепловым (изменение температуры); электрическим (изменение силы тока, напряжения); электромагнитным (радиоволны, световые излучения); звуковым (акустические колебания) и др.

В электросвязи носителем информации чаще всего служит электрический сигнал, т.к. большинство функциональных узлов существующей аппаратуры связи предназначено для обработки электрического сигнала. Но следует заметить, что при передаче информации электрический сигнал может формироваться из других видов сигналов, а также может преобразовываться в иные виды сигналов на каком-либо этапе. Так, например, в системах пожарной сигнализации первичная информация может быть выражена тепловым сигналом, передача информации о возгорании осуществляется электрическим сигналом, а для обеспечения сигнализации в пункте приема информации формируются акустические сигналы и (или) сигналы оптического диапазона.

Электрический сигнал, используемый в радиотехнике, может быть представлен двумя различными формами (см. рис. 1.1) [8].

Аналоговый сигнал непрерывен и относительно плавно меняется во времени и имеет различные значения уровня на заданном отрезке времени.

Дискретный сигнал — форма электрического сигнала, значение напряжения которого изменяется скачкообразно. Дискретный сигнал задаётся конечным значением уровня в определённый момент времени и определяется длительностью в фиксированные моменты времени.

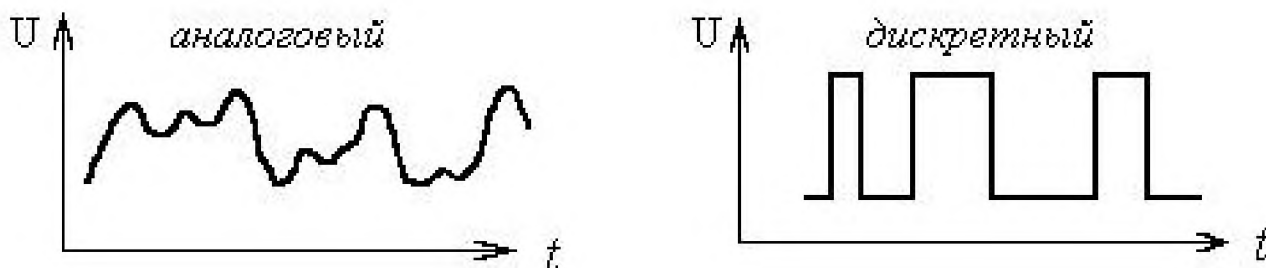


Рис. 1.1. Формы электрических сигналов

Исторически сложилось, что использование аналоговых сигналов до недавнего времени значительно преобладало при реализации процессов преобразования и обработки информации. Большинство радиотехнических устройств электрической связи (телефония, радиосвязь, телевидение и т.д.) работало именно с этой формой сигнала. С развитием микроэлектроники, основанной на полупроводниковой технологии, дискретный сигнал стал использоваться сначала для реализации новых технологий связи, а затем и в классических аналоговых системах связи (телефония, радиосвязь и др.). Системы, использующие при передаче информации обработку сигнала в дискретной форме, именуют цифровыми, т.к. сигнал в этом случае принимает дискретные значения, которые можно выразить каким-либо числовым рядом, например: «0» — минимальное значение, а «1» — максимальное значение.

Сигнал, рассматриваемый как явление во времени, имеет начало и конец. Следовательно, одной из единиц измерения сигнала является его Длительность (T_c), которая непосредственно связана с количеством передаваемой информации. Длительность сигнала определяет интервал времени, в пределах которого он передаётся. Чем больше длительность сигнала, тем на большее время задействуется оборудование связи [17].

Любой сигнал передаётся в определённой полосе частот, где сосредоточена его основная энергия. Эту полосу частот именуют спектром сигнала (ЕС). Данная характеристика имеет существенное значение при передаче информации, т.к. определяет максимальное количество передаваемой информации в той или иной системе передачи. В разных системах передачи информации спектр передаваемого сигнала имеет свои номинальные значения и, как правило, спектр сигнала, используемый при передаче, преднамеренно уменьшают до величин, определяющих неискажённую передачу [17].

Важной характеристикой сигнала является его средняя мощность, характеризующая силу сигнала. Однако мощность сигнала сама по себе не определяет свойства сигнала как переносчика сведений, так как нельзя пренебрегать реальными условиями передачи сигналов, определяемыми наличием различных помех. В связи с этим, силу сигнала целесообразно характеризовать не абсолютной мощностью, а отношением мощности сигнала мощности помех. В качестве мощностной характеристики сигнала част используют понятие динамиче-

ского диапазона (D_c) – логарифмическое отношение максимальной мощности сигнала (P_{\max}) к минимальной (P_{\min}) [8]:

$$D_c = 10 \lg (P_{\max} / P_{\min})$$

Совокупность названных параметров сигнала позволяет ввести понятие *объема сигнала* (V_c):

$$V_c = T_c \cdot F_c \cdot D_c$$

Данные характеристики наряду с некоторыми другими (у каждого вида связи наряду с общими имеются свои существенные характеристики сигналов учитываются при проектировании и построении систем передачи информации.

По степени определённости сигналы бывают детерминированными случайными [17].

Детерминированными называют сигналы, значения которых в любые моменты времени являются известными величинами. Примерами детерминированных сигналов могут служить импульсы известной формы, величины и положения во времени, например, сигналы, изменяющиеся по гармоническому закону, которые можно представить в виде синусоидального колебания с присущими ему параметрами (амплитуда, период, частота, фаза). также относятся к детерминированным сигналам.

Случайными (вероятностными) называют сигналы, значения которых в любые моменты времени случайны и представляют собою хаотические функции, изменяющиеся во времени. Такой функцией является, например, радиосигнал на входе радиостанции. Амплитуда случайных сигналов и фаза их высокочастотного заполнения флуктуируют благодаря беспорядочно меняющимся условиям распространения радиоволн.

1.1.2. Классификация видов электрической связи

Классификация видов электрической связи может производиться по нескольким признакам [8]:

1. Способ передачи:

- а) проводная (медный кабель, оптический волоконный кабель);
- б) беспроводная (радио, радиорелейная, тропосферная, спутниковая, инфракрасная, оптическая, акустическая).

2. Тип сообщения:

- а) телефонная (речевая, голосовая, звуковая, аудио);
- б) телеграфная (буквенно-цифровая, телекодовая);
- в) факсимильная (фототелеграфная);
- г) телевизионная (видео);
- д) передача данных;
- е) сигнальная.

3. Место применения технических средств:

- а) фиксированная (стационарная);
- б) подвижная (мобильная: сухопутная, морская, воздушная, космическая);
- в) фиксированная временно на месте применения (развёртываемая на месте применения с последующим свёртыванием и передвижением).

4. Возможность обмена сообщениями:

- а) односторонняя (вещание, оповещение);
- б) двухсторонняя (симплексная, дуплексная, полудуплексная).

В зависимости от способа передачи информации между пунктами передачи и приёма различают проводную и беспроводную связь. В проводной связи передающее и приёмное устройство физически соединены проводниками (кабелями), по которым и передаются сигналы. В беспроводной связи непосредственного соединения передающей и приёмной аппаратуры нет. Переносчиком сигнала между пунктами передачи и приёма в этом случае являются электромагнитные волны. До недавнего времени в системах электрической беспроводной связи использовались лишь радиоволны, поэтому этот вид связи часто именуют радиосвязью.

Некоторые современные технологии в качестве носителя информации используют световой луч. Такой вид связи, в котором осуществляется передача светового луча, несущего информацию, получил название оптической связи, осуществляемой посредством электромагнитных волн оптического диапазона, передаваемых с помощью как проводных (волоконно-оптических кабельных), так и беспроводных систем оптической связи [8].

Следует отметить, что отличительной особенностью видов связи данной категории является то, что системы проводной и беспроводной электрической связи очень часто и относительно просто сочетаются (комбинируются) между собой. Так, в современных условиях для создания целостной среды передачи информации системы радиосвязи интегрируются с системами проводной связи, например, сеть сотовой связи (радиосвязь) сопряжена с телефонной сетью, которая является проводной системой [17].

В зависимости от вида передаваемого сообщения электрическая связь имеет другие описательные названия. Когда говорят о передаче голосовой информации, подразумевают телефонную связь. Для передачи неподвижных плоских изображений (фотографий, схем, рисунков) используется факсимильная связь, подвижных изображений телевидение. Передача и приём информации может осуществляться с помощью аппаратов, записывающих и воспроизводящих сообщения в виде условных знаков (символов): букв и цифр (телеграфная связь). В ряде случаев информация может быть представлена в виде сигнала срабатывания какого-либо датчика. В этом случае уместнее говорить о сигнальной связи, когда изменение определённых условий (температуры, давления, влажности и др.) приводит к формированию первичного электрического сигнала. Системы охранно-пожарной сигнализации являются примером реализации сигнальной связи. В случае, когда информация передаётся в формализованном виде (данные) с помощью компьютерной техники, то имеет место один

из самых новейших видов передачи информации — передача данных. Следует заметить, что в виде данных может быть передано любое из вышеперечисленных сообщений, причём в различном сочетании между собой (текст со звуком, картинка с надписью, фильм со звуковым сопровождением и текстом и т.п.).

Особенностью передачи телеграфных, факсимильных сообщений и информации в виде данных является то, что они (сообщения) фиксируются в месте приёма на каком-либо физическом носителе (например, бумага в телеграфии и факсимильной связи, магнитный диск при передаче данных). В таком случае говорят о документальной связи.

В ряде случаев выдача сообщений получателю в пункте приёма может осуществляться с помощью механических колебаний увеличенной амплитуды (акустическая или громкоговорящая связь). Громкоговорящая связь есть разновидность телефонной связи, но обладает рядом специфических особенностей [8].

В современной литературе часто встречается деление видов электрической связи по месту применения оконечных устройств приёма и передачи информации. В зависимости от этого связь может быть фиксированной или подвижной (мобильной). Подвижной связью называют процесс передачи информации, при котором хотя бы один из абонентов может находиться при этом в движении. Фиксированную связь реализуют системы, оконечные элементы которых размещены стационарно, т.е. на определённом территориальном участке. Под фиксированной и подвижной связью подразумевают, чаще всего, проводную и радиосвязь соответственно, хотя это не всегда достоверно [17].

Кроме того, электрическая связь может быть односторонней или Двухсторонней. При односторонней связи в пункте А производится только передача сообщений, А в пункте Б (или нескольких пунктах) только их приём (телевидение, радиовещание, пейджинговая связь и др.). При двухсторонней связи и передача, и приём осуществляются в любом из пунктов (телефонная связь и др.) и при этом (для передачи и для приёма) используется один и тот же комплекс технических средств. Процесс осуществления (возможности) односторонней или двухсторонней связи обуславливается наличием (или отсутствием) технических средств приёма или передачи в каждом из пунктов связи.

В свою очередь двухсторонняя связь может быть симплексной и Дуплексной. При дуплексной связи одновременно работают и передатчик, и приёмник. При симплексной связи работа передатчика и приёмника осуществляется поочередно, а переключение режимов работы производит абонент. Для этого симплексные средства связи дополнительно оборудуются специальными органами управления (кнопка, рычаг, тангента и т.д.) [18].

В заключение стоит отметить, что вышеизложенная классификация видов электрической связи позволяет практически любой системе электрической связи иметь одновременно несколько описательных характеристик (свойств).

1.1.3. Средства электрической связи

Современная аппаратура электрической связи сложный комплекс технических устройств, с помощью которых осуществляется электрическая связь. Эти радиотехнические устройства называют средствами электрической связи.

Средства электрической связи — технические и программные средства, используемые для формирования, приёма, обработки, хранения, передачи сообщений электросвязи, а также иные технические и программные средства, используемые при оказании услуг связи или обеспечении функционирования сетей связи [17].

Другими словами, средства связи — это техническая база для обеспечения процесса работы с информацией.

Любое средство связи обладает рядом параметров. Параметр в технике величина, характеризующая какое-либо свойство процесса, явления, системы, технического устройства. К числу типовых параметров средств связи относятся: параметры входных и выходных сигналов (частотный диапазон, выходная мощность и др.), параметры питания и др. Параметры для каждого конкретного изделия выражаются в виде технических, реже тактических характеристик. Характеристика (техническая) — технический параметр, выраженный в числовом виде, описывающий индивидуальную возможность, способность технического устройства. Технические характеристики изделия определяются на стадиях разработки и производства изделия. Они достаточно устойчивы во времени, хотя с увеличением срока эксплуатации могут ухудшаться. Вместе с другими эксплуатационными показателями (масса, габариты, удобство в обслуживании и др.) они составляют комплекс показателей качества изделия, применяемый для сравнения однотипных (по назначению) устройств [18].

Кроме технических характеристик средства связи могут иметь и тактические характеристики. Тактические характеристики менее стабильны, чем технические, т.к. зависят от каких-либо внешних условий применения средств связи, например, дальность связи в системах радиосвязи. Как правило, в документации приводят технические характеристики изделия [18].

Средства связи являются основными элементами объектов и сооружений связи. Общая классификация средств электрической связи (по назначению) представлена в следующем виде [17]:

1. Техника связи:

а) средства радиосвязи (радиопередатчики, радиоприёмники, приёмопередатчики (трансиверы) радиостанций, радиотелефоны сотовой, микро- и пикосотовой связи, радиомодемы, пейджеры, ретрансляторы, антенны и фидеры);

б) средства проводной связи (телефонные, телеграфные, факсимильные аппараты, модемы, коммутаторы, АТС);

в) средства усиления речи (усилители мощности звуковой частоты);

г) средства оптической связи (оптические приёмопередатчики);

д) средства информатизации и автоматизации (компьютеры внешние устройства к ним);

е) средства контроля и отображения информации (мониторы световые панели, табло, проекторы, индикаторы);

ж) средства регистрации информации (диктофоны, магнитофоны дисковые накопители);

з) средства дистанционного управления (проводные, беспроводные пульты).

2. Питающие и зарядные устройства (генераторы (бензиновые, дизельные, ручные), блоки питания, выпрямители, фильтры, элементы батареи питания, аккумуляторные батареи, зарядные устройства, солнечные батареи).

3. Проводные линейные средства (кабели связи на медной основе провода, распределительное оборудование, автономные усилительные пункты оптоволоконные кабели).

4. Сигнальные средства (звуковые: генераторы сигналов, усилитель сирены; световые: маяки, светофоры, транспаранты; комбинированные сигнально-громкоговорящие устройства (системы) — СГУ (СГС).

5. Контрольно-измерительная аппаратура (амперметры, вольтметры ваттметры, омметры, авометры, мультиметры, осциллографы, генераторы, сигналов, частотомеры и др.).

Основной категорией, образующей понятие «средства связи», является техника связи, формирующая и обрабатывающая сигналы. Техническими средствами связи являются оконечные устройства, подключенные к той или иной сети связи, а также средства коммутации на узлах связи (УС) (например, оборудование телефонных и телеграфных станций) и приёмно-передающих сигналов на оконечных пунктах (телефонные, телеграфные, факсимильные аппараты, ПК, радиостанции, переговорные устройства и т.д.) [1].

Конструктивно средства электрической связи выполняются в виде отдельных элементов (блоков), имеющих своё назначение и выполняющих определённые функции. Количество конструктивно отдельных элементов изделия различно: от одного (например, телевизионный приёмник) до нескольких десятков (например, автоматическая телефонная станция — АТС). Перечень составных (отдельных) частей и принадлежностей средства электрической связи, как правило, указывается в документации, прилагаемой к средству связи (паспорт изделия). Блоки (если их несколько) имеют возможность соединения между собой непосредственно или с помощью соединительных проводов, например, антенна, аккумулятор и приёмопередатчик являются отдельными элементами портативной радиостанции. Совокупность нескольких блоков в сочетании с различными резервными и вспомогательными эксплуатационными элементами (устройства (элементы) питания, ЗИП (запасной инструмент и принадлежности). Соединительные кабели, крепления, документация и т.д.) именуется комплектом изделия [17].

Элементной базой радиотехнических средств являются: радиодетали, электровакуумные, газоразрядные и полупроводниковые приборы, микросхемы. Разборке эти элементы не подлежат и характеризуются определёнными электрическими и монтажными параметрами.

Работа электровакуумных приборов (электровакуумные лампы) основана на явлении электронной эмиссии — процесса испускания электронов твёрдым телом или жидкостью под действием электрического поля, нагрева, электромагнитного излучения, потока электронов. Работа газоразрядных приборов основана на свечении ионизированного газа под действием высокого электрического разряда. Электровакуумные и газоразрядные приборы в настоящее время используются всё реже, в основном в системах отображения информации. В современных технологических процессах, производящих сборку средств связи, основной упор делается на полупроводниковые элементы.

Полупроводниковые приборы изготавливаются из веществ, которые по своей проводимости занимают промежуточное звено между проводниками и диэлектриками. Изменение проводимости полупроводников под действием различных факторов позволяет их использовать для обеспечения различных режимов работы радиотехнических устройств.

Микросхема — это изделие, выполняющее определённые функции преобразования и обработки сигналов, имеющее высокую плотность упаковки электрически соединённых элементов. С точки зрения эксплуатации микросхема рассматривается как единое целое. Степень интеграции в микросхеме может достигать сотен тысяч и даже миллионов элементов.

Радиодетали (резисторы, конденсаторы, катушки индуктивности) используются как навесные элементы при сборке отдельных функциональных узлов (плат) аппаратуры [17].

Блоки сконструированы, как правило, по функциональному принципу (блок питания, блок передачи, блок управления и т.д.). Каждый блок может выполнять одну или несколько функций. Отдельные функции блока (усиление, модуляция, генерация частоты и т.д.) осуществляются в так называемых модулях (узлах) функциональных схем.

Конструктивно несколько узлов могут быть собраны на электромонтажных платах (рис. 1.2) ПК (видеокарта, материнская плата и т.д.). Они являются функционально законченными отдельными узлами. Такое конструктивное исполнение, дающее возможность заменять при неисправности не изделие целиком, а только его непригодную часть, носит название модульности, причём модульность может быть реализована и на блочном уровне, такой принцип компоновки составных частей радиотехнических изделий (модульность) используется во многих системах передачи. Это позволяет наращивать ёмкость (как в проводных системах) или изменять функциональность (возможности) средств связи.

Неотъемлемой частью большинства технических систем и средств связи являются проводные линейные средства связи, имеющие большое разнообразие. Общее основное назначение проводных линейных средств, используемых в системах электрической связи, передача информационных сигналов.



Рис. 1.2. Плата электромонтажная с навесными элементами

Средой распространения сигналов в проводных средствах являются металлические проводники, чаще всего применяется медная жила ввиду хорошей проводимости меди. Для защиты проводников от короткого замыкания применяется изоляция (кроме воздушных линий связи (ЛС)). Такая конструкция носит название проводов. Для циркуляции сигналов между передающей и приёмной аппаратурой требуется минимум пара проводников.

Ряд проводных линейных средств имеют, кроме индивидуальной изоляции проводников, общую оболочку, которая также является изоляционной. Такую конструкцию совокупности проводов чаще всего именуют кабелем. В системах электрической связи наиболее распространена конструкция проводных средств именно в виде кабеля, который используется в основном для построения проводных ЛС. За счёт изоляции обеспечивается и механическая прочность кабелей. Механическая прочность может обеспечиваться и конструктивным исполнением, внесением в конструкцию элементов жёсткости (например, стальные волокна или сердечник). В ряде случаев дополнительно осуществляется прокладка кабеля в специальных кабельных сооружениях (каналах, трубах и т.д.).

Кабели связи характеризуются электрическими параметрами (активное сопротивление, индуктивность, ёмкость, сопротивление, изоляционная проводимость и др.), которые в разной степени зависят от частоты передаваемого сигнала, влажности и температуры окружающей среды и некоторых других

факторов. Для сравнения характеристик различных марок кабелей все параметры принято оценивать на единицу их длины, т.е. на 1 км.

Передача сигналов по проводным линиям связи всегда сопровождается ослаблением сигнала. Ослабление сигнала является одним из основных параметров кабеля и зависит от конструкции кабеля, его характеристик, и тем оно больше, чем больше длина кабеля. Для характеристики ослабления кабелей разных марок используется удельное затухание. Удельным затуханием принято называть такое затухание, которое испытывает сигнал заданной частоты, проходя по кабелю длиной 1 км. Удельное затухание измеряется в децибелах (дБ) и приводится в справочных данных на каждый тип кабеля [8].

Большинство кабелей связи имеют экранизацию от внешних помех электромагнитного характера. Экранизация выполняется в виде металлической оплётки (коаксиальный кабель), или металлизированной бумаги (телефонные кабели связи).

По назначению данную категорию средств связи можно разделить на две группы: линейные средства и соединительные провода (кабели). Линейные средства связи используются для передачи сигналов между пунктами передачи и приёма на значительные расстояния, т.е. являются основой для построения проводных ЛС. В качестве проводных ЛС могут применяться различные многожильные телефонные кабели связи, специальные полевые кабели, оптоволоконные кабели и др.

Соединительные провода — это линии межблочного соединения. В качестве линий межблочного соединения в основном используются разновидности телефонных кабелей с небольшим количеством проводников. По этим линиям происходит передача электрических сигналов (как правило, малых токов) между отдельными элементами средства связи, например: микротелефонная трубка соединена с телефонной коробкой соединительным проводом. Соединительные провода или кабели применяются также для дистанционного управления техникой связи. Они являются многожильными и используются в том случае, когда несколько блоков одного изделия при эксплуатации необходимо разнести в пространстве. Для удобства эксплуатации (соединения между собой) различные элементы изделия (блоки), соединительные провода имеют соответствующие разъёмы или клеммы, выполненные заводским способом.

Кроме того, проводные средства используются как устройства подачи электропитания, в том числе и в системах связи. Для электропитания техники связи используются медные провода в изолирующей оболочке с различным диаметром поперечного сечения проводника (в зависимости от параметров питания). Количество проводников в этих кабелях не превышает 4-х. Кабель питания, как правило, входит в комплект изделий связи.

Сигнальные средства элемент сигнальной связи, поэтому конструируются в соответствии с органами восприятия информации человеком. В связи с этим они классифицируются как звуковые и световые. Довольно часто технические устройства имеет встроенную систему сигнализации, — как звуковую, так и световую. Очень часто звуковая и световая сигнализация дублируют друг дру-

га. Как правило, система сигнализации предназначена для обеспечения контроля оператором режимов работы оборудования или оповещения о неисправностях. Система звуковой сигнализации представляет собой совокупность генератора электрических колебаний и динамика, преобразующего их в звук. Современные системы световой сигнализации реализуются, как правило, на светодиодах, осуществляющих излучение волн светового диапазона в необходимых случаях [17].

Немаловажную роль играют сигнальные средства и в деятельности подразделений противопожарной службы. Наибольшую реализацию сигнальные системы получили в системах пожарной сигнализации, приёмные устройства которых снабжены системами и звуковой и светов сигнализации. Ряд средств, которые конструктивным устройством, предназначены именно для организации сигнальной связи. Таким примером могут служить проблесковые маячки на специальных транспортных средствах.

Ряд радиотехнических изделий имеют функциональные схемы сигнальной акустической связи, имеющие обобщенное название «сирена». Такие устройства, установленные на специальных транспортных средствах некоторых служб города, называются сигнально-громкоговорящими установками (системами) – СГУ (СГС) [17, 18].

По месту применения средства связи имеют ещё один вариант классификации: стационарные, возимые и носимые. Средства связи, устанавливаемые на стационарных объектах (УС, помещения, неподвижные сооружения и т.д.), именуется стационарными. Возимые средства связи устанавливаются на транспортной базе (автомобили, катера, поезда, самолёты, вертолёты и т.д.), носимые используются абонентами в пешем порядке. Возимые и носимые средства связи могут обеспечивать связь в движении (мобильная связь), поэтому их часто обобщённо называют мобильными.

В заключение следует отметить, что при эксплуатации средств связи неизбежно приходится пользоваться контрольно-измерительными системами (устройствами). Кроме того, техническое изделие связи в своем комплекте имеет может иметь блок питания, обеспечивающий функционирование данного технического изделия. Поэтому многие средства и системы связи рассматривать следует обязательно в комплексе с питающими их системами (устройствами). Обобщая вышесказанное, принимаем, что к средствам связи относятся технические устройства, обеспечивающие передачу (приём) информации, а также системы (средства) управления, измерения, сигнализации и питания, обеспечивающие функционирование и эксплуатацию различных СП.

1.1.4. Общие принципы передачи информации

Преобразование сообщения в сигнал, кроме преобразования, может осуществляться с помощью кодирования и модуляции. Эти операции, наряду с операцией преобразования могут быть независимыми, последовательными или совмещенными. Преобразование и модуляция — это процессы характерные для

аналоговых СП. В цифровых СП помимо этих процессов осуществляется кодирование сигнала, как обязательный процесс преобразования при передаче информации по цифровому КС. Если преобразование является лишь операцией получения первичного сигнала, то модуляция и кодирование во многом определяют количественные и качественные показатели, характеризующие процессы передачи информации. В связи с этим рассмотрим их несколько подробнее [7, 8].

Кодирование — это процесс замены передаваемого сообщения (аналогового сигнала) соответствующими кодовыми комбинациями, в виде импульсов электрического тока. В простейшем виде кодирование используется в телеграфной связи для замены символов (букв и цифр) кодовой последовательностью стандартизованных импульсов.

Более значимое применение кодирование приобрело в цифровых СП. Коды, применяемые при преобразовании аналогового сигнала в цифровой в АЦП, представляют собой набор комбинаций, составленных из различных элементов. Под элементами кода понимаются различные элементарные сигналы, отличающиеся друг от друга. В телеграфии, например, передача сообщений осуществляется импульсами тока, которые в совокупности с паузами образуют двоичный, или бинарный, код. Этот код (код Бодо) состоит из двух элементов «1» и «0», т. е. это двоичный код.

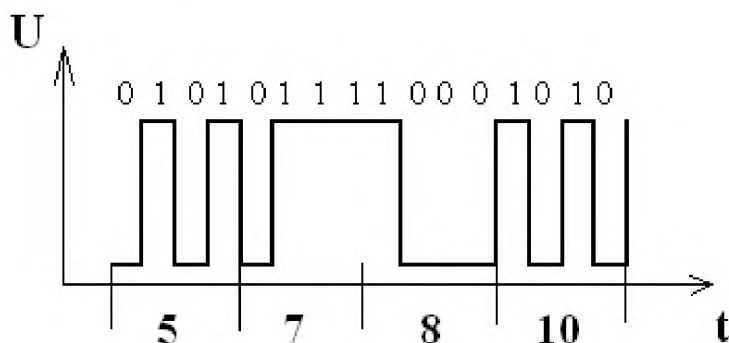


Рис. 1.3. Форма сигнала в двоичном коде

Все комбинации кода Бодо составлены из одинакового числа элементов и имеют одинаковую длительность. Благодаря этому каждый элемент занимает определённое положение во времени, находясь на определённом месте внутри комбинации, причем «1» означает посылку тока, а «0» отсутствие тока, паузу (см. рис. 1.3).

Символы в двоичной системе счисления записываются при помощи двух цифр 0 и 1. В табл. 1.1 представлен перевод чисел (используемый при аналого-цифровом преобразовании) из десятичной системы в двоичную. Каждый высший разряд такого кода обозначается крайним левым элементом.

Таблица 1.1. Представление чисел в различных системах счисления

Десятичная система	0	1	2	3	4	5	6	7
Двоичная система	00	01	10	11	100	101	110	111
Десятичная система	8	9	10	11	12	13	14	15
Двоичная система	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111

При передаче последовательности (например, 5, 10), выраженной двоичным четырёхразрядным кодом, форма дискретного сигнала будет выглядеть в соответствии с рисунком 1.3. Аналогичным образом производится представление и букв алфавита, а также других символов (например, кодирование символов клавиатуры ПК при передаче сигнала в системный блок), только в этом случае двухзначное или многозначное число будет кодироваться как слово, состоящее из нескольких элементов. В общем, разрядность кода (n) может быть определена по формуле [17, 18]:

$$n = \log_k m,$$

где k – основание системы счисления; m – общее количество различных значений, подлежащих кодированию.

Например, для передачи с помощью двоичного кода 32 разных символов (букв и (или) цифр) потребуется 5-разрядный двоичный код: $2^5=32$, т.е. каждая из букв может быть закодирована совокупностью, состоящей из пяти элементов («1» и «0») в разной комбинации.

По основанию системы счисления, кроме двоичных кодов, бывают троичные, четверичные и т. д. коды. Построение кода определяется числом элементов кода, а не физическими различиями между ними (например, амплитудой тока импульсов). При построении кода учитывают возможности КС, кодирующих устройств и соответствующих им средств обратного преобразования — декодирующих устройств.

По построению коды делятся на систематические и несистематические, особенность построения систематических кодов заключается в том, что в них чётко разделены часть кода, несущая основную информацию, и часть кода, служащая для обнаружения и исправления ошибок, которая представляет собой контрольную информацию. Систематические коды могут быть построены по детерминированным алгоритмам, что даёт возможность найти достаточно простые способы выявления этих кодов с обнаружением или исправлением ошибок, что и реализовано в современных цифровых СП. Несистематические коды указанным свойством не обладают и строятся с использованием различных методов комбинирования элементов. Такие коды используются для шифрования (засекречивания) информации в специальных СП [17, 18]

В реальных условиях СП должны выполнять большой объём вычислений и логических операций, связанных с изменением и регулированием параметров сигнала, а также с операциями кодирования и декодирования. Наиболее совершенная система связи должна быть сложной саморегулирующейся системой. В настоящее время речь идёт о создании систем, в которых используются показатели эффективности, близкие к предельным (идеальным). Одновременное требование высоких скоростей и верности передачи приводит к необходимости применения систем, в которых используются многопозиционные и корректирующие коды. Практически реализация ТЕКИХ систем базируется на использовании микропроцессоров и ЭВМ. В этом направлении и идёт развитие современной техники цифровой связи.

Модуляция (от лат. *modulatio* — мерность, размеренность) в физике и технике изменение по заданному закону во времени величин, характеризующих какой-либо регулярный процесс. Радиотехническая схема, с помощью которой реализуется процесс модуляции, получила название модулятора. Рассмотрим работу модулятора на примере передачи речевого сообщения. На другой вход модулятор (М) поступает два колебания: высокочастотное и информационный низкочастотный сигнал (см. рис. 1.4). Колебания высокой частоты (ВЧ), поступающие на модулятор, создаются задающим генератором (Г). Сигнал, поступающий от генератора, представляет собой синусоидальное высокочастотное колебание электрического тока с постоянными параметрами: амплитудой, частотой, фазой. Это колебание называется несущим. На другой вход модулятора поступает низкочастотный (НЧ) сигнал, каким-либо образом изменяющийся во времени (Управляющий сигнал). В нашем случае это сигнал с микрофона (вместо микрофона может быть телеграфный аппарат, датчик системы сигнализации, ПК и т.д.).

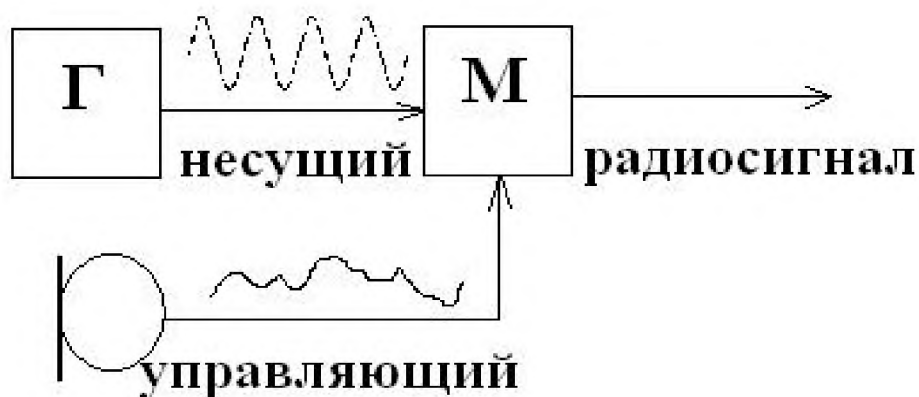


Рис. 1.4. Функциональная схема образования модулированного сигнала

Модуляция колебаний медленнее по сравнению с периодом гармонического колебания изменение какого-либо параметра несущих колебаний по определённому закону (в соответствии с изменением управляющего сигнала). При любом способе модуляции скорость изменения выбранного параметра си-

нусоидального колебания должна быть достаточно малой, чтобы за один период колебания модулируемый параметр почти не изменился. Для этого несущее колебание должно иметь достаточно высокую частоту, т.е. маленький период колебания. Изменение амплитуды управляющего сигнала вызывает изменение одного из параметров несущего колебания и на выходе модулятора получится колебание с каким-либо изменяющимся параметром при неизменных остальных параметрах. Это высокочастотное модулированное колебание, несущее информацию, называют радиосигналом. В радиотехнике основными видами модуляции являются частотная, амплитудная и фазовая модуляция, в которых происходит соответственно изменение частоты, амплитуды или фазы стабильного высокочастотного колебания (см. рис. 1.5) [18].

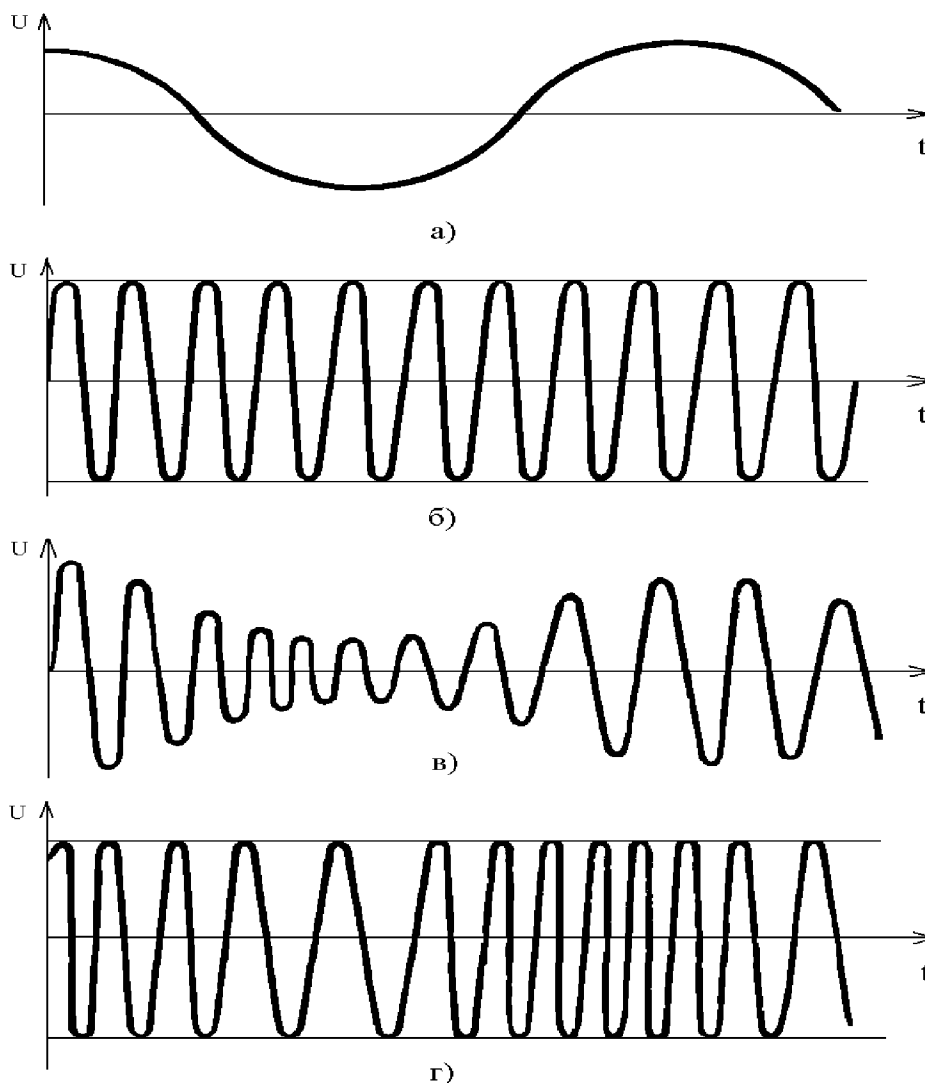


Рис. 1.5. Виды модуляций

а) управляющий сигнал, б) высокочастотное несущее колебание,
в) амплитудно-модулированный сигнал, г) частотно-модулированный сигнал

Частотная модуляция (ЧМ, англ. FM) обладает высокой помехозащищённостью. Недостаток частотной модуляции — большая ширина спектра излучаемого радиосигнала. Большим недостатком амплитудной модуляции (АМ) является трудность борьбы с помехами при приёме радиосигнала. Фазовая модуляция (ФМ) имеет хорошую помехозащищённость, но сложную и дорогостоящую схему исполнения.

В цифровых системах передачи в основном используется импульсно-кодовая модуляция (ИКМ). ИКМ не является каким-то особенным видом модуляции, в этом случае просто указывается на вид модулирующего сигнала. Применение радиоимпульсов в СП позволяет получить три разновидности ИКМ (см. рис. 1.6), подобных модуляции в аналоговых системах: амплитудную (ИКМ-АМ), частотную (ИКМ-ЧМ) и фазовую (ИКМ-ФМ).

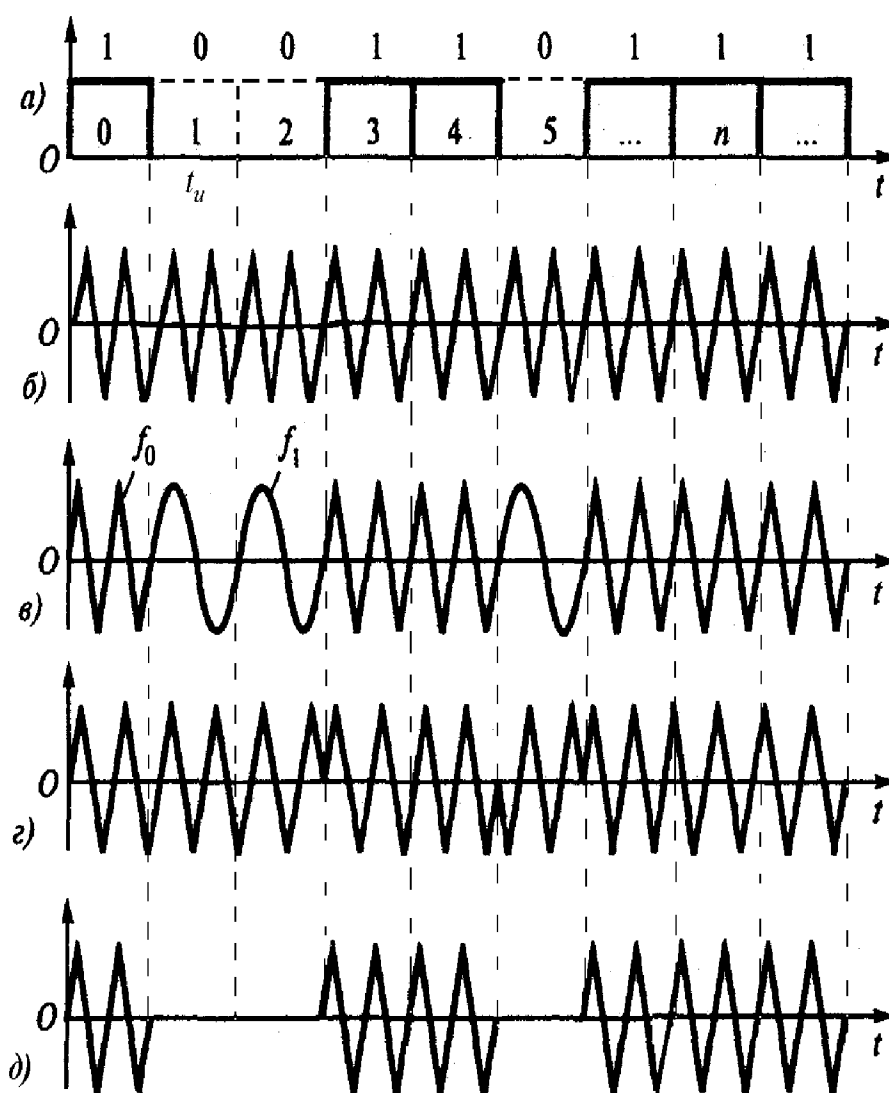


Рис. 1.6. Разновидности импульсно-кодовой модуляции
 а) управляющий сигнал (кодовая последовательность), б) несущее колебание,
 в) ИКМ-ЧМ, г) ИКМ-ФМ, д) ИКМ-АМ

В отличие от аналоговых схем управляющим сигналом при модуляции в цифровых СП является кодовая последовательность импульсов с определённым тактовым интервалом (T). При ИКМ-ЧМ символам «1» и «0» соответствует передача несущего колебания с разными частотами f_1 и f_0 . При ИКМ-ФМ фаза несущей меняется на 180° на каждом фронте импульса, т.е. при переходе от «0» к «1» или обратно. При ИКМ-АМ символу «1» соответствует передача несущего колебания в промежуток времени, равному длительности импульса. При передаче символа «0» передача несущего колебания отсутствует. В реальных системах передачи (и аналоговых, и цифровых) используют и более сложные (комбинированные) виды модуляции, фактически являющиеся вариациями вышеназванных видов. Это, естественно, усложняет схему исполнения модулирующих и демодулирующих узлов, но даёт выигрыш в качественных показателях связи.

