

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Омский государственный технический университет»

Д. В. Рысев, В. С. Сердюк, С. Ф. Храпский

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И СВЯЗЬ

Учебное пособие

Омск
Издательство ОмГТУ
2013

УДК 621.39:614.842.84(075)

ББК 32.88+38.96я73

Р93

Рецензенты:

С. А. Ковалев, к.т.н., доцент, зав. кафедрой «Безопасность жизнедеятельности»
ФГБОУ ВПО «ОмГУ им. Ф. М. Достоевского»;

С. М. Бурлевич, заместитель директора бюджетного учреждения
Омской области «Управление противопожарной службы Омской области»

Рысев, Д. В.

Р93 Автоматизированные системы управления и связь : учеб. пособие /
Д. В. Рысев, В. С. Сердюк, С. Ф. Храпский. – Омск : Изд-во ОмГТУ,
2013. – 132 с. : ил.

ISBN 978-5-8149-1457-6

Представлены информационные основы связи, телефонная связь и ее основные элементы, описаны устройство и принцип работы радиостанций, рассмотрена организация службы связи в пожарной охране и приведены оперативно-тактические критерии оценки и контроля качества связи. Изложены основы информационных технологий и автоматизированных систем управления. Представлено описание автоматизированных систем связи и оперативного управления пожарной охраны.

Рассмотрены вопросы эксплуатации и технического обслуживания устройств связи и комплекса программно-технических средств автоматизированных систем.

Предназначено для студентов, обучающихся по специальности 280104 (280705.65) «Пожарная безопасность».

УДК 621.39:614.842.84(075)

ББК 32.88+38.96я73

*Печатается по решению редакционно-издательского совета
Омского государственного технического университета*

ISBN 978-5-8149-1457-6

© ОмГТУ, 2013

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|---|----|
| Список сокращений | 5 |
| Введение..... | 8 |
| 1. Информационные основы связи | 10 |
| 1.1. Структурная схема связи | 10 |
| 1.2. Характеристики связи | 11 |
| 1.3. Этапы преобразования сообщения | 12 |
| 1.4. Характеристики сигнала и канала связи | 15 |
| 1.5. Количество информации и пропускная способность системы связи | 17 |
| 1.6. Информация и ее характеристики | 18 |
| 2. Телефонная связь и ее основные элементы..... | 23 |
| 2.1. Характеристики звука | 23 |
| 2.2. Схемы и устройства проводной телефонной связи | 24 |
| 2.3. Организация телефонной связи | 25 |
| 2.4. Автоматическая телефонная связь | 26 |
| 2.5. Оперативно-диспетчерская связь | 28 |
| 2.6. Структурная схема проводной связи «01» | 31 |
| 2.7. Основы построения телефонных сетей..... | 33 |
| 2.8. Телеграфная и фототелеграфная связь..... | 34 |
| 3. Основные элементы радиосвязи, устройство и принцип работы радиостанций | 35 |
| 3.1. Разновидности радиосвязи | 35 |
| 3.2. Схема радиосвязи | 35 |
| 3.3. Излучение и распространение радиоволн | 36 |
| 3.4. Частотные диапазоны радиосвязи | 38 |
| 3.5. Антенно-фидерные устройства..... | 40 |
| 3.6. Устройство и принцип работы радиостанций..... | 42 |
| 4. Организация службы связи в пожарной охране | 46 |
| 4.1. Основные функции службы связи ФПС МЧС РФ | 46 |
| 4.2. Организация проводной связи | 48 |
| 4.3. Организация радиосвязи..... | 49 |
| 4.4. Виды связи | 51 |
| 4.5. Организация деятельности центрального узла связи (ЕДДС)..... | 54 |
| 4.6. Организация деятельности ПСЧ..... | 55 |
| 4.7. Организация деятельности ПУС..... | 56 |
| 4.8. Технические средства диспетчерской оперативной связи | 57 |
| 5. Оперативно-тактические критерии оценки качества связи и методы их контроля, эксплуатация и техническое обслуживание средств связи | 59 |
| 5.1. Управление связью..... | 59 |
| 5.2. Основные термины и определения..... | 61 |
| 5.3. Количественные характеристики надежности | 63 |

| | |
|--|-----|
| 5.4. Оценка надежности многокомпонентных структур | 64 |
| 5.5. Структура технического обслуживания | 65 |
| 5.6. Виды ремонта. Задачи технического обслуживания средств связи | 66 |
| 5.7. Контроль технического состояния средств связи | 68 |
| 5.8. Текущий ремонт средств связи и управления | 69 |
| 6. Информационные технологии и основы автоматизированных систем | 72 |
| 6.1. Управление и автоматизированные системы управления | 72 |
| 6.2. Виды информационных технологий, интегрированных в автоматизированную систему связи и управления | 75 |
| 6.2.1. Сети передачи данных | 75 |
| 6.2.2. Пейджинговые структуры | 79 |
| 6.2.3. Сотовые системы связи | 80 |
| 6.2.4. Транковые системы связи | 84 |
| 6.2.5. Спутниковые системы связи | 84 |
| 7. Автоматизированные системы связи и оперативного управления пожарной охраны | 88 |
| 7.1. Задачи АСУ | 88 |
| 7.2. Расчет пропускной способности АССОУПО и эффективности ее функционирования | 91 |
| 7.3. Структура и функциональная схема АССОУПО | 94 |
| 7.4. Основные принципы выбора перечня технических средств АСОУ | 95 |
| 7.5. Среды передачи информации в АСОУ | 101 |
| 8. Эксплуатация и техническое обслуживание комплекса программно-технических средств автоматизированных систем | 107 |
| 8.1. Структура технического обслуживания | 107 |
| 8.2. Ввод средств и систем в эксплуатацию | 109 |
| 8.3. Категорирование и списание программно-технических средств автоматизированных систем | 110 |
| Заключение | 112 |
| Библиографический список | 113 |
| Приложение 1. Принцип работы угольного микрофона | 114 |
| Приложение 2. Принцип действия электромагнитного телефона | 115 |
| Приложение 3. Способы питания микрофонов | 116 |
| Приложение 4. Противоместные схемы телефонных аппаратов | 117 |
| Приложение 5. Принцип работы телефонного аппарата | 118 |
| Приложение 6. Параметры антенно-фидерных систем | 119 |
| Приложение 7. Принципиальные схемы узлов телефонного аппарата | 120 |