1.2. Системы передачи информации

1.2.1. Организационно-технические основы построения систем электрической связи

Современная методология исследований требует рассматривать любой объект как систему, т.е. совокупность элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом, образующих определенную целостность, единство. С понятием «система» связан целый ряд других понятий: структура, подсистема, элемент, классификация, свойства, связи, состояние и др. Под структурой системы понимается инвариантный аспект, отражающий наиболее существенные взаимоотношения между элементами системы, которые обеспечивают существование системы, её основные свойства и мало меняются от происходящих в системе изменений. Подсистема и элемент характеризуют состав системы. Подсистема — это относительно независимая часть системы, включающая совокупность взаимосвязанных элементов. Элемент системы — условно неделимая часть системы. Подсистема и элемент могут выполнять собственные цели и задачи, однако их функционирование всегда направлено на выполнение главной цели (задачи) системы. Свойства системы определяются совокупностью её признаков и параметров, позволяющих описывать систему и выделять её среди других систем, т.е. проводить классификацию (отнесение к какому-либо классу по определённому признаку). Каждый признак системы определяет одно из свойств системы и описывается качественно. Параметры системы задаются как качественно, так и количественно. Связи объединяют элементы системы в единое целое. Под связью понимается процесс взаимодействия между элементами системы. Связи обеспечивают сохранение структуры и целостности системы. Состояние системы — множество существенных свойств, которыми обладает система в данный момент времени. Состояние системы вместе с её входами и выходами является одной из основных характеристик динамических систем. Внешняя среда образуется множеством элементов, существующих вне системы,

но с которыми система взаимодействует через свои входы и выходы. Внешней средой системы может быть естественная среда и искусственные системы. В дальнейшем эти понятия следует рассматривать как основополагающие при описании различных телекоммуникационных систем [17].

Для реализации процесса передачи информации в настоящее время человечество в основном использует различные радиотехнические устройства, образующие некую систему передачи информации (СП).

Система передачи информации — совокупность технических средств, объединённых в единую технологическую цепочку и использующих общий физический принцип обработки и передачи сигналов, а также определённый порядок взаимодействия отдельных элементов между собой (спутниковая, сотовая, телефонная системы и т.д.) [17].

Очень часто в производственно-хозяйственной деятельности используется термин «система связи», под которым довольно часто понимают какие-либо системы передачи информации или их совокупность. По, тем не менее, следует различать эти два понятия. Система передачи — это чисто техническое образование, предусматривающее физический аспект передачи информации. Под системой связи помимо технической составляющей следует понимать также и организационный аспект передачи информации (формирование, сообщений, порядок их передачи, способы фиксации, доставки, распределения информации и др.). Поэтому правильнее считать, что система связи — это совокупность средств, способов и принципов организации связи. Система связи (учреждения, ведомства, предприятия и т.д.) основана на комплексном применении различных видов электрической связи и образуется сочетанием нескольких различных технических С 11. В дальнейшем термин «система передачи» будет подразумевать в контексте только техническую составляющую, тогда как термин «система связи» обозначает ещё и организационную основу передачи информации.

В общем, любая СП включает в себя следующие основные элементы: передающую аппаратуру (передатчик), приёмную аппаратуру (приёмник) и линию связи (ЛС). В качестве приёмной и передающей части СП выступают разнообразные технические устройства связи, которые формируют сигналы, а также осуществляют их обработку и передачу. Линия связи является физическим соединителем передатчика (ПРД) и приёмника (ПРМ). На ранних этапах развития электрической связи физической средой служила пара металлических проводов, соединявшая ПРД и ПРМ (проводная связь). Позже, с появлением систем беспроводной связи (радиосвязи), ЛС стали определять, как совокупность передающей, приёмной антенн и среды, в которой происходит распространение радиоволн между антеннами. В связи с этим под линией связи следует понимать среду передачи сигнала, а также совокупность технических средств, обеспечивающих передачу сигнала по этой среде. Линии связи отличаются большим разнообразием (воздушные, кабельные, оптические, радиорелейные и др.) и в целом определяют название вида СП.

Как уже упоминалось, для передачи информации абоненты используют технические средства, формирующие и передающие электрические сигналы.

Эти радиотехнические устройства каким-то образом должны быть способны взаимодействовать друг с другом. Цепочка оборудования (ПРД и ПРУТ) и среда распространения сигнала (ЛС), которые будут использоваться для передачи информации, в совокупности образуют канал связи (КС).

В зависимости от того, в какой форме будет передаваться электрический сигнал, КС делятся на аналоговые и цифровые (см. рис. 1.7).

Аналоговые КС являются наиболее распространёнными по причине длительной истории их развития и простоты реализации. Цифровые КС перспективны и в настоящее время находят всё большее практическое применение для передачи всех видов сообщений.

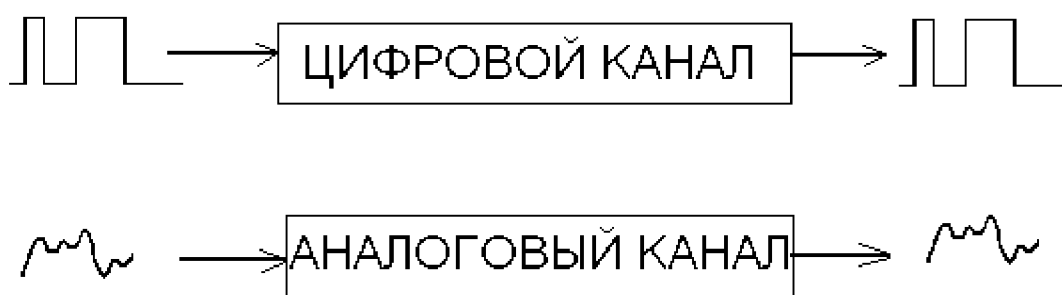


Рис. 1.7. Разновидности КС по форме передаваемого сигнала

Каналы связи могут предоставляться абонентам постоянно независимо от времени и интенсивности передачи сообщений (выделенные) или организовываться только на время передачи сообщения «по требованию» одного из абонентов (коммутируемые). Выделенные КС в большинстве случаев называются прямыми. Коммутируемые КС образуются между абонентами, как только один из абонентов совершает попытку установления соединения с нужным ему абонентом и получит «согласие» второго абонента на соединение (например, подъем трубки телефонного аппарата). Такие КС принципиально содержат в своем составе коммутационное оборудование. В связи с этим, качество связи по выделенным КС в общем случае выше, чем качество связи по коммутируемым КС по причине отсутствия влияния коммутационной и согласующей (корректирующей) аппаратуры. Любой канал по аналогии с сигналом характеризуется:

временем передачи сигнала по каналу (T_k);

полосой пропускания (F_k);

динамическим диапазоном (D_k).

Полосой пропускания КС называют диапазон частот сигналов, возможный для передачи по КС с допустимым уменьшением энергетика сигнала. Под динамическим диапазоном понимают логарифмическое отношение мощности сигнала (P_c) к мощности помех ($P_{\text{ш}}$), присутствующих в канале [7, 8]:

$$D_k = 10 \lg (P_c / P_{ш})$$

Обобщенной же характеристикой КС служит его *емкость* (V_k), которая определяет условие неискаженной передачи сигналов¹:

$$V_k = T_k \cdot F_k \cdot D_k$$

Количественной характеристикой КС является **пропускная способность** канала (C_k), которая численно равна максимальному количеству информации, возможному для передачи по каналу за единицу времени, т.е. максимальной скорости передачи информации:

$$C_k = F_k \cdot \log_2 (1 + P_c/P_{ш})$$

Единицей измерения пропускной способности КС (скорости передачи информации) служит «Бит/с». Логично заключить, что чем шире полоса частот канала и больше отношение сигнал/шум, тем канал лучше.

Каналы связи, используемые для передачи информации, имеют полосу пропускания $F_k = 0,3-3,4$ кГц. Данный диапазон частот является эффективно передаваемой полосой частот речевого сообщения. Эта полоса пропускания принята за стандартную при построении ряда систем передачи информации, а каналы с этой полосой пропускания получили название каналов тональной частоты (КТЧ).

Как правило, каналы имеют двухпроводное или четырехпроводное окончание. Для краткости их называют, соответственно, двухпроводными и четырехпроводными (рис. 1.8).



Рис. 1.8. Абонентское окончание каналов связи
а) четырехпроводное,
б) двухпроводное

Четырёхпроводные КС имеют два провода для передачи сигнала и ещё два провода для приёма сигнала. Преимуществом таких каналов является практически полное отсутствие или малое влияние друг на друга сигналов, передаваемых во встречных направлениях.

¹ Объем передаваемого сигнала не должен превышать емкости КС.

Двухпроводные КС позволяют использовать два провода как для передачи, так и для приёма сигналов. Двухпроводные КС требуют решение задачи разделения, принимаемого и передаваемого сигналов. Такая развязка реализуется при помощи дифференциальных систем (ДС) в составе оконечной аппаратуры, обеспечивающих необходимое затухание сигналов по встречным направлениям передачи. Не идеальность ДС (а идеального ничего не бывает) приводит к искажениям характеристик канала и к специфической помехе в виде эхо-сигнала. Двухпроводные КС позволяют экономить на стоимости линий связи, но требуют усложнения каналообразующей аппаратуры и аппаратуры пользователя.

Объем передаваемого сигнала не должен превышать емкости КС.

В проводной связи: количество проводников для подключения оконечных устройств.

Для оценки качества КС используют амплитудно-частотные и фазочастотные характеристики (соответственно АЧХ и ФЧХ) КС, определяющие степень и характер изменения сигнала, проходящего по исследуемому каналу. Коррекция этих характеристик в основном осуществляется в приёмном устройстве. Нормы на амплитудно-частотные и фазочастотные искажения заданы в виде шаблонов (рис. 1.9).

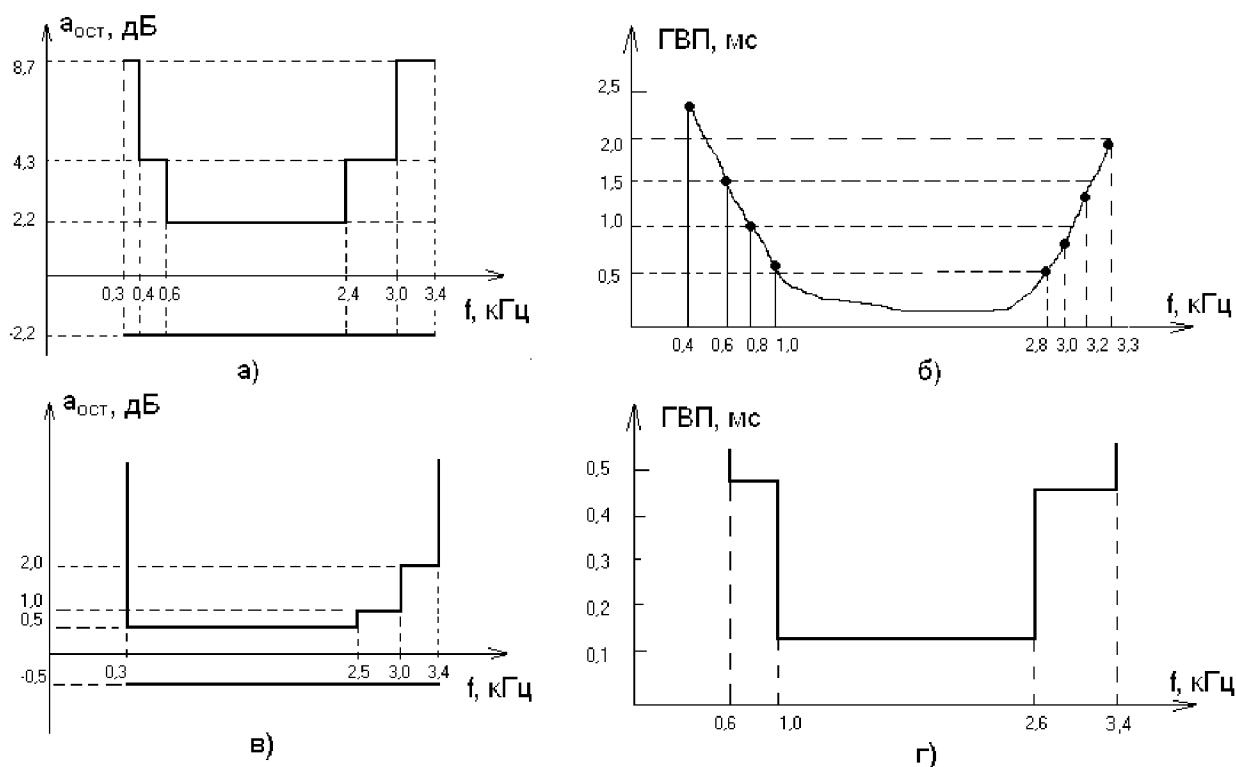


Рис. 1.9. Шаблоны норм на искажения (отклонения характеристик) каналов связи

а) амплитудно-частотная характеристика аналогового канала;

б) фазочастотная характеристика аналогового канала;

в) амплитудно-частотная характеристика цифрового канала;

г) фазочастотная характеристика цифрового канала

Если сравнить допустимые отклонения остаточного затухания и допустимые отклонения группового времени передачи (ГВП), то можно отметить, что для цифровых каналов нормы более жёсткие, поэтому КТЧ, организованные с помощью цифровых систем, являются более качественными. Качество обеспечивается минимизацией отклонения формы принятого сигнала от первоначальной формы передаваемого сигнала. Этот фактор, наряду с некоторыми другими, является одним из определяющих перспективу развития цифровой связи.

В простейшем виде электрическая связь осуществляется следующим образом (рис. 1.10). Между абонентами организуется канал связи. Отправитель подаёт сообщение, которое на передающем пункте должно быть превращено в электрический сигнал. Сигнал не есть сообщение, но между сообщением и сигналом должно быть однозначное соответствие для того, чтобы на приёмном пункте сигнал мог быть превращён в сообщение, соответствующее тому, которое было на передаче. Преобразование сообщения в первичный электрический сигнал происходит в определённом устройстве, обобщённо называемом первичным преобразователем (преобразователем сообщения (неэлектрических сигналов) в электрические сигналы). Первичный электрический сигнал принято называть низкочастотным, хотя в ряде случаев частота первичного сигнала может достигать мегагерц (например, телевизионные системы). Примером первичного преобразователя служат микрофоны различного назначения, телевизионные передающие трубки в видео и телекамерах, датчики в системах сигнализации и др. Процесс передачи информации (формирование сигналов, их обработка, передача, приём и т.д.) является многоступенчатым, состоящим из целого ряда преобразований, которые происходят в специальных радиотехнических приборах (устройствах). Эти устройства можно разбить на два класса преобразователей. Одни преобразователи изменяют физическую природу сигнала, при этом сохраняя тождественность (соответствие) параметров первоначального сигнала (сообщения) и полученного сигнала. К таким преобразователям относят, например, микрофоны, фотоэлектрические преобразователи, электронно-лучевые трубки и т.д.). Другой класс преобразователей изменяет характеристики сигнала, не меняя его физическую природу (усилители, фильтры).

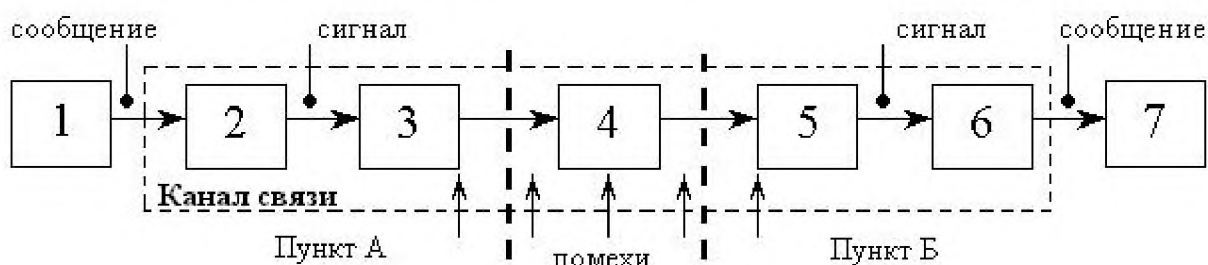


Рис. 1.10. Структурная схема односторонней связи между двумя абонентами
 1 - источник информации (отправитель); 2 – первичный преобразователь;
 3 - ПРД; 4 - ЛС; 5 - ПРМ; 6 – обратный преобразователь;
 7 – получатель информации

После первичного преобразования сигнал поступает в ПРД. Передатчик, в зависимости от вида связи, выполняет ряд функций преобразования электрического сигнала для приведения сигнала к виду, необходимому для передачи по ЛС, например, усиление, кодирование и др.

По ЛС сигнал поступает в приёмное устройство. Прохождение сигнала по ЛС сопровождается его ослаблением и искажением формы. Данные процессы зависят от характеристик среды передачи и протяжённости ЛС. Приёмник служит для восстановления сигнала. Восстановление сигнала подразумевает устранения искажений первоначальной формы электрического сигнала, если она была намеренно изменена в ПРД или изменилась при передаче по ЛС или под воздействием помех, а также выполнение некоторых операций, направленных на доведение параметров сигнала до требуемых величин. Такими функциями, реализуемыми в ПРМ, могут быть селекция сигнала от помех, усиление и т.д. В принципе искажения устранимы соответствующей коррекцией формы и характеристик сигнала. С выхода ПРМ сигнал поступает на обратный преобразователь — устройство, преобразующее электрический сигнал в сообщение (головной телефон, микротелефонной трубки, кинескоп телевизионного приемника и др.). Полученное сообщение поступает второму абоненту, участвующему в процессе передачи информации, — получателю.

При передаче информации главным требованием является тождественность (совпадение) переданного и принятого сигнала. На практике выполнить это требование в полной мере не всегда удаётся не только из-за искажений сигнала, но и шумов, имеющих случайный характер. Шум (помеха) — это любой нежелательный сигнал или любое случайное воздействие на полезный сигнал, что мешает нормальному распознаванию полезного сигнала приёмником и выражается в ухудшении качества связи. Наиболее распространённое место воздействия помех — линия связи. Наличие шумов в линии приводит к снижению пропускной способности КС (иногда до нуля)

Помехи бывают внешние (атмосферные, промышленные и др.) и внутренние (тепловые шумы элементов электронных схем, отклонение параметров отдельных узлов от нормы, нелинейность характеристик и др.). Внешние помехи большей частью устранимы схемотехническим решением. Внутренние помехи во многом определяют качество связи, при этом степень их

Ослаблением или затуханием сигнала называется процесс уменьшения (потери) энергии сигнала при его распространении.

влияния на качество передачи информации напрямую зависит от надёжности (качества исполнения) используемых технических средств. Борьба с помехами (шумами) является одной из основных проблем радиотехники [17].

Для передачи информации в обратную сторону в каждом из пунктов передачи и приёма необходимо иметь и комплект передающего оборудования, и комплект приёмного оборудования, большая часть технических устройств связи (особенно оконечных) имеют в своем составе и передающую и приёмную часть и, при необходимости (использование одной линии связи), схемы разделения тракта передачи и тракта приёма (дифференциальные системы).

Как показывает практика, человек по роду своей деятельности или в быту осуществляет обмен информацией со множеством абонентов. Разумеется, что прокладка множества ЛС отдельно к каждому абоненту — нереальная задача. Для того чтобы обмен сообщениями мог осуществляться между многими абонентами, находящимися в различных точках, каждому абоненту предоставляется только одна физическая линия, которая соединяет абонента с определённым коммутационным центром, и на этом центре может происходить соединение между собой линий любых абонентов. Такие центры получили название узлов связи (УС), представляющих собой организационно-техническое объединение технических средств связи и обеспечивающие распределение информационных потоков. В качестве узлов связи (пунктов распределения) выступают, например, телефонные станции в телефонных сетях или пункты приёма-передачи (ретрансляторы) в радиосвязи. В пожарно-спасательных подразделениях УС являются диспетчерские пункты связи.

В случае, когда на какой-либо территории располагается несколько УС, последние соединяются магистральными ЛС. Такая структура получила название сети связи — объединение множества ЛС, сопряжённых между собой в определённых точках. С технической точки зрения, сеть связи совокупность УС, объединённых ЛС, а также линейно-кабельных или антенно-мачтовых сооружений, расположенных в определённом порядке на какой-либо территории, обеспечивающая взаимодействие между оконечными устройствами, использующих общий принцип передачи сообщений.

Сети связи принято делить на два вида. Основой сетей связи являются так называемые транспортные сети, представляющие собой совокупность групповых трактов, позволяющих осуществлять передачу потоков информации практически в любую точку (зону, участок) Земли. Транспортные сети также именуют первичными. Основной характеристикой транспортных сетей является их пропускная способность, в целом зависящая от количества КТЧ, образующих групповые тракты, и возможности перераспределения информационных потоков между УС сети.

Участок сети, который обеспечивает подключение каждого конкретного абонента (оконечное устройство) к ближайшему коммутационному узлу (УС) транспортной сети, относится к сетям абонентского Доступа (вторичным сетям). Вторичные сети предназначены для подключения оконечных устройств абонентов, имеющих различные технические характеристики и даже назначение и принципы работы. Это определяется характеристиками оборудования сети (функциональными возможностями), обеспечивающего передачу сигналов. Вторичные сети имеют меньшую по сравнению с первичными сетями пропускную способность, т.к. объём передаваемой информации значительно меньше и в целом пропускная способность вторичной сети связи определяется пропускной способностью используемых КС. Для характеристики вторичных сетей зачастую используется термин «ёмкость сети». Общее же возможное количество подключаемых к сети оконечных (системных или абонентских) устройств определяется ёмкостью сети, которая, по сути, зависит от ёмкости коммутиру-

ющих систем в проводной связи или частотного диапазона базовых систем в радиосвязи, установленных на УС той или иной сети. Вторичные сети дополнительно характеризуются типами каналов, видом передаваемого сообщения и др.

1.2.2. Многоканальная связь

Стоимость сооружений связи достаточно велика и зависит от протяженности ЛС. Особенно это заметно при рассмотрении транспортных (первичных) сетей связи. Но потребности человечества в передаче информации постоянно растут, поэтому очень серьезной задачей является увеличение пропускной способности КС по возможности без изменения существующей структуры существующих сетей связи. Для этой цели применяют технологии, обеспечивающие одновременную передачу по общей ЛС нескольких информационных потоков (сообщений) (рис. 1.11). Сигналы от разных источников смешиваются определенным образом на передающем пункте в общий сигнал и поступают в ЛС. На приемном пункте сигналы разделяются соответствующим образом так, чтобы каждый получатель принял адресованное именно ему сообщение. Для объединения информационных каналов в пункте передачи и их разделения в пункте приема применяется дополнительная каналообразующая аппаратура. Такой способ передачи информации носит название многоканальной связи.

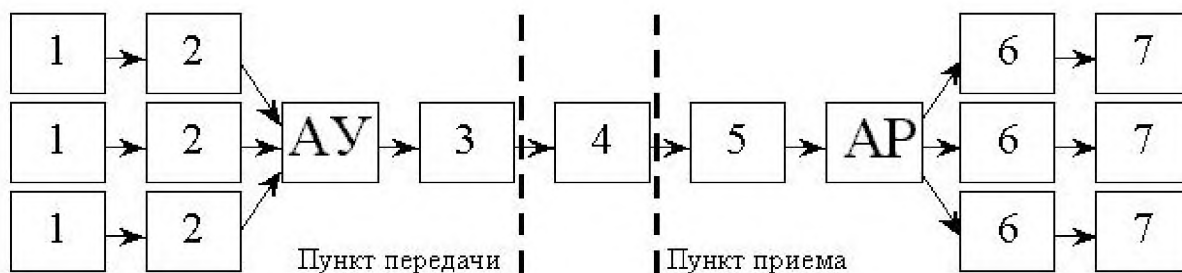


Рис. 1.11. Структурная схема односторонней многоканальной связи.

- 1 - источники информации (отправители); 2 - преобразователи сообщения в сигнал;
 3 – ПРД группового сигнала; 4 - ЛС; 5 – ПРМ группового сигнала;
 6 - преобразователи сигнала в сообщение; 7 – получатели информации,
 АУ – аппаратура уплотнения каналов, АР – аппаратура разделения каналов

Многоканальная связь — передача информации при помощи систем электросвязи, обеспечивающих одновременную и независимую передачу сообщений от нескольких отправителей к такому же числу получателей. На практике встречаются системы многоканальной связи, позволяющие передавать информацию объемом до нескольких тысяч стандартных каналов. При этом каждое сообщение передается по отдельному «информационному» КС. Техническая реализация технологий многоканальной связи наиболее часто применяется для передачи информации по транспортным сетям связи [17].

В основу построения многоканальных СП положен принцип уплотнения ЛС, подразумевающий группировку нескольких сигналов от различных абонентских устройств в один общий групповой сигнал. Для одновременной передачи по одной ЛС нескольких сигналов разных информационных каналов последние должны быть разделены так, чтобы было исключено их взаимное влияние друг на друга.

В многоканальной связи применяют частотное и временное уплотнение ЛС или разделение каналов (соответственно ЧРК и ВРК). Сущность частотного метода заключается в том, что сигналы от разных источников передаются в разных полосах частот в пределах частотного диапазона системы. Между рабочими полосами соседних каналов предусмотрены защитные частотные интервалы, позволяющие с требуемой точностью разделить принимаемые сигналы от различных источников.

СП с ЧРК ограничены рабочим диапазоном частот, что не является существенным для СП с ВРК. В таких системах для каждого источника сигналов отводится определённый короткий промежуток времени (доли секунды), по истечении которого ЛС передается другому источнику сообщения (сигнала) на точно такой же интервал времени. После того, как произойдет подключение последнего источника сообщений, система предоставляет ЛС опять первому отправителю. Так как интервал времени, на который ЛС подключается к тому или иному источнику сообщений (сигналов) очень мал, то абоненты, ведущие обмен информацией в режиме реального времени, не замечают перерывы связи, возникающие во время работы других абонентов по этой же линии. Для передачи же данных или документальной информации этот способ разделения каналов не оказывает какого-либо значительного влияния. Сложность ВРК заключается в том, чтобы ЛС на передающем и приёмном пункте подключать к соответствующим оконечным устройствам одновременно. Аппаратура с ВРК сложнее, чем аппаратура с ЧРК, но позволяет в несколько раз увеличить трафик при том же частотном диапазоне. Недостатком временного разделения каналов является сложность реализации этого способа при жёстких условиях непрерывности сигнала при передаче [17].

Наибольшее применение временное разделение каналов получило при построении многоканальных цифровых СП. Частотное разделение каналов наиболее часто используется в аналоговых СП. Современные телекоммуникационные технологии используют комбинирование вышеназванных способов, а также и другие виды уплотнений ЛС.

В основном это относится к оптическим и волоконно-оптическим СП.

Единицей измерения ёмкости многоканальных систем передачи служит КТЧ с полосой пропускания 0,3 – 3,4 кГц, речь о которых шла выше. Уплотнение ЛС позволяет организовать каналы с более высокой пропускной способностью. Это увеличение достигается расширением полосы частот канала, т.е. один канал образуется объединением нескольких КТЧ. Такие каналы получили название широкополосных. В табл. 1.2 приведены параметры стандартных каналов, используемых в аналоговых и цифровых СП.

Таблица 1.2. Параметры стандартных каналов систем передач

Аналоговые системы передачи		Цифровые системы передачи	
Емкость (кол-во КТЧ)	Полоса пропускания, кГц	Емкость (кол-во КТЧ)	Пропускная способность, кбит/с
1	0,3 – 3,4	1	64
3	12 - 24	7	480
12	60 - 108	30	2048
60	312 - 552	120	8448
300	812 - 2044	480	34368
		1920	139264

1.2.3. Принципы построения цифровых систем связи

Во многих современных СП используется цифровой сигнал при обработке информации. При этом зачастую необходимо преобразовать непрерывное сообщение (часто используемую человеком форму информации) в цифровой сигнал, то есть в последовательность импульсов, сохранив содержащуюся в сообщении существенную часть информации. Это осуществляется следующим образом. Источник непрерывных сообщений, в качестве которого может выступать человек с микрофоном, формирует непрерывный сигнал $U(t)$, который изменяется и в любые моменты принимает любые из возможных значений. Для преобразования аналогового сигнала в дискретную форму служит аналого-цифровой преобразователь (АЦП) (рис. 1.12).

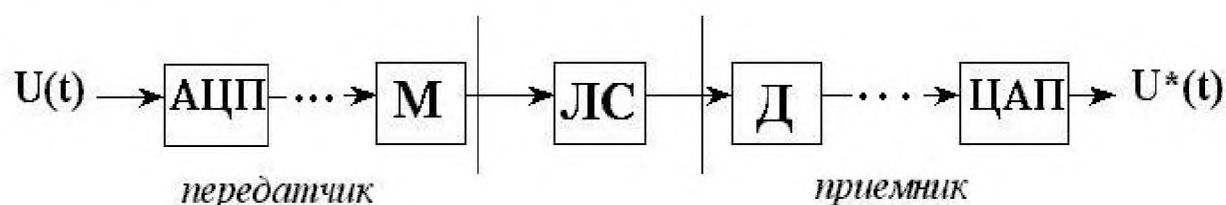


Рис. 1.12. Структурная схема цифровой системы передачи информации (цифрового канала связи)

Аналогово-цифровое преобразование состоит из трёх этапов [8]:

1. Дискретизация. Производится выборка значений аналогового сигнала с интервалом определённой длительности (рис. 1.13, а, б).

2. Квантование. Весь диапазон изменения уровня сигнала (U_{max}) делится на определённое количество уровней (уровни квантования). Уровень квантования — это заранее определённое значение напряжения сигнала. Значение аналогового сигнала в моменты времени, определяемые на этапе дискретизации, «округляется», т.е. заменяется ближайшим значением уровня квантования. При равномерном квантовании интервал квантования (АО одинаков между любыми уровнями. В результате квантования получается определённая последователь-

ность импульсов, имеющих одинаковую длительность, но различных по амплитуде (рис. 1.13).

3. Кодирование. Значение уровня квантования (амплитуды импульсов) преобразуется в цифровой код — двоичное число (п. 1, 1.4, табл. 1.1), разрядность которого определяется числом уровней квантования (рис. 1.13 г). Правильно сказать, что кодирование определяет математическую сторону процесса превращения сообщения в дискретный (цифровой) сигнал.

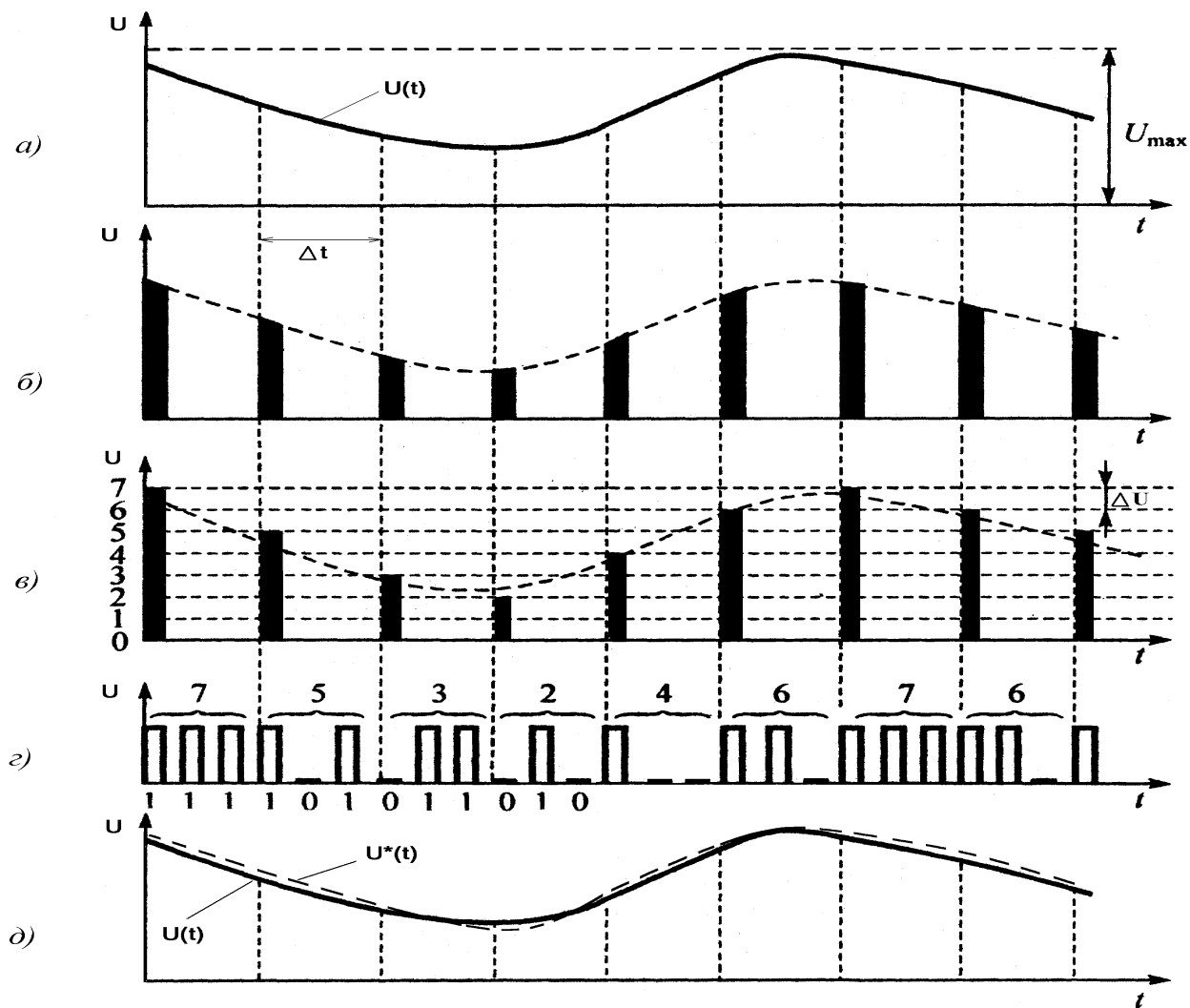


Рис. 1.13. Принцип работы АЦП и ЦАП:

а) аналоговый сигнал, *б)* дискретизация, *в)* квантование, *г)* кодирование, *д)* формы исходного ($U(t)$ на входе АЦП) и полученного ($U^*(t)$ на выходе ЦАП) сигналов

При передаче цифрового сигнала по классическим проводным линиям связи (аналоговым) на значительные расстояния, а также радиолиниям вероятность его искажения достаточно велика, а его восстановление в пункте приёма затруднено. Поэтому для передачи сигнала по линии связи цифровой сигнал преобразуют в аналоговый сигнал на передающем пункте, а в пункте приёма осуществляется обратное преобразование. Устройства, осуществляющие эти

преобразования, называются модемами. В современных технологиях передача сигнала может осуществляться и в цифровой форме, но все равно при этом будет осуществляться необходимое преобразование в модемном функциональном устройстве (модуляторе). Под термином «модем» не обязательно подразумевается устройство, выполняющее модуляцию или демодуляцию (модуляция / демодуляция), а просто указывается на определённые операции преобразования сигналов для их передачи по линии связи. В пункте приёма с выхода демодулятора цифровой сигнал после соответствующей обработки поступает в цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП), в котором на декодере кодовые комбинации (рис. 1.13 г), преобразуются в квантованную последовательность (рис. 1.13 в), а далее фильтр по квантованным значениям восстанавливает непрерывный сигнал C в идеале аналогичный $U(t)$ (рис. 1.13 д). Как видно из рисунка восстановленный сигнал не полностью повторяет исходный сигнал. Эти несоответствия в определённых точках и есть искажения сигнала. Чем меньше выбран интервал дискретизации (M) и установлено больше уровней квантования (меньше ЛО, тем большее соответствие будет между аналоговым и цифровым сигналом при преобразованиях и тождественность полученного сигнала C переданному (исходному) сигналу $U(t)$ [17].

В настоящее время во всем мире принят курс на цифровизацию сетей связи. Это объясняется существенными преимуществами цифровых методов передачи перед аналоговыми, среди которых выделяют следующие:

1. Высокая помехоустойчивость. Представление информации в цифровой форме, т.е. в виде последовательности символов с малым числом разрешённых уровней (обычно не более трёх) и детерминированной частотой следования, позволяет осуществлять практически точную регенерацию (восстановление) этих символов на приёме, что резко снижает влияние помех и искажений на качество связи. При этом обеспечивается возможность использования цифровых СП на ЛС, где аналоговые системы применяться не могут. Цифровые методы передачи весьма эффективны при работе световодными линиями, отличающимися относительно высоким уровнем дисперсионных искажений и нелинейностью оптических преобразователей.

2. Стабильность параметров цифровых СП. Стабильность и идентичность параметров каналов (АЧХ, ФЧХ и др.) определяются в основном устройствами обработки сигналов в аналоговой форме. Поскольку такие устройства составляют незначительную часть оборудования цифровых СП, стабильность параметров КС в таких системах значительно выше, чем в аналоговых. Кроме того, в пределах каждого регенерационного участка искажения передаваемых сигналов оказываются ничтожными. Оборудование регенератора при передаче сигналов на большие расстояния остаётся практически такими же, как и в случае передачи на малые расстояния, а длина регенерационного участка значительно увеличивается.

3. Эффективность использования пропускной способности КС. При вводе дискретных сигналов (например, передачи данных) непосредственно в групповой тракт цифровой СП скорость их передачи может приближаться к скорости

передачи группового сигнала. Если, например, при этом будут использоваться временные позиции, соответствующие только одному КТЧ, то скорость передачи дискретных сигналов будет близка к 64 кбит/с, в то время как в аналоговых системах она обычно не превышает 9,6 кбит/с.

4. Высокие технико-экономические показатели. Цифровые СП в сочетании с цифровыми коммутационными станциями являются основой цифровой сети связи, в которой передача, транзит и коммутация сигналов осуществляются в цифровой форме. При этом параметры каналов практически не зависят от структуры сети, что обеспечивает возможность построения гибкой разветвленной сети связи, обладающей высокими надёжностными и качественными показателями. Передача и коммутация сигналов в цифровой форме позволяют реализовывать весь аппаратный комплекс цифровой сети на чисто электронной основе с широким применением цифровых интегральных схем. Это позволяет резко уменьшать трудоёмкость изготовления оборудования, добиваться высокой степени унификации узлов оборудования, значительно снижать его стоимость, потребляемую энергию и габаритные размеры. Кроме того, существенно упрощается эксплуатация систем с одновременным повышением надёжности эксплуатации оборудования.

В заключении следует заметить, что цифровизация сетей постепенно, но неуклонно происходит у всех операторов связи. Преимущественно происходит перевод первичных сетей на цифровые методы передачи информации, в связи с большей эффективностью. Перевод вторичных сетей «на цифру» более затратен и поэтому продвигается более медленными темпами.

Глава 2. Телефонная связь

2.1. Телефонная связь и её основные элементы

Проводная связь, в настоящее время являющаяся ведущим видом электросвязи по объёмам трафика, находит применение практически во всех областях жизнедеятельности человека. Проводная связь получила своё «историческое» название в связи с тем, что в качестве среды распространения сигналов между пунктами передачи и приема в начале эры электрической связи использовались проводные, в основном воздушные ЛС.

Для осуществления проводной связи используют оконечную аппаратуру, формирующую передаваемый сигнал из сообщения на передаче и выделяющую сообщение из электрического сигнала на приёме, наземные или подземные кабели связи, воздушные ЛС. Кроме того, могут использоваться промежуточные усилители сигналов, которые включают в разрывы кабелей для обеспечения большей дальности связи [17].

Классическими вилами проводной связи являются телефонная и телеграфная связь. Так как телефонная связь по истории своего развития является наиболее распространённым видом проводной электрической связи и имеющей довольно развитую инфраструктуру ЛС, то разработка и реализация многих современных СП предусматривает использование в качестве линий имеющиеся телефонные ЛС (факсимильная связь, системы передачи данных).

Проводная связь при обеспечении пожарной безопасности в городах и населенных пунктах по объёму выполняемых задач занимает ведущее место. Системы проводной связи устанавливаются на диспетчерских пунктах для приёма сообщений о ЧС от населения или с объектов, для взаимодействия со службами жизнеобеспечения (милиция, скорая помощь, городские аварийные службы) при ликвидации ЧС и их последствий, для организации связи между подразделениями. Большинство систем сигнализации объектов, в том числе и пожарной, в настоящее время также являются проводными. Для обмена служебной неоперативной информацией в повседневной деятельности наибольший объём выполняемых задач решается с использованием систем проводной связи. Для оперативной работы чаще применяется телефонная связь, а в повседневной деятельности используется и другие разновидности проводной связи (телеграфная, факсимильная, передача данных) [2].

Проводная связь в современной литературе часто именуется фиксированной связью. Понятия проводной и фиксированной связи достаточно близки и часто взаимозаменяемы. Но, тем не менее, в некоторых случаях следует их разделять. Сущность фиксированной связи составляет привязка технических средств связи к определённому территориальному расположению. что впрочем, характерно для проводной связи, т.к. оконечная и коммутационная аппаратура, использующая проводные ЛС, имеет стационарное оборудование. Но есть ряд средств, которые могут обеспечивать абонентам и связь в движении, используя

при этом проводные ЛС, например, специальные переговорные устройства СПУ-3А, о которых речь пойдет ниже.

Поэтому понятия проводной и фиксированной связи отождествлять не всегда правильно: понятие фиксированной связи используется в более широком смысле.

К системам фиксированной связи, кроме упомянутых выше систем проводной связи, можно отнести системы телевидения, системы оповещения и звукового вещания, системы волоконно-оптической связи и даже некоторые системы радиосвязи (радиорелейные, тропосферные, фиксированные спутниковые) [17].

2.1.1. Основы телефонной связи

Одной из форм представления информации является речь, основой которой являются звуки, формируемые органами речи человека. Звуковые волны являются одним из основных носителей, позволяющих получать информацию человеком, поэтому использование звуковых колебаний в системах электрической связи достаточно распространено (телефония, системы громкоговорящей связи, переговорные устройства).

Источником любого звука являются колебания тел. Эти колебания вызывают чередующиеся сгущения и разрежения среды, приводящие к возникновению звуковых волн. Звуковые волны — это механические колебания, распространяющиеся в твёрдых, жидких и газообразных средах. Пространство, в котором распространяются звуковые волны, называют звуковым полем.

Скорость звуковой волны в различных средах неодинакова вследствие неодинаковой плотности сред и различия сил взаимодействия отдельных частиц среды между собой. При нормальных условиях она составляет: в воздухе — 331 м/с, в воде — 1500 м/с, а в стали — 6000 м/с.

При прохождении звуковых волн через среду в ней возникает звуковое давление, которое воздействует на человеческое ухо. Звуковое давление измеряется в паскалях. Звуковые волны с большой амплитудой изменения звукового давления воспринимаются человеческим ухом как громкие звуки, с малой амплитудой изменения звукового давления — как тихие. Громкость звука представляет собой субъективное ощущение данного звука. Для сравнения громкости звуков и в расчетах пользуются величиной L_N , измеряемой в децибелах (дБ), которая называется уровнем громкости звука [17]:

$$L_N = 20 \lg (P_{эф} / P_0),$$

где P_0 - порог слышимости для звука частотой 1 кГц;

$P_{эф}$ - звуковое давление, создаваемое исследуемым звуком.

Звуковая волна при своём распространении переносит определённое количество звуковой энергии, которая определяет одну из характеристик звука — интенсивность. Интенсивность звука (J) — величина, равная количеству звуковой энергии (W), проходящей за одну секунду (t) через поверхность в один квадратный метр (S), расположенную перпендикулярно направлению распространения звука:

$$J = W / (t \cdot S) \text{ (Вт/м}^2\text{)}.$$

Следует различать понятия интенсивности и громкости звука. Интенсивность звука является величиной объективной, а громкость субъективной [8].

Сравнение различных источников звука также осуществляется в относительном логарифмическом масштабе [17]:

$$N=10 \lg (J / J_0),$$

где N - уровень звука, дБ;

J - интенсивность сравниваемого звука, Вт/м²;

J_0 - интенсивность звука при пороге слышимости, Вт/м².

Звуковые колебания, происходящие по гармоническому закону, можно представить в виде синусоидального колебания, которому присущи характерные параметры волн (амплитуда, период, и т.д.).

Расстояние между ближайшими друг к другу точками, колеблющимися в одинаковых фазах, называется длиной волны, которая имеет прямую связь со скоростью волны (v) и периодом колебания (T):

$$\lambda = v \cdot T.$$

Количественная характеристика периодических колебаний, равная отношению числа циклов колебаний ко времени их совершения, определяется быстротой колебания источника волн (звука) и называется частотой колебаний

$$f = 1 / T.$$

Звуки определенной частоты воспринимаются человеком как тон. Колебания высокой частоты имеют высокий тон, колебания низкой частоты — низкий тон. В системах связи тональные сигналы звуковой частоты используются в качестве вызывных или управляющих сигналов.

Человек с нормальным слухом способен различать частоты в пределах от 20 Гц до 20 кГц. Звуки, имеющие частоту менее 20 Гц, принято называть инфразвуком, а звуки с частотой выше 20 кГц — ультразвуком. Человеческая речь состоит из сочетания гласных и согласных звуков, имеющих довольно сложную частотную структуру. Основной диапазон частот звуков речи лежит в пределах

50-1 причём гласные звуки лежат ниже согласных по частоте и определяют узнаваемость голоса, а согласные, составляющие верхний частотный диапазон речи, — разборчивость речи. Проводимые эксперименты показали, что без заметного снижения понятности речи можно исключить звуковые частоты, лежащие ниже 300 Гц. При этом обеспечивается необходимая узнаваемость голоса. Разборчивость речи остаётся удовлетворительной (слоговая около 900,4, фразовая — более 9994) при исключении частоты выше 3400 Гц. Таким образом, в связи для передачи речевой информации стал использоваться частотный диапазон 0,3-3,4 кГц (КТЧ). В некоторых системах для улучшения показателя разборчивости речи верхний предел стандартного телефонного канала может быть расширен до 4 кГц. В системах звукового вещания полоса пропускания канала может составлять 30-18000 Гц.

Звуковые волны обладают рядом свойств, характерных для волновых процессов: отражения, дифракции, интерференции, преломления и т.д. Данные свойства звука и законы его распространения учитываются при проектировании и монтаже различных систем акустической связи.

Вид электрической связи, предназначенный для передачи речевых (звуковых) сообщений, называется телефонной связью. Телефонная связь один из самых массовых видов электрической связи, обеспечивающий обмен информацией во всех областях человеческой деятельности. Простейшая телефонная система включает в себя оконечные устройства, соединенные линией связи. Принцип передачи речевого сообщения с 1876 года, когда Белл изобрел двухпроводный телефон, до настоящего времени практически не изменился и заключается в следующем. В пункте передачи имеется микрофон (BM) в пункте приёма — головной телефон (BF). Пункты приёма и передачи соединены двухпроводной ЛС.

При разговоре звуковые волны, создаваемые голосовыми связками, приводят в движение мембрану микрофона. Колебания мембраны вызывают изменение параметров электрического тока, протекающего через микрофон. Электрический ток, протекающий через микрофон, создается источником питания, включенным в цепь микрофона. Таким образом, на выходе микрофона образуется электрический сигнал. По ЛС данный сигнал поступает в головной телефон, где создаётся переменный магнитный поток, который в свою очередь воздействует на мембрану телефона или динамика, вызывая её колебания. Колебания мембраны телефона создают определённое звуковое давление воздуха, которое в свою очередь воздействует на органы слуха человека.

Качество работы телефонной системы характеризуется слоговой разборчивостью и эквивалентами затухания тракта передачи. Первый показатель определяет количество слогов, понятых принимающим абонентом из всего количества переданных слогов. Второй параметр показывает степень ослабления электрического сигнала при его передаче по ЛС. Классическое оборудование телефонной связи работает с аналоговыми сигналами, современные телефонные системы используют цифровые методы обработки и передачи сигналов, что в значительной мере улучшает качество телефонной связи [17]

Телефонная связь в настоящее время на территории нашей страны развивается на основе разработанных технических средств общегосударственной автоматической телефонной сети в рамках Взаимоувязанной сети связи (ВСС) Российской Федерации.

Телефонная сеть — комплекс телефонных узлов, станций, линий связи и линейно-кабельных сооружений, предназначенных для осуществления телефонной связи. Телефонные сети подразделяются на международные, междугородные, зональные и местные (городские и сельские) сети. Телефонные сети в городах и населенных пунктах в совокупности образуют единую сеть телефонной связи РФ, которую называют телефонной сетью общего пользования (ТФОП).

Основной принцип организации телефонной связи в телефонных сетях — принцип коммутации каналов, т.е. соединение между абонентами устанавливается только на время сеанса связи, по окончании которого КС разрывается. Соединение абонентов, межстанционные соединения в телефонной сети осуществляется на телефонных станциях, которые делятся на ручные (коммутаторы) и автоматические. В настоящее время практически во всех областях жизнедеятельности человека в качестве телефонных станций используются телефонные станции с автоматическим соединением абонентов (АТС). Иными словами, соединение оконечных устройств на телефонной станции осуществляется без участия обслуживающего персонала телефонной станции самим абонентом путем набора определённого номера абонента телефонной сети. Ручное соединение абонентов имеет место в телефонных сетях с необходимостью диспетчеризации. Телефонные сети с ручным соединением организуются в основном некоторыми службами при решении специальных задач (например, диспетчерская телефонная связь).

Телефонная сеть может быть организована по одному из следующих принципов:

радиального включения абонентов (узловая система), т.е. сосредоточением всего оборудования в одном здании или помещении. Такие сети чаще всего организуются в небольших населённых пунктах. Телефонные сети, построенные по этому принципу, также используются для внутренней связи в отдельных зданиях (учреждения, организации и т.д.). Основой узловой системы телефонной связи является станция (коммутатор), к которой радиально линиями связи подключены оконечные устройства. Наиболее распространёнными узловыми системами являются телефонные сети на базе АТС малой и средней ёмкости (до несколько сотен абонентов) учрежденческо-производственных АТС (УПАТС);

радиально-кольцевого включения абонентов радиально-узловая система), т.е. установка в определённых районах населённого пункта телефонных станций с соединением этих станций между собой. Другими словами, это объединение нескольких узловых систем. Такое построение телефонной сети используется в крупных городах (рис. 2.1) [17].

2.1.2. Общее устройство телефонных аппаратов

Оконечным устройством (и относительно самым простым) в системе проводной телефонной связи, обеспечивающим двухстороннюю связь, является телефонный аппарат (ТА). Абонентские устройства (ТА) подключаются к телефонным станциям телефонной сети. В качестве конечных устройств, использующих ЛС телефонной сети, могут быть подключены и другие устройства приёма-передачи информации, например, факсимильные аппараты или персональные компьютеры,

Телефонный аппарат состоит из двух основных групп приборов: коммутационно-вызывной, предназначенной для приёма входящего вызова, управления соединением и разъединением с другими устройствами телефонной системы, и разговорной, обеспечивающей приём и передачу речи (звука).

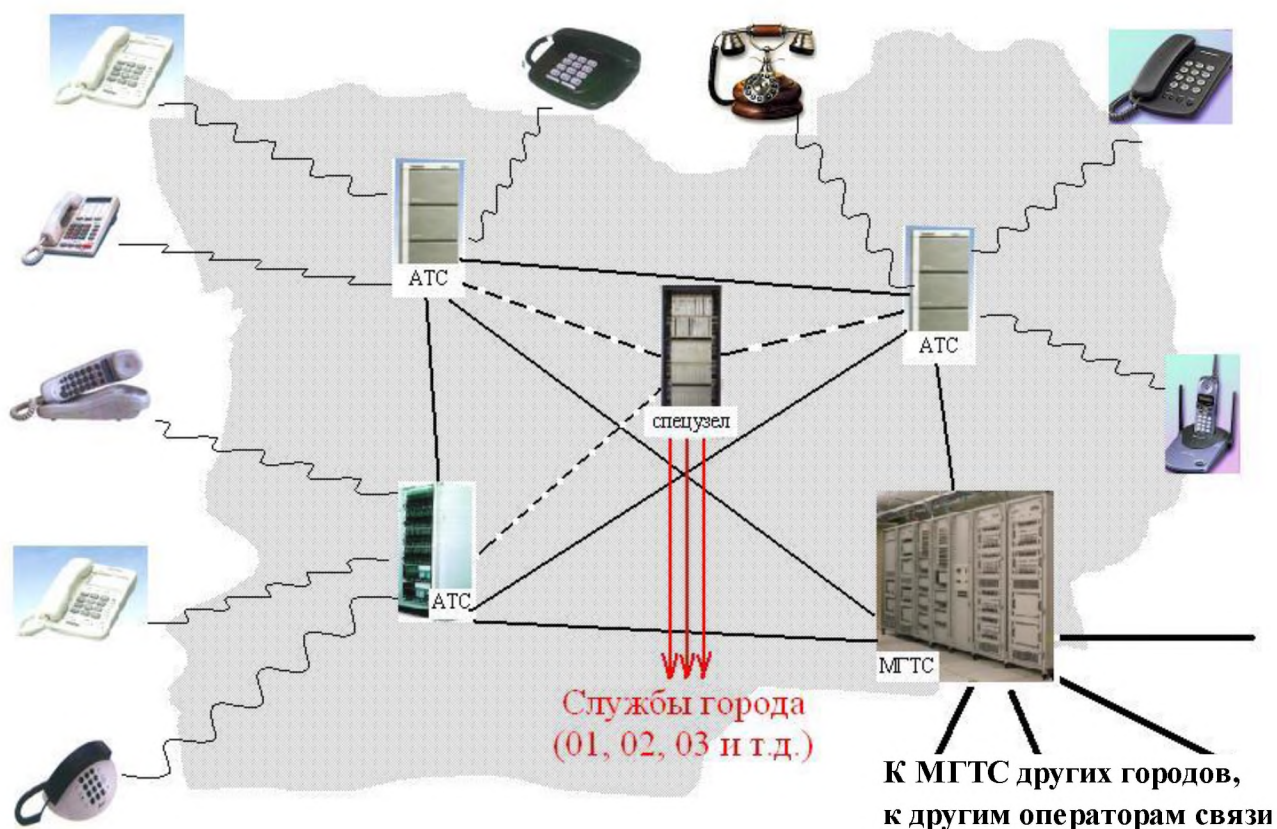


Рис. 2.1. Упрощенная схема городской телефонной сети радиально-узлового принципа построения

К разговорным устройствам ТА относятся:

микрофон предназначен для преобразования речи (звука) в электрический ток низкой частоты. Микрофоны могут быть угольными, конденсаторными, электродинамическими, электромагнитными, пьезоэлектрическими и др. Их можно классифицировать как активные и пассивные. Активные микрофоны непосредственно преобразуют звуковую энергию в электрическую. В пассив-

ных же микрофонах изменение звуковой энергии преобразуется в изменение какого-либо параметра схемы (чаще ёмкость или сопротивление); головной телефон преобразовывает ток разговорной частоты в звуковые колебания и рассчитанный для работы в условиях нагрузки на ухо человека. В зависимости от конструктивных особенностей телефоны подразделяют на электромагнитные, электродинамические, дифференциальной магнитной системой, пьезоэлектрические и др.

В телефонных аппаратах наибольшее распространение получили телефоны электромагнитного типа. В таких телефонах катушки закреплены неподвижно под действием протекающего в катушках тока возникает переменное магнитное поле, приводящее в движение подвижную мембрану, которая и создаёт звуковые колебания; согласующий трансформатор (ДС) обеспечивает развязку цепей передачи и приёма в ТА, а также согласование по сопротивлению ТА с линией, Согласующие трансформаторы изготавливают с отдельными обмотками или в виде автотрансформаторов. Для удобства пользования микрофон и телефон объединены в микрофонной трубке (рис. 2.2). Полоса рабочих частот для микрофонов и телефонов, используемых в ТА, соответствует стандартному КТЧ.



Рис. 2.2. Микрофонная трубка

К коммутационно-вызывным устройствам ТА относятся следующие элементы (функционально-технические узлы):

вызывное устройство (приёмник вызова) предназначено для преобразования вызывного сигнала переменного тока, в звуковой сигнал. В телефонных аппаратах, применяемых в настоящее время, используют два типа вызывных устройств: электромагнитные и электронные. Первое из них представляет собой одно- или двухкатушечный звонок. Звуковой сигнал образуется в результате удара бойка о звонковые чашки. Протекающий в катушках ток частоты 10-50 Гц создает переменное магнитное поле, которое приводит в движение якорь с бойком. Как правило, в телефонных звонках используют постоянные магниты, создающие определённую полярность магнитопровода, поэтому такие звонки называют поляризованными. Электронное вызывное устройство преобразует вызывной сигнал в звук, который может имитировать, например, пение птицы или фрагмент музыкального произведения. В качестве акустического излучателя при этом используют телефон или пьезоэлектрический вызывной прибор. Электронные вызывные устройства выполняют на полупроводниковых элементах;

номерабираетелем обеспечивает дистанционное управление устройствами коммутации автоматической телефонной станции (АТС) для осуществления соединения. В современных ТА применяются механические и электронные номерабиратели. Механическим номерабирателем является дисковый номе-

ронабиратель с десятью отверстиями для набора номера и специальным механизмом, обеспечивающим создание необходимого количества импульсов электрического тока с необходимыми параметрами. Современные технологии предусматривают изготовление телефонных аппаратов с тактильным (кнопочным) номеронабирателем, который по принципу действия является электронным. Электронные номеронабиратели выполнены на микросхемах, а набор номера осуществляется нажатием кнопок клавиатуры ТА. В специальных видах ТА номеронабиратель может отсутствовать (ТА для применения в прямых выделенных линиях связи);

рычажный переключатель обеспечивает физическое подключение к абонентской линии вызывного устройства телефонного аппарата в нерабочем состоянии (микротелефонная трубка лежит на телефонном аппарате) и разговорных цепей или номеронабирателя в рабочем состоянии телефонного аппарата (трубка снята).

Принцип построения (виды устройств) коммутационно-вызывной части ТА во многом определяет класс сложности ТА и должен соответствовать типу телефонной станции, с которой предусматривается работа ТА (см. ниже: типы набора номера).

Кроме перечисленных основных узлов, некоторые модели ТА могут иметь в своем составе дополнительные схемы, обеспечивающие дополнительные режимы работы и функции телефонного аппарата.

Различают несколько классов сложности ТА

3 класс телефонные аппараты с дисковым номеронабирателем, электро-механическим приёмником вызова и угольным микрофоном;

2 класс телефонные аппараты с кнопочным номеронабирателем, тональным приёмником вызова и не угольным микрофоном;

1 класс телефонные аппараты с дополнительными функциями и возможностями (спикерфон, повторный набор последнего номера и т.д.);

Высший многофункциональные ТА, имеющие программируемые функции.

Кроме этого признака ТА можно разделить на две группы в зависимости от системы питания микрофона. В случае, когда питание микрофона ТА осуществляется от собственного источника питания (как правило, элемент питания размещается внутри ТА), то говорят, что ТА принадлежит к системе питания с местной батареей (МБ) (рис. 2.4 а). В системе питания с центральной батареей (ЦБ) функционирование микрофона осуществляется от источника питания, входящего в состав станции, к которой подключен рассматриваемый ТА, а также другие ТА (рис. 2.3 б). Подача питающего напряжения в этом случае осуществляется по абонентской линии. В качестве центральной станции может рассматриваться АТС, коммутатор телефонной связи, различные диспетчерские системы телефонной связи [7, 8].

В России питание ТА в городских телефонных сетях осуществляется постоянным током напряжением 60 В (за рубежом 48 В). Телефонные аппараты первого и высшего класса сложности для обеспечения своей многофункциональности имеют дополнительные схемы, реализующие различные функции ТА, поэтому питание таких устройств осуществляется через дополнительный блок питания, работающий от промышленной сети переменного тока.

В зависимости конструктивных особенностей ТА могут быть настольного, настенного или универсального исполнения, а в зависимости от назначения — абонентские или специальные.

При работе телефонного аппарата в разговорном режиме возникает местный эффект, т.е. прослушивание собственной речи в головном телефоне аппарата, что оказывает влияние на качество телефонной связи. Явление местного эффекта возникает вследствие последовательного включения в электрическую цепь микрофона и головного телефона, которое необходимо для обеспечения дуплексной связи. Звуки собственного голоса абонент слышит с большей громкостью, чем звуки речи второго абонента, т.к. разговорный ток, прошедший с другого конца линии, ослабевает за счёт затухания в ЛС. Для устранения этого нежелательного явления используют противоместные схемы подключения разговорных устройств. Полное устранение местного эффекта достигается только на определённой частоте и при определённых параметрах ЛС, что в реальных условиях невыполнимо. Поскольку речевой сигнал содержит относительно широкий спектр частот, а параметры ЛС изменяются в достаточно широких пределах (зависят от удалённости абонента от АТС, переходных сопротивлений, ёмкости кабелей и т.д.), поэтому на практике местный эффект, чаще всего, только ослабляется, но не уничтожается полностью. Явление местного эффекта преднамеренно используется в некоторых специальных устройствах для контроля работоспособности разговорных устройств средств связи [17].

В современной телефонии различают импульсный и тональный (частотный) набор номера. Первый характерен для ТА с дисковым номеронабирателем и используется в работе АТС старого поколения (координатных и декадно-шаговых). Передача каждой цифры осуществляется созданием номеронабирателем определённого количества импульсов электрического тока путем кратковременного разрыва абонентской линии. При вращении диска по часовой стрелке заводится пружина механизма номеронабирателя. После освобождения диска он под действием пружины вращается в обратную сторону, при этом происходит периодическое замыкание контактов, коммутирующих абонент-

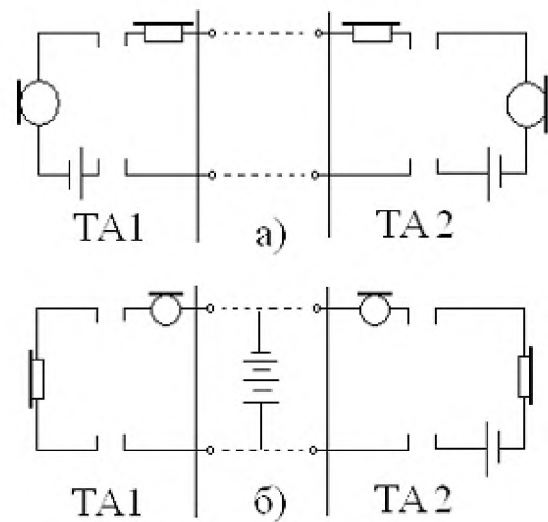


Рис. 2.3. Системы питания ТА

скую линию. Необходимая скорость и равномерность вращения диска достигаются наличием центробежного регулятора или фрикционного механизма. Формирование импульсов стабильной частоты и с необходимыми интервалами между импульсными посылками, соответствующим двум набранным цифрам, обеспечивается свободным вращением диска (рис. 2.4). Импульсы в свою очередь фиксируются на АТС и приводят в действие устройства автоматической коммутации. Таким образом осуществляется дистанционное автоматическое управление соединением [18].

Диаграмма работы кнопочного номеронабирателя с импульсным набором номера аналогична приведенной на рис. 2.4 с той лишь разницей, что паузы между импульсами набора и межсерийные паузы нормированы и близки к оптимальным за счёт применения электронных ключей. Это повышает стабильность работы АТС и уменьшает время соединения.

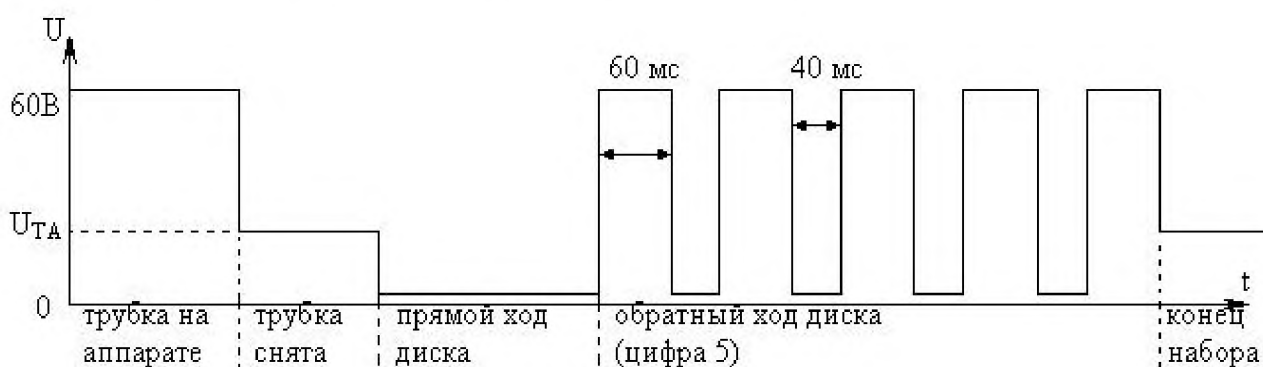


Рис. 2.4. Временная диаграмма работы дискового номеронабирателя

При частотном способе формирования сигнала передача каждой цифры осуществляется посылками с телефонного аппарата на АТС двух из восьми определённых частот, формируемых номеронабирателем ТАТ. Этот код обеспечивает формирование 16 комбинаций, 10 из которых используются для набора номера (табл. 2.1). Остальные кнопки расширенной клавиатуры ТА используются для дополнительных видов обслуживания (реализации программирования функций) [17].

Таблица 2.1. Многочастотный телефонный код

Частота, Гц	1209	1336	1477	1633
697	1	2	3	A
770	4	5	6	B
852	7	8	9	C
941	*	0	#	D

Кнопочные ТА могут быть с любым типом набором номера. Для этого телефонные аппараты имеют конструктивный переключатель с надписью типа «PULSE / TONE». На некоторых моделях ТА тип набора номера устанавливается программным способом. Кнопочные ТА с частотным набором номера используются при работе с современными электронными АТС, поэтому установку телефонного аппарата нужно производить с учётом оборудования АТС, к которой подключается ТА. В перспективе же следует ожидать повсеместный перевод телефонных сетей на обслуживание абонентов электронными АТС. Соответственно и конструирование вызывной части современных ТА в настоящее время ориентировано именно в этом направлении

2.2. Автоматическая телефонная связь

2.2.1. Автоматическая телефонная связь

Внутри зоны в пределах местных телефонных сетей (в населённых пунктах) используется 5-, 6-, или 7-значная нумерация, являющаяся номером линии абонента. Выход абонентов телефонной сети на телефонные сети других населённых пунктов осуществляется через междугороднюю телефонную станцию (МГТС). Для обеспечения автоматической телефонной связи между абонентами ТФОП почти везде уже введена единая десятизначная система нумерации. В соответствии с принятой нумерацией каждая зонавая телефонная сеть имеет трехзначный код «ABC», используемый для междугороднего соединения. Например, для установления междугородней телефонной связи нужно набрать код выхода на междугороднюю телефонную связь (цифру 8), код зоны нумерации, в которой находился вызываемый абонент (три цифры), номер сотысячной группы, в которую входит вызываемый абонент (две цифры) и номер абонента в сотысячной группе (пять цифр): 8-ABC ab xxxxx. При междугороднем соединении абонентов номер сотысячной группы (ab) является также согласующим (добавочным) элементом в сетях с 5- или 6-значной нумерацией (как правило это «22» и «2» соответственно). В перспективе ожидается повсеместный перевод местных телефонных сетей на 7значную нумерацию.

Данная нумерация допускает образование 10 млн. номеров в каждой зоне, но так как две цифры — 8 (выход на междугороднюю связь) и 0 (выход на специальные и справочные службы) в номере не используются, то общая ёмкость зоны ограничивается 8 млн. номеров. Для выхода в международную телефонную сеть после цифры 8 набирается 10, затем код страны и далее по системе нумерации предусмотренной в той или иной стране.

Выход абонентов городских телефонных сетей (ГТС) на специальные и справочные службы осуществляется через специальный узел, являющимся обязательным элементом телефонной сети (см. рис. 2.2). По сути, узел специальной связи «0» это специализированное коммутационное оборудование, обеспечивающее многоканальное соединение любых абонентов ГТС с коммутаторами различных диспетчерских служб (городских служб) с помощью телефонного

номера укороченной значности. Как правило, в городах РФ справочные службы имеют двух- или трёхзначный номер, начинающийся с «0» или «1», а службы экстренного реагирования — всегда двузначный вида «0N». Оборудование специальной связи может быть централизованным (сосредоточение всего оборудования в одном месте) или децентрализованным (комплекты устанавливаются на узловых станциях).

Формирование и посылка вызывных и ответных сигналов на абонентские устройства (вызова, занятости, ожидания, отбоя) в городских телефонных сетях с автоматическим соединением абонентов, а также питание телефонных аппаратов (ТА) абонентов (см. ниже: системы питания ТА) по соединительным линиям осуществляется с АТС. В телефонных сетях с ручным соединением абонентов вышеназванные процессы могут быть реализованы по другому принципу с использованием специализированных оконечных устройств (ТА).

В зависимости от вида коммутационных устройств, применяемых на АТС, последние разделяют на следующие типы:

- декадно-шаговые;
- координатные;
- электронные.

В декадно-шаговых АТС, впервые появившихся в первой половине XX века, применяются электромеханические искатели с электромагнитным приводом. Данный тип АТС прост в обслуживании, относительно недорог. Недостатком этих АТС является ненадёжность соединения, малое быстродействие, высокий уровень шума при работе устройств станции. В настоящее время использование этих станций незначительно.

Более высокой надёжностью и быстродействием обладают координатные АТС, которые, несмотря на большую стоимость, нашли более широкое применение и стали приемниками декадно-шаговых АТС. В качестве коммутационных устройств в АТС этого типа применены многократные координатные соединители, осуществляющие соединение линий по схеме координатной сетки. В настоящее время парк данных АТС в населенных пунктах и учреждениях ещё значителен.

Научно-технический прогресс привел к появлению качественно нового типа АТС: электронным (рис. 2.5). В качестве коммутационных устройств на АТС этого поколения используются электронные ключи, реализованные на базе полупроводниковых элементов. В качестве централизованного устройства, управляющего работой ключей, а также обеспечивающего выполнение некоторых дополнительных функций, применяются специализированные комплексы на базе компьютерной техники, где предусмотрено программное управление процессами коммутации телефонных каналов и распределения потоков телефонных сообщений. Электронные АТС имеют меньшую потребляемую мощность, малые габариты. Применение полупроводниковой технологии создает бесшумность работы АТС, её надёжность и быстродействие.

При организации телефонной связи в телефонных сетях, где действуют АТС с программным управлением, открывается возможность введения дополнительных видов обслуживания абонентов, в частности, предоставления им таких дополнительных услуг, как возможность применения сокращённого (с меньшим количеством знаков) набора номеров наиболее часто вызываемых абонентов; установка телефонного аппарата «на ожидание», если номер вызываемого абонента занят; уведомление абонента о вызове, когда он ведёт разговор с другим абонентом; переключение соединения на другой телефонный аппарат (переадресация вызова); организация одновременной телефонной связи нескольких абонентов (конференц-связь); обеспечение преимущественного права на соединение (приоритет) и др.

Телефонная связь может осуществляться по медно-кабельным, воздушным, оптико-волоконным, радиорелейным или спутниковым ЛС. Для телефонизации городов наибольшее применение нашли кабельные ЛС. Система телефонных линий ГТС представляет собой подземную систему, состоящую из трубопроводов и смотровых колодцев. Кабельная канализация начинается от здания телефонной станции и идёт в разных направлениях к линейным распределительным щиткам (шкафам).

От линейных распределительных щитков через распределительные коробки линии подводятся к абонентским оконечным устройствам. Соединение линейных щитков с оборудованием АТС осуществляется кабелем «витая пара» (рис. 2.8), о котором речь пойдет ниже. Аналогичным видом кабеля, но с меньшим количеством осуществляется разводка линий по зданиям, подъездам, распределительным коробкам. Оконечные устройства, в частности ТА, подключаются к распределительным коробкам с помощью изолированного двухжильного телефонного провода.

В зависимости от назначения телефонные линии могут быть соединительными, магистральными или абонентскими.

Абонентские линии служат для подключения оконечных устройств к телефонной сети. Соединительные линии обеспечивают соединение узлов (станций) и распределительных устройств (щитов, коробок) телефонной сети между собой.

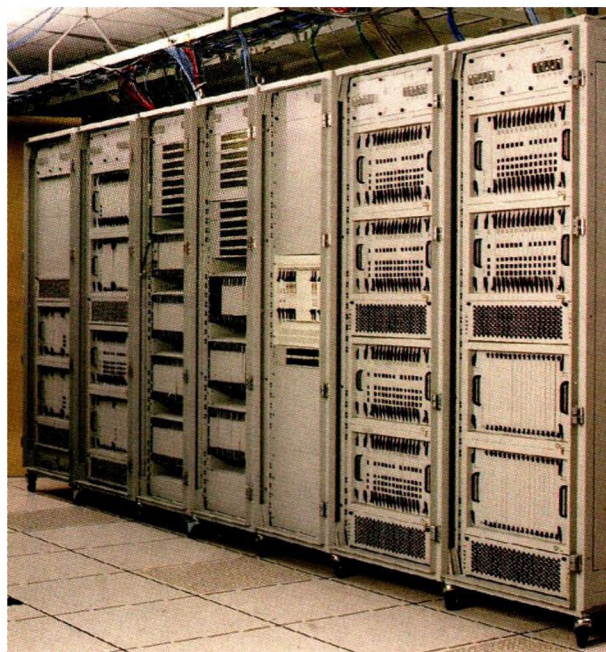


Рис. 2.5. Оборудование электронной АТС

Магистральные ЛС предназначены для организации межстанционной связи (при радиально-узловом принципе построения телефонной сети), междугородней и международной связи, а также сопряжения с другими сетями связи, например, сотовыми. В настоящее время для построения магистральных, а иногда и соединительных линий всё чаще стали применяться оптоволоконные кабели. Для увеличения пропускной способности существующих кабельных линий и повышения эффективности вновь прокладываемых ЛС на магистральных соединениях используют технологии многоканальной связи.

По характеру использования телефонные ЛС считаются:

односторонними, если обеспечивают посылку вызова и последующий разговор только по инициативе какой-либо одной определенной станции (абонента). Каждая односторонняя соединительная линия для вызывающего абонента является исходящей, а для вызываемого абонента входящей. Примером односторонней соединительной линии могут служить линии для вызова спецслужб города (в т.ч. и линии «01»), соединяющие спецузел ГТС с коммутатором какой-либо службы экстренного реагирования города; двухсторонними, если обеспечивают посылку вызова и последующий разговор по инициативе любой из станций (абонентов).

Для решения оперативных и служебных вопросов в подразделениях МЧС России широко используются так называемые прямые телефонные каналы. Такой тип канала обеспечивает обмен информацией (соединение) только между двумя определёнными абонентами, т.е. ЛС являются некоммутируемыми. Следовательно, оконечные устройства, подключенные к данной линии, не требуют номеронабирателя (устройств управления коммутацией), необходимого в автоматической телефонной связи. Прямые каналы (линии) могут быть ведомственными или, чаще всего, арендованными у предприятий — поставщиков услуг связи. В последнем случае соответствующие абонентские линии на коммутационных пунктах оператора связи (АТС) имеют постоянное соединение между собой.

Наибольшее применение прямые телефонные линии нашли в диспетчерской связи на пунктах связи многих городских служб, в т.ч. и обеспечивающих пожарную безопасность, а также во внутриведомственной и учрежденческой административной связи многих структур (ведомств, организаций). Сеть прямых телефонных линий является примером построения телефонных сетей с ручным соединением абонентов.

Основным видом кабеля, используемым при построении ГТС, до недавнего времени являлся телефонный кабель связи типа «витая пара», применяемый при построении телефонных сетей в населённых пунктах или отдельных зданиях. Пара проводников кабеля обеспечивает подключение одного телефонного номера.

Количество проводников в различных видах телефонного кабеля колеблется от единиц до нескольких тысяч (максимально 9400 проводников). Телефонные кабели в зависимости от области применения и назначения могут быть различных видов, но имеют общие требования по передаче сигналов: исключе-

ние взаимного влияния проводников многожильного кабеля друг на друга, а также воздействие на них внешних электрических и магнитных полей. Первое условие достигается путём наложения ограничений на параметры электрических сигналов по мощности и амплитуде, а второе — экранизацией кабеля. Витая пара — скрученная относительно друг друга пара проводников — сконструирована таким образом, чтобы минимизировать наводки на неё со стороны соседних пар, электрических линий, источников импульсных помех. Конструкция витой пары способствует уменьшению (в идеале отсутствию) излучения со стороны пары на соседние пары в пучке. В симметричном кабеле провода свиты между собой и этим достигается баланс, т.е. симметричные условия возбуждения помехи в проводах кабеля. В идеальной симметричной паре помехи, наведённые в проводах пары, взаимоуничтожаются.

На практике полного баланса, конечно, не бывает, и некая результирующая помеха остаётся. То же самое можно сказать и относительно излучённой помехи: чем лучше баланс пары, тем меньше она излучает наружу, в окружающую среду, помехи. Однако, ничего идеального в мире не существует. Изоляция кабеля может быть повреждена в процессе эксплуатации, во внутрь кабеля может попасть вода и т. д. Кроме того, электромагнитная защита пары не бесконечна и если имеют место сильные импульсные помехи, они оказывают ощутимое влияние, даже если пара исправна. Нарушение электромагнитной защиты может произойти также из-за того, что пара разбита, т.е. в случае, когда в качестве пары проводов для передачи данных используется по одному проводу из разных пар. Таким образом, эти два провода не свиты между собой. Это приводит к тому, что в паре наводится сильный, паразитный сигнал от внешних источников. Также разбитая пара обладает повышенным излучением и негативно влияет на остальные пары в пучке. Отсюда можно сделать вывод о том, что неисправность одной единственной пары может вызвать неработоспособность всего пучка (кабеля).

2.2.2. Телеграфная связь

Документальная связь в современном мире приобрела широкое распространение, т.к. появилась возможность отмены личных контактов между людьми при обмене документацией. Документальная связь применяется при необходимости передачи сообщений с подтверждением юридического характера, а также передачи иллюстративных и графических изображений. Понятие документальности заключается в обязательной записи сообщения в пункте приёма даже при отсутствии получателя.

К документальной связи относится один из классических видов электрической связи — телеграфная связь. С развитием электроники появился другой вид электрической связи, берущей своё начало в телеграфной связи, — факсимильная связь. С некоторым отступлением документальной связью можно считать и некоторые другие технологии электрической связи: систему персонального радиовызова (пейджинговая связь), голосовую почту и некоторые другие.

Развитие компьютерной техники привело к созданию самого современного вида документальной связи — электронной почте. Электронная почта может применяться при циркулярной передаче большого объёма информации или в случае необходимости передачи информации, требующей дополнительную обработку на пункте приёма (редактирование, архивация, обобщение и т.д.). В связи с тем, что электронная почта не предусматривает отдельного специального оборудования, то наличие персонального компьютера, подключенного к сети передачи данных, позволяет абоненту пользоваться данным видом связи.

Основное преимущество документальной связи — высокая оперативность передачи информации за счёт освобождения получателя от приёма информации и записи её вручную, что особенно важно при занятости дежурного (диспетчерского) персонала оперативной работой. Кроме того, современные технические решения обеспечивают большую достоверность документального обмена информацией.

Телеграфная связь — вид электрической связи, предназначенный для передачи буквенно-цифровых (символьных) сообщений. Телеграфная связь — старейший вид электрической связи, появившийся в 30-х годах XIX века. В телеграфной связи в качестве сообщения передаётся телеграмма — текстовое сообщение, переданное или предназначенное для передачи средствами телеграфной связи. Телеграфная связь может использоваться при неудовлетворительном качестве телефонной связи или при каких-либо нарушениях речи передающего абонента (заикание, картавость и т.д.) в случае необходимости передачи текстовой информации [17].

Телеграфная сеть страны условно объединяет следующие взаимосвязанные

1. Сеть общего пользования. По телеграфной сети общего пользования осуществляется обмен телеграммными сообщениями между предприятиями соответствующего ведомства.

2. Сеть международного абонентского телеграфирования (телекс). Телексная сеть единая международная автоматизированная система телеграфной абонентской сети, предназначенная для быстрой передачи символьной информации и использующая латинский алфавит, цифры и специальные знаки. Абонентам телексной сети присваивается цифровой номер и буквенный код, которые дополняются шифром страны.

3. Сеть абонентского телеграфирования, осуществляющую обмен сообщениями между предприятиями и учреждениями (телетайп). Телетайпная сеть — аналог телексной сети, действующий на территории РФ, допускающий использование латинского и русского алфавита. Абонентам телетайпной связи присваивается цифровой номер и буквенный код.

4. Сеть некоммутируемых (прямых) дискретных каналов.

Телеграфная сеть базируется на основе телефонных сетей. Для передачи телеграфных сообщений используются специально выделенные каналы телефонной сети. Оконечными устройствами сети телеграфной связи являются телеграфные аппараты.

Основной принцип телеграфной связи — принцип коммутации каналов (аналогично телефонной связи).

Соединение каналов и линий телеграфной связи осуществляется на телеграфных станциях, как правило, располагающихся совместно с телефонными узлами и станциями. Вызов телеграфного абонента осуществляется набором его номера с помощью номеронабирателя, аналогичного телефонному (система телеграфной нумерации в нашей стране является шестизначной).

Для передачи одного знака в телеграфии применяются, как правило, 7-разрядный двоичный код, т.е. каждый символ передаётся последовательно, состоящей из 7 тактовых промежутков времени определённой длительности («0» или «1»), соответствующих длительности одного импульса. Разрядность определяется общим количеством букв русского и латинского алфавита.

Телеграфные аппараты характеризуется следующими показателями [8]:

Скорость телеграфирования — количество импульсов, передаваемых телеграфным аппаратом в единицу времени. Скорость телеграфирования измеряется в бодах. Приняты следующие скорости телеграфирования: 50, 00, 200, 400 Бод.

2. Коэффициент ошибок — отношение количества неправильно принятых знаков к общему количеству переданных знаков. Коэффициент ошибок у современных телеграфных аппаратов достигает значения не более 10⁻⁴, т.е. одна ошибка на миллион знаков.

По возможности передачи информации телеграфная связь может быть симплексной или дуплексной.

Принцип передачи телеграфного сообщения заключается в следующем. На клавиатуре телеграфного аппарата, подобной клавиатуре пишущей машинки, набирается текст сообщения, который в устройстве, называемом реперфоратором, преобразуется в набор отверстий на перфоленте. Далее в специальном устройстве транзиттере, происходит считывание информации фотоэлектрическим способом, т.е. сообщение преобразуется в электрические импульсы, которые, в свою очередь по ЛС поступают в приёмный телеграфный аппарат. В приёмном телеграфном аппарате эти электрические импульсы воздействуют на буквопечатающий аппарат, который печатает текст сообщения.

Реперфоратор и транзиттер приводятся в действие ручным способом, поэтому подготовка сообщения (или нескольких сообщений подряд) на перфоленте в реперфораторе осуществляется заранее, а транзиттер включается после того, как вызывное устройство передающего телеграфного аппарата (номеронабиратель) обеспечит его соединение с приёмным аппаратом.

Новейшие телеграфные аппараты являются электронными и совместимыми с ПК, поэтому процесс передачи телеграфных сообщений значительно упрощается. Но, несмотря на это, по оценкам специалистов, объём трафика классической телеграфной связи уменьшается в связи с быстрым развитием других видов документальной связи: факсимильной связи и электронной почты.

2.2.3. Факсимильная связь

Факсимильная связь исторически берёт начало из телеграфной связи: факсимильная связь — это фототелеграф

Факсимильная связь — вид электрической связи, предназначенный для передачи неподвижных плоских изображений (графических, иллюстративных и т.д.). По сравнению с телеграфной связью факсимильная связь характеризуется большим разнообразием передаваемой документальной информации (передача не только содержания, но и внешнего вида самого документа, фотографий, рисунков и т.д.) и более высокой помехоустойчивостью. Применение факсимильной связи в предыдущие годы сдерживалось из-за малой пропускной способности СП и невысокой достоверности передачи информации. Раньше фототелеграфная связь использовалась, главным образом, для передачи материалов газетных полос. Развитие электроники способствовало активному развитию факсимильной техники. Факсимильная связь эффективна при организации документооборота и может использоваться для передачи схем, карт, копий приказов, планов и т.д.

Абонентская факсимильная связь организуется по телефонной сети. В качестве каналов факсимильная связь использует стандартные телефонные каналы проводной связи или радиотелефонные каналы (КТЧ). Факсимильная связь осуществляется при помощи факсимильных аппаратов, которые подключаются параллельно ТА абонентов. С помощью ТА устанавливается соединение между абонентами, и после этого осуществляется передача факсимильного сообщения, началом которой является нажатие кнопки соответствующей функции факсимильного аппарата (например, кнопка «Start»).

Современные факсимильные аппараты конструктивно выполнены так, что позволят передавать как речевые, так и факсимильные сообщения, т.е. совмещают функции телефонного и факсимильного аппаратов. Простота организации факсимильной связи даёт возможность установки факсимильной техники не только на пунктах связи, а и у отдельных абонентов.

Тракт факсимильной связи включает факсимильный ПРД, ЛС и факсимильный ПРМ. В основу факсимильной связи положен метод передачи временной последовательности сигналов, характеризующих яркость отдельных элементов передаваемого документа и соответствующей репродукции на приёмном бланке. Такой метод получил название метода развёртки. В общем, схема односторонней передачи факсимильного сообщения включает в себя последовательно систему сканирования, систему передачи/приёма сигнала и систему воспроизведения (печати).

Вся поверхность объекта передачи (оригинала) разбивается в передающем факсимильном аппарате на большое количество достаточно малых элементарных площадок (пикселей), которые различаются по оптической плотности. Размеры площадок изображения определяются требованиями к точности воспроизведения линий, деталей и контуров. Данные требования заложены в технических характеристиках факсимильных аппаратов. В анализирующей си-

стеме происходит последовательное (элемент за элементом) преобразование изображения оригинала (элементарных площадок) в последовательность электрических сигналов, несущих информацию об оригинале. Перемещение сканирующего луча, формируемого светооптическим устройством, по поверхности изображения осуществляется развертывающим устройством. Отражённый от элементарных площадок луч имеет различную оптическую плотность (яркость), в соответствии с которой в фотооптическом преобразователе формируется видеосигнал. Амплитуда видеосигнала на выходе фотопреобразователя пропорциональна величине отражённого светового потока. Далее видеосигнал поступает на вход АЦП, где преобразуется в цифровой код. С выхода АЦП цифровой код поступает на вход устройства преобразования сигналов (УПС), где посредством использования одного из протоколов модуляции спектр цифрового видеосигнала переносится в область частот используемого КС. Модем определяет порядок передачи сигнала, порядок исправления возможных ошибок и т.д.

По ЛС сигнал с выхода факсимильного передатчика поступает в приёмный факсимильный аппарат, где осуществляется обратное преобразование (демодуляция и цифро-аналоговое преобразование). Далее видеосигнал поступает в воспроизводящее устройство (синтезирующую систему) факсимильного аппарата, где происходит фиксация последовательности полученного сигнала, и в результате действия развёртывающего устройства на бланке воспроизводится копия переданного изображения. Процесс получения конечной факсимильной копии обратный процессу сканирования носит название репликации.

В факсимильной связи могут применяться следующие методы записи принимаемого изображения:

фотографический, при котором в качестве носителя используется фото-бумага или фотоплёнка (запись ведётся точечным источником света, яркость которого изменяется в соответствии с изменением видеосигнала во времени);

электрохимический, основанный на использовании специальной бумаги, чернеющей при пропускании через неё электрического тока (записывающим элементом служат два точечных электрода, между которыми располагается бумага, и запись осуществляется непосредственно видеосигналом, усиленным до требуемой величины);

штриховой, при котором носителем является обычная бумага, а записывающим элементом — ролик, смазанный специальной краской, или чернильное перо, приводимое в движение электромагнитом (модификацией этого способа является запись через копировальную бумагу);

электротермический, основан на принципе переноса тепловой энергии от термоэлемента к химически обработанной бумаге, называемой обычно термо-бумагой. При контакте термоэлемента с термобумагой в ней происходит реакция плавления и сублимации, в результате чего создается фрагмент изображения;

электростатический, основанный на переносе изображения с фоточувствительного барабана, на который оно наносится лучом лазера, на бумагу посредством тонера и последующего термического закрепления изображения на бумаге (лазерной печати).

Фотографический, электрохимический и штриховой методы записи применялись на ранних этапах развития факсимильной связи. Современные факсимильные аппараты реализуют методы лазерной и термопечати.

При всех способах записи записывающий элемент перемещается по носителю вдоль строки, а затем переходит на следующую строку. Развёртывающий элемент передатчика также движется по строкам. Для обеспечения точного соответствия копии оригиналу необходимо, чтобы передатчик и приёмник работали синхронно, т.е. движение развёртывающего элемента передатчика и записывающего элемента приёмника по геометрической плоскости имели одинаковую последовательность. Несоблюдение этих условий приводит к появлению геометрических искажений принятого изображения или полной потере изображения. Синхронизация в факсимильных аппаратах осуществляется автоматически. Для обеспечения синхронности и синфазности развёрток на передающей и приёмной сторонах используются устройства синхронизации и фазирования, управляющие перемещением развёртывающего и записывающего элементов. Таким образом, система факсимильной связи очень напоминает ксерокс, в котором оригинал и копию разделяет некоторое расстояние.

Возможности факсимильных аппаратов зависят от их модификации. Многие факсимильные аппараты совместимы с ПК. Современные факс-модемы имеют в своём составе все составные части факсимильных аппаратов за исключением сканирующего и воспроизводящего устройств. Они «умеют» связываться с обыкновенными факсами, при этом принимаемая информация о передаваемом изображении выдаётся на компьютер, где протоколом передачи факсимильных сообщений преобразуется в один из распространённых графических форматов. Полученный таким образом документ можно отредактировать, вывести на принтер или передать другому корреспонденту, имеющему факс или ПК с факс-модемом. Большинство современных факсимильных аппаратов могут содержать в памяти в зависимости от модификации от 10 до 500 стандартных страниц формата А4 с информацией или голосовые сообщения продолжительностью порядка 10-15 минут (функция голосовой почты).

Основными характеристиками факсимильных аппаратов, определяющих достоверность и оперативность данного вида связи, являются:

1. Разрешающая способность – количество линий, анализируемых передающим аппаратом на единице площади.

2. Скорость развёртки – количество строк, анализируемых факсимильным аппаратом в единицу времени. Сканирование одной страницы формата А4 осуществляется за несколько секунд.

3. Скорость передачи – количество информации, передаваемой по ЛС в единицу времени. Большинство аппаратов позволяют передать страницу информации стандартного формата А4 за 3-10 секунд.

4. Скорость печати – количество страниц, печатаемых за одну минуту. Данная характеристика определяется классом факсимильного аппарата и может составлять более 10 страниц формата А4 в минуту.

5. Качество печати — количество точек, печатаемых на единице площади. Современные факсимильные аппараты способны воспроизводить порядка точек на один квадратный дюйм (около 6,5 см²).

Глава 3. Радиосвязь

3.1. Основные элементы радиосвязи

Значительная часть всех коммуникационных действий человека в производственной и бытовой сферах деятельности осуществляется с помощью систем мобильной связи. В главе говорилось, что подвижной (мобильной) связью называют процесс передачи информации, при котором хотя бы один из абонентов может находиться при этом в движении. Здесь следует добавить, что основным практическим способом осуществления мобильной связи на значительные расстояния в настоящее время является применение электромагнитных волн. Возможность практического применения электромагнитных волн для установления связи без проводов впервые продемонстрировал выдающийся русский физик А.С. Попов 7 мая 1895 года.

Изначально использовался термин «радиосвязь» способ передачи информации, в котором переносчиком сигнала являются электромагнитные волны. Понятие «мобильная связь» появилось значительно позже и в настоящее время по существу является синонимом, т.к. подавляющее количество технологий мобильной связи использует в качестве среды передачи сигналов пространство, в котором распространяются именно радиоволны. Радиоволны занимают нижнюю часть спектра электромагнитных колебаний (рис. 3.1). В настоящее время для связи кроме радиоволн используются также электромагнитные волны оптического диапазона, но, во всяком случае пока, большая часть реально используемых систем, реализующих технологии оптической связи, относятся к системам фиксированной связи [17].

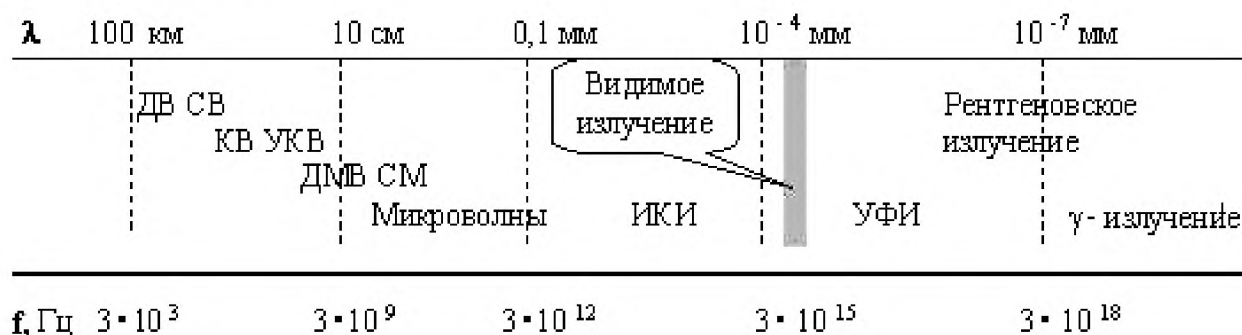


Рис. 3.1. Спектр электромагнитных колебаний

По сравнению с проводной связью радиосвязь обладает целым рядом преимуществ:

возможность ведения связи с абонентами в движении; возможность организации связи в труднодоступных местах или случае невозможности, а также нецелесообразности организации проводной связи (торфяной пожар, горная

местность, наводнение и т.д.); возможность одновременной передачи сообщений неограниченному количеству абонентов; относительно малое время для установления связи.

Основным недостатком радиосвязи является наличие помех промышленного характера, а также влияние климатических условий и рельефа местности. Кроме того, в ряде случаев (тоннели, подземные сооружения и т.д.) организация радиосвязи невозможна или затруднена в силу физических законов распространения радиоволн.

Многие службы и организации в нашей стране и во всем мире для решения своих задач используют средства радиосвязи. Не составляют исключение из этого списка и пожарно-спасательные подразделения. Радиосвязь в их деятельности обеспечивает решение следующих основных задач: связь с транспортными средствами в пути следования; управление подразделениями при ликвидации ЧС и их последствий; эффективное резервирование каналов проводной связи; оперативный обмен служебной информацией без привязки сотрудников к определённому месту.

Для решения этих задач применяется разнообразная техническая база, использующая различные способы передачи информации с помощью радиоволн и имеющая различные принципы обработки сигналов (радиостанции, а также транкинговые (транковые), сотовые, пейджинговые, спутниковые системы связи).

3.1.1. Образование и распространение радиоволн

Радиоволны представляют собой процесс распространения электромагнитных колебаний в пространстве, создаваемых токами высокой частоты (ВЧ) диапазона $3 \cdot 10^3$ до $3 \cdot 10^{12}$ Гц. Высокочастотные колебания электрического тока образуются с помощью колебательных систем. Простейший колебательный контур, генерирующий электромагнитные колебания, состоит из катушки индуктивности и конденсатора, параметры которых определяют частоту колебаний. Если электромагнитные колебания возникают в контуре из катушки и конденсатора, то переменное магнитное поле оказывается связанным с катушкой, а переменное электрическое поле — сосредоточенным в пространстве между пластинами конденсатора (рис. 3.2 а). Такой контур называется закрытым или замкнутым. Закрытый колебательный контур практически не излучает электромагнитные волны в окружающее пространство.

Для осуществления радиосвязи необходимо обеспечить возможность излучения электромагнитных волн, и если разнести обкладки конденсатора, получим открытый колебательный контур, способный излучать энергию в пространство. Если контур состоит из катушки и двух пластин плоского конденсатора, не параллельных друг другу, то чем под большим углом развёрнуты эти пластины, тем более свободно выходит электромагнитное поле в окружающее пространство (рис. 3.2 б) [17].

Предельным случаем раскрытия колебательного контура является удаление пластин конденсатора на противоположные концы прямой катушки. Такая система называется открытым колебательным контуром (рис. 3.2 в).

Силовые линии поля замыкаются на обкладках конденсатора. Изображение пластин конденсатора на концах катушки открытого колебательного контура на рисунке является лишь условностью.

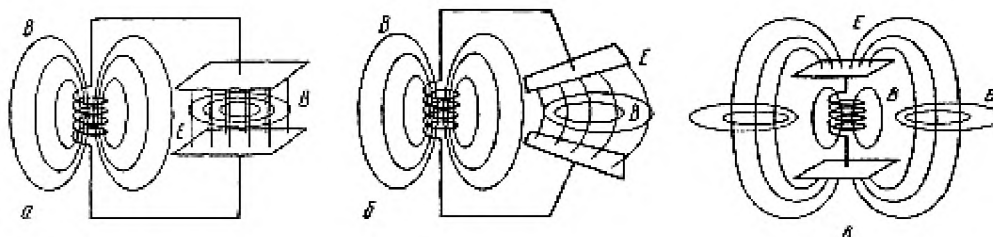


Рис. 3.2. Преобразование колебательного контура в антенну

В действительности контур состоит из длинного провода — антенны. Один конец антенны заземлён, второй поднят над поверхностью земли. Всякий металлический проводник обладает собственной ёмкостью и индуктивностью, т.е. является открытым колебательным контуром. Открытый колебательный контур принято называть вибратором. Резонансная частота (F) такой антенны определяется ёмкостью и индуктивностью металлического проводника или элементов подстройки [17]:

$$F = 2\pi \frac{1}{\sqrt{L \cdot C}}$$

Катушка антенны имеет индуктивную связь с катушкой колебательного контура генератора незатухающих электромагнитных колебаний. Вокруг любого проводника, по которому протекает электрический ток, создаётся магнитное поле. Вынужденные колебания высокой частоты в антенне создают в окружающем пространстве переменное электромагнитное поле. Процесс распространения переменных магнитного и электрического полей и есть электромагнитная волна.

Электромагнитную волну условно можно представить в виде двух синусоид, расположенных во взаимно перпендикулярных плоскостях. Одна синусоида изображает изменение электрической составляющей волны (E), а другая магнитной (H) (рис. 3.3). Распространение электрической составляющей (а соответственно и магнитной) в вертикальной или горизонтальной плоскости определяется расположением в пространстве передающей антенны. Взаимное расположение плоскостей распространения электрической и магнитной составляющей радиоволны обозначают понятием поляризация»

Радиоволны, как и другие волновые процессы, обладают рядом параметров (амплитуда, частота, фаза и т.д.), но имеют свои особенности (в отличие от механических волн) в связи с другой физической природой.

Радиоволны могут распространяться как в упругой среде (воздух, вода, металл и т.д.), так и в вакууме, но в основном рассматривается распространение радиоволн по естественным трассам, т.е. в условиях, когда средой служат атмосфера Земли или космическое пространство. Среда в данном случае является тем звеном в радиосвязи, которое практически не поддается управлению, хотя и подлежит относительно достоверным расчётам. Скорость распространения электромагнитной волны в свободном пространстве приблизительно равна скорости света — 300 000 км/с.

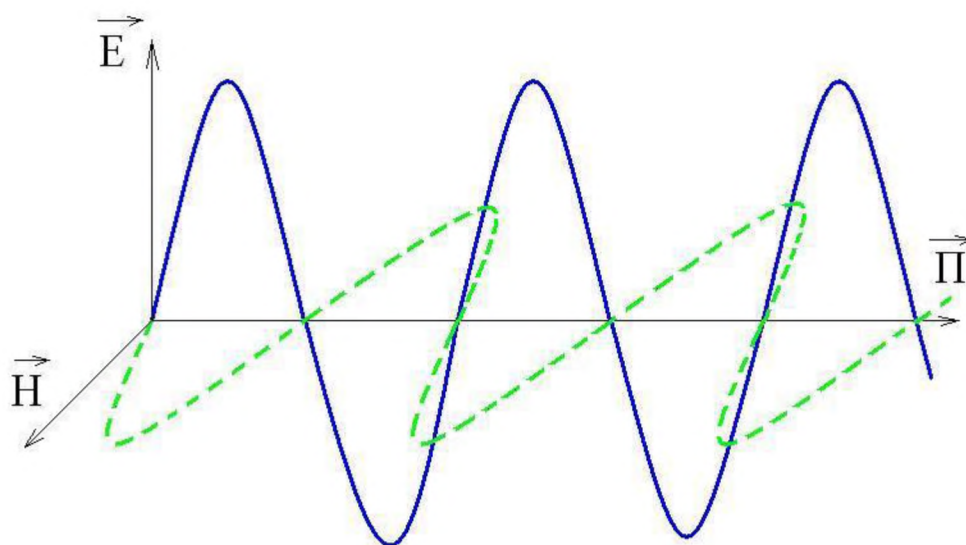


Рис. 3.3. Графическое представление радиоволны

В отличие от механических колебаний скорость радиоволны не зависит от среды распространения и частота колебаний в колебательном контуре определяет длину радиоволны. Таким образом, можно утверждать, что длина волны соответствует определенной частоте электромагнитных колебаний, а их взаимосвязь можно выразить следующим образом [17]:

$$\lambda = V / f; \text{ т.к. } V \approx c, \text{ а } c = 3 \cdot 10^8 \text{ (м/с)} \Rightarrow \lambda = 3 \cdot 10^8 / f \text{ (м)}.$$

В окружающей земной шар атмосфере различают две области, оказывающие влияние на распространение радиоволн: тропосферу и ионосферу. Ионосферой называется область атмосферы, начинающаяся от высоты 60-90 км и простирающаяся примерно до 10000 км над поверхностью Земли. В этой области плотность газа весьма мала и газ ионизирован, т.е. имеется большое число свободных электронов (примерно 10^3 - 10^6 электронов в см³ пространства). Присутствие свободных электронов существенно влияет на электрические свойства газа и обуславливает возможность отражения радиоволн от ионосфе-

ры. Путём последовательного отражения от ионосферы и поверхности Земли радиоволны могут распространяться на очень большие расстояния (например, длинные волны могут несколько раз обогнуть земной шар). Ионосфера является неоднородной средой, и радиоволны рассеиваются в ней, что также обуславливает возможность распространения радиоволн на большие расстояния. Радиоволны, распространяющиеся путём отражения от ионосферы или рассеивания в ней, принято называть ионосферными (пространственными) волнами. На условия распространения ионосферных волн свойства земной поверхности и тропосферы влияют мало.

За пределами ионосферы плотность газа и электронная плотность уменьшаются и на расстоянии, равном 3-5 радиусам земного шара (средний радиус земного шара равен 6370 км), атмосфера Земли переходит в космическое пространство, где газ полностью ионизирован, плотность протонов равна Плотности электронов и составляет всего 2-20 эл/см. Условия распространения радиоволн в космосе близки к условиям распространения в свободном пространстве.

Таким образом, оказывается возможным рассматривать отдельно влияние на распространение радиоволн земной поверхности, тропосферы, ионосферы и космического пространства.

Тропосферой называется приземная область атмосферы, простирающаяся до высоты примерно 10-15 км. Тропосфера неоднородна как в вертикальном направлении, так и вдоль земной поверхности, кроме того, её электрические параметры меняются при изменении метеорологических условий. Тропосфера влияет на распространение волн вдоль земной поверхности и обеспечивает распространение так называемых тропосферных волн. Распространение тропосферных волн связано с атмосферной рефракцией (искривлением траектории волны) в неоднородной тропосфере, а также с рассеянием и отражением радиоволн от неоднородностей тропосферы. Благодаря атмосферной рефракции осуществляется передача информации с помощью систем тропосферной связи.

Радиоволны, распространяющиеся в непосредственной близости (в масштабе длины волны) от поверхности Земли, т.е. в нижних слоях атмосферы, принято называть земными (поверхностными). Земная поверхность оказывает существенное влияние на распространение радиоволн. Сферичность земной поверхности препятствует прямолинейному распространению радиоволн. Условия распространения радиоволн вдоль земной поверхности в значительной степени зависят от проводимости почвы (поверхности) и от длины волны. В случае идеальной проводимости земной поверхности радиоволны отражались бы от неё без потерь, но реально земная поверхность не является ни идеальным проводником, ни идеальным диэлектриком. Поэтому радиоволны, распространяясь вдоль земной поверхности, частично ею поглощаются и тем сильнее, чем меньше длина волны.

В однородной среде волны распространяются, как было сказано выше, прямолинейно и равномерно, причём с увеличением расстояния от излучателя (антенны) плотность потока энергии в точке приёма уменьшается прямо пропорционально расстоянию от излучателя. Это связано с тем, что вся мощность,

излучаемая антенной, распространяется во все стороны равномерно и в каждую точку пространства доходит лишь часть электромагнитной энергии.

При распространении радиоволн энергия радиоволны непрерывно уменьшается не только из-за явления рассеивания. Часть энергии радиоволн теряется при образовании вихревых токов в различных токопроводящих предметах, пересекаемых радиоволнами, Энергия токов вихревого характера частично превращается в тепло. Явление превращения энергии радиоволн в другие виды энергии, например, в тепловую, условно называют поглощением радиоволн.

Радиоволны способны огибать различные препятствия, встречающиеся на пути распространения. Это явление получило название дифракции. Дифракция значительно зависит от длины волны. Радиоволны с большой длиной волны способны огибать большее по геометрическим размерам препятствие. Для возникновения дифракции размеры препятствия должны быть соизмеримы с длиной волны, поэтому в диапазонах, где длины радиоволн составляют единицы метров и менее, дифракции на препятствиях городского плана (здания) практически не происходит.

Среда распространения радиосигнала (например, городская застройка) содержит множество препятствий на прямой, соединяющей антенну базовой станции с антенного абонента. Соответственно существует только относительно короткий участок распространения по прямой видимости и множество трасс прохождения радиосигнала с переотражением (несколькими переотражениями). Во многих случаях (не только городская застройка, но и, например, холмистая местность) существует более одного пути распространения радиоволн, и эта ситуация называется многолучевым распространением. Сигнал в точке приёма при многолучевом распространении представляет сумму компонентов переданного сигнала, пришедших в точку приёма по различным путям с переотражениями. Это вызывает изменение уровня сигнала в точке приёма, случайные колебания фазы принимаемого сигнала (фазовый шум) и временное рассеяние передаваемых символов сигнала. Радиоволны, отражённые от различных препятствий, проходят одна через другую, не влияя друг на друга, но в различных точках пространства возникает явление интерференции. Сущность этого явления заключается в том, что две (или более) волны с одинаковым периодом и фазой могут накладываться друг на друга, создавая при этом точки пространства, в которых наблюдаемоя увеличение амплитуды результирующего сигнала. При противоположных фазах и одинаковом периоде сигналов будет наблюдаться уменьшение амплитуды результирующего сигнала (замирания сигнала), и, следовательно, ухудшение качества или даже пропадание связи в зависимости от разницы амплитуд взаимодействующих сигналов. Эти точки пространства соответственно выше описанным условиям получили название интерференционного максимума и интерференционного, минимума.

Трасса распространения радиосигнала изменяется при перемещениях подвижного абонента и движении окружающих предметов. Даже малейшее их перемещение приводит к изменению условий многолучевого распространения и как следствие к изменению параметров принимаем сигнала. Предположим,

например, что абонент находится на улице с оживлённым движением. Хотя абонент относительно неподвижен, часть окружающей среды (автомобили) движется со средней скоростью 50 км/ч. Автомобили на улице являются движущимися отражателями радиосигналов и существенно изменяют во времени среду распространения, а, следовательно, и характеристики принимаемого абонентом радиосигнала. Уровень принимаемого сигнала особенно сильно изменяется во времени при перемещении самого абонента. Перемещение лишь на доли длины волны может вызвать значительное изменение принимаемого уровня. Если рассмотреть абонента, передвигающегося в автомобиле, то за счёт его движения будут изменяться и расстояние до базовой станции, и конфигурация препятствий на пути распространения радиосигнала от базовой станции к абоненту. В обоих случаях в условиях многолучевого распространения радиосигнал может моделироваться как случайным образом изменяющаяся во времени среда распространения [17].

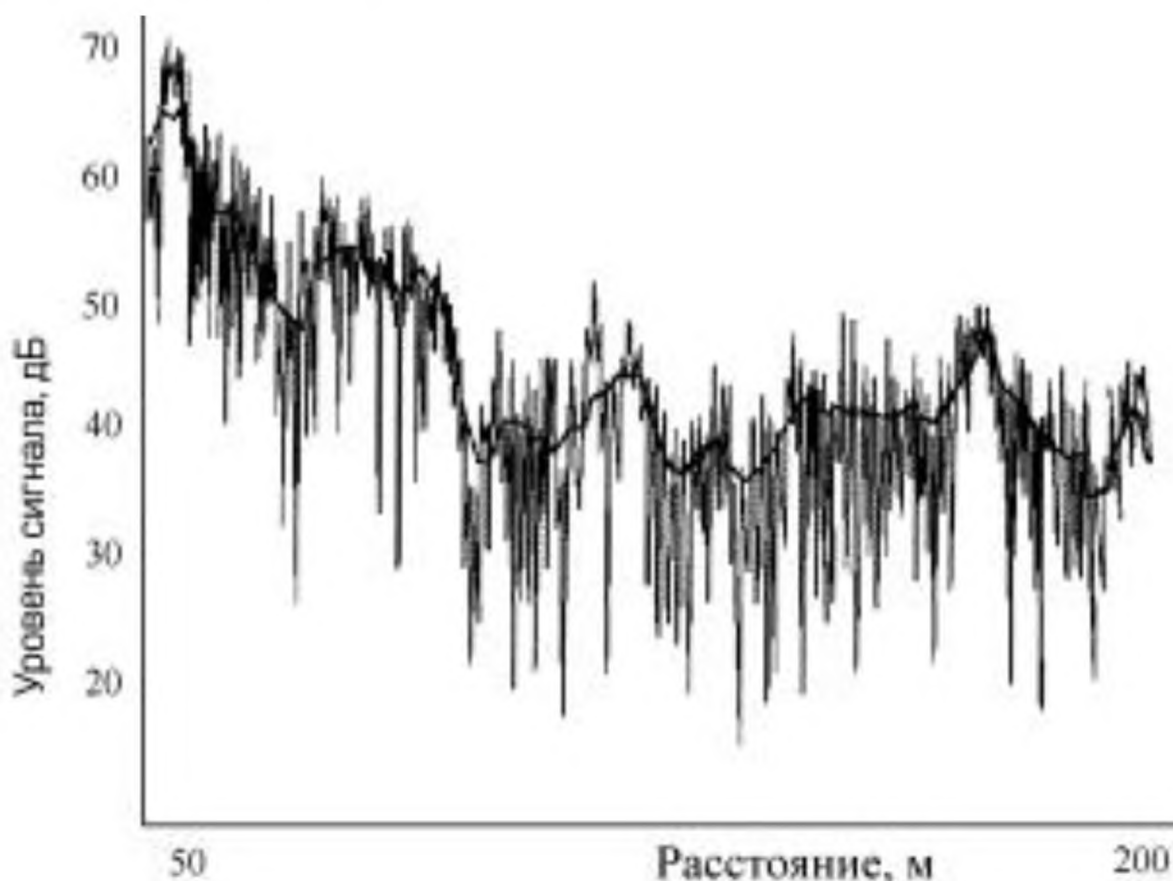


Рис. 3.4. Графическое представление изменения уровня сигнала

Изменения уровня принимаемого сигнала при перемещениях абонента представлены на рис. 3.4, из которого видно, что уровень сигнала испытывает флуктуации, известные как быстрые (кратковременные) замирания. С другой стороны, локальное среднее уровня сигнала также изменяется, но медленно. Эти медленные флуктуации зависят в основном от характеристик среды явля-

ются особенности рельефа местности вдоль трассы распространения радиосигнала.

Модели распространения, применяемые для энергетического расчёта радиоканалов, чаще всего оценивают его медианную (среднюю) величину, не учитывая быстрые замирания. При теоретическом рассмотрении условий распространения земных радиоволн атмосферу считают сначала непоглощающей средой с относительными диэлектрической и магнитной проницаемостями, равными единице, а затем вносят необходимые поправки.

Итак, распространение радиоволн в основном происходит в атмосфере и у поверхности Земли, причём электрические и магнитные характеристики среды сильно искажают идеальную картину излучения и распространения радиоволн. Но, зная общую картину распространения радиоволн, можно нейтрализовать большую часть негативных влияний, вызванных физическими свойствами радиоволн.

Радиоволны в соответствии с международной классификацией делятся на диапазоны (табл. 3.1). Радиоволны различных диапазонов ввиду некоторых физических свойств, о которых речь шла выше, могут распространяться на разные расстояния, так как волны разных диапазонов характеризуется специфическими особенностями распространения радиосигнала.

Таблица 3.1. Диапазоны радиоволн

Наименование радиоволн	Диапазон частот, f	Длина волн, λ	Условное обозначение диапазонов
Декаметровые	3 - 30 Гц	100000 - 10000 км	СДВ
Метровые	30 - 300 Гц	10000 - 1000 км	
Гектокилометровые	300 - 3000 Гц	1000 - 100 км	
Мириаметровые	3 - 30 кГц	100 - 10 км	
Километровые	30 - 300 кГц	10 - 1 км	ДВ
Гектометровые	300 - 3000 кГц	1 - 0,1 км	СВ
Декаметровые	3 - 30 МГц	100 - 10 м	КВ
Метровые	30 - 300 МГц	10 - 1 м	УКВ
Дециметровые	300 - 3000 МГц	1 - 0,1 м	ДМВ
Сантиметровые	3 - 30 ГГц	10 - 1 см	СМВ
Миллиметровые	30 - 300 ГГц	10 - 1 мм	Микроволны
Децимиллиметровые	300 - 3000 ГГц	1 - 0,1 мм	

Ионосфера является отражающим слоем для сверхдлинных (СДВ), длинных (ДВ), средних (СВ) и частично коротких волн (КВ). Обладая хорошей дифракционной способностью, радиоволны этих диапазонов (особенно СДВ и ДВ), могут преодолевать значительные расстояния. Данные диапазоны используются для международного радиовещания, навигации.

Сигналы в диапазоне КВ в наибольшей степени подвержены влиянию промышленных помех, помех от бытовых приборов, радиовещательных и телевизионных передатчиков. Применение оборудования данного диапазона оптимально в сельской местности, где уровень помех значительно ниже, чем в условиях плотной городской застройки. Диапазон характеризуется хорошим огибанием неровностей ландшафта и распространением за пределы прямой видимости. Хорошие результаты по дальности связи получаются между стационарными объектами. Автомобильные и портативные радиостанции имеют меньшую дальность связи из-за малой эффективности антенн, так как длина волны много больше длины антенны.

Диапазон ультракоротких волн (УКВ) — один из самых универсальных диапазонов. Оборудование этого диапазона прекрасно работает как в сельской местности, так и в условиях городской застройки. УКВ проходят ионосферу почти беспрепятственно, поэтому считается, что УКВ радиосвязь осуществляется поверхностной волной в пределах прямой видимости, так как эти волны почти не обладают свойством дифракции. По этой же причине за некоторыми отдельно стоящими препятствиями образуются радиотеневые зоны, когда же их целый комплекс (городской массив), то радиосвязь в зоне радиотени осуществляется за счёт прихода волн, многократно отразившихся от стоящих рядом с абонентом сооружений. Так как диапазон УКВ имеет недостаточное загоризонтное распространение, то для увеличения дальности радиосвязи требуется большая высота установки антенны базовой радиостанции. Портативные станции работают достаточно успешно на открытой местности, но в условиях плотной городской застройки качество связи существенно снижается. Эффективность спиральных антенн достаточно высока, но, всё же, не максимальна из-за разницы длины волн и геометрических размеров антенн.

Диапазон дециметровых волн (ДМВ, ДЦВ) считается «городским» и проявляет свои лучшие качества в условиях плотной городской застройки. Выбор этого диапазона оптимален при необходимости получения устойчивой связи на небольших расстояниях, например, в черте города. Даже при использовании портативных радиостанций обеспечивается устойчивая связь с минимальным количеством «мёртвых» зон. Для открытой местности диапазон ДМВ не очень удобен, так как радиоволны этого диапазона плохо огибают неровности рельефа и имеют сильное затухание в лесистой местности. Для получения большой дальности связи потребуются очень высокие точки установки антенн базовых станций.

Сантиметровые волны (СМВ), чаще всего, используются для организации космической связи, в связи с хорошей проходимостью радиоволнами этого диапазона ионосферных слоев. Более высокие частотные диапазоны радиоволн пока ещё не освоены для применения.

В деятельности пожарно-спасательных подразделений для организации радиосвязи наибольшее применение нашли радиоволны УКВ диапазона, реже используется КВ диапазон. Основные преимущества УКВ связи в том, что связь в этом диапазоне более устойчивая и практически не зависит от времени суток

и погоды, в этом диапазоне относительно низкий уровень индустриальных помех, а особенности распространения УКВ позволяют использовать одни и те же частоты в соседних гарнизонах. Антенные устройства УКВ диапазона имеют значительно меньшие габариты, чем антенны КВ связи, и тем более антенны диапазонов СВ и ДВ, что немаловажно для организации радиосвязи в городских условиях.

Зона устойчивой радиосвязи диапазона УКВ зависит от многих факторов, и в связи с тем, что специфика деятельности пожарно-спасательных подразделений подразумевает организацию радиосвязи, как правило, в городских условиях, то дальность связи в ряде случаев оказывается существенно меньше указанной на рис. 3.5.

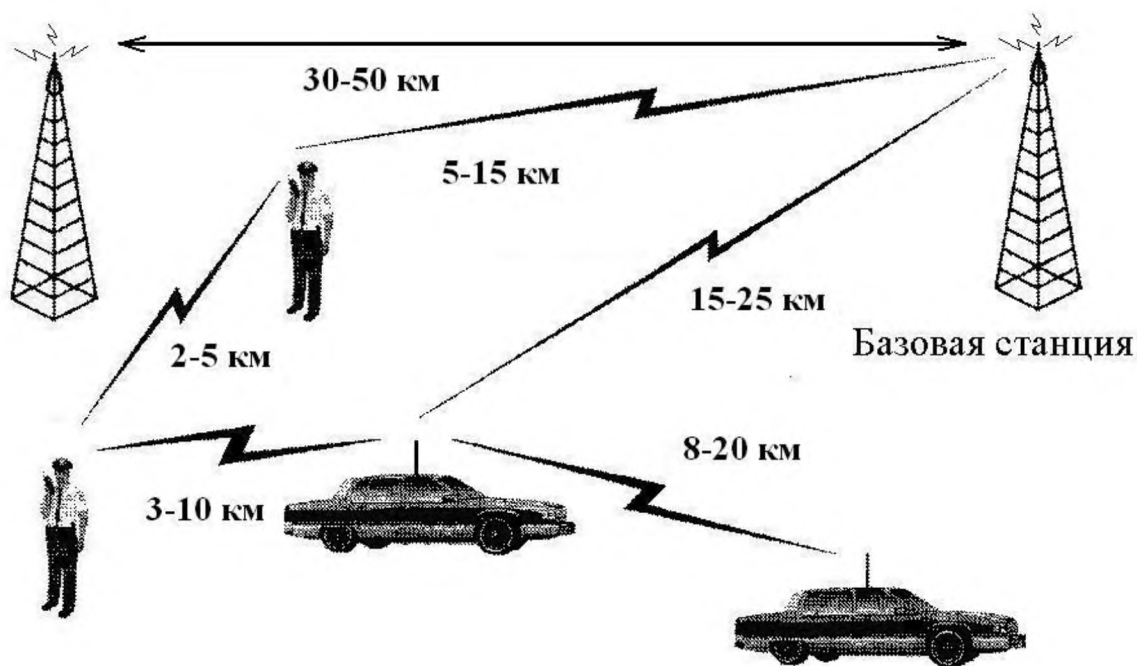


Рис. 3.5. Ориентировочная дальность УКВ радиосвязи между различными типами радиосредств

Коротковолновая связь используется для связи с удалёнными подразделениями на расстоянии свыше 50 км. Эффективность КВ-радиосвязи особенно очевидна в гарнизонах, имеющих большую территорию и значительную удалённость подразделений друг от друга (Сибирь, Дальний Восток, север европейской части). В ряде случаев больший эффект, чем КВ связь, достигается использованием диапазона сантиметровых волн, используемого в спутниковых системах радиосвязи [17].

Для организации административной связи в настоящее время всё чаще используется диапазон дециметровых волн (ДМВ). Для этих целей в большинстве случаев в настоящее время эффективнее использование достаточно большой и стремительно развивающейся инфраструктуры сетей связи поставщиков услуг мобильной связи общего назначения (сотовые системы). Для решения

служебных задач эффективно могут использоваться системы современной профессиональной радиосвязи (транкинговые системы). Для организации ведомственных сетей сухопутной подвижной радиосвязи на территории Российской Федерации для работы различных служб выделены частотные диапазоны, указанные в табл. 3.2.

Таблица 3.2. Частоты специальной служебной радиосвязи

Обозначение	КВ	УКВ	ДМВ
Диапазон, МГц	1-50	136-174	400-512

Разрешение на использование радиочастот оформляются подразделениями радиочастотной службы, а правомерность их: использования входит в компетенцию надзора за связью, Обе структуры являются государственными организациями, осуществляющими регулирование отрасли связи [2, 7, 8].

В целом в настоящее время наблюдается тенденция использования радиоволн более высокого частотного диапазона, где практически нет промышленных помех и значительно уменьшены проблемы, связанные с нехваткой частотного диапазона для организации радиосвязи [17].

3.1.2. Структура и основные элементы радиосвязи

Как и каждая СП, система радиосвязи состоит из трёх основных частей: передающего устройства, приемного устройства и промежуточного звена — соединяющей линии. Для передачи информации с помощью системы радиосвязи в пункте передачи необходим радиопередатчик (ПРД), формирующий необходимый сигнал, а в пункте приёма — радиоприёмник (ПРУТ), соответствующим образом осуществляющий обработку принятого сигнала (рис. 3.6 а). В радиосвязи роль промежуточного звена выполняет пространство, в котором распространяются радиоволны.

Исходя из вышесказанного, под системой радиосвязи следует понимать совокупность радиотехнических средств, а также способа взаимодействия между ними, и линии радиосвязи. Радиотехнические средства совокупность устройств формирования и обработки радиосигналов. К радиотехническим средствам относятся радиопередатчики, радиоприёмники, радиостанции, радиотелефоны, ретрансляторы, антенное оборудование и т.п. Линией радиосвязи является, как говорилось выше, область пространства, в которой происходит распространение радиоволн определённой длины (частоты) между передающей и приёмной антеннами, Под способами радиосвязи понимают создание радиосетей, имеющих определённые принципы построения и порядок обмена информацией с помощью их (пейджинговая, сотовая, спутниковая связь и т.д.).

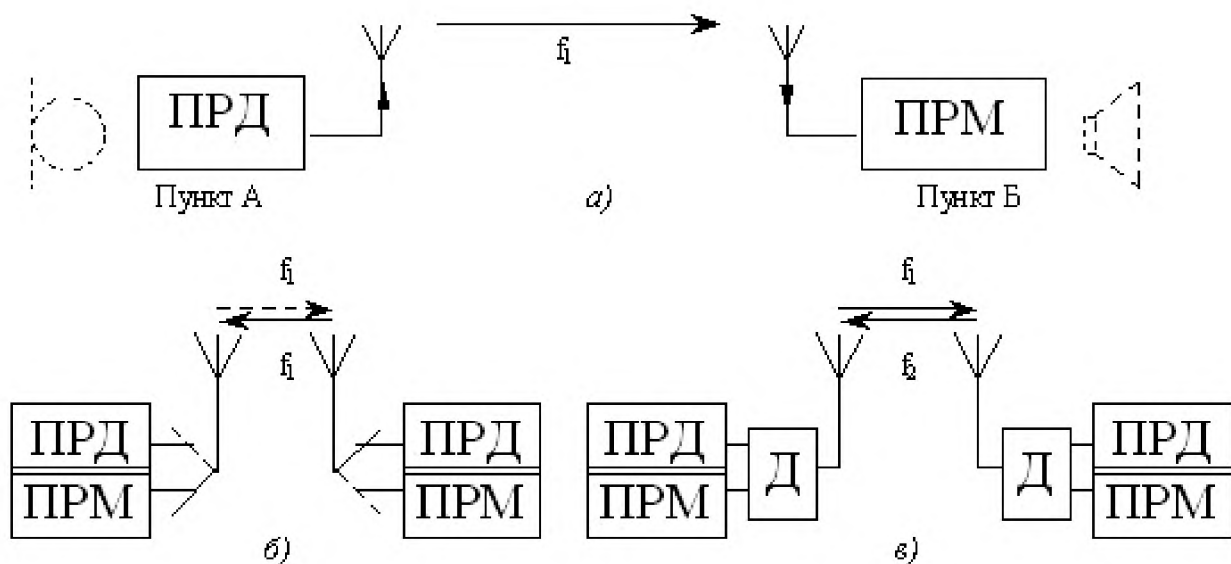


Рис. 3.6. Структурная схема системы радиосвязи

Сущность радиосвязи заключается в передаче высокочастотного модулированного сигнала (рис. 3.6 а). Электрические колебания, например, с микрофона, поступают в радиопередатчик, где происходит наложение этого сигнала на высокочастотный, формируемый генератором радиопередатчика (модуляция). Модулированный сигнал высокой частоты (радиосигнал) в радиопередатчике проходит определённую обработку (усиление, удаление побочных излучений и др.). Излучение в пространство высокочастотных колебаний, формируемых радиопередатчиком, осуществляется с помощью передающей антенны, подсоединяемой к радиопередатчику. Радиоволны пересекают приёмную антенну, подсоединяемую к радиоприёмнику, в которой возникает слабый ток высокой частоты, повторяющий все изменения сигнала в передающей антенне. После выделения (селекции от помехи побочных излучений) и усиления сигнала радиоприёмником происходит процесс детектирования (демодуляции) восстановления первоначального информационного электрического колебания. Выделенный сигнал подаётся на устройство, однотипное с передающим оконечным устройством, в данном случае на громкоговоритель, который преобразует электрический ток в звуковые колебания [17].

Следует иметь в виду, что таким же образом осуществляется передача в радиосвязи и других видов сообщений. Вид сообщения определяется оконечной аппаратурой, устанавливаемой на радиоканале. Вместо оконечных устройств телефонной связи могут быть другие оконечные устройства (телеграфные или факсимильные аппараты, ПК, телевизионные передатчик и приёмник).

Для проведения сеанса радиосвязи радиопередатчик и радиоприёмник должны быть настроены на обработку сигнала одинаковой частоты. Для осуществления двухсторонней связи необходим двойной комплект аппаратуры: в каждом из пунктов должен быть и передатчик, и приёмник.

Радиосвязь может быть симплексной или дуплексной. Симплексная радиосвязь предусматривает использование одной частоты. В этом случае радиопередатчик и радиоприёмник не могут одновременно быть подключенными к антенне (рис. 3.6 б). Переключение осуществляется пользователем, т.е. передача и приём информации разделены по времени и определяются пользователем. Включение передачи осуществляется нажатием тангента. При отпускании тангента станция переходит в режим приёма.

В дуплексной радиосвязи частоты приёма и передачи различны: одна частота используется для приёма, вторая — для передачи. Это позволяет осуществлять одновременно и приём, и передачу информации. Для развязки цепей передачи и приёма антенна подсоединена к радиопередатчику и радиоприёмнику через ДС — дуплексер (рис. 3.6 в), представляющий собой систему фильтров, настраиваемых на различные частоты. В связи с этим аппаратура дуплексной радиосвязи при прочих равных параметрах несколько сложнее и дороже [17].

В профессиональной радиосвязи чаще всего используется симплексная радиосвязь потому, что она позволяет организовать диспетчерскую связь, а также выгодна в условиях недостатка частотного диапазона, а аппаратура проста по устройству и экономична по питанию. Основным недостатком симплексной связи — низкая оперативность при передаче информации, так как отсутствует возможность прерывать передающую станцию в случае необходимости, а также трудность сопряжения с телефонными проводными сетями. Дуплексная радиосвязь наиболее широко применяется в современных системах радиосвязи, использующих гражданский диапазон (диапазоны общего пользования), для обеспечения подвижной связью населения и телефонизации экономически невыгодных для обычной телефонной связи районов.

Современная промышленность выпускает оборудование, реализующее полудуплексную радиосвязь, при которой приём и передача ведутся на разных частотах (дуплекс), но разделены во времени (симплекс). Полудуплексную радиосвязь используют некоторые специальные системы радиосвязи (транкинговая связь). Полудуплексная связь также используется при построении радиосетей с использованием специальных промежуточных приёмопередающих пунктов, называемых ретрансляторами, о которых речь пойдет ниже. В специальной технической литературе полудуплексную радиосвязь также именуют двухчастотным симплексом. Частоты передачи и приёма образуют частотный канал. Если частоты передачи и приёма совпадают, то канал называется симплексным. Если частоты передачи и приёма различны, то канал является дуплексным. В этом случае режим работы радиостанции может быть полудуплексным или полнодуплексным. Подавляющее большинство современных радиостанций профессионального назначения работает в симплексном или полудуплексном режиме. В режиме полного дуплекса (то есть когда передача и приём осуществляются одновременно и тангенту нажимать не нужно) на дуплексном канале могут работать только полнодуплексные радиостанции, которые мало распространены из-за высокой стоимости [17].

В ряде случаев, когда зона устойчивой связи радиостанции не охватывает требуемой территории, построение сети радиосвязи предусматривает применение ретрансляторов, что позволяет в целом увеличить дальность радиосвязи (рис. 3.7). Ретранслятор представляет собой двойной комплект приёмопередающей аппаратуры и является дуплексным устройством, то есть приём и передача осуществляются одновременно.



Рис. 3.7. Ретранслятор

Ретранслятор принимает сигнал на частоте F_1 , усиливает его и передает на частоте F_2 . Время, затрачиваемое на обработку сигнала, считается пренебрежимо малым. Частота передач всех абонентских станций, работающих через ретранслятор равна F_1 , частота приёма — F_2 . Абонентские радиостанции работают при этом в режиме двухчастотного симплекса (полудуплекса).

Достаточно часто в сети радиосвязи требуется разделить абонентов на группы. Самый простой вариант решения этой задачи — выделить каждой группе свою частоту, что в большинстве случаев невозможно из-за ограниченного частотного ресурса. Одним из решений (иногда наиболее приемлемым) является разделение групп по тональным или цифровым пилот-сигналам (рис. 3.8 а). Практически все современные радиостанции имеют функции тонального или цифрового управления шумоподавителем. Используя систему тонального или цифрового шумоподавления можно разделить на группу пользователей, работающих на одной частоте. Каждой группе присваивается свой пилот-сигнал, и пользователи радиостанций будут слышать только членов своей группы.

Это, однако, не означает, что группы смогут вести переговоры одновременно. Как правило, при подобном разделении на группы в радиостанциях программируется выключение передачи при наличии в эфире «чужого» пилот-сигнала, одна и та же радиостанция может быть членом различных групп. При этом на различных каналах устанавливаются соответствующие пилот-сигналы. Использование пилот-сигналов не предусматривает вызов конкретного абонента. Функции индивидуального и группового вызова, а также ряд дополнительных функций (сигнал тревоги, проверка наличия радиосвязи, передача идентификационных номеров радиостанций и др.), возможно реализовать при использовании дополнительных сигнальных систем в виде функциональных модулей.

Необходимо отметить, что использование специальных сигнальных систем (типа Select 5) позволяет реализовать указанные функции на уровне абонентских радиостанций без использования сложного и дорогостоящего оборудования. Использование сигнальных систем ориентировано в первую очередь на решение профессиональных задач. В большинстве случаев возможность использования селективного вызова имеют только профессиональные радиостанции (исключение составляют системы однотонального вызова, часто использу-

емые в современных коммерческих и любительских радиостанциях и системах, имеющих телефонный интерфейс).

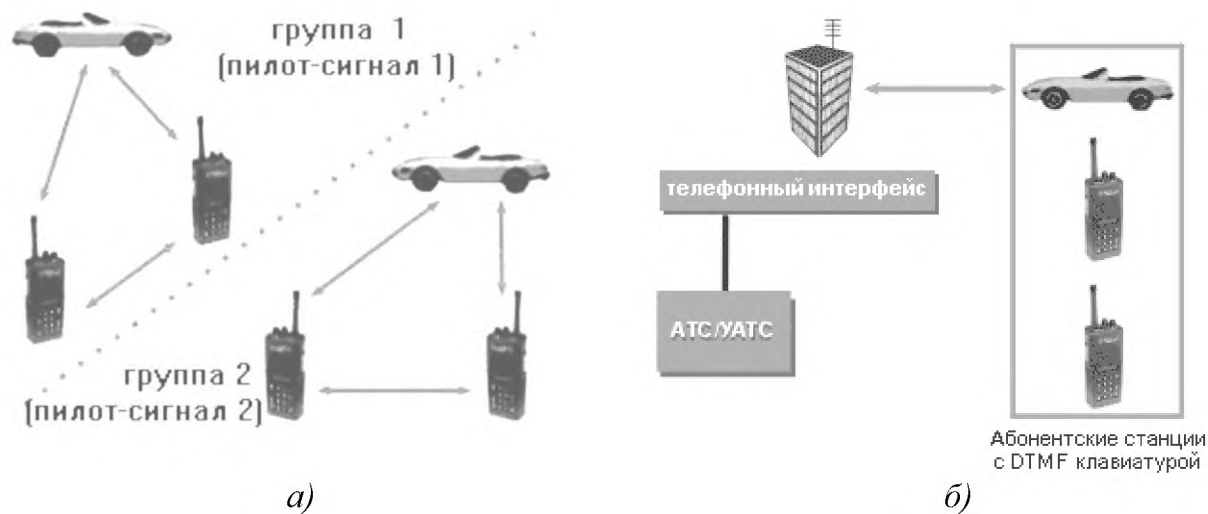


Рис. 3.8. Организация связи в радиосетях

Одной из возможностей, реализуемых современными радиостанциями, является работа с абонентами телефонной сети (как правило, ведомственной) даже при использовании одной симплексной частоты (должна быть установлена автомобильные станции должны иметь DTMF клавиатуру, аналогичную кнопочному номеронабирателю телефонных аппаратов. Базовая станция, по сути, является ретранслятором с контроллером.

Радиостанции, имеющие DTMF функцию, передают сигналы DTMF в эфир. Стационарная станция, оборудованная телефонным интерфейсом, принимает телефонный номер в системе DTMF, набираемый с абонентской станции и передает сигнал вызова в телефонную сеть. Доступ к ретранслятору может быть ограничен и ретрансляция сигнала произойдет только после декодирования кода доступа. Если в телефонной сети используется импульсный набор, то телефонный интерфейс преобразует DTMF в соответствующий номер в импульсном виде.

По набору функций подобные системы приближаются к транкинговым системам простейшего уровня.

Ретрансляторы являются структурными элементами радиорелейных линий связи (РРЛ).

Радиорелейная связь (от франц. Relais – промежуточная станция) радиосвязь, осуществляемая при помощи цепочки приёмо-передающих радиостанций, как правило, отстоящих друг от друга на расстоянии прямой видимости их антенн. Каждая такая станция принимает сигнал от соседней станции, усиливает его и передаёт дальше, следующей позволяют организовать многоканальную передачу информации. При необходимости любой ретранслятор может выполнять функции узла, где происходит ответвление части каналов [8].

В радиорелейной связи используются дециметровые и сантиметровые волны, реже волны метрового диапазона. Диапазоны ДМВ и СМВ волн выбраны потому, что в них возможна одновременная работа большого числа каналов с шириной спектра сигналов до нескольких десятков мегагерц, низок уровень атмосферных и промышленных помех радиоприему, возможно применение направленных антенн.

Так как устойчивое распространение ДМВ и СМВ происходит только в пределах прямой видимости, то для связи на больших расстояниях необходимо сооружать значительное количество ретрансляционных станций. Для того чтобы расстояние между станциями было как можно больше, их антенны устанавливают на мачтах или башнях высотой 70-100 м, по возможности на возвышенных местах. На равнинной местности расстояние между станциями обычно составляет 40-50 км, а применение (в отдельных звеньях цепочки или в качестве линии) станций тропосферной радиосвязи позволяет увеличить это расстояние до 250-300 км на одном ретрансляционном участке, т.к. при организации тропосферной связи не требуется наличие прямой видимости между антеннами [17].

Обычно на ретрансляционных пунктах устанавливают несколько комплектов приёмо-передающей аппаратуры, размещаемых в едином техническом здании и использующих общие источники электропитания, мачтовые опоры антенн. Таким образом, на линии создаётся несколько стволов (групповых трактов) связи и увеличивается её пропускная способность. Для одновременной передачи сигналов в радиорелейной связи применяют частотное и временное разделение каналов.

Для организации радиорелейной (тропосферной) связи необходимо использование дуплексной связи, причем в пунктах ретрансляции назначение пар частот (приёма и передачи для каждого абонента) осуществляется с учётом электромагнитной совместимости, чтобы передатчики любого из полуккомплектов ретрансляционной станции не воздействовали на свои приёмники.

Линии радиорелейной связи разделяют на линии большой ёмкости — магистральные, средней ёмкости — зоновые, малоканальные — для связи на железнодорожном транспорте, газопроводах, нефтепроводах, системах передачи электроэнергии и т.п.

3.1.3. Антенно-фидерные устройства

Неотъемлемой частью любой радиостанции является **антенно-фидерное устройство (АФУ)** — совокупность антенны и кабеля, соединяющего антенну с радиостанцией. От правильного выбора и согласования АКРУ с радиостанцией во многом зависит качество и дальность радиосвязи. Главным условием правильного выбора АФУ является согласование входного сопротивления антенны, входного сопротивления приёмника (выходное сопротивление передатчика) и волнового сопротивления фидерной линии. Степень согласования антенно-фидерного тракта с радиостанцией оценивают с помощью коэффициента бегу-

шей волны (КБВ) или обратной ему величины *коэффициента стоячей волны (КСВ)*. Если нагрузка (антенна и приёмопередатчик) и кабель согласованы, то $КСВ = 1$. При несогласованной нагрузке в кабеле появляется отраженная волна. В этом случае $КСВ > 1$, При $КСВ = 2$ потери мощности сигнала составляют порядка 10% от номинальной, а при $КСВ = 3$ уже 25%. При мощности радиостанции 10 Вт потери составляют соответственно 1 Вт и 2,5 Вт, не считая затухания сигнала в кабеле и других потерь.

Фидер — это проводная линия, которая служит для передачи высокочастотных электрических колебаний от передатчика к антенне и от антенны к приёмнику. Непосредственно подключить антенну можно лишь к портативной станции. Во всех остальных случаях антенна подключается к

приёмопередатчику с помощью высокочастотного фидера. Аппаратура радиосвязи разрабатывается с выходным сопротивлением 50 Ом. При согласованном сопротивлении всех компонентов мощность вырабатываемая передатчиком, поступает в антенну практически без потерь.

К фидерам предъявляются следующие основные требования:

отсутствие антенного эффекта (не должны излучать и принимать электромагнитную энергию);

минимальные потери энергии сигналов;

достаточная электрическая (работа без пробоя) прочность;

механическая прочность.

Исходя из вышеназванных обстоятельств, в качестве фидерных линий в профессиональной радиосвязи используется коаксиальный (т.е. соосный) кабель с волновым сопротивлением 50 Ом (в телевизионной технике коаксиальные кабели имеют волновое сопротивление 75 Ом).

В коаксиальном кабеле проводниками служат центральная жила и экранирующая оплётка кабеля (рис. 3.9).

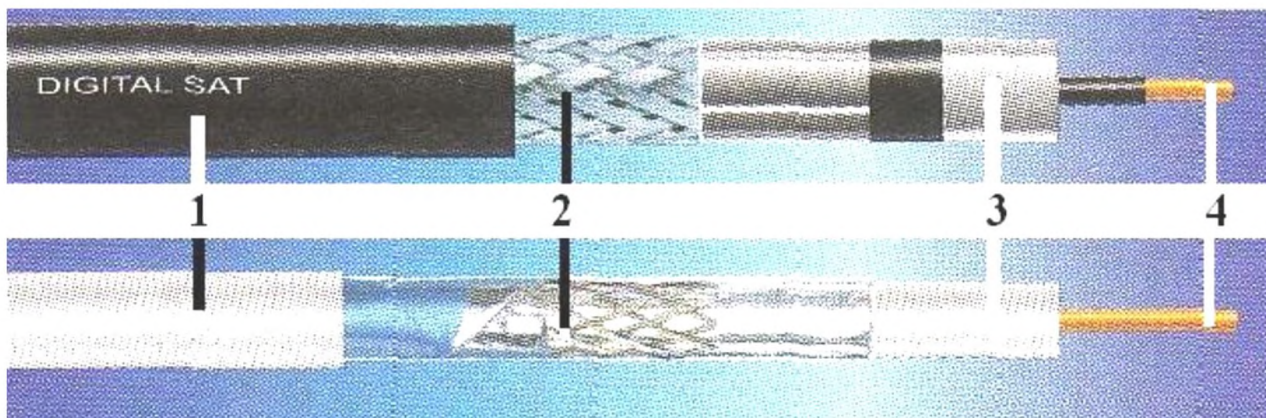


Рис. 3.9. Коаксиальный кабель

Механическая прочность и водонепроницаемость коаксиального кабеля обеспечиваются внешней защитной оболочкой (1). Конструкция коаксиального кабеля обеспечивает необходимую помехозащищенность (экранировку) сигнала.

ла за счёт внешнего проводника (2), выполненного в виде фольги (алюминиевой или медной) и (или) оплётки из медной проволоки. Диэлектрическая изоляция современных проводников (3) выполнена из полиэтилена, изготовляемого по специальной технологии, что обеспечивает необходимые электрические и механические характеристики кабеля. Для внутреннего проводника (4) применяется медная (иногда посеребренная) проволока.

Даже при идеальном согласовании фидера с обеих сторон мощность сигнала в антенне будет меньше мощности сигнала, вырабатываемого передатчиком. Это связано с тем, что при прохождении сигнала по кабелю уменьшается его уровень, происходит затухание сигнала за счёт сопротивления материала, поэтому в кабеле применяется хорошо проводящие материалы (медь). Для дополнительного уменьшения потерь применяется серебрение проводников, а также изоляторы с не сплошным (пористым) заполнением, т.к. воздух обладает наилучшими диэлектрическими характеристиками.

Антенны радиостанций предназначены для преобразования энергии электрических колебаний в энергию электромагнитного поля на передаче и обратного преобразования на приёме. Антенны характеризуются диаграммой направленности. **Диаграмма направленности** — это график, показывающий зависимость напряженности поля радиоволны от направления излучения. По этому признаку антенны делятся на антенны *направленного* (телевизионные приёмные антенны, параболические антенны) и *ненаправленного действия* (телескопические антенны, штыревые антенны). Наиболее широкое распространение при организации радиосвязи в диспетчерских службах нашли антенны, обеспечивающие круговую диаграмму направленности излучения, т.е. удовлетворяющие требованию равномерного излучения энергии во все стороны в горизонтальной плоскости (вертикальная поляризация). Диаграмма направленности антенн в этой плоскости зависит от многих факторов: тип антенны, высота размещения над землей или токопроводящей поверхностью крыши, наличие близко расположенных металлических конструкций и т.д. [8]

Применение направленных антенн (рис. 3.10) может дать дополнительное увеличение дальности связи за счёт эффективности излучения. Однако применение таких антенн для решения ряда задач (например, связь с транспортными средствами) требует их установки на поворотных устройствах, что, конечно, повышает стоимость радиостанции и делает ее управление более сложным, поэтому применение антенн направленного действия эффективно на стационарных пунктах связи при достаточно больших потоках информации, т.к. характеристики направленных антенн позволяют организовывать передачу данных с большей эффективностью, чем при использовании ненаправленных антенн, что в перспективе является немаловажным фактором.

Основными параметрами антенн являются: коэффициент полезного действия, коэффициент направленного действия, коэффициент усиления, полоса пропускания, волновое сопротивление и др. [17]

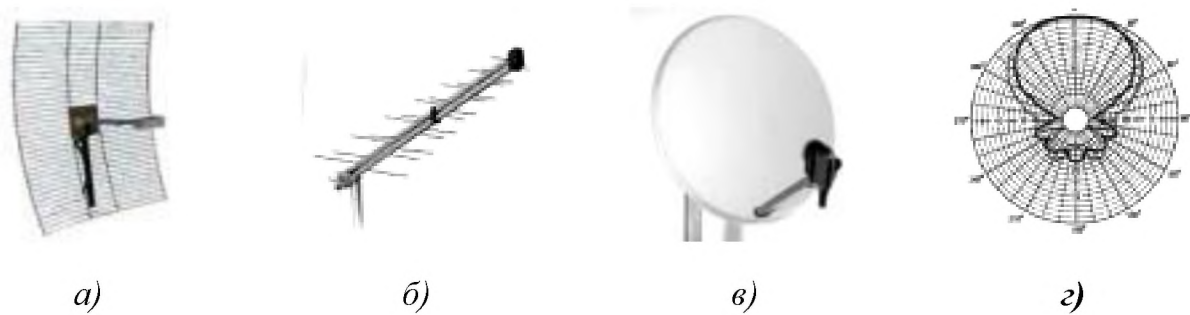


Рис. 3.10. Антенны направленного действия
 а) рефлекторная; б) типа «волновой канал»; в) параболическая;
 г) типовая диаграмма направленности антенн направленного действия

Коэффициент полезного действия (КПД) антенны будет наибольший, когда она настроена в резонанс на частоту сигнала передатчика. Антенны основаны на принципе **симметричного вибратора**, причём геометрическая длина идеального вибратора равна половине длины волны, соответствующей собственной частоте вибратора ($L = \lambda / 2$). *Симметричный вибратор называют полуволновым*. В таком вибраторе подключение фидерной линии к антенне осуществляется к средней точке антенны, причём один из проводников фидерной линии (центральная жила) подсоединяется к одному плечу, а второй проводник (оплётка) к другому. Наряду с симметричным вибратором в УКВ радиосвязи нашли применение *несимметричные вибраторы*. Вдоль такой антенны укладывается лишь четверть длины волны.

Такой вибратор получается, если убрать одну часть симметричного вибратора, а освободившийся зажим заземлить. Заземление, которое должно быть у несимметричного вибратора, иногда выполняют в виде противовесов системы проводников, подвешиваемых под антенной и изолированных от земли (рис. 3.11 а). В радиостанциях, используемых на автомобилях, противовесом является крыша или другая металлическая часть автомобиля.

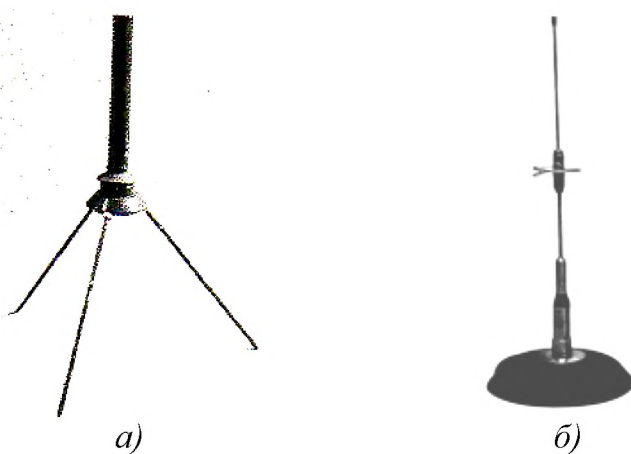


Рис. 3.11. Антенны радиостанций
 а) четвертьволновый вибратор с противовесами
 б) автомобильная антенна на магнитной подушке

В современном производстве антенного оборудования не всегда придерживаются данных соотношений. В ряде случаев для улучшения ряда характеристик антенн, в частности коэффициент усиления (стационарных), или улучшения эргономики радиосредств (носимых) размеры антенн не совпадают с вышеуказанными, но придерживаются определённых соотношений действующей длины антенны и длины волн (определённая кратность). В этих случаях применяются различные построочные элементы, например в виде петли у основания или в середине антенны.

Антенны, как правило, имеют стандартное *волновое сопротивление*, равное 50 Ом. При проектировании антенно-фидерных устройств резонанс колебаний и согласование выбираются на средней частоте полосы пропускания, на краях диапазона КСВ всегда больше единицы. В этом случае за полосу пропускания антенны принимают диапазон частот, на границах которого значение $КСВ = 2$.

3.2. Устройство и принцип работы радиостанций

3.2.1. Устройство и принцип работы радиопередатчика

Основные процессы формирования и преобразований сигналов осуществляется в радиопередатчике и радиоприёмнике.

Радиопередающее устройство радиостанции последовательно выполняет следующие основные функции:

- формирование высокочастотных (ВЧ) колебаний;
- модуляцию высокочастотных колебаний информационным сигналом;
- перенос сигнала на необходимую частоту передачи;
- усиление сигнала до необходимой мощности;
- передачу радиосигнала в антенно-фидерный тракт [17].

Рассмотрим процесс передачи речевого сообщения (рис. 3.12 а). Для преобразования звуковых колебаний в электрический сигнал служит микрофон, установленный на входе передающего устройства. С микрофона (ОКУ) поступают слабые сигналы, для усиления которых используют усилитель низкой частоты (НЧ). Усиление производится по амплитуде без изменения частотного состава сигнала. Низкочастотные колебания не могут распространяться на большие расстояния, какой бы мощностью они не обладали, поэтому для передачи информации используют высокочастотные колебания. Процесс наложения сигналов низкой частоты на высокочастотные колебания осуществляется в модуляторе (М). В качестве генератора (ЗГ) используют, как правило, кварцы с резонансной частотой 12-15 МГц.

(настройка кварца осуществляется при выборе оператором номера рабочего канала). Увеличение частоты модулированного сигнала осуществляется в специальных каскадах, называемых умножителями частоты (Умн). В реальных схемах для обеспечения излучения в заданном диапазоне общий коэффициент умножения равен 12.

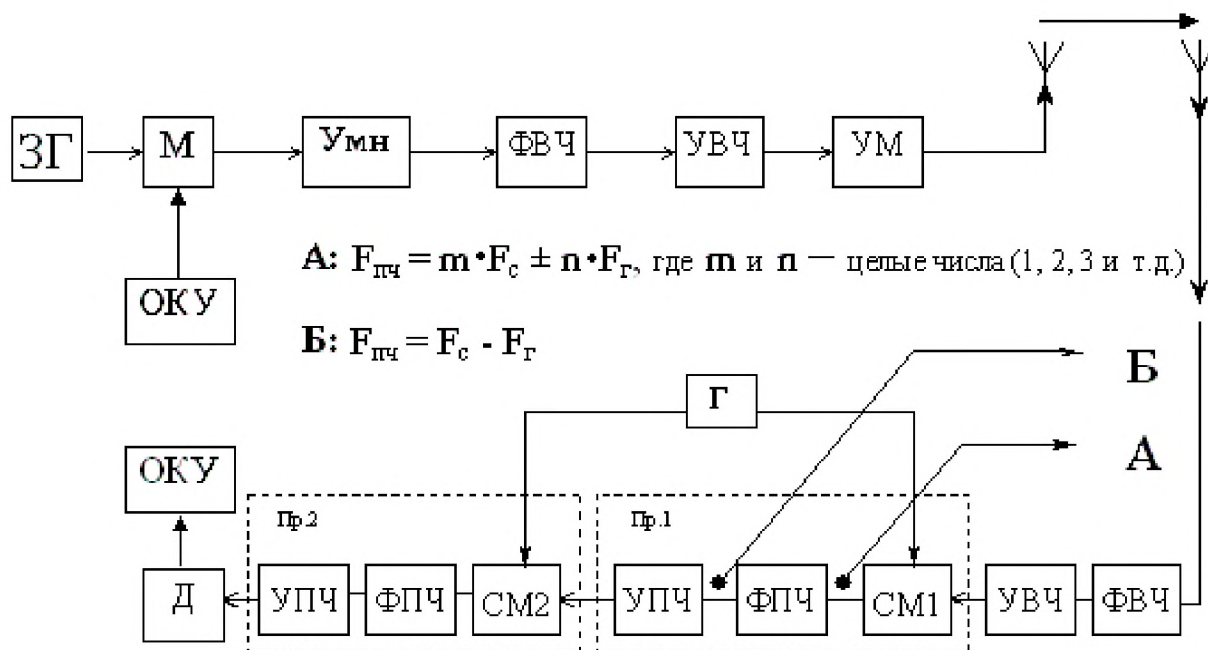


Рис. 3.12. Структурная схема радиостанции

ЗГ – задающий генератор, М – модулятор, Умн – умножитель частоты, ФВЧ – фильтр высоких частот, УВЧ – усилитель высоких частот, УМ – усилитель мощности, СМ – смеситель сигналов, ФПЧ – фильтр промежуточной частоты, УПЧ – усилитель промежуточной частоты, Д – демодулятор, Г – гетеродин, ОКУ – окончательное устройство

В связи с тем, что после различных процессов преобразования возникает много побочных частот (гармоник), в схему введён фильтр высокой частоты (ФВЧ), настроенный на частоту передачи радиостанции, уменьшающий уровень побочных излучений. Для обеспечения требуемой выходной мощности высокочастотный модулированный сигнал поступает на усилитель высокой частоты (УВЧ). С выхода усилителя мощности (УМ) сигнал по фидерной линии (или непосредственно) поступает в антенну, где происходит излучение радиоволн.

3.2.2. Устройство и принцип работы радиоприёмника

Радиоволны, пересекая приёмную антенну радиостанции другого абонента, наводят в ней ЭДС электрических сигналов, которые поступают на входные цепи радиоприёмника. Большинство современных радиоприёмников собраны по *супергетеродинной схеме* (рис. 3.13 б). Принцип работы супергетеродинного приёмника основан на последовательном понижении частоты сигнала с помощью специальных устройств (преобразователей) с усилением и селекцией сигнала на промежуточных частотах (ПЧ). Данная схема позволяет вести успешную борьбу со специфическими помехами, присущими радиосвязи (помеха по соседнему каналу или помеха по зеркальному каналу) [7, 8].

Радиоприёмное устройство радиостанции последовательно выполняет следующие основные функции:

выделение полезного сигнала;

преобразование высокочастотного сигнала в сигнал промежуточной частоты;

последовательное усиление высокочастотных сигналов и сигналов промежуточной частоты;

демодуляцию сигнала промежуточной частоты;

выведение низкочастотного сигнала на оконечное устройство.

Во входных цепях осуществляется выделение полезного сигнала и первичное его усиление по амплитуде. Эти функции выполняют соответственно фильтр (ФВЧ) и усилитель высокой частоты (УВЧ). Далее высокочастотный модулированный сигнал поступает на преобразователь, состоящий из смесителя (СМ 1) и маломощного вспомогательного генератора электрических колебаний — гетеродина (1). На смеситель воздействуют два колебания разной частоты: от и с выхода усилителя (полезный сигнал — Л В смесителе эти сигналы накладываются друг на друга, создавая при этом множество различных составляющих частот, определяемых формулой [7,8].

$$f_{\text{ПЧ}} = n \cdot f_c \pm m \cdot f_r,$$

где m и n — целые числа (1, 2, 3, и т.д.)

Эта совокупность частот поступает на фильтр, настроенный на разностную частоту (при $m = n = 1$). Эта частота называется первой промежуточной. Далее сигнал поступает на усилитель промежуточной частоты (УПЧ), где осуществляется основное усиление сигнала. Затем сигнал промежуточной частоты поступает на вторую ступень преобразования (Пр.2), аналогичную первой (Пр.1). Двойное преобразование сигнала позволяет добиться необходимой избирательности приёмника. С выхода второго усилителя промежуточной частоты сигнал поступает в демодулятор (детектор — Д), где осуществляется выделение исходного низкочастотного колебания, формируемого микрофоном при передаче. Затем низкочастотный сигнал поступает на усилитель низкой частоты (УНЧ), который производит усиление сигнала по амплитуде до величины, необходимой для нормальной работы динамика (громкоговорителя) (ОКУ). В динамике электрический сигнал преобразуется в звуковые колебания [17].

Современные технологии в значительной степени изменили элементную и функциональную базу построения радиостанций. Большинство каскадов современных радиостанций выполняется на микросхемах. В качестве задающего генератора в передатчике и гетеродина в приёмнике в основном применяются цифровые синтезаторы частот. Для обеспечения устойчивости работы в схемах радиостанций используется автоматическая регулировка усиления (АРУ) и автоматическая подстройка частоты (АПЧ), осуществляемые цифровыми методами обработки сигналов. Эти функции, наряду с функциями программирования,

реализуются с помощью микропроцессора, обеспечивающего в целом оптимальное качество связи.

В цифровых системах радиосвязи в основном используется импульсно-кодовая модуляция (ИКМ). Для аналого-цифрового и цифро-аналогового преобразования в схему радиостанций введен кодек (кодер/декодер), принцип работы которого был описан в главе 1.

3.2.3. Радиостанции, применяемые в пожарной охране

Радиосвязь в пожарно-спасательном гарнизоне предназначена для: обеспечения оперативного управления силами гарнизона; связи с пожарными автомобилями и пожарно-спасательными подразделениями;

взаимного обмена сообщениями между подразделениями на месте пожара;

дублирования (резервирования) проводных каналов связи.

Основными средствами радиосвязи, используемыми в пожарно-спасательных подразделениях, являются радиостанции. Они предназначены для организации диспетчерской радиосвязи и связи на месте пожара или других местах работы подразделений пожарной охраны. Функциональные возможности радиостанций должны обеспечивать беспрепятственное вхождение в связь, а также осуществлять бесподстроечное ведение двухсторонней подвижной радиотелефонной связи в симплексном или полудуплексном режиме.

Как правило, радиостанции пожарной охраны используются в составе радиокомплексов. **Радиокомплекс** — это совокупность радиотехнических средств, взаимодействующих в общем для всего оборудования диапазоне частот и имеющих техническую совместимость различных устройств.

Современные радиокомплексы включают в себя несколько типов радиостанций (стационарные, мобильные, носимые). Кроме того, радиокомплексы могут быть дополнительно оснащены усилителями мощности, пультами дистанционного управления, антенным и ретрансляционным оборудованием, зарядными и питающими устройствами.

К современным тенденциям развития радиосвязи можно отнести *построение сетей передачи данных по радиоканалу*. Такие сети передачи данных предусматривают использование радиомодемов (пакетных контроллеров) (см. Рис. 3. 16) [17].

Для вхождения в телефонные сети общего пользования стационарные (базовые) радиостанции оборудуются телефонным интерфейсом, принимают телефонный номер в системе DTMF, набираемый с абонентской станции и передают его в телефонную сеть [8].

Базовые радиостанции устанавливаются на стационарных пунктах связи и имеют наиболее полный набор функциональных возможностей. Для увеличения дальности передачи радиосигналов базовые станции дополнительно комплектуются усилителями мощности. Разговорные устройства в стационарных

вариантах выполняются в виде телефонных гарнитур, настольных микрофонов, динамиков, микротелефонных трубок с тангентой.

Базовые радиостанции обычно комплектуются эффективными полноразмерными антеннами, установленными достаточно высоко над уровнем земли, поэтому в стационарных вариантах обязательно наличие кабеля (фидера), соединяющего антенну с приёмопередатчиком. Для уменьшения потерь электромагнитной энергии в фидере необходимо приёмопередатчик радиостанции приблизить к антенне, то есть длина фидера должна быть как можно короче. Приёмопередатчик стационарной радиостанции предпочтительно располагать в специально оборудованном помещении высотного здания (антенна устанавливается на крыше здания), а на пункте связи устанавливать пульт дистанционного управления (ПДУ). Соединение ПДУ с приёмопередатчиком осуществляют проводными телефонными линиями связи.

Питание стационарных радиостанций осуществляется от сети переменного тока 220 В, поэтому в комплект входит блок питания, преобразующий напряжение промышленной сети в постоянное напряжение.

Конструктивное исполнение основных частей радиостанций позволяет использовать их как в стационарном, так и в мобильном вариантах. Органы управления и индикации у стационарных и мобильных радиостанций могут быть сконструированы в отдельные блоки (пульт управления), или встроены в блок приёмопередатчика в виде передней панели.

Возимые (мобильные) радиостанции устанавливаются на различных типах транспортных средств (автомобили, вертолёты, катера). Эти радиостанции питаются от бортовых источников напряжением 12/24В. Элементы управления радиостанций не должны создавать неудобств в управления транспортным средством. Разговорные устройства возимых типов радиостанций аналогичны стационарным. Все блоки мобильных типов радиостанций должны быть жёстко закреплены в месте установки на транспортном средстве. Необходимо также предусмотреть устройства фильтрации помех, создаваемых в процессе работы транспортных средств. Мобильные радиостанции комплектуются чаще всего штыревыми антеннами. При использовании радиостанций ультракоротковолнового (УКВ) диапазона в отличие от коротковолнового (КВ) удаётся использовать оптимальные размеры антенн, равных четверти длин волн, установленных для радиоканалов связи. Однако дальность передачи с автомобильных радиостанций из-за незначительной высоты антенн (не более 3 м) существенно меньше, чем со стационарных радиостанций при одинаковой мощности радиопередатчиков.

Носимые (портативные) радиостанции (рис. 3.13) в основном используются пешими корреспондентами на месте пожара и других местах работы подразделений пожарной охраны. Носимые радиостанции, как правило, комплектуются съёмной антенной и аккумуляторной батареей (АКБ) напряжением 7-13 В. Микрофон и телефон вмонтированы в корпус радиостанции. В корпусе радиостанции, как правило, предусматривается гнездо для подключения микроте-

лефонных гарнитур. Вместо микрофона в составе гарнитуры может использоваться ларингофон.

Антенна носимой (портативной) радиостанции имеет небольшие размеры и непосредственно крепится к приёмопередатчику. Для удобства работы с носимыми радиостанциями метрового диапазона, применяемыми в пожарной охране, приходится использовать укороченные антенны (размеры антенн менее оптимальных). Это существенно ограничивает дальность связи с учётом того, что мощность передатчика радиостанции незначительная (не более 5 Вт). Все радиостанций, выпускаемые отечественными и зарубежными производителями, способны работать в общих сетях радиосвязи. Это достигается унификацией набора технических параметров, присущих процессам обработки сигналов при передаче информации. Разумеется, что полная реализация функциональных возможностей радиостанций достигается, чаще всего, при использовании оборудования одного комплекса.

Выбор того или иного вида радиостанций следует производить с учётом условий их эксплуатации. К носимым радиостанциям, применяемых на местах пожаров, предъявляются следующие требования:

- водонепроницаемость и пылезащищённость;
- стойкость к перепадам температур;
- работоспособность при повышенной температуре;
- стойкость к агрессивным средам, солнечной радиации;
- ударопрочность и надёжность;
- удобство и простота в эксплуатации (эргономичность).

Основными режимами работы радиостанций в радиосети являются:

- 1. Дежурный приём** — ожидание вызова;
- 2. Приём** — приём информации;
- 3. Передача** — передача информации.

Современные радиостанции предусматривают ручное и (или) автоматизированное (через порт персонального компьютера) программирование рабочих параметров. Для ручного программирования на радиостанции предусмотрена функциональная клавиша, которая в сочетании с другими кнопками определяет тот или иной режим работы радиостанции. Программируемые установки при выключении радиостанции сохраняются в оперативном запоминающем устройстве радиостанции.

Типовыми сервисными функциями профессиональных радиостанций являются:

- присвоение определенным частотам числового номера канала;



Рис. 3.13. Портативные радиостанции

регулировка уровня выходной мощности передатчика;
регулировка порога срабатывания шумоподавителя;
индикация режимов передачи и приема;
контроль разряда аккумуляторной батареи (для носимых);
изменение и сканирование частот рабочих каналов;
отображение режимов работы на жидкокристаллическом экране.

В соответствии с приказами МЧС России от 22.12.2010 №№ 668, 669, 670 приняты на снабжение в системе МЧС России УКВ радиостанции профессионального назначения: носимые типа Такт-301, возимые Такт-201 и стационарные типа Такт-102 (рис. 3.14).



Рис. 3.14. Радиостанции комплекса Такт: а) – радиостанция Такт-201; б) – радиостанция Такт-301, в) – стационарный радиокомплекс Такт

Радиостанции комплекса Такт разработаны специально для систем профессиональной радиосвязи. Высокая надёжность радиостанций в сочетании с простотой управления и эксплуатации делает их востребованными в деятельности МЧС России, в пожарно-спасательных подразделениях.

Стационарная радиостанция является удобным в эксплуатации средством связи, с системой шумопонижения, улучшающей качество звука и снижающей шумы во время пауз в разговоре.

Возимая радиостанция обеспечивает работу со всеми функциональными возможностями. Имеет функцию громкой связи для использования радиостанции в качестве мегафона, обеспечивающим возможность передачи данных. Программирование частот и управление встроенными функциями производится с ПК через специализированное программное обеспечение.

Носимая радиостанция выполнена во влаго- и пылезащищённом корпусе, что позволяет обеспечивать её работоспособность в неблагоприятных условиях. Все режимы работы радиостанции отображаются через светодиодную индикацию и звуковую сигнализацию. Радиостанция имеет различные встроенные

функции и режимы: «автоматическое сканирование»; «монитор» для прослушивания канала без шумоподавления; две программируемые функциональные кнопки; двухступенчатую установку режима пониженной мощности; переключаемый шаг сетки частот.

Функциональные характеристики УКВ радиостанций Такт-102, 201, 301

Радиостанция	Такт-102 П45 #21 стационарная	Такт-201 П45 #21 мобильная	Такт-301 П45 #21 носимая
Диапазон	400-470 МГц	400-470 МГц	400-470 МГц
Выходная мощность	45 Вт ($\pm 15\%$)	50 Вт ($\pm 15\%$)	≥ 5 Вт ($\pm 15\%$)
Автоматическое сканирование	есть	есть	есть
Девияция частоты	± 5 кГц	± 5 кГц	± 5 кГц
Шаг сетки частот	12,5/25 кГц	12,5/25 кГц	12,5/25 кГц
Число каналов памяти	не менее 512	не менее 128	не менее 16
Управление частотой	не менее 128	синтезатор	синтезатор
Управление выходной мощностью	синтезатор	программное	программное
Коэффициент нелинейных искажений	программное	не более 3%	не более $2,5 \times 10^{-6}$
Стабильность частоты	не более 3%	не хуже 2×10^{-6}	не более $2,5 \times 10^{-6}$
Чувствительность (при 12 дБ sinad)	не менее 0,28 мкВ	не хуже 0,25 мкВ	не менее 0,25 мкВ
Избирательность по соседнему каналу	-75дБ/25кГц или - 65дБ/12,5кГц	не хуже 70 дБ	-75дБ/25кГц или - 65дБ/12,5кГц
Уровень побочных излучений	не более (-75 дБ)	не более (-75 дБ)	не более 80 дБ
Номинальная звуковая мощность (НЗМ)	не менее 3 Вт на внут. громкогов.	не менее 3 Вт на внут. громкогов.	не менее 0,8 Вт
Искажение звука при НЗМ	не менее 22 Вт на внеш. громкогов.	не менее 13 Вт на внеш. громкогов.	-
Искажение звука при НЗМ	не более 3%	не более 3%	не более 3%
Диапазон рабочих температур	(-30...+60 °С)	(-30...+60 °С)	(-30...+60 °С)
Внешние габаритные размеры радиостанции –	-	не более 155x50x160 мм	не более 62x135x40мм
Аккумуляторная батарея	-	-	Li-Ion, 2000 мАч
Вес радиостанции (с АКБ)	-	-	не более 310 гр.

РАЗДЕЛ 2. ЭКСПЛУАТАЦИЯ СИСТЕМ СВЯЗИ И АВТОМАТИЗАЦИИ

Глава 4. Организация службы связи и функционирования связи пожарно-спасательного гарнизона

4.1. Организация службы связи пожарной охраны

4.1.1. Служба связи

С целью координации деятельности различных видов пожарной охраны и аварийно-спасательных формирований при реагировании на пожары и чрезвычайные ситуации различного характера, на территории субъектов Российской Федерации и муниципальных образований созданы пожарно-спасательные гарнизоны (соответственно — территориальные и местные). Местные пожарно-спасательные гарнизоны входят в состав соответствующих территориальных пожарно-спасательных гарнизонов [2, 10].

Для обеспечения готовности пожарно-спасательных подразделений и аварийно-спасательных формирований к тушению пожаров, проведению аварийно-спасательных работ и взаимодействия со службами жизнеобеспечения, в пожарно-спасательных гарнизонах создается гарнизонная служба.

Гарнизонная служба осуществляет ряд функций, в том числе касающихся обеспечения связи:

1. Организацию связи при тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ.
2. Обеспечение работоспособности системы приёма и регистрации вызовов, а также систем информационного обеспечения пожарной охраны.

Служба связи является одной из нештатных служб, создаваемых в пожарно-спасательных гарнизонах.

Служба связи – это система подразделений связи ФПС, а также вид деятельности по обеспечению связи в ФПС, эффективному комплексному применению средств связи и квалифицированной технической эксплуатации этих средств в органах управления и подразделениях.

Применительно к другим подразделениям пожарной охраны служба связи является видом их деятельности по эксплуатации средств связи.

Пожарно-спасательный гарнизон – в совокупности, расположенных на территории субъекта РФ (области, республики, района, города) органов управления, подразделений и организаций, не зависимо от их ведомственной принадлежности и форм собственности, к функциям которых отнесены профилактика и тушение пожаров, а также проведение аварийно-спасательных работ.

Основными требованиями, предъявляемыми к связи пожарной охраны, являются исправность, надёжность, постоянная готовность к действию и высокая дисциплина обслуживания средств связи.

Исправность средств связи — состояние устройств связи, при котором они соответствует всем требованиям, обусловленным технической документацией. Исправным считается такое устройство, у которого все параметры, определяющие работоспособность и характеризующие его состояние и внешний вид, находятся в заданных пределах, и, кроме того, оно не имеет отказов резервных узлов и элементов. Исправность средств связи обеспечивается созданием необходимых условий хранения, своевременным и качественным техническим обслуживанием, проведением периодических проверок их состояния.

Готовность средств связи – способность средств связи к немедленному действию. Постоянная готовность средств связи к использованию по назначению достигается правильной организацией технического обеспечения подразделений пожарной охраны.

Надёжность связи – способность средств связи обеспечить непрерывность управления действиями подразделений пожарной охраны в любых условиях. Высокая надёжность достигается установлением чёткой процедуры связи, созданием резервных линий связи, а также круглосуточным контролем за состоянием сетей связи гарнизона пожарной охраны,

Дисциплина обслуживания средств связи – точное соблюдение установленного режима работы аппаратуры и выполнение требований, определяющих организацию связи, порядок её обеспечения и использования. **Дисциплина связи достигается:**

Твёрдым знанием и чётким выполнением личным составом правил установления связи, ведения обмена и переговоров по средствам связи; соблюдением установленного режима работы средств связи, порядка их использования;

высоким уровнем технической подготовки личного состава по эксплуатации средств связи;

установлением действенного контроля за использованием всех средств связи.

О качественном выполнении задач службой связи можно говорить, если будет обеспечена своевременная и достоверная передача всех видов сообщений.

Своевременность связи — способность связи обеспечивать передачу сообщений или ведение переговоров в заданные сроки. Требования по своевременности обмена сообщениями определяются допустимым временем их пребывания в системе связи в зависимости от степени ценности информации и времени, необходимого для выполнения необходимых действий по данной информации.

Своевременность установления соединения и переговоров между абонентами достигается: готовностью средств связи к действию; правильным выбором средств и способов организации связи для передачи информации с учетом её объема, формы и сроков представления; высокой квалификацией личного состава; чёткой организации оперативного дежурства и технической службы на пунктах связи.

Достоверность связи — способность связи обеспечивать воспроизведение передаваемых сообщений в пункте приёма с заданной точностью. Для достижения достоверности связи передача сообщений может осуществляться одновременно по нескольким независимым каналам связи; возможна повторная передача сообщений, применяется способ обратной проверки; поддерживаются технические характеристики и электрические параметры средств связи в пределах эксплуатационных норм.

Подразделения службы связи осуществляют **функции связи** в пожарно-спасательных гарнизонах, основными из которых являются:

- разработка схем проводной и радиосвязи для территориальных и местных пожарно-спасательных гарнизонов;

- учёт и анализ состояния средств и систем связи гарнизонов;

- организация, планирование, контроль технической эксплуатации средств связи;

- разработка исходных данных для проектирования и строительства новых систем и сооружений связи в гарнизоне (гарнизонах); планирование мероприятий по совершенствованию собственной системы связи;

- подготовка предложений по изменению таблиц положенности средств связи; обеспечение подразделений пожарной охраны средствами связи и эксплуатационно-расходными материалами;

- устранение отказов и повреждений техники связи, в том числе возникающих при работе подразделений на местах пожаров;

- обеспечение подготовки личного состава пожарно-спасательных подразделений квалифицированному пользованию средствами связи;

- взаимодействие с предприятиями связи по предоставлению каналов и услуг связи для нужд подразделений пожарной охраны, своевременное предъявление к ним требований по устранению аварий на арендуемых каналах связи;

- разработка соглашений с операторами сетей связи России о предоставлении пожарной охраны льготных тарифов на услуги фиксированной и мобильной связи.

Выполнение указанных функций предусматривает участие в их выполнении не только специализированных штатных подразделений связи, но и других сотрудников и работников пожарно-спасательных подразделений. В этом случае функциональные задачи службы связи осуществляются на нештатной основе.

Руководство службой связи осуществляется должностными лицами пожарно-спасательных гарнизонов, типовые обязанности которых регламентируются утвержденными порядками и наставлениями [10].

Основные обязанности начальника гарнизона в области организации деятельности службы связи:

- организовывать и контролировать работу службы связи и разработку мероприятий по её развитию и совершенствованию;

- знать структуру связи и оснащённость средствами связи подразделений гарнизона; периодически проверять готовность и состояние средств связи; кон-

тролировать организацию и обеспечение мероприятий по соблюдению правил и мер безопасности при работе на средствах связи.

Непосредственное руководство деятельностью службы связи обеспечивает начальник службы связи (нештатной службы связи), который находится в оперативном подчинении начальника пожарно-спасательного гарнизона, является должностным лицом гарнизона и несёт ответственность за организацию связи, постоянную готовность к использованию технических средств, их совершенствование, эксплуатацию, своевременное предоставление отчётов, заявок на средства связи и эксплуатационно-расходные материалы [10,21]. Он назначается из лиц начальствующего состава, имеющих допуск к работе со средствами связи.

В обязанности начальника службы связи входят:

Организация связи между пожарно-спасательными подразделениями и службами жизнеобеспечения;

разработка плана эксплуатации средств связи; определение потребности в денежных средствах на эксплуатацию средств связи;

организация ведения учёта и распределения технических средств связи по подразделениям;

анализ работы службы связи, разработка мероприятий по её совершенствованию;

организация специальной подготовки личного состава гарнизона, обеспечение допуска к самостоятельной работе на средствах связи и к их техническому обслуживанию;

организация работы частей связи (мастерских по ремонту средств связи);

организация метрологического обеспечения средств измерений, рекламационной работы, категорирования и списания средств связи;

обеспечение мероприятий по соблюдению правил и мер безопасности при работе на средствах связи;

предоставление в органы снабжения отчётов, заявок на средства связи и эксплуатационно-расходные материалы.

Значительное место службе связи отводится в деятельности центров управления в кризисных ситуациях (ЦУКС), созданных на базе ранее существовавших центров управления силами (ЦУС) федеральной противопожарной службы. За организацию эксплуатации комплекса технических средств связи и автоматизации в ЦУКС **отвечает заместитель начальника центра по технической части.** В круг его обязанностей в области организации деятельности службы связи входят:

знание нормативных документов по эксплуатации, обслуживанию и ремонту средств связи;

знание наличия и технического состояния средств связи и правил их бережения и хранения;

выполнение и требование от подчиненных лиц соблюдения правил техники безопасности при работе на средствах связи;

контроль работы лиц, ответственных за техническое обслуживание средств связи;

обеспечение своевременной отправки средств связи для проведения ремонта, регламентных работ и получения их из ремонта;

контроль ведения учётной и технической документации;

периодическая проверка состояния и готовности средств связи.

Аналогичные обязанности возложены и на начальников пожарно-спасательных подразделений, отвечающих за содержание и эксплуатацию средств связи подчинённых подразделений.

Следует отметить, что круг должностных лиц и перечень обязанностей по обеспечению связи в пожарно-спасательных гарнизонах не ограничивается вышеперечисленными. Наряду с типовыми обязанностями руководство гарнизона применительно к местным условиям деятельности гарнизона может утвердить Дополнительные обязанности по организации связи.

4.1.2. Организация связи в пожарно-спасательных гарнизонах

Связь в пожарно-спасательных гарнизонах строится на основе сетей проводной и радиосвязи путём создания разветвлённой сети стационарных и подвижных узлов (пунктов) связи, оборудованных средствами связи, в соответствии со своим назначением [21].

Сеть связи – совокупность технических средств, обеспечивающих передачу и распределение сообщений. Принципы построения сетей связи зависят от вида передаваемых и распределяемых сообщений.

На стационарных узлах (пунктах) связи пожарной охраны осуществляете круглосуточное дежурство диспетчерского состава. Это обусловлено не только необходимостью перераспределения поступающих сообщений, но и выполнением диспетчерами функций управления подразделениями гарнизона. Основные достоинства узлового принципа организации связи можно выразить следующей фразой: можно обеспечить связь с любым подразделением или должностным лицом пожарной охраны в любое время суток с помощью различных средств связи.

Сеть связи в пожарно-спасательных гарнизонах включает как собственные сооружения и объекты связи, так и каналы связи федеральных, территориальных, местных органов исполнительной власти и иных организаций.

Среди сетей, по которым проходит наибольший объём оперативной информации о пожарах, следует выделить:

сеть телефонной связи по спецлиниям «101»;

сеть выделенных телефонных линий, предназначенных для связи центрального диспетчерского пункта пожарной охраны с пунктами связи пожарно-спасательных частей;

радиосеть для обеспечения связи пунктов связи с пожарными автомобилями, находящимися в пути следования и работающими на пожаре;

радиосеть для управления силами и средствами, обеспечения их взаимодействия и обмена информацией на месте тушения пожара.

При создании проводной сети между пунктами связи подразделений пожарной охраны используют радиальный принцип (другое его название – «звезда»). Такой принцип используется при ограниченном числе абонентских пунктов, расположенных на относительно небольшой территории.

Согласно этому принципу телефонные коммутаторы всех пунктов пожарно-спасательных частей гарнизона независимо друг от друга подключены посредством двухпроводных некоммутируемых линий связи к пульта диспетчера центрального диспетчерского пункта, которому отводится ключевая роль в обмене оперативными сообщениями в этой сети.

По радиальному принципу организуется также связь между центральной радиостанцией и стационарными радиостанциями пунктов связи пожарно-спасательных частей (ПСЧ). Перечисленные выше радиосети организуются по принципу «каждый с каждым».

Сети, созданные по этому принципу, отличаются надёжностью и оперативностью, обеспечивают высокое качество передачи сообщений. Они наиболее эффективны при небольшом количестве абонентов (корреспондентов).

Радиостанции, применяемые в этих радиосетях, работают в симплексном режиме. Основными преимуществами симплексной связи по сравнению с дуплексной является быстрота и простота установления соединения как с одним, так и сразу с несколькими корреспондентами, что необходимо при организации диспетчерской связи и связи на пожаре. Кроме того, для организации симплексной связи требуется меньшее количество радиочастот. Симплексные приёмопередатчики (трансиверы) проще дуплексных, так как часть их блоков являются общими и для передатчика, и для приёмника.

Недостатками симплексной связи являются невозможность прерывать передающую станцию, так как ее приёмник при передаче отключён, а также трудность сопряжения с телефонными проводными сетями.

В качестве примера устройств, работающих в дуплексном режиме, находящихся всё большее применение при решении оперативно-тактических задач подразделений пожарной охраны, можно назвать сотовые телефоны.

Некоторые специальные системы радиосвязи используют полудуплексный режим работы (двухчастотный симплекс), при котором приём и передача ведутся на разных частотах (дуплекс), но разделены во времени (симплекс).

Полудуплексная связь также используется при построении радиосетей с использованием специальных промежуточных приёмопередающих пунктов, называемых ретрансляторами, позволяющих увеличивать дальность связи.

Современные радиостанции обладают широким набором программируемых функций, специально предназначенных для организации систем оперативной радиосвязи. Использование программируемых функций позволяет строить сети оперативной связи с разными тактическими характеристиками и различной конфигурации. В настоящее время является актуальным особенно в городских условиях организация оперативных радиосетей на основе зонного прин-

ципа что позволит снизить выходную мощность передатчика базовой радиостанции обслуживаемой зоны связи.

Можно сделать вывод, что на территории пожарно-спасательных гарнизонов целесообразно одновременное функционирование различных систем радиосвязи: радиосетей одночастотного, двухчастотного симплекса, транкинговых систем. При этом транкинговые системы должны обеспечивать возможность работы в этих сетях.

Следует также установить приоритеты для абонентов этих сетей по уровню предоставляемых возможностей. Для подразделений нижнего звена управления — упрощённые радиосредства, обеспечивающие оперативное вхождение в связь. Должностным лицам высокого уровня предоставить большие возможности по выходам в городские и междугородные сети, блокирование вызовов от отдельных абонентов и другие функции.

Дуплексная связь – вид двусторонней связи, при котором радиостанции одновременно работают на передачу и прием.

4.2. Функциональные виды связи пожарно-спасательных подразделений

Связь по функциональному назначению подразделяется на следующие виды:

- Связь извещения;
- оперативно-диспетчерская связь;
- связь на пожаре;
- административно-управленческая связь.

Каждый вид связи включает в себя комплекс организационных и технических мероприятий, проводимых в гарнизоне пожарной охраны, для решения одной или нескольких задач по обеспечению связи.

1. Связь извещения обеспечивает решение задачи своевременного приёма сообщений (извещений) диспетчерской службой пожарной охраны о пожарах, авариях, стихийных бедствиях от заявителей, а также устройств автоматической пожарной сигнализации. Для организации связи извещения необходимо обеспечить соединение центрального диспетчерского пункта пожарной охраны со специальным узлом связи ГТС входящими соединительными линиями «101», а также подключение к системе обеспечения вызова экстренных оперативных служб через единый номер «112». При наличии в районе выезда пожарно-спасательных подразделений важных социально значимых и пожароопасных объектов связью извещения предусматривается приём извещений с аппаратуры электрической пожарной сигнализации, установленной на этих объектах, установление прямой телефонной связи со службой охраны (безопасности) объекта. Предусматривается также соединение прямыми проводными линиями центрального диспетчерского пункта с пультом централизованного наблюдения вневедомственной охраны для приёма сообщений о пожарах;

2. Оперативно-диспетчерская связь обеспечивает:

прямую телефонную и радиосвязь центрального диспетчерского пункта с пунктами связи подразделений гарнизона для передачи распоряжений и высылки сил на тушение пожаров;

радиосвязь пунктов связи с пожарными автомобилями для получения информации с мест пожаров;

прямую телефонную связь со службами жизнеобеспечения, взаимодействующими с пожарно-спасательными подразделениями при ликвидации пожаров и их последствий.

3. Связь на пожаре предназначается для управления силами, привлекаемыми для ликвидации пожара, обеспечения их взаимодействия и обмена информацией с диспетчерской службой и должностными лицами гарнизона.

4. Административно-управленческая связь охватывает все виды связи при обеспечении повседневной деятельности гарнизона, не связанные с выполнением оперативно-тактических задач. Этот вид связи обеспечивает функционирование административной, кадровой, финансовой, тыловой и других видов деятельности подразделений, которые не имеют прямого отношения к тушению пожаров.

4.3. Организация связи и оповещения в чрезвычайных ситуациях

4.3.1. Организация связи в чрезвычайных ситуациях, сопровождаемых пожарами

При ликвидации пожаров и проведении связанных с ними первоочередных аварийно-спасательных работ служба связи является важной составной частью службы пожаротушения.

Связь на пожаре предназначена для обеспечения устойчивого информационного обмена между руководителем тушения пожара (РТП) и подразделениями, участвующими в тушении пожара, управления работой этих подразделений и получения от них сведений об обстановке на пожаре.

Для управления силами и средствами на пожаре (связь управления) устанавливается связь между РТП и начальником штаба, начальником тыла, начальниками участков тушения пожара и при необходимости с пожарными автомобилями [18].

Основными техническими средствами связи управления являются симплексные автомобильные и носимые радиостанции, сигнально-громкоговорящие установки и электромегафоны. Количество средств связи регламентируется нормами табельной положенности пожарно-технического и аварийно-спасательного оборудования для основных и специальных пожарных автомобилей [6]. Порядок применения средств связи на пожаре устанавливает РТП.

Для взаимодействия между боевыми участками (БУ), устанавливается связь между начальниками участков тушения пожара (связь взаимодействия). При этом используются носимые радиостанции и пожарные-связные. В случае невозможности применения средств связи используются сигналы управления. Как правило, создаётся единая сеть радиосвязи для связи взаимодействия и связи управления. То есть, радиостанции настроены на общий частотный канал.

Для обеспечения передачи информации с места пожара (связь информации) устанавливается связь между РТП, оперативным штабом на месте пожара и ЦУКС (ЦППС, ПСЧ) с помощью городской телефонной сети, сети сотовой связи или радиостанций пожарных и оперативных автомобилей (рис. 4.5).

С помощью средств радиосвязи обеспечивается:

передача сообщений об обстановке и ходе тушения пожара;

вызов дополнительных сил и средств;

передача распоряжений РТП к привлеченным к тушению пожара силам.

При тушении пожаров с номерами (рангами) вызова № 2 целесообразно использовать общую радиосеть для обеспечения перечисленных видов связи. При ликвидации пожаров по повышенным номерам вызовов резко возрастает количество задействованных радиостанций. Поэтому для улучшения доступности радиозфира (увеличения оперативности радиосвязи) часть радиостанций по указанию РТП могут быть переключены с основной рабочей частоты на резервные.

При наличии в гарнизоне автомобиля связи (АС) или автомобиля связи и освещения (АСО) на их базе для ликвидации пожаров повышенных номеров вызова создаются мобильные узлы (пункты) связи. Типовой перечень оборудования АС и АСО регламентируется приказами МЧС России. Эксплуатацию оборудования АСО обеспечивает отделение связи, формируемое на штатной или нештатной основе.

Важным элементом связи на пожаре является обеспечение связи между звеном газодымозащитной службы (ГЗДС) и постом безопасности. Это обязательное действие может быть реализовано несколькими способами.

В случае, когда имеют место благоприятные условия для распространения радиоволн в пределах работы звена ГЗДС, могут применяться УКВ радиостанции, имеющиеся в распоряжении личного состава караулов пожарно-спасательных частей. Командир звена ГЗДС может вести переговоры с постом безопасности на общем для всех работающих на пожаре радиостанций частотном канале. При большой загрузке радиосети по указанию РТП переговоры звена ГЗДС с постом безопасности ведутся на резервном радиоканале.

В случае, когда звено ГЗДС проводит разведку в местах, где прохождение радиоволн затруднено (подвальные помещения, здания сложной конфигурации с поглощающими электромагнитные волны стенами), применение радиостанций не обеспечит требуемую надёжность связи. Необходимо использовать специальные проводные переговорные устройства типа СГУ-3А или их аналоги. Данные устройства включены в комплектацию оборудования пожарных автоцистерн и автонасосов [6].

В комплект современного оборудования для звеньев ГДЗС входят специальные устройства связи, обеспечивающие звуковую и световую сигнализацию из труднодоступных мест работы пожарных.

4.3.2. Развертывание средств связи на пожаре

В зависимости от сложности и продолжительности возникающих пожаров, количества привлекаемых для их ликвидации сил и средств, фактической оснащённости средствами связи дежурных караулов могут применяться различные варианты связи на пожаре.

Во время тушения незначительных пожаров (ранг пожара не выше № 2) для осуществления связи достаточно создания одной радиосети. Как правило, в таких случаях бывает активно задействовано 10-15 радиостанций. При ограничении времени передачи не более 15 секунд вероятность выхода в эфир одновременно двух и более радиостанций в течение нескольких секунд маловероятна. Оперативность связи можно считать достаточной для обмена оперативными сообщениями. При обеспечении связи на пожаре необходимо придерживаться типовых, понятных для всех участников ликвидации пожара сообщений.

Радиосвязь между начальником караула и диспетчером, отвечающим за обработку информации по текущему пожару, устанавливается с момента выезда пожарных автомобилей за пределы пожарно-спасательной части и поддерживается по мере необходимости на всех этапах ликвидации пожара вплоть до возвращения караула в расположение части. В большинстве территориальных пожарно-спасательных гарнизонов информация с места пожара передаётся непосредственно диспетчеру ЦУКС. Эта информация доступна и диспетчерам пунктов связи частей, входящих в состав гарнизона, так как радиостанции включены на общий частотный канал. При отсутствии связи ЦУКС с подразделениями, работающими на пожаре, этот радиообмен может производиться посредством радиостанции ПСЧ.

Начальник караула должен передать диспетчеру сообщения, предусмотренные формой диспетчерского журнала [9]: о прибытии месту пожара; об обстановке на месте пожара; о подключении автоцистерны к пожарному гидранту; о проведении разведки пожара; о подаче первого ствола на тушение; о целесообразности привлечения дополнительных сил; о локализации пожара; о полной его ликвидации и разборке конструкций, о возвращении в подразделение.

В конце каждого из перечисленных сообщений необходимо указать текущее время для того, чтобы зафиксировать момент передачи сообщения аппаратурой аудиозаписи, установленной на пункте связи.

Сообщения с места пожара на стационарные пункты связи передаются в основном с радиостанций пожарных автомобилей. В соответствии с [6] их относят к стационарному типу. В ряде случаев для передачи этих сообщений достаточно мощности носимой радиостанции, что позволит начальнику караула повысить манёвренность ведения связи.

Связь управления и взаимодействия на пожаре обеспечивается непосредственно отдачей распоряжений личному составу, а также использованием носимых и автомобильных радиостанций. Во время радиопереговоров Должна неукоснительно соблюдаться дисциплина связи, требования к которой установлены действующими нормативными документами.

Обязанности должностных лиц, работающих на пожаре с носимыми радиостанциями, заключаются в следующем:

устанавливать и поддерживать связь с работающими на пожаре радиостанциями;

знать позывные работающих на пожаре радиостанций;

вести переговоры с соблюдением правил радиообмена;

иметь карандаш и блокнот для записи информации.

Наряду с радиостанциями ограниченное применение находят установки громкоговорящей связи и специальные переговорные устройства.

Сигнально-громкоговорящие системы типа СГС-100 включаются в пути следования и на местах пожаров для привлечения внимания к движущимся или работающим пожарным автомобилям.

Тушение крупных пожаров (ранг № 3 и выше) требует сосредоточения и слаженной работы значительного количества сил и средств гарнизона. Следовательно, усложняются схема развёртывания и порядок применения средств связи. Рассмотрим варианты развёртывания средств связи на крупных пожарах.

Для управления действиями всех привлекаемых для ликвидации пожара подразделений создается штаб пожаротушения во главе с руководителем тушения пожара. Одной из основных задач РТП является организация связи на пожаре. Наиболее распространённым вариантом является схема (радиосеть) связи, согласно которой радиостанции пожарных и специальных автомобилей, штабного автомобиля, носимые радиостанции должностных лиц работают на общем радиоканале. В эту же радиосеть включена радиостанция диспетчера ЦУКС (ЦППС, ПСЧ), Проводные средства связи, имеющиеся в комплекте пожарных и специальных автомобилей, а также средства связи объектов, на котором произошел пожар, не используются. То есть, обеспечение связи осуществляется только собственными средствами связи. В связи с тем, что на ограниченной территории может быть сосредоточено большое количество включенных радиостанций, возникает задача регулирования их выхода в эфир. РТП должен довести до подчиненных порядок обмена сообщениями на основном радиоканале, установить приоритеты радиостанций и передаваемых сообщений.

Исходя из оперативной обстановки, РТП может дать указание личному составу при выполнении специальных действий на пожаре (разведки, связи поста безопасности и звеньев ГДЗС) использовать резервные частоты.

Для снижения нагрузки на основной радиоканал, а также для упорядочения информации, передаваемой в ЦУКС, в штабном автомобиле могут быть включены на разные частоты две радиостанции. В этом случае помощник начальника дежурной смены службы пожаротушения (начальник штаба) имеет возможность работы в радиосети, организуемой на пожаре, и радиосети, общей

с диспетчером ЦУКС (ЦППС, ПСЧ). Следует отметить, что только умелое использование тактико-технических возможностей носимых и автомобильных радиостанций при условии точного и чёткого соблюдения правил радиосообщения позволит успешно выполнить задачи по обеспечению связи.

Вторым вариантом развертывания средств связи на крупных пожарах является использование оборудования специальных автомобилей связи и автомобилей связи и освещения. Этот вариант позволяет значительно уменьшить количество оперативных сообщений, передаваемых в сети радиосвязи, за счет использования средств проводной связи указанных автомобилей. В салоне АСО предусмотрены рабочие места для размещения и функционирования штаба пожаротушения.

Как правило, штатное отделение связи на АСО не создается. Выполнение функций отделения связи АСО на нештатной основе может быть поручено специалистам части связи, одной из основных задач которой является обеспечение надежной радио- и проводной связи на пожарах. Основным отличием от первого варианта развертывания средств связи является использование полевых телефонных аппаратов и громкоговорящих установок на участках тушения пожара. Преимуществами полевого телефонного аппарата перед радиостанцией является возможность переговоров в дуплексном режиме, независимость от занятости радиоэфира другими абонентами, лучшая помехоустойчивость. Недостатки полевой телефонной связи связаны с трудоёмкостью прокладки линий связи и необходимостью привлечения дополнительного обслуживающего персонала.

В современных моделях АСО предусматривается возможность замены полевых телефонных коммутаторов и аппаратов беспроводными радиотелефонными мини-АТС и мобильными телефонами стандарта DECT [11]. Это позволит повысить оперативность развертывания средств связи.

Выносные средства громкоговорящей связи используются в случаях, когда необходимо в кратчайшие сроки довести информацию для большого количества людей, находящихся на месте пожара.

Существенным современным способом снижения нагрузки на конвенциональную радиосеть на пожаре является использование РТП и рядом других должностных лиц телефонов сотовой связи. При этом радиостанция необходима РТП для отдачи указаний подчиненным непосредственно на месте пожара. Связь ведётся в симплексном режиме. Радиотелефон сети сотовой связи позволяет обеспечивать переговоры в дуплексном режиме с должностными лицами гарнизона. При этом обеспечивается конфиденциальность связи и текущий контроль передачи сообщений. При использовании сотового телефона следует учитывать, что отправитель или получатель сообщения может находиться вне зоны действия ближайшей базовой станции выбранного оператора сотовой связи. При оснащении автомобиля связи и освещения, используемого на пожаре, оборудованием стандарта DECT обеспечится возможность создания местной сети радиосвязи, функционирующей в дуплексном режиме независимо от других радиосетей. Отработка вариантов развертывания средств связи личным со-

ставом гарнизонов пожарной охраны должна проводиться как на классных занятиях, так и на практических учениях.

4.3.3. Организация оповещения населения о чрезвычайных ситуациях

Оповещение и информирование о возникновении или угрозе возникновения чрезвычайной ситуации или другой опасности является одним из главных мероприятий по защите населения [2, 19].

Процесс оповещения заключается в доведении в установленные сроки до органов управления, должностных лиц и сил РСЧС, а также населения на соответствующей территории субъектов Российской Федерации заранее установленных сигналов, распоряжений и информации соответствующего органа исполнительной власти относительно возникающих угроз и порядка поведения в создавшихся условиях.

Сигналы оповещения и информация, доводимые до органов управления, должностных лиц и сил РСЧС, носят характер и содержание, соответствующие решаемым задачам.

Для оповещения населения используются в первую очередь электрические сирены, прерывистый звук которых означает единый сигнал опасности «Внимание всем!». При этом сигнале люди должны включить имеющиеся в их распоряжения приёмники информации (телевизоры, радиоприёмники, радиотелефоны и т.п.), чтобы прослушать информационные сообщения о характере и масштабах угрозы, а также рекомендации по способам реагирования в создавшихся условиях.

Для решения задач оповещения на всех уровнях РСЧС создаются специальные системы оповещения. Различают следующие уровни оповещения: федеральный, межрегиональный, региональный, муниципальный и объектовый. Последние три уровня непосредственно связаны с населением.

Система оповещения каждого уровня включает организационно-техническое объединение оперативно-дежурных служб органов управления ГОЧС данного уровня, специальной аппаратуры управления и средств оповещения, а также каналов связи, обеспечивающих передачу команд управления и речевой информации в чрезвычайных ситуациях.

Обеспечение функционирования системой оповещения возлагается на органы повседневного управления РСЧС соответствующего уровня. Задействование системы оповещения осуществляется по решению руководителя исполнительной власти (руководителя гражданской обороны).

4.4. Организация стационарных пунктов связи

Связь в гарнизоне строится на основе сетей проводной и радиосвязи путем создания разветвленной сети стационарных и подвижных узлов (пунктов) связи, оборудованных средствами связи, в соответствии со своим назначением.

Стационарный узел связи представляет собой комплекс средств связи, линий и каналов связи, объединённых в определённом порядке и предназначенных для обеспечения управления повседневной деятельностью подразделений пожарной охраны и решения других задач.

Подвижной узел связи предназначен для организации оперативного управления подразделениями при тушении пожаров и проведении связанных с ними первоочередных аварийно-спасательных работ, обеспечения информационной поддержки руководителя тушения пожара и взаимодействия с вышестоящими органами управления.

Реализация задач обеспечения связи гарнизона предусматривает взаимодействие узлов связи органов управления федеральных и территориальных структур, уполномоченных для решения задач пожарной охраны, подразделений государственной противопожарной службы и других видов пожарной охраны [2, 7].

Основными узлами связи территориального гарнизона пожарной охраны являются:

- Узел связи Центра управления в кризисных ситуациях (ЦУКС);
- Центральный пункт пожарной связи (ЦППС);
- Пункт связи части (ПСЧ);
- Подвижной узел связи (ПУС).

В этом параграфе будет представлена информация о стационарных пунктах связи, так как на них осуществляется диспетчерская служба.

4.4.1. Организация узла связи ЦУКС

В соответствии с приказом МЧС России от 22.11.2009. № 604 «О переименовании ЦУС ФПС» на базе центров управления силами федеральной противопожарной службы во всех республиканских и областных центрах субъектов Российской Федерации созданы центры управления в кризисных ситуациях.

ЦУКС размещается на пункте управления (ПУ), представляющем собой специально оборудованные и оснащённые техническими средствами и документацией рабочие помещения, в которых осуществляется круглосуточное дежурство и выполнение повседневных обязанностей должностными лицами ЦУКС МЧС России по субъекту Российской Федерации [4,13]. К комплексам технических средств, которыми оснащается пункт управления, относятся:

- комплекс средств автоматизации (КСА);
- комплекс средств оповещения (КСО);
- узел связи (УС).

Комплексы средств автоматизации являются технической базой деятельности оперативных смен ЦУКС и представляет собой совокупность автоматизированных рабочих мест (АРМ), функционально взаимосвязанных в составе локальной вычислительной сети. АРМ разделяются по назначению для обеспечения круглосуточной работы оперативно-дежурной смены, для обеспечения

работы оперативного персонала в дневное время, а также для обеспечения устойчивого функционирования КСА.

Схема организации связи ЦУКС с вышестоящими органами оперативного управления, подразделениями пожарно-спасательного гарнизона и службами взаимодействия реализована при ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Представление подробной информации о деятельности ЦУКС не является задачей данного пособия. В учебном пособии рассматриваются функции, задачи, диспетчерская служба, технические средства ЦУКС, имеющие непосредственное отношение к приему сообщений о пожарах, высылке сил пожарной охраны на их тушение, управление пожарно-спасательными формированиями при ликвидации пожаров и их последствий.

Для решения перечисленных задач в состав оперативной смены ЦУКС входят диспетчеры, обеспечивающие взаимодействие с подразделениями ФПС ГПС и другими частями, входящими в состав гарнизона.

Одной из основных задач ЦУКС, связанной с пожаротушением, является обеспечение управления силами и средствами, предназначенными и выделяемыми для борьбы с пожарами, а также при проведении аварийно-спасательных работ. Для решения этой задачи ЦУКС должен осуществлять функции оперативного управления подразделениями ФПС ГПС и других подразделений территориального гарнизона при тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ, а также организации в установленном порядке работы по приему и передаче сообщений на единые ДДС муниципальных образований, ДДС – «101», обеспечивая реагирование подразделений ФПС ГПС и аварийно-спасательных формирований на закрепленной территории на данные сообщения.

Функции приёма и передачи сообщений на ЦУКС возложены на службу диспетчерской связи. Техническое обеспечение обеспечивает отделение связи и автоматизированных систем управления.

Комплекс помещений ЦУКС в качестве узла связи должен удовлетворять ряду требований по охране труда работающего персонала и иметь следующие помещения:

диспетчерский (операционный) зал, где размещаются рабочие места диспетчеров с техническими средствами связи и отображения информации (рис. 4.1);

аппаратную, где устанавливается кросс, звукозаписывающая аппаратура, зарядные и распределительные устройства, усилители оповещения и другая вспомогательная аппаратура;

техническую комнату;

комнату отдыха диспетчеров.

Кроме того, необходимо помещение агрегатной, в котором устанавливается резервный агрегат электропитания аппаратуры ЦУКС, а также помещение для размещения приёмопередатчиков комплексов радиосвязи.

Пульты диспетчеров оборудуются средствами оперативной диспетчерской связи с подключением к ним специальных входящих линий «101» линий прямой связи с подразделениями гарнизона, линий связи со службами жизнеобеспечения города.

Для подключения соединительных линий и организации прямых телефонных каналов связи узел связи ЦУКС должен быть оборудован кабельным вводом городской телефонной сечи связи. Это может быть телефонный кабель с медными многопроволочными токопроводящими жилами или оптоволоконный кабель связи, имеющий большую пропускную способность. Для повышения надёжности связи предусматривается два кабельными ввода. Основной прокладывается непосредственно от кросса ближайшей районной АТС, а резервный прокладывается по другой трассе.



Рис. 4.1. Система отображения информации коллективного пользования

Радиостанции входят в состав комплекса технических средств пульта диспетчера. То есть диспетчер с одного пульта может вести переговоры в сети проводной телефонной связи и в радиосети. Автономные пункты (посты) радиосвязи создаются редко, в наиболее крупных гарнизонах пожарной охраны.

Количество радиостанций устанавливается из расчёта одна радиостанция на каждую радиосеть или радионаправление, организуемые в гарнизоне. С учётом того, что на ЦУКС обслуживанием информации, связанной с реагированием на пожары, занято несколько диспетчеров, целесообразно радиостанции установить на каждом из их рабочих мест. Для обеспечения надёжной радиосвязи следует предусмотреть резервные радиостанции и радиосети.

Регистрация передаваемой и принимаемой оперативной информации по радиоканалам и каналам телефонной связи записывается на многоканальные цифровые комплексы аудиозаписи.

На ЦУКС также устанавливается аппаратура документальной связи (телеграфные, факсимильные аппараты).

4.4.2. Организации ЦППС

Центральные пункты пожарной охраны функционируют наряду с ЦУКС и ПСЧ в ряде территориальных гарнизонов, а также в специальных управлениях (отделах) ФПС ГПС по охране особо важных и режимных организаций [10]. ЦППС в отличие от ЦУКС обеспечивает выполнение более узкого круга задач, в основном касающихся обеспечения пожарной связи.

Разграничение функций между ЦУКС и ЦППС устанавливается порядком привлечения сил и средств гарнизонов пожарной охраны для тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ. Например, в пожарно-спасательном гарнизоне г. Москвы приём сообщений о пожарах по спецлиниям «101» и первичная высылка подразделений на тушение пожаров обеспечивается в ЦУКС, а дальнейшее диспетчерское сопровождение хода ликвидации пожаров осуществляется ЦППС соответствующих округов столицы.

4.4.3. Организация ПСЧ

Пункт связи части создаётся при каждой пожарно-спасательной части и осуществляет следующие функции [10]:

- приём от заявителя и фиксирование информации о пожаре;
- приём приказов о выезде на пожары, поступающих от диспетчера ЦУКС;
- приём извещений о пожарах, поступающих от соседних подразделений гарнизона;

- высылку боевых расчётов части на тушение пожаров;
- поддержание связи с пожарными автомобилями подразделения, выехавшего на пожар, а также при выезде на пожарно-тактические учения и иные гарнизонные мероприятия;

- информирование ЦУКС (ЦППС), а также должностных лиц о пожарах.

ПСЧ оборудуется:

- коммутатором с подключением к нему соединительных линий городской (объектовой) телефонной станции для приёма извещений о пожарах и осуществления служебной связи, прямых соединительных линий с наиболее важными объектами, находящимися в районе выезда пожарной части, а также прямой соединительной линией с ЦУКС (ЦППС);

- радиостанциями для связи с пожарными автомобилями и пунктами связи гарнизона;

- установкой тревожной сигнализации и другой аппаратурой, а также часами и иными необходимыми принадлежностями.

На ПСЧ устанавливаются приёмно-контрольные приборы установок пожарной сигнализации от наиболее важных учреждений и пожароопасных объектов, находящихся в районе выезда пожарно-спасательной части. Пункт связи в пожарном депо располагается, как правило, смежно с помещением пожарной техники справа от него по ходу выезда автомобилей. В разделяющей эти помещения перегородке предусматривается окно и приспособление для передачи путёвок. Рядом с ПСЧ предусматривается также помещение для размещения кроссов и резервных источников питания аппаратуры связи.

Глава 5. Автоматизированные системы управления пожарной охраны

5.1. Информационные технологии и основы автоматизированных систем

5.1.1. Принципы построения автоматизированных систем управления

По своему принципу построения все АСУ делятся на два типа: одноуровневые и многоуровневые. Различия между двумя этими типами следующее: в одноуровневой системе вся информация с конечных устройств поступает в один компьютер и не передаётся дальше, в многоуровневых системах вся информация, собранная одним компьютером (или несколькими ПК) передается на следующий уровень, т.е. На следующий ПК, при этом ПК каждого уровня решают свой круг задач.

Одноуровневая система применяется в случае, если компьютер диспетчера и конечные устройства (с которых происходит сбор информации) находятся на одном объекте и расстояние между ними незначительно.

Многоуровневая система применяется, если необходимо:

контролировать с одного диспетчерского места несколько объектов; обеспечить АСУ несколько диспетчерских мест;

состыковать одной системы АСУ с другой системой АСУ.

В зависимости от целевого назначения АСУ можно разделить на два больших класса: АСУ объектами, предусматривающие управление объектом в целом (по всем функциям), и функциональные АСУ, обеспечивающие автоматизацию той или иной функции управления для широкого класса объектов.

К функциональным АСУ относят, например, автоматизированную систему плановых расчётов, автоматизированную систему материально-технического снабжения, автоматизированную систему статистического учёта и т.д.

АСУ объектами по типу управляемого объекта делятся на АСУ технологическими процессами (АСУ ТП); АСУ предприятиями (например, заводами, НИИ, КБ) (АСУП), АСУ по отраслям народного хозяйства (например, промышленностью, связью, транспортом) (ОАСУ) и т.д.

Принято рассматривать каждую АСУ одновременно в двух аспектах: с точки зрения ее функций — того, что и как она делает, и с точки зрения её схемы, т.е. с помощью каких средств и методов эти функции реализуются. Соответственно АСУ подразделяют на две группы подсистем - функциональные и обеспечивающие. В соответствии с этим в составе АСУ выделяют:

Основную часть, в которую входят техническое, информационное, математическое обеспечение и организационно-экономическая база. Основа общая часть для всех задач, решаемых АСУ;

функциональную часть, к которой относятся взаимосвязанные программы, автоматизирующие конкретные функции управления [17].

Техническая база АСУ включает средства, обеспечивающие сбор (датчики, средства наблюдения и контроля и т.д.), обработку (электронно-вычислительные системы, микропроцессорные устройства и т.д.), хранение, регистрации, отображения информации (системы аудио и видеозаписи, видеостены и др.), передачи данных (телекоммуникационные системы), исполнительные механизмы, непосредственно воздействующие на объекты управления (например, автоматические регуляторы. Системы пожаротушения и дымоудаления и т.д.), а также средства, обеспечивающие выработку регулирующих сигналов во всех контурах автоматизированного управления производством. Основные элементы технической базы ЭВМ, которые обеспечивают накопление, хранение и обработку данных, циркулирующих в АСУ. ЭВМ позволяют оптимизировать параметры управления, моделировать процессы, подготавливать предложения для принятия решения. В качестве современных ЭВМ используется компьютерная техника.

Обычно выделяют два класса ЭВМ, используемых в АСУ: информационно-расчётные и учётно-регулирующие. Информационно-расчётные ЭВМ находятся на высшем уровне иерархии управления (например, в координационно-вычислительном центре) и обеспечивают решение задач, связанных с централизованным управлением объектом по основным планово-экономическим, обеспечивающим и отчётным функциям (технико-экономическое и оперативно-производственное планирование, материально-техническое снабжение, и т.д.). Они характеризуются высоким быстродействием, наличием системы прерываний, слоговой обработкой данных, переменной длиной слова, мультипрограммным режимом работы и т.д., а также широким набором и большим объёмом запоминающих устройств (оперативных, буферных, внешних, односторонних и двусторонних, с произвольным и последовательным доступом и т.д.) [17].

Учётно-регулирующие ЭВМ, как правило, относятся к нижнему уровню управления. Они размещаются обычно на местах (в пожарно-спасательных подразделениях, на транспортной базе и т.д.) и обеспечивают сбор информации от объектов управления (стоянки машин, систем связи или наблюдения и т.д.), первичную переработку этой информации, передачу данных в информационно-расчётную ЭВМ и получение от неё директивно-плановой информации, осуществление локальных расчётов и выработку управляющих воздействий на объекты управления при отклонении режимов их функционирования от расчётных. Особенность учётно-регулирующих ЭВМ — хорошо развитая система автоматического сопряжения с большим числом источников информации (датчиков, регистраторов) и регулирующих устройств. Их вычислительная часть менее развита, поскольку первично обработанная информация передаётся в ЭВМ верхнего уровня для дальнейшего использования и длительного хранения.

К технической базе АСУ относят также средства оргтехники (копировально-множительную технику, картотеки, диктофоны и т.д.), а также вспомогательные и контрольно-измерительные средства, обеспечивающие нормальное функционирование основных технических режимах.

Информационное обеспечение АСУ в автоматизированных системах это совокупность единой системы классификации и кодирования информации, унифицированных систем документации и информационных массивов. Информационная база АСУ — размещённая на машинных носителях информации совокупность всех данных, необходимых для автоматизации управления объектом или процессом. Обычно информационная база делится на три массива: генеральный, производный и оперативный. Конструкция массивов и их полей (способы размещения на носителях, особенности взаимосвязи данных внутри массива, конкретная компоновка данных и т.д.) Определяется типом АСУ и общими характеристиками объектов, для которых она предназначена. Однако целесообразно сохранять типовое конструктивное построение информационной базы для общего класса объектов (например, для органов пожарного надзора). Генеральный массив объединяет данные. Являющиеся общими для всех задач, размещение которых отвечает универсальной структуре, не ориентированной на выполнение какой-либо одной функции управления.

Генеральный массив для крупного объекта содержит сотни миллионов символов, занимает большие объёмы запоминающих устройств и не всегда удобен для использования в каждой конкретной задаче, требующей для своего решения специализированной информации. Эта проблема осложняется при мультипрограммной обработке данных и недостаточно ёмких оперативных запоминающих устройствах, предполагающих хранение многих массивов в машинных архивах, функционально разобщённых с процессорами. В связи с этим в реально функционирующих АСУ возникает необходимость формирования производных массивов, отражающих специфику структуры объекта, особенности выполняемых в каждый период функций, частоту повторяемости различных задач и ряд др. Факторов, связанных с текущей работой системы. Все производные массивы, как правило, формируются из генерального массива. Всякое устойчивое изменение характеристик обслуживаемого объекта должно быть отражено в генеральном массиве.

Оперативный массив охватывает текущую информацию, а также промежуточные результаты вычислений. В нём же размещается первичная информация о состоянии обслуживаемого объекта, поступающая периодически по каналам связи или записанная на автономных носителях. Обработанные и обобщённые данные могут затем вноситься в производный и генеральный массивы либо непосредственно выдаваться потребителю [17].

Математическое обеспечение АСУ совокупность алгоритмов программ, необходимых для управления системой, и решения с её помощью задач обработки информации вычислительной техникой. Другими словами, это комплекс программ регулярного применения, обеспечивающих взаимодействие человека с техническими средствами АСУ. Математическое обеспечение условно можно подразделить на систему программирования и программное обеспечение.

Система программирования обеспечивает трансляцию программы решения задачи, выраженной на удобном для человека формализованном языке, на машинный язык, её отладку, редактирование и включение в пакет программ для

обработки. В систему программирования входят описания языков программирования, комплекс трансляторов, библиотека стандартных подпрограмм, программы редактирования связей, наборы программ, осуществляющих преемственность (программную) ЭВМ различных типов. Кроме того, система программирования обычно содержит в своём составе набор программ, облегчающих взаимодействие пользователя с машиной и позволяющих системе программирования развиваться в зависимости от характера задач, решаемых потребителем. В качестве типовых языков программирования для АСУ в настоящее время используются языки высокого уровня типа «Deiphi», «Visual Basic», С++ и др., а также машинно-ориентированные языки низкого уровня типа «Assembler».

Программное обеспечение включает себя общесистемные (операционные системы, драйвера, утилиты и т.д.), а также прикладные программы. Операционные системы обеспечивают функционирование всех устройств ЭВМ в требуемых режимах и выполнение необходимой последовательности заданий на реализацию различных процедур управления. Операционные системы, как правило, являются неотъемлемой составной частью тех вычислительных средств, которые входят в состав АСУ. Однако в ряде случаев при проектировании АСУ приходилось расширять операционные системы для обеспечения специальных системных требований (например, при подключении к системе специфичных для управляемого процесса регистраторов и систем отображения, при организации диалоговых режимов между терминалами и центральным вычислительным комплексом) [17].

Общесистемный комплекс кроме операционной системы охватывает набор программ (программы-драйвера), управляющих работой вычислительной системы и периферийных устройств (регистраторов, средств отображения результатов обработки данных и т.д.). Этот комплекс содержит программы совместной работы нескольких ЭВМ, комплексируемых по различным уровням запоминающих устройств, программы обслуживания каналов связи, дистанционные решения задач в режиме разделения времени, разграничения доступа к информационным массивам и др.

К общесистемным комплексам относят также информационно-поисковые системы, осуществляющие целенаправленный поиск требуемых массивов (или формирование необходимых массивов из фрагментов данных), их редактирование и выдачу потребителю в заданной форме (либо передачу этих массивов в запоминающее устройство для использования очередными рабочими программами). К ним же относят программы обслуживания средств, работающих в реальном масштабе времени, а также обслуживания терминальных устройств и средств отображения информации, программы функционального анализа системы (программы-утилиты), обеспечивающие удобство эксплуатации и совершенствования системы.

Пакеты типовых прикладных модулей (стандартных подпрограмм) могут использоваться в различных комбинациях при решении той или иной функциональной задачи. Типовыми, например, являются прикладные модули сортиров-

ки данных, статистической обработки информации, обработки сетевых графиков планирования и управления, моделирования реальных процессов и др.

Под организационно-экономической базой понимается совокупность экономических принципов, методов организации производства и управления, схем взаимодействия задач управления на основе правовых документов. Сюда входят организационно-экономический состав и способы формирования технико-экономических показателей управляемого объекта, а также основные принципы повышения эффективности его функционирования и место АСУ в общей системе планирования, учёта и регулирования; организация производства, труда и управления, определяющая рациональную структуру объекта (цеха, отдела и т.д.), порядок реализации технологических маршрутов, наиболее благоприятные условия работы, сохраняющие высокую работоспособность рабочих и служащих, а также научно обоснованную систему управления объектом, чёткие положения обо всех подразделениях, их подчинённости, обязанностях сотрудников и их ответственности; организационно-экономическая модель, предусматривающая построение схемы взаимодействия основных задач АСУ, структуры информационного потока, а также методическое обеспечение порядка реализации задач и использования результатов их решения; организационно-правовое обеспечение (правовые основы и нормы создания и использования АСУ, правовой статус циркулирующей в АСУ информации, а также права и ответственность должностных лиц). Кроме того, организационно-экономическая база включает методические и инструктивные материалы, определяющие влияние АСУ на основные показатели функционирования объекта, оценку эффективности и пути дальнейшего развития АСУ [17].

Функциональная часть АСУ состоит из набора взаимосвязанных программ для реализации конкретных функций управления (планирование, финансово-бухгалтерскую деятельность и др.). Все задачи функциональной части базируются на общих для данной АСУ информационных массивах и на общих технических средствах. Включение в систему новых задач не влияет на структуру основы и осуществляется посредством типового для АСУ информационного формата и процедурной схемы. Функциональную часть АСУ принято условно делить на подсистемы в соответствии с основными функциями управления объектом. Подсистемы в свою очередь делят на комплексы, содержащие наборы программ для решения конкретных задач управления в соответствии с общей концепцией системы. Состав задач функциональной части АСУ определяется типом управляемого объекта, его состоянием и видом выполняемых им заданий.

Деление функциональной части АСУ на подсистемы весьма условно, т.к. Процедуры всех подсистем тесно взаимосвязаны и в ряде случаев невозможно провести чёткую границу между различными функциями управления. Выделение подсистем используется для удобства распределения работ по мозданию системы и для привязки к соответствующим организационным звеньям объекта управления. Структура функциональной части АСУ зависит от схемы процедур управления, определяющей взаимосвязь всех элементов управления и охваты-

вающей автоматизированные, частично механизированные и ручные процедуры. Функциональная часть более мобильна, чем основа, и допускает изменение состава и постановки задач при условии обеспечения стандартного сопряжения с базовыми элементами системы.

Общий принцип работы АСУ можно описать следующим образом (рис. 5.1). От объекта (пользователя) поступают данные об обстановке от систем наблюдения диагностики, аварийные сигналы от датчиков (регистраторов), команды пользователя и т.д. Информационно-вычислительное устройство обрабатывает данные по определённому алгоритму, используя при этом БД или эталонные данные.



Рис. 5.1. Функциональная схема АСУ

Результаты обработки информации (ответ на запрос) поступают в подсистемы отображения информации, управляющие команды подаются на исполнительные устройства и т.д. Все события (действия оператора, аварийные и текущие измерения, изменения входных и выходных параметров и данных срабатывания защит и т.д.) заносятся в защищённую БД, которая доступна только для просмотра и анализа [17].

Разработка АСУ, порядок их создания и направления эффективного использования базируются на следующих принципах:

1. Принцип новых задач.

АСУ должны обеспечивать решение качественно новых управленческих проблем, а не механизировать приёмы управления, реализуемые неавтоматизированными методами. На практике это приводит к необходимости решения многовариантных оптимизационных задач на базе экономико-математических моделей большого объёма (масштаба). Конкретный состав подобных задач зависит от характера управляемого объекта [17].

2. Принцип системного подхода к проектированию АСУ.

Проектирование АСУ должно основываться на системном анализе как объекта, так и процессов управления им. Это означает необходимость определения целей и критериев эффективности функционирования объекта (вместе с системой управления), анализа структуры процесса управления, вскрывающего весь комплекс вопросов, которые необходимо решить для того, чтобы проектируемая система наилучшим образом соответствовала установленным целям и критериям. Этот комплекс охватывает вопросы не только технического, но также экономического и организационного характера. Поэтому внедрение АСУ даёт принципиально новые возможности для коренного усовершенствования системы экономических показателей и экономической стимуляции.

3. Принцип непрерывного развития системы.

Основные идеи построения, структура и конкретные решения АСУ должны позволять относительно просто настраивать систему на решение задач, возникающих уже в процессе эксплуатации АСУ в результате подключения новых участков управляемого объекта, расширения и модернизации технических средств системы, её информационно-математического обеспечения и т.д. Математическое обеспечение АСУ строится таким образом, чтобы в случае необходимости можно было легко менять не только отдельные программы, но и критерии, по которым ведётся управление

4. Принцип единства информационной базы.

На машинных носителях информации накапливается (и постоянно обновляется) информация, необходимая для решения не какой-то одной или нескольких задач, а всех задач управления. При тугом в основных (генеральных) массивах исключается неоправданное дублирование информации, которое неизбежно возникает, если первичные информационные массивы создаются для каждой задачи отдельно. Основные массивы образуют информационную модель объекта управления. Система обработки первичных документов, а также система автоматических датчиков должны быть организованы таким образом, чтобы данные о любом изменении в минимально короткий срок вводились в ЭВМ, а затем автоматически или по указанию оператора периодически распределялись по основным массивам и, при этом, сохранялось состояние готовности выдать любую информацию об объекте. В случае необходимости из основных массивов оперативно формируются производные массивы, ориентированные на те или иные производства, изделия или комплексы задач. Производные массивы в этом случае являются вторичными.

5. Принцип согласования пропускной способности различных звеньев системы.

Скорость обработки данных в различных сопряжённых контурах системы должна быть согласована таким образом, чтобы избежать информационных заторов (когда возникает объективная возможность потери данных) или больших информационных пробелов (приводящих к неэффективному использованию некоторых элементов АСУ). Например, не имеет смысла увеличивать скорость выполнения арифметических операций ЦВМ, если при решении конкретных задач АСУ «узким местом» в системе является ввод данных или обмен информацией между внешней памятью и центральным процессором.

6. Принцип комплексности задач и рабочих программ.

Большинство процессов упражнения взаимосвязаны и поэтому не могут быть сведены к простому независимому набору отдельных задач. Раздельное решение задач может значительно снизить эффективность АСУ. Принцип комплексности задач и рабочих программ характерен практически для всех классов автоматизированных систем обработки данных.

7. Принцип первого руководителя.

Разработка требований к системе, а также создание и внедрение АСУ возглавляются основным руководителем соответствующего объекта (например, директором завода, начальником главка, министром и т. Д.).

Учёт всех вышеназванных принципов должен проводиться при разработке технического задания на стадии проектирования и разработки АСУ. При правильной реализации этих принципов построения АСУ её эффективность будет значимой как в социальном. Так и в экономическом отношении. Направлениями перспективного развития АСУ являются:

1. Повышение «интеллекта» периферийных устройств.
2. Расширение их функциональных возможностей посредством совершенствования программного обеспечения.
3. Организация систем с распределённой структурой и применение принципов децентрализованного управления периферией (многоуровневые системы).
4. Улучшение структуры телекоммуникаций в направлении повышения эффективности занятости линий и повышения общей пропускной способности сетей.
5. Повышение надёжности аппаратной и программной составляющих АСУ.

В настоящее время одной из форм использования ПК в системах автоматизации и информатизации, в том числе и в структуре МЧС России, является создание на их базе автоматизированных рабочих мест (АРМ) конкретных специалистов (т.е. применительно к деятельности сотрудников противопожарной службы в оперативно-служебной и управленческой деятельности). Этому способствует компактность ПК и определённая развитость их информационного обеспечения [17].

В АРМ оператор обеспечивается средствами, необходимыми для выполнения определённых функций. Следует уточнить, что под АРМ понимают скорее совокупность методических и программных средств, обеспечивающих автоматизированную работу пользователей информацией в конкретной предметной области. Техническая база существенной роли в разделении АРМ по функциям не имеет,

Итак, АРМ представляет собой аппаратно-программную систему, которая должна отвечать следующим требованиям:

своевременно удовлетворять информационные и вычислительные потребности специалиста;

быть адаптированной к уровню подготовки пользователя и профессиональным запросам;

обеспечить минимально возможное время ответа на запросы пользователя; иметь возможность работы в составе ЛВС.

Конкретная же реализация АРМ существенно зависит от типа и класса используемой вычислительной техники [17].

Структура АРМ в значительной степени повторяет структуру АСУ (рис. 5.2). В состав технического обеспечения АРМ обычно включают стандартный комплект компьютерной техники. Кроме того, к этой категории относятся дополнительные устройства ввода-вывода информации (символьной, графической, речевой), аппаратные устройства защиты информации, устройства связи с другими компьютерами, различные информационные табло, а также может быть использовано нестандартное оборудование.

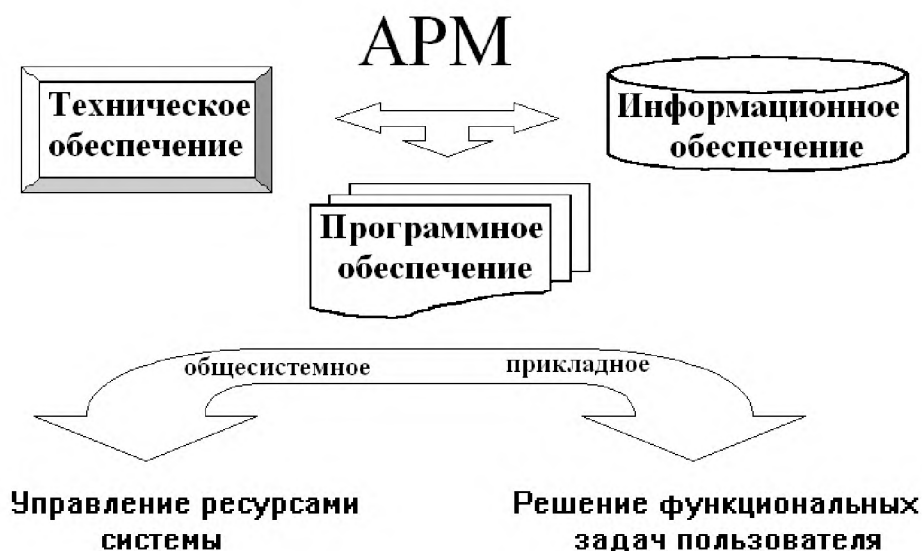


Рис. 5.2. Виды обеспечения АРМ

Программное обеспечение АРМ подразделяется на общесистемное (основное) и прикладное (функциональное). Общесистемное программное обеспечение АРМ позволяет управлять ресурсами информационной системы, обеспечивает работу в сети. Общесистемную часть составляют:

Операционная система, под управлением которой функционируют все прикладные программы; комплексы программ-драйверов для управления оборудованием; комплексы программ обработки данных; комплексы программ защиты информации; комплексы программ по организации интерфейса пользователя (программы-оболочки и др.); сервисные вспомогательные программы-утилиты.

Прикладные программы предназначены для решения функциональных практических задач пользователя. Обычно применение пакета прикладных программ предполагает наличие специальной документации: лицензионного свидетельства, паспорта, инструкции пользователя и т.п.

Именно в функциональной части программного обеспечения в основном закладывается ориентация на конкретную должностную категорию сотрудника. При этом для работы с АРМ не требуется специальных знаний по системному и прикладному программированию. Пользователю необходимо только ориентироваться в своей предметной области. Очевидно, что конкретная реализация

АРМ существенно зависит от его типа, назначения и класса используемой вычислительной техники.

К типовому прикладному программному обеспечению относятся многие продукты, используемые в современных ИТ. Наиболее распространенными и популярными пока, остаются системы обработки текстов (текстовые редакторы), системы обработки электронных таблиц и СУБД. Следующими по распространенности являются программы «деловой графики» и коммуникационные системы. К разряду специализированных прикладных программ относятся экономические и расчётные программы, программы по учёту и статистике, программы контроля, обучающие программы и т.д.

Информационное обеспечение АРМ включает в себя БД, с которыми работают программы или пользователи, информационные задачи, а ниже методическую или справочную документацию, необходимую для работы конкретному пользователю [17].

5.1.2. Автоматизированные информационные системы и их технологии

Одним из важнейших условий повышения эффективности деятельности любой организации является совершенствование её системы управления в целом. Управление — совокупность воздействий на управляемый объект, выбранных из множества возможных воздействий на основании программы управления и поступающей информации о поведении объекта и состоянии внешней среды для достижения заданной цели. Управление, по существу действий, сводится к работе с необходимой информацией, которая является объектом сбора, регистрации, передачи, хранения, обработки и репродуцирования, и также может быть автоматизирована. Инструментом этой автоматизации являются АСУ.

Наиболее важная цель построения всякой АСУ – резкое повышение эффективности управления объектом (производственным, административным и т.д.) на основе роста производительности управленческого труда и совершенствования методов планирования и гибкого регулирования управляемым процессом. Главный эффект внедрения АСУ — совершенствование системы управления достигается включением технических средств не только в информационно-вычислительные процессы, но и в автоматизацию процессов принятия управленческих решений. Задача состоит в том, чтобы способствовать рациональному использованию имеющихся ресурсов, обеспечивать согласованное использование всех служб и подразделений. Экономическая эффективность АСУ определяется, прежде всего, ростом эффективности самого производства в результате (в зависимости от характера производства), лучшей загрузки оборудования, повышения ритмичности, сокращения незавершённого производства или материальных потерь, повышения качества продукции или услуги и т.д. [17].

Автоматизации могут быть подвергнуты многие функции управления, начиная с анализа исходной информации и заканчивая контролем исполнительской деятельности в службах и подразделениях. Степень автоматизации функций управления определяется производственной необходимостью, возможностями формализации процесса управления и должна быть экономически и (или) социально оправдана. На основе этого автоматизация информационных процессов в сфере управления характеризуется тремя качественно различными уровнями:

1. Автоматизированные информационные системы первые; уровень автоматизации процессов управления, когда с использованием вычислительной техники решаются отдельные прикладные задачи преимущественно информационно-поискового характера. Они предназначены для автоматизации процессов сбора, обработки и анализа информации о состоянии управляемых объектов в условиях их функционирования, необходимой для административных работников органов управления. Основу их составляют информационно-поисковые системы, осуществляющие сбор, накопление, хранение, обновление и выдачу по запросам необходимой информации. Такие системы повышают оперативность управления, но не принимают решения и, следовательно, не решают задачи оптимизации управления.

2. Автоматизированные информационно-расчётные системы предназначены для автоматизации двух процессов: сбора и анализа информации, а также принятия решений и планирования. В таких системах личностные навыки организации труда управленца дополняются научно-обоснованными и централизованно установленными процедурами обработки информации, расчётов показателей, формирования документации.

3. Автоматизированные системы организационного управления — это комплексные системы, предназначенные для автоматизации всех основных процессов управления: сбора и анализа информации; разработки вариантов решения и планов; доведения решений до исполнителей и контроль их исполнения. Следует иметь в виду, что автоматизация управления этого уровня предусматривает не просто применение современных средств вычислительной техники, а передачу ряда функций управления ЭВМ.

Процесс управления основывается на поступающей в систему информации, содержащей сведения о состоянии объекта управления. На основании обработки и анализа информации принимается решение. Принятие решения всегда представляет собой выбор некоторой альтернативы из множества рассматриваемых. От полноты и качества поступающей информации и оптимизации алгоритма управления зависит эффективность управления. Создание АСУ на действующем объекте (в фирме, на предприятии, в ведомстве, организации и т.д.) — не разовое мероприятие, а длительный процесс. Отдельные подсистемы АСУ проектируются и вводятся в действие последовательными очередями, в состав функций включаются также все новые и новые задачи; притом АСУ органически «вписывается» в систему управления. Обычно первые очереди АСУ ограничиваются решением чисто информационных задач. В дальнейшем их

функции усложняются, включая использование оптимизационных расчётов, элементов оптимального управления. Степень участия АСУ в процессах управления может быть весьма различной, вплоть до самостоятельной выдачи компьютером, на основе получаемых им данных, оперативных управляющих «команд». Поскольку внедрение АСУ требует приспособления документации для машинной обработки, создаются унифицированные системы документации, а также классификаторы технико-экономической информации и т.д.

Любая АСУ, как элемент общей системы управления, включает следующие составные элементы :

а) проблемную базу, т.е. ту часть процессов управления, которая подлежит автоматизации;

б) информационную базу, т.е. совокупность имеющейся на определённый момент времени информации (структурные данные об объектах, процессах, результатах и др.);

в) технические средства обработки информации, к которым, прежде всего, относится вычислительная техника с установленными на ней операционными системами и подключенным периферийным оборудованием;

г) обслуживающий персонал.

Важнейшим требованием к процессу управления (и показателем), как определялось выше, является эффективность. Но всякое управление, а тем более эффективное, не происходит само по себе. Для этого необходимо организовать, т.е. провести комплекс мероприятий, направленных на создание, развёртывание и эффективное функционирование органов управления. Отсюда следует важный вывод о том, что деятельность аппарата управления должна подвергаться тщательному анализу, в том числе в части создания хорошо инструментально оснащённой технологии сбора, хранения и переработки информации с предоставлением ее пользователям в максимально удобном для восприятия виде. Так, создание системы управления на базе ПК потребует следующей подготовительной организационной и проектно-технической работы: выделение и организационное оформление основных повторяющихся управленческих ситуаций; определение минимально необходимой информации для подготовки решения по ситуации; разработка технического, программного и алгоритмического обеспечения выработки управленческого решения на базе ПК; разработка организационно-правовой документации управления; отработка навыков ситуационного управления.

Основу любого уровня автоматизации управления образует информационная система, в которой осуществляется сбор, накопление, переработка и передача всей информации, необходимой и достаточной для выработки, обоснования и принятия управленческих решений, и рациональная (а тем более оптимальная) организация работы учреждения, организации, производства невозможна без соответствующего информационного обеспечения. Информационное обеспечение представляет собой правила организации массивов и потоков информации в системе управления. Оно включает формы, порядок разработки, хранения, учета и передачи документов управления, а также правила организа-

ции документооборота в системе управления и всего делопроизводства в целом. Сюда также относятся формы предоставления информации должностным лицам и органам управления для принятия решений. Проектируемые и создаваемые системы информационного обеспечения должны рассматриваться как база для совершенствования технологии осуществления управленческих процедур, а информация — как основной ресурс управления. Всякое управление связано с получением, накоплением, обработкой, отображением и передачей самой разнообразной информации. Поэтому организация работы с большими массивами сообщений, сведений и т.д. является обязательным, важным и весьма трудоёмким процессом

Информационное обеспечение предполагает использование информационного продукта (продукции) — документированной информации, подготовленной в соответствии с потребностями пользователей и предназначенной или применяемой для удовлетворения потребностей пользователей. Информационное обеспечение организуется под управлением штаба какого-либо координатора информационной работы в организации. Основное назначение информационного обеспечения управленческой деятельности состоит в хранении, накоплении, постоянном обновлении информации об объекте управления, а также её выдаче при решении функциональных задач или по запросам внешних абонентов информационной сети. Требования к информационному обеспечению управленческой деятельности можно выразить следующими высказываниями [7, 8]: полнота отображения состояний управляемой системы и достоверности информации, необходимой для решения задач менеджмента; высокая эффективности методов и средств сбора, хранения, накопления, обновления, поиска и выдачи управленческой информации; одноразовая регистрация и однократный ввод переменной информации и её многоцелевое использование; простота и удобство доступа к информационным БД; ввод и накопление в информационных БД главным образом базовой информации с минимумом её дублирования; развитие подсистемы информационного обеспечения путем наращивания данных и организации новых связей, проектирования, более совершенных методов и способов обработки информации; организация эффективной системы документооборота; регламентация доступа к данным открытого и закрытого (коммерческого, служебного, охраняемого государством) характера, а также времени хранения документированной информации.

В состав информационного обеспечения управленческой деятельности входят следующие важнейшие элементы:

- а) данные;
- б) средства формализованного описания данных;
- в) программные средства;
- г) организационные принципы создания и ведения массивов данных.

Данные систематизируются и организуются в виде специальных массивов информационных БД. Средства формализованного описания данных предназначены для эффективного поиска и идентификации необходимой информации в этих базах, а также для организации доступа к данным внешних абонентов

информационных сетей. Эти средства включают системы классификации и кодирования объектов для описания как запросов информационным сетям, так и ответов на них. Программные средства: предназначены для организации контроля вводимых данных, для ведения информационной БД, то есть хранения, накопления, своевременного внесения в них изменений и контроля. Организационные принципы определяют порядок хранения, внесения изменений и дополнений в массивы данных, обеспечение доступа к ним, контроль за их сохранностью.

Информация о производственных процессах возникает постоянно. Она отражает процесс производства, но не всегда бывает адекватна этому процессу: степень соответствия информации тому или иному состоянию процесса зависит от способов её формирования и учёта. Практикой управления подтверждено, что преобладающая часть используемой в управлении информации должна фиксироваться. В связи с этим материальными носителями информации являются Документы, под которыми понимается материальные объекты с информацией, закреплённой созданным человеком способом (в виде текста, звукозаписи или изображения) и возможностью для её передачи во времени и пространстве. В самом существе такой информации заложены возможности для её автоматической обработки. По форме документы могут быть письменные, графические, табличные, звуковые, видео и другие. В управленческой деятельности используются пока главным образом документы на бумажных носителях.

Документооборот является важным процессом деятельности любого предприятия, учреждения или ведомства. Существующий аппарат управления во всех сферах деятельности человека уже не справляется с информационным «валом», реагируя на него активизацией бумажного потока (потока документов). Система учётного документооборота отражает производственную деятельность и позволяет управленцам воздействовать на неё. Поэтому автоматизация документооборота является необходимой составляющей современного эффективного управления. Развитие средств вычислительной техники, средств связи, хранения и предоставления информации позволяют уже в настоящее время осуществить переход к «безбумажной» технологии работы с информацией и к созданию так называемых «электронных офисов» компьютеризированной деятельности.

Информационные технологии, под которыми подразумеваются современные виды информационного обслуживания, организованные на базе средств вычислительной техники и средств связи, в настоящее время бурно развиваются. По сути, это различные технологии работы с информационными ресурсами (информацией). К ним относятся процессы, где основой переработки и продукцией (выходом) является информация. Наиболее известными ИТ являются системы управления базами данных (СУБД), текстовые и графические редакторы, редакторы электронных таблиц, электронная почта и т.д. Чем шире идет использование ЭВМ, чем выше становится их интеллектуальный уровень, тем больше возникает видов ИТ, которые используются в сфере планирования и

управления, научных исследований и разработок, экспериментов, проектирования, медицины, образования и др.

Основная задача применения информационных технологий – снижение трудоёмкости процессов использования информационных ресурсов.

Современные информационные технологии реализуют процессы использования информационных ресурсов в информационных системах (ИС).

Информационная система – это организационно упорядоченная совокупность документов (массивов документов). К простейшим ИС можно отнести телефонный справочник, любую картотеку, библиотеки и др. Поиск нужной информации в такой ИС производится вручную. Лёгкость ориентирования в этой ИС определяется чёткостью и логичностью построения этой системы, т.е. зависит от её структуры. Но этот процесс также может быть и автоматизированным, и в настоящее время работа с информационными ресурсами всё чаще осуществляется посредством автоматизированных информационных систем (АИС) [17].

АИС помимо информационных массивов включает в себя совокупность программных и аппаратных средств, предназначенных для хранения и (или) управления данными и информацией и производства вычислений с использованием различных информационных технологий, т.е. методов и средств компьютерной техники и систем связи. Под АИС обычно понимают прикладную программную составляющую, ориентированную на сбор, хранение, поиск и обработку текстовой и/или фактографической информации. Но помимо этой составляющей АИС включает в себя аппаратную платформу. Современная простейшая АИС — то терминальный комплекс, включающий в себя центральный процессор, осуществляющий обработку информации, устройства ввода-вывода информации (клавиатура, монитор и т.п.), база данных, хранящаяся на жестком диске, операционная система и прикладные программы. Дополнительными техническими средствами информационной системы могут являться различные периферийные устройства (принтер, сканер и т.п.), средства отображения и регистрации информации, датчики или регистраторы и т.д.

С помощью автоматизированных информационных систем решают, как правило, следующие задачи:

хранение большого объёма данных; организация доступа пользователей или программ к данным; обработка данных (добавление, удаление и изменение хранимой информации); передача данных или результатов обработки данных пользователям или программам; представление результатов обработки данных пользователям (построение графиков, таблиц, отображение текста и т.д.), т.е. вывода информации в удобном для человека виде.

Классификация ИС достаточно разнообразна и является предметом изучения информатики. Одним из прикладных видов автоматизированных информационных систем, имеющих широкое распространение, являются информационно-поисковые системы, реализующие в дополнение к вышеперечисленным задачам, функцию быстрого поиска требуемой информации. Информационно-

поисковые системы общего назначения используются в глобальной сети Internet: Google, Yandex, Rambler и др.

Одна из распространённых информационных технологий сегодняшнего дня стала технология компьютерного способа пересылки и обработки информационных сообщений, обеспечивающая оперативную связь между руководством рабочих групп, сотрудниками, учёными, деловыми людьми, бизнесменами и всеми желающими. Такая технология получила название электронной почты. Концепция электронной почты не является новой. Телеграфная и факсимильная связь являются составляющими электронной почты и в определенном смысле её предшественниками.

Электронная почта, Electronic mail (e-Mail) — это сетевая служба, позволяющая пользователям обмениваться сообщениями или документами без применения бумажных носителей. Электронная почта — это система почтовых отношений между людьми и организациями, основанная на использовании средств информатизации и электронных средств связи. Она является принципиально новым видом услуг, обеспечивая участникам информационного обмена сочетание ряда таких преимуществ, как преодоление барьера расстояния за весьма короткое время по сравнению с традиционной почтой, независимость обмена информацией от времени и др. Электронная почта представляет собой службу безбумажных почтовых отношений и фактически является системой сбора, обработки и передачи документальных сообщений (текстовых документов, изображений, цифровых данных, звукозаписи и т.д.).

Электронная почта специальный пакет программ для хранения и пересылки сообщений между пользователями ЭВМ, позволяющий реализовать такие функции, как редактирование документов перед передачей, их хранение в специальном банке; пересылка корреспонденции; проверка и исправление ошибок, возникающих при передаче; выдача подтверждения о получении корреспонденции адресатом; получение и хранение информации в своём «почтовом ящике»; просмотр полученной корреспонденции. Электронная почта поддерживает текстовые процессоры для просмотра и редактирования корреспонденции, информационно-поисковые системы для определения адресата, средства поддержки списка рассылаемой информации, средства предоставления других видов услуг: факс, телекс и т.д.

Принцип работы с электронной почтой состоит в следующем. При первом обращении пользователь должен зарегистрироваться на каком-либо почтовом сервере, например, службы «mail», выбрав индивидуальное имя (логин) и пароль. Адрес почтового сервера может состоять из нескольких уровней (доменов) в зависимости от иерархии серверов, обеспечивающих обслуживание (в данном случае регистрацию) пользователя. Кроме того, регистрация предусматривает указание некоторых дополнительных данных о заявителе и настройку режимов работы с электронной почтой. Регистрация происходит в режиме «вопрос-ответ», поэтому пользователю достаточно владеть элементарными навыками в работе с ПК. Результатом регистрации является предоставление пользователю почтового ящика. Каждый почтовый ящик имеет сетевой

адрес, состоящий из адреса почтового сервера и индивидуального имени, назначаемого пользователем (логина). Разделение адреса почтового сервера и логина осуществляется символом, например, radio@yandex.ru. В данном случае «radio» – это логин, «yandex» – имя (адрес) почтового сервера, «ru» – часть адреса, обозначающая российский сегмент сети «Интернет». После регистрации все следующие обращения к своему почтовому ящику требуют введение логина и пароля в соответствующие поля (рис. 5.3.)

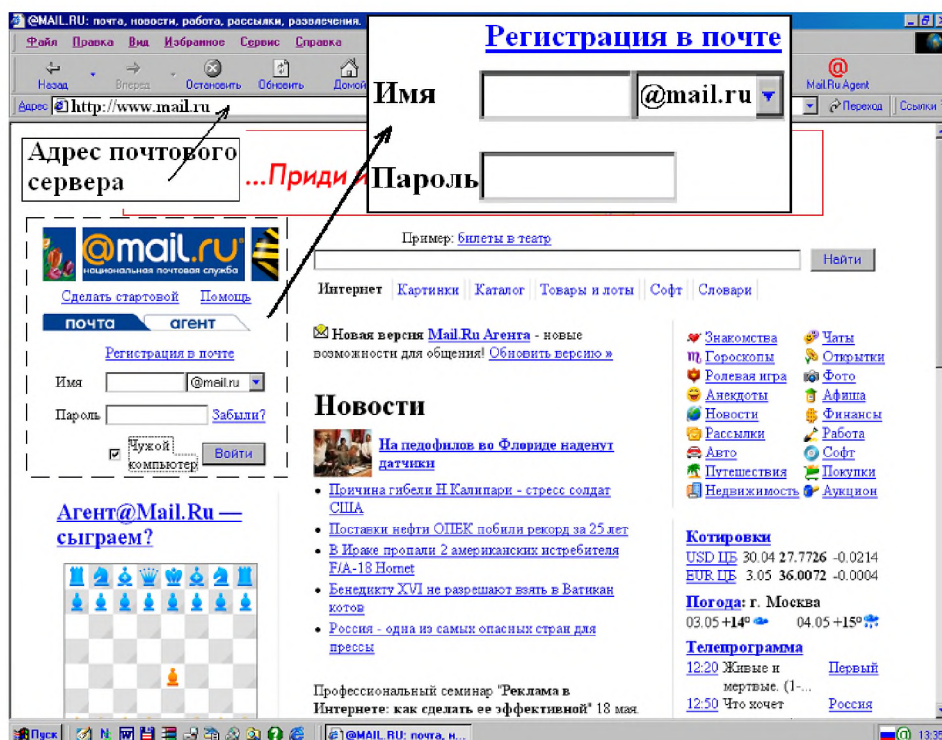


Рис. 5.3. Стартовое окно информационной системы «Mail»

Почтовый ящик» (рис. 5.4) – специально организованный файл для хранения корреспонденции. Почтовый ящик состоит из двух корзин: отправления (панка «Отправленные») и получения (папка «Входящие»). Пользователь с терминала, подключенного к сети, может передавать сообщение, указав список адресов лиц или организаций, кому оно предназначено. Это сообщение (файл) направляется в корзину отправления своего почтового ящика. После необходимой обработки из корзины отправлений почтовый сервер забирает информацию для отправки другому пользователю в соответствии с адресом корреспондента. Информация передается в корзину получения указанного почтового сервера. При просмотре своих файлов пользователь системы может обнаружить пришедшие на его имя сообщения.

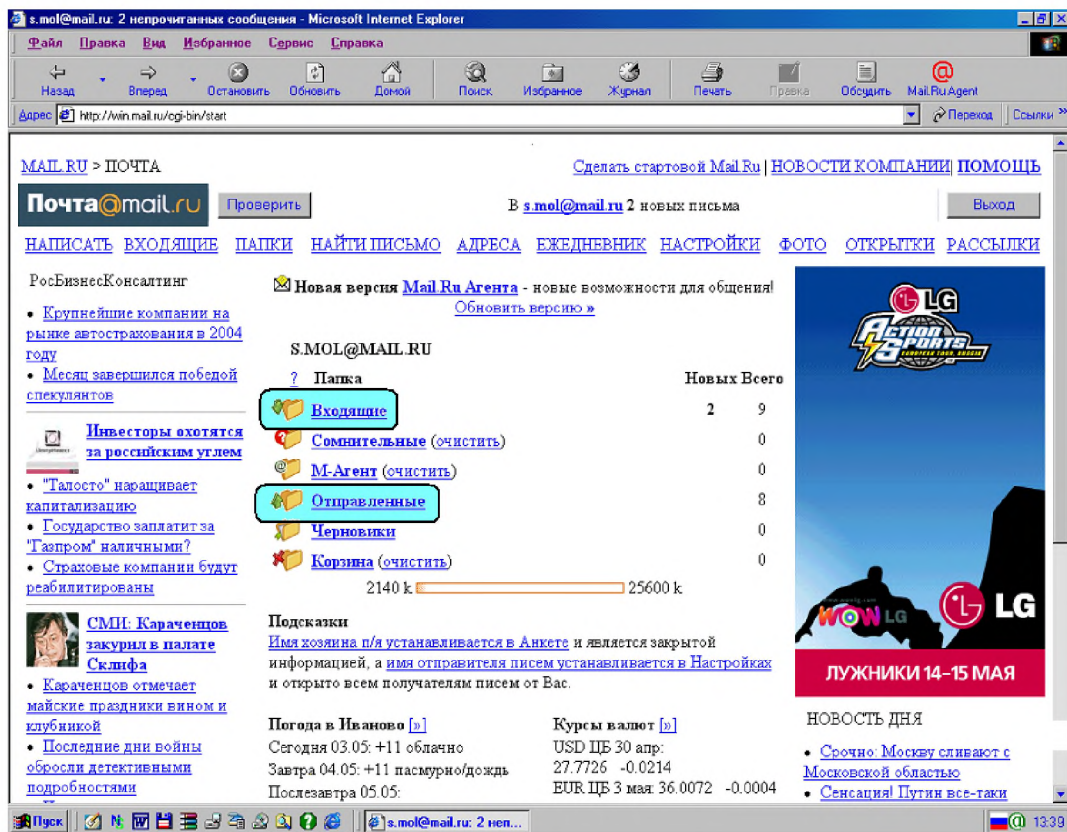


Рис. 5.4. Стартовое окно «почтового ящика» с именем s.mol@mail.ru

Любой пользователь сети может обратиться к корзине получения другого пользователя и «положить» туда информацию. Но просмотреть её, а тем более удалить, изменить и т.д., он не может. Использование пароль устанавливаемого пользователем на свою корзину получения, предусматривает: строго индивидуальный доступ (кстати, охраняемый законом) информации, переданной на его адрес. причём этот доступ может осуществляться с любого терминального комплекса, имеющего выход в сеть нахождения почтового сервера, на котором произведена регистрация пользователя.

Для пересылки корреспонденции можно установить связь с почтовым ящиком адресата в режиме «on-line». Этот способ неудобен, так как необходимо ждать, пока будет включена ЭВМ получателя. Поэтому более распространённым методом является выделение отдельных компьютеров в качестве почтовых отделений, называемых почтовыми серверами. При этом все ПК получателей подключены к ближайшему почтовому серверу, получающему, хранящему и пересылающему дальше по сети почтовые отправления, пока они не дойдут до адресата. Отправка адресату осуществляется по мере его выхода на связь

с ближайшим почтовым сервером в режиме «off-line». Пользователь передаёт сообщение вместе с адресом по телефонному каналу (радиоканалу) через модем или по сетям передачи данных на ближайший почтовый сервер в режиме «on-line». Сообщение регистрируется, ставится в очередь и по первому свободному каналу передаётся на следующий почтовый сервер, пока адресат не заберёт его в свой почтовый ящик.

Почтовые серверы реализуют следующие функции: обеспечение быстрой и качественной доставки информации, управление сеансом связи, проверка достоверности информации и корректировка ошибок, хранение информации до востребования и извещение пользователя о поступившей в его адрес корреспонденции, регистрация и учёт корреспонденции, проверка паролей при запросах корреспонденции, поддержка справочников с адресами пользователей. Дополнительно пользователям услуг службы электронной почты, как правило, предоставляется возможность получения новостей, рекламных рассылок, справочной и др. информации.

Пересылка сообщений пользователю может выполняться в индивидуальном, групповом и общем режимах. При индивидуальном режиме адресатом является отдельный компьютер пользователя, и корреспонденция содержит его адрес. При групповом режиме корреспонденция рассылается одновременно группе адресатов. Эта группа может быть сформирована по-разному. Почтовые серверы имеют средства распознавания группы. Например, в качестве адреса может быть указано; «получить всем, интересующимся данной темой» или указан список рассылки. В режиме групповой рассылки корреспонденция отправляется всем пользователям-владельцам соответствующих почтовых ящиков. Посредством двух последних режимов можно организовать телеконференцию, электронные доски объявлений. Во избежание перегрузки почтовых ящиков в почтовых серверах хранятся справочники адресов, содержащих фильтры для групповых и общих сообщений

Хотя электронная почта используется как средство общения в сети «Интернет», но может быть организована и в локальной сети учреждения, организации для обеспечения внутреннего обмена информацией. В любом случае для организации работы с электронной почтой необходим комплект компьютерной техники, работающий в качестве оконечного устройства локальной сети, с соответствующим программным обеспечением.

Современные телекоммуникационные технологии, развитие сетей передачи данных в настоящее время позволяют более эффективно осуществлять документооборот, используя при этом всевозможные виды информации от обычного текста до мультимедийных сообщений. В связи с этим актуальным становится вопрос криптографии (защиты информации). Исторически первой и в течение длительного времени единственной задачей криптографии как прикладной дисциплины была защита от несанкционированного ознакомления с содержанием корреспонденции и личных записей. Этот факт отражён и в самом названии дисциплины: криптография переводится с греческого как «тайное письмо». В эпоху бумажной переписки задачи из области защиты корреспон-

денции, такие, как обеспечение подлинности текстов и подтверждение их авторства, решались естественным образом, на основе характеристик физических носителей информации. Подлинность и авторство определялись по почерку и собственноручной подписи. Ситуация начала меняться только с появлением цифровых систем передачи, хранения и обработки данных. А с возникновением и широким распространением глобальных сетей проблема обеспечения целостности цифровой информации перешла в разряд критических: старые подходы оказались совершенно непригодными для её решения. Шифрование данных обеспечивает секретность, но в общем случае не может защитить их от случайных или преднамеренных искажений. Поэтому для выявления фактов искажений информации необходимо принимать дополнительные меры.

В настоящее время существует две постановки задачи защиты целостности и подтверждения авторства данных. Первая и более простая относится к необходимости обеспечить механизм, позволяющий получателю убедиться в том, что данные пришли именно от отправителя и не были искажены «по дороге». Во второй помимо первого требования есть и другое: у получателя не должно быть возможности изготовить подложные данные от имени отправителя. Подходы и методы решения обеих задач существенно различаются. Для решения этих задач разрабатываются нормативные документы и программно-технические средства, позволяющие ввести в обиход информационного обмена понятие электронно-цифровой подписи (ЭЦП) позволяющей осуществлять аутентификацию информации и идентификацию пользователей.

Под ЭЦП понимаем реквизит электронного документа, предназначенный для его защиты от подделки, полученный в результате криптографического преобразования информации. использованием ключа ЭГШ, позволяющий распознать владельца сертификат ключ. подписи, а также установить отсутствие искажения информации в электронном документе.

Электронная цифровая подпись последовательность символов, выученная в результате криптографического преобразования электронных. ЭЦП добавляется к блоку данных и позволяет получателю блока проверить источник и целостность данных и защититься от подделки. ЭЦП используется в качестве аналога собственноручной подписи.

Обобщая вышесказанное, отметим, что АИС создаются на базе методов и средств информатики, а техническая база современного автоматизированного информационного комплекса включает современную компьютерную технику.

Неотъемлемой частью таких систем являются программные продукты и БД. Коммуникационной основой информатизации являются системы связи и передачи данных. Они строятся на основе соблюдения международных стандартов и протоколов вхождения в связь, приёма и передачи данных, которые обеспечивают возможность создания новых видов архитектуры сетей связи и организации новых видов информационных услуг. Новые виды услуг могут быть введены как по инициативе собственников, так и по инициативе пользователей информации. Правила создания и эксплуатации систем связи и передачи данных, а также прекращения их деятельности определяются государственно-

ми органами, в компетенцию которых входит контроль за их использованием на основе государственных нормативных актов, В свою очередь построение и использование ведомственных информационных систем регламентируется ведомственными нормативными актами [7, 8].

5.2. Автоматизированные системы связи и оперативного управления пожарной охраны (АССОУПО)

Цель автоматизации решения задач пожарной безопасности и принятия соответствующих управленческих решений — типовая: повышение производительности и эффективности труда. Уже сегодня без автоматизации очень трудно проводить работу по диспетчеризации, осуществление расчётных задач, подготовке донесений, отчётов, другой информации [17].

Информационные системы и технологии в системе пожарной безопасности предназначены для обеспечения справочной информацией сотрудников любого уровня, а также автоматизации решения задач пользователей в соответствии с выполняемыми функциями. Основная цель внедрения информационно-вычислительных систем — это удовлетворение информационных потребностей пользователей всех звеньев системы управления. Типовая задача, решаемая с помощью средств автоматизации и информатизации настоящее время, обработка деловой информации (автоматизированный сбор, хронометрирование, сортировка, накопление, документирование и хранение сведений). Применение АИС и ИТ в деятельности подразделений пожарной охраны и противопожарной защиты позволяет автоматизировать операции по

Идентификация пользователя — распознавание пользователя компьютерной системы на основании ранее описания. Идентификация имеет целью определение полномочий пользователя (права доступа к данным и выбора режима использования).

обработке документации, оперативно обеспечить пользователей достоверной информацией, организовать удаленный доступ к имеющимся банкам данных и базам знаний, скоординировать функции и задачи различных служб, а также освободить время для занятий творческой производственной работой. Благодаря применению современных ИТ значительно сокращается время обработки и уменьшается время поиска информации, и, как следствие, пользователь в значительной мере освобождается от рутинной, но обязательной работы по поиску и обработке информации, а также по составлению различного рода отчётов и документов

В органах управления нашло применение множество прикладных программ узкой ориентации: для поддержки административно-управленческой (АРМ «Кадры», справочная АИС «Консультант» и т.д.) и служебно-оперативной деятельности (АРМ «Гарнизон», АРМ «Диспетчер ЦУС» и др.).

Состав и назначение некоторых программных средств (ПС), имеющих в Фонде программных средств федерального центра Всероссийского научно-исследовательского института противопожарной обороны (ВНИИПО (ФЦ)), представлены в табл. 5.1.

Таблица 5.1. Описание программных средств АРМ

Наименование программного средства	Назначение программного средства
АРМ «Диспетчер ЦУКС»	Автоматизация оперативной работы диспетчерского персонала ЦУКС по высылке сил на ликвидацию пожаров, информационно-справочная поддержка дежурной службы пожаротушения (состав и наличие техники, расположение улиц города, наличие водоисточников и исправность пожарных гидрантов и т.д.).
АРМ «Гарнизон»	В дополнение к задачам, реализуемым АРМом «Диспетчер ЦУКС», расширены информационно-справочные функции (имеется возможность получить информацию о физико-химических свойствах более 2000 веществ, средствах их тушения и защиты личного состава).
АРМ «Привлечение сил и средств»	В дополнение к задачам, реализуемым АРМом «Гарнизон», позволяет решать задачи тушения пожаров в сельской местности.
ПС «Пена»	Автоматизация расчета по выбору типа пенообразователя и нормативной интенсивности его подачи в зависимости от компонентного состава горючего, включая различные смеси нефти и газовых конденсатов, продуктов их переработки, а также температурного режима к моменту начала тушения. Учитывается продолжительность свободного горения, подготовки пенной атаки и количество горючего в резервуаре или проливе.
ПС «Резервуар»	Информационная обеспечение РТП при подготовке планов пожаротушения и непосредственно при тушении пожаров в резервуарах. Содержит и выдает в диалоговом режиме информацию по основным типам резервуаров, нефтепродуктам, отечественным и импортным пенообразователям. Осуществляет расчет сил и средств в зависимости от вида продукта горения и огнетушащего вещества, в т.ч. при тушении после длительного свободного горения.
ПС «Дежурная служба»	Автоматизация расчета сил и средств при разработке планов пожаротушения для объектов различного назначения.
Программный комплекс «Экспертиза»	Проверка проектной документации зданий и сооружений различного назначения в части соответствия противопожарным нормам, получение справочной информации по требованиям пожарной безопасности нормативных документов в области строительства (СНиП, СП, ВСН, ПУБ, НПБ и т.п.), проведение расчетов по проектным решениям.

5.3. Организация функционирования автоматизированной системы связи и оперативного управления пожарной охраны

Совершенствование информационного обеспечения при обеспечении пожарной безопасности на современном этапе заключается в расширении масштабов применения АРМ в оперативно-служебной деятельности подразделений, обеспечивающих пожарную безопасность объектов и населённых пунктов. АРМ в сетевых структурах поддерживают проблемно-ориентированные БД и связаны каналами связи. Конечно, возможно существование и автономных АРМ. Однако современные концепции автоматизированных информационных систем состоят в том, что интегрированные БД строятся по принципу сети, где поддерживаются большие информационные массивы данных [17].

В условиях территориально-разделённой структуры размещения подразделений МЧС России эффективность использования ИС возрастает при организации ЛВС. Это даёт возможность исключить дублирование массивов информации, экономить на аппаратных средствах, а в организационном плане установить единство форм, методов и способов ведения документооборота. Интеграция ЛВС в глобальные сети открывает в свою очередь доступ к мировым информационным ресурсам. Информационное обеспечение подразделений и отдельных сотрудников с использованием сетевого подхода, существенно расширяет возможности обработки данных, обеспечивает лучшее использование ресурсов вычислительной техники. В свою очередь построение информационных сетей требует использования новейших телекоммуникационных систем, позволяющих осуществлять информационный обмен с заданными параметрами, соответствующими требованиям сегодняшнего дня по пропускной способности, оперативности, надёжности, достоверности и безопасности.

При создании ведомственных ЛВС одним из первых организационных шагов является разработка технического задания на организацию ЛВС, которое должно содержать вопросы функциональной, информационной, технической и программной интеграции всего комплекса оборудования, входящего в ЛВС.

Функциональная интеграция заключается в детальном описании всех плач, подлежащих решению с помощью средств автоматизации и информатизации и основанных на системе взаимосвязанных и согласованных критериев, определение технологии сбора, хранения и обмена информации в сети.

Информационная интеграция предполагает составление перечня, данных, подлежащих хранению и обработке, оценка их объемов, а также создание общей информационной базы.

Техническая интеграция предполагает создание необходимого комплекса совместимых устройств (средств передачи данных, соответствующих интерфейсов, КС и т.д.).

Программная интеграция предполагает формирование и освоение базового программного обеспечения, поддерживающего процесс разработки и применения новых функциональных прикладных программ без изменения уже работающих программных модулей.

Кроме того, разработка ЛВС предполагает определение правовых аспектов создания и использования ЛВС, требований по надежности систем передачи данных и мер по обеспечению создания и развития ЛВС, а также защите информации, циркулирующей в ЛВС.

На базе ЛВС возможно построение комплексных АСУ, являющихся одним из наиболее перспективных направлений совершенствования управления деятельностью подразделений, обеспечивающих пожарную безопасность в городах и населенных пунктах страны.

Автоматизация, применение информационных систем и их технологий в системе пожарной безопасности осуществляется практически во всех направлениях деятельности подразделений противопожарной службы, а именно: при оперативном управлении силами, при управлении профилактической работой или административно-хозяйственной деятельностью.

Результатом внедрения систем информатизации и автоматизации в системе пожарной безопасности должно явиться:

уменьшение материального ущерба от пожаров, затрат на ликвидацию пожаров; снижение числа несчастных случаев и гибели людей на пожарах; уменьшение ошибок в действиях диспетчерского персонала, служб пожаротушения при ликвидации пожаров; повышение эффективности использования средств связи, сигнализации, специальной техники и т.д.; улучшение качества работы пожарного надзора; повышение уровня пожарной безопасности объектов и населённых пунктов; оптимизация затрат на содержание подразделений противопожарной службы; повышение эффективности организационной и хозяйственной деятельности подразделений противопожарной службы.

Автоматизированные информационные системы коллективного пользования, системы электронной почты и телеконференций, АСУ ТП и АРМ, системы комплексной автоматизации административно-управленческой деятельности — примеры реализации современных ИТ и систем автоматизации в жизнедеятельности человека, которые в той или иной мере уже используются при решении задач пожарной безопасности.

В настоящее время системы автоматизации и информатизации, используемые в подразделениях и органах управления служб и организаций, обеспечивающих пожарную безопасность в городах и населённых пунктах, в основном реализуют лишь первый уровень автоматизации процессов управления: применение автоматизированных информационных систем. Второй уровень автоматизации управления — применение автоматизированных информационно-расчётных систем по ряду направлений деятельности реализован в виде узкоспециализированных АРМ сотрудников. Перспективой являются комплексные автоматизированные системы управления, относящиеся к третьему, самому высшему уровню автоматизации процессов управления.

Глава 6. Эксплуатация и техническое обслуживание средств связи и автоматизации

Техническая эксплуатация — совокупность мероприятий, направленных на приведение и поддержание объекта в работоспособном состоянии. Она включает следующие мероприятия: ввод средств связи в техническую эксплуатацию; техническое обслуживание, ремонт, планирование эксплуатации и учёт средств связи; хранение; контроль за техническим состоянием; статистический учёт и анализ отказов; материально-техническое обеспечение; рекламационную работу и техническое обслуживание; категорирование и списание.

Важное место в обеспечении функционирования комплекса технических средств связи в подразделениях пожарной охраны отводится их техническому обслуживанию.

Техническое обслуживание средств связи – комплекс работ для поддержания исправности и работоспособности аппаратуры связи при её подготовке к использованию и в процессе применения по назначению, а также при хранении и транспортировании.

Система технического обслуживания предусматривает наличие двух связанных между собой подсистем [7]: профилактики и ремонта.

Профилактика — группа операций для поддержания средства связи в работоспособном состоянии при заданном уровне надежности,

Ремонт — комплекс работ по восстановлению исправности или работоспособности аппаратуры связи.

Централизованное техническое обслуживание (ремонт) ряда объектов связи осуществляется персоналом и средствами одного подразделения. Децентрализованное техническое обслуживание производится персоналом и средствами нескольких подразделений. При ремонте агрегатным методом неисправные составные части заменяются новыми или заранее отремонтированными. Метод технического обслуживания эксплуатационным персоналом выполнения технического обслуживания личным составом, работающим на данных средствах связи при использовании их по назначению. Техническое обслуживание специализированным персоналом осуществляется лицами, специально подготовленными к выполнению операций технического обслуживания. Последние два вида технического обслуживания (ремонта) проводятся соответственно организацией, специализированной на этих операциях, и предприятием-изготовителем средств связи.

Все перечисленные методы по мере целесообразности применяются в процессе эксплуатации средств связи, используемых в пожарной охране.

Объём и периодичность выполнения мероприятий по техническому обслуживанию определяются специальными инструкциями по техническому обслуживанию (эксплуатационные и ремонтные документы на средства связи).

Непосредственно в пожарно-спасательных частях предусмотрено проведение ежедневного технического обслуживания (ТО имеющихся средств связи, которое осуществляется личным составом при приёме и сдаче дежурства и

включает следующие основные работы: внешний осмотр; чистку аппаратуры без вскрытия; проверку надежности креплений и всех соединений; проверку работоспособности аппаратуры в заданном режиме.

Лица, за которыми закреплены средства связи, должны проводить работы объеме ТО № 2 (еженедельное), которое допускает выключение аппаратуры связи на период выполнения работ по обслуживанию [18]. ТО № 3 (квартальное) и ТО № 4 (сезонное) выполняются, как правило, специалистами части связи с участием работников службы связи подразделений пожарной охраны.

Специалисты части связи или службы связи гарнизона пожарной органы выполняют контрольно-регулирующие работы. При внешнем осмотре проверяется комплектность, общее состояние корпусов средств связи, полнота комплектации запасными частями, а также правильность ведения технической документации. Выявленные в процессе осмотра неисправности корпусов, панелей управления исправляются, неисправные сигнальные лампы заменяются исправными, а также производится необходимая регулировка органов управления аппаратуры связи.

Начальники подразделений должны осуществлять периодический контроль за состоянием средств связи и организацией их эксплуатации.

Результаты проверок технического состояния средств связи с указанием выявленных недостатков и сроков их устранения записываются в формуляры и журнал контроля технического состояния.

Формуляры являются основными документами на протяжении всего срока эксплуатации средства связи. В формулярах должны отражаться: сведения об установлении и изменении категории средств связи; сведения о предъявлении рекламаций и о гарантийных ремонтах; сведения о движении и закреплении средств связи при эксплуатации; учет часов работы; учёт неисправностей, выявленных в процессе работы и при техническом обслуживании, с указанием неисправных элементов, узлов и блоков; сведения об изменениях в конструкции изделия и о заменах его основных частей во время эксплуатации и ремонта; сведения о ремонте; сведения о хранении средств связи; сведения о результатах проверки проверяющими лицами.

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 имеющихся в подразделениях. Все непригодные для использования детали и материалы, полученные от разборки списанных средств связи, учитываются как металлолом и другое фондовое имущество и реализуются в установленном порядке.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Информационные основы связи.
2. Факторы, влияющие на качество радиосвязи. Оценка дальности радиосвязи.
3. IP–телефония.
4. Типы и параметры радиостанций, применяемых в пожарной охране.
5. Назначение и принцип телефонной связи.
6. Конструктивное и функциональное устройство радиостанций, применяемых в пожарной охране.
7. Оптическая связь и ее технологии.
8. Образование радиоволн. Антенно-фидерные устройства, используемые в комплексах средств радиосвязи пожарной охраны.
9. Понятие о фиксированной связи, принципы ее организации.
10. Функции и принцип работы радиопередатчика.
11. Классификация видов электрической связи.
12. Функции и принцип работы радиоприемника.
13. Многоканальная связь. Способы разделения каналов.
14. Стационарные радиостанции.
15. Методы и способы передачи данных.
16. Задачи радиосвязи при обеспечении пожарной безопасности.
17. Основы построения систем передачи данных.
18. Общая характеристика мобильных радиостанций, применяемых в пожарной охране.
19. Принцип передачи сообщения по цифровому каналу связи.
20. Общая характеристика носимых и портативных радиостанции, применяемых в пожарной охране.
21. Сети связи, их элементы. Классификация сетей связи.
22. Общие правила ведения радиосвязи. Порядок работы в радиосетях.
23. Каналы связи, их виды и характеристики.
24. Автоматизированные рабочие места (АРМ) сотрудников ФПС ГПС.
25. Общий принцип передачи сообщения.
26. Средства отображения информации.
27. Основы построения систем передачи информации.
28. Функциональные виды связи пожарной охраны и их назначение.
29. Понятие о сигналах и их виды.
30. Организация центрального пункта пожарной связи.
31. Основы построения телефонных сетей.
32. Дисциплина связи. Организация контроля радиодисциплины.
33. Телеграфная связь.
34. Организация мобильного узла связи при тушении пожаров и проведения аварийно-спасательных работ.
35. Факсимильная связь.
36. Организация пункта связи пожарно-спасательной части.

37. Структура и элементы системы радиосвязи. Принцип радиосвязи.
38. Техническая реализация автоматизированной системы связи и оперативного управления пожарной охраны (АССОУПО).
39. Спектр электромагнитных колебаний. Диапазоны радиоволн.
40. Задачи, решаемые автоматизированной системой связи и оперативного управления пожарной охраны (АССОУПО).
41. Свойства и распространение радиоволн.
42. Информационные технологии, применение при решении задач пожарной безопасности.
43. Организация оперативно-диспетчерской связи.
44. Система телевизионной связи.
45. Организация связи извещения.
46. Средства регистрации информации.
47. Организация проводной связи в пожарно-спасательных гарнизонах.
48. Специальные переговорные устройства.
49. Способы организации радиосвязи в пожарно-спасательных гарнизонах.
50. Мобильные средства усиления речи.
51. Технические средства автоматизированной системы связи и оперативного управления пожарной охраны АССОУПО.
52. Носимые средства усиления речи.
53. Структура и элементы системы связи пожарно-спасательного гарнизона.
54. Методика оценки экономической эффективности автоматизированной системы связи и оперативного управления пожарной охраны (АССОУПО).
55. Автоматизированные системы управления, их сущность и принцип построения.
56. Конструктивное устройство техники связи.
57. Основы автоматизации управления.
58. Общее устройство телефонных аппаратов.
59. Организация связи на месте чрезвычайной ситуации.
60. Средства связи, их классификация.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Промышленное развитие и социальное обустройство неизбежно способствует росту пожарной опасности в большинстве сфер хозяйственной деятельности. Анализ отечественного и зарубежного опыта работы пожарно-спасательных подразделений в сложной оперативной обстановке (здания повышенной этажности, подземные сооружения, пожары на большой площади с элементом сейсмического, химического и радиационного воздействия, лесные пожары и т.д.) показывает, что успех и эффективность выполнения задач по предназначению во многом определяются полнотой и достоверностью используемой при тушении пожаров информации, что, в свою очередь, обеспечивается надежностью организуемых каналов оперативной связи. Своевременное получение достоверной и полной информации позволяет эффективно обеспечивать предупреждение пожаров, минимизировать моральный и материальный ущерб, наносимый чрезвычайными ситуациями.

Эффективность деятельности пожарно-спасательных подразделений, обеспечивающих тушение пожаров, можно оценить по ресурсосберегающим факторам: чем быстрее подразделения придут к месту пожара, тем больше материальных ценностей можно уберечь от огня; чем точнее и больше сведений о горящем объекте будет знать руководитель тушения пожара, тем меньше сил и средств может быть затрачено на ликвидацию пожара или последствий чрезвычайных ситуаций. Владение точной информацией снижает количество ошибок в действиях должностных лиц при пожарах или других чрезвычайных ситуациях, уменьшает риск гибели и травматизма людей, что достигается благодаря использованию различных систем связи, информатизации и автоматизации. Поэтому эффективность борьбы с пожарами во многом зависит от точности и от оперативности передачи сообщений и принятия решений.

Общеизвестно, что важным моментом в работе пожарных является сокращение времени прибытия пожарных к месту вызова. Оно складывается из времени сообщения о пожаре и времени прибытия первого подразделения к месту вызова. По данным статистики, за одну минуту пожара потери от пожара в среднем по стране составляют более 12 000 рублей, и эта цифра растет с каждым годом. Гибель людей составляет порядка 6 человек на каждые 100 пожаров. Среднее время сообщения о пожаре по стране составляет 8 минут. Можно предположить, что в нашей стране такая статистика обусловлена рядом причин, среди которых немаловажную роль играют следующие: отсутствие под рукой заявителя средств связи (прежде всего телефонной), отсутствие или ненадежная (неэффективная) работа систем пожарной сигнализации, отсутствие в большинстве случаев систем оповещения, необходимость обработки диспетчером информации, поступающей от заявителя. Время следования подразделений к месту пожара во многом (особенно в крупных городах) зависит от владения диспетчерами и водителями транспортных средств пожарной охраны своевременной, полной и точной информацией о маршруте следования к месту пожара (подъездные пути, интенсивность движения, ремонт дорог и т.д.). Большинство

проблем при этом обусловлены социально-экономическими факторами, разбираться с которыми предстоит комплексно, с участием многих ведомств и организаций.

Современные телекоммуникационные и информационные технологии позволяют не только обеспечивать бесперебойную связь за счет автоматизации управления системами связи, но и своевременно предотвращать отказы оборудования, осуществлять автоматическое резервирование каналов связи. При этом принципы структурной организации сетей оперативной связи и оперативно-технические показатели применяемых средств связи большинства пожарно-спасательных гарнизонов, на базе которых функционирует ЕДДС, не удовлетворяют возросших к ним требований в части надежности связи, пропускной способности сетей обеспечения доступности каналов связи для абонентов, и особенно полноты, достоверности и своевременности информационного обеспечения городских служб.

В связи с этим, оснащение современными и надёжными средствами связи и автоматизированной обработки информации подразделений экстренного реагирования и построение системы связи в городах, отвечающей всем современным требованиям в рамках создания единой службы спасения, является одной из основных задач в концепции развития связи и информатизации в МЧС России.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон № 123-ФЗ 22 июля 2008 года «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
2. Федеральный закон № 69-ФЗ от 21 декабря 1994 года «О пожарной безопасности».
3. Федеральный Закон от 7 июля 2003 г. № 126-ФЗ «О связи».
4. Постановление Правительства РФ от 30.12.2003 г. № 794 Положение о единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.
5. Постановление Правительства РФ от 6 июля 2015 г. № 676 «О требованиях к порядку создания, развития, ввода в эксплуатацию, эксплуатации и вывода из эксплуатации государственных информационных систем и дальнейшего хранения содержащейся в их базах данных информации».
6. Приказ МЧС России от 28.03.2014 г. № 142 «О внесении изменений в приказ МЧС России от 25.07.2006 №425 «Об утверждении Норм табельной принадлежности пожарно-технического вооружения и аварийно-спасательного оборудования для основных и специальных пожарных автомобилей, изготавливаемых с 2006 года».
7. Приказ МЧС России от 23.06.2006 № 375 «Об утверждении и введении в действие Руководства по радиосвязи МЧС России».
8. Приказ МЧС России от 16.10.2017 № 444 «Об утверждении Боевого устава подразделений пожарной охраны, определяющего порядок организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ».
9. Приказ МЧС России от 20.10.2017 № 452 «Об утверждении Устава подразделений пожарной охраны».
10. Приказ МЧС России от 25.10.2017 № 467 «Об утверждении Положения о пожарно-спасательных гарнизонах».
11. Приказ МЧС России от 26.10.2017 № 472 «Об утверждении Порядка подготовки личного состава пожарной охраны».
12. Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 23.12.2014 № 1100н «Об утверждении Правил по охране труда в подразделениях федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы».
13. Об одобрении Концепции создания системы обеспечения вызова экстренных оперативных служб через единый номер «112» на базе единых дежурно-диспетчерских служб муниципальных образований: распоряжение Правительства РФ № 1240-р от 25.08.2008 г.
14. Наставление по организации управления и оперативного (экстренного) реагирования при ликвидации чрезвычайных ситуаций. Утверждено протоколом заседания Правительственной комиссии по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности от 28.05.2010 № 4.

15. Наставление по организации деятельности центров управления в кризисных ситуациях МЧС России. Москва, 2012 г.
16. Гладков С.В., Колбашов М.А. «Автоматизированные системы управления и связь: курсовое проектирование». – Иваново: ООНИ ЭКО ИПСА ГПС МЧС России, – 2016. – 144 с.
17. Автоматизированные системы управления и связь: Учебник. / В.И. Зыков, А.Н. Петренко, А.Б.Мосягин и др. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2012. – Электронный ресурс.
18. Гладков С. В., Колбашов М.А. Организация службы связи пожарной охраны: Учебное пособие по дисциплине «Автоматизированные системы управления и связь» для курсантов, слушателей и студентов, обучающихся по специальности: 280104.65 – «Пожарная безопасность». – Иваново: ООНИ ИВИ ГПС МЧС России. 2013. – 131 с.
19. Гладков, С.В. Системы связи и оповещения: учебное пособие для студентов, курсантов и слушателей по направлению подготовки 280700.62 Техносферная безопасность (профиль подготовки «Защита в чрезвычайных ситуациях»)/С.В. Гладков. – Иваново: ООНИ ЭКО ИВИ ГПС МЧС России, 2012.– 104 с.
20. Моисеев Ю.Н., Терехнев В.В., Харламов Р.И.. Пожарная техника. Книга 3. Пожарное и аварийно-спасательное оборудование. – Екатеринбург: ООО «Издательство «Калан», 2016. – 124 с.
21. Методические рекомендации по планированию, организации и обеспечению связи в МЧС России. Управление информационных технологий и связи МЧС России, 2013.
22. МЧС Медиа – объединенная редакция МЧС России: <http://www.mchsmedia.ru/>.
23. Единая ведомственная электронная библиотека МЧС России: сеть Интранет по адресу: 10.46.0.45.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
РАЗДЕЛ 1. СИСТЕМЫ И СРЕДСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СВЯЗИ	5
Глава 1. Информационные основы связи	5
1.1. Основы электрической связи.....	5
1.1.1. Информационные основы связи.....	5
1.1.2. Классификация видов электрической связи.....	9
1.1.3. Средства электрической связи.....	12
1.1.4. Общие принципы передачи информации.....	17
1.2. Системы передачи информации.....	23
1.2.1. Организационно-технические основы построения систем электрической связи	23
1.2.2. Многоканальная связь	31
1.2.3. Принципы построения цифровых систем связи	33
Глава 2. Телефонная связь	37
2.1. Телефонная связь и её основные элементы.....	37
2.1.1. Основы телефонной связи.....	38
2.1.2. Общее устройство телефонных аппаратов.....	42
2.2. Автоматическая телефонная связь	47
2.2.1. Автоматическая телефонная связь	47
2.2.2. Телеграфная связь	51
2.2.3. Факсимильная связь.....	54
Глава 3. Радиосвязь	58
3.1. Основные элементы радиосвязи.....	58
3.1.1. Образование и распространение радиоволн	59
3.1.2. Структура и основные элементы радиосвязи	68
3.1.3. Антенно-фидерные устройства	73
3.2. Устройство и принцип работы радиостанций	77
3.2.1. Устройство и принцип работы радиопередатчика	77
3.2.2. Устройство и принцип работы радиоприёмника.....	78
3.2.3. Радиостанции, применяемые в пожарной охране	80

РАЗДЕЛ 2. ЭКСПЛУАТАЦИЯ СИСТЕМ СВЯЗИ И АВТОМАТИЗАЦИИ	85
Глава 4. Организация службы связи и функционирования связи пожарно-спасательного гарнизона	85
4.1. Организация службы связи пожарной охраны	85
4.1.1. Служба связи	85
4.1.2. Организация связи в пожарно-спасательных гарнизонах	89
4.2. Функциональные виды связи пожарно-спасательных подразделений	91
4.3. Организация связи и оповещения в чрезвычайных ситуациях	92
4.3.1. Организация связи в чрезвычайных ситуациях, сопровождаемых пожарами	92
4.3.2. Развертывание средств связи на пожаре	94
4.3.3. Организация оповещения населения о чрезвычайных ситуациях	97
4.4. Организация стационарных пунктов связи	97
4.4.1. Организация узла связи ЦУКС	98
4.4.2. Организации ЦППС	100
4.4.3. Организация ПСЧ	101
Глава 5. Автоматизированные системы управления пожарной охраны	102
5.1. Информационные технологии и основы автоматизированных систем	102
5.1.1. Принципы построения автоматизированных систем управления	102
5.1.2. Автоматизированные информационные системы и их технологии	111
5.2. Автоматизированные системы связи и оперативного управления пожарной охраны (АССОУПО)	122
5.3. Организация функционирования автоматизированной системы связи и оперативного управления пожарной охраны	124
Глава 6. Эксплуатация и техническое обслуживание средств связи и автоматизации	126
Контрольные вопросы	128
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	130
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	132

Колбашов Михаил Александрович
Волков Виктор Владимирович
Бочкарев Артем Николаевич

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И СВЯЗЬ

Учебное пособие по специальности 20.02.04 «Пожарная безопасность»,
квалификация базовой подготовки «Техник»

Текстовое электронное издание

Подготовлено к изданию 23.07.2018 г. Формат 60×84 1/16.
Усл. печ. л. 8,5. Уч.-изд. л. 7,9. Заказ № 25
Отделение организации научных исследований экспертно-консалтингового отдела
Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России
153040, г. Иваново, пр. Строителей, 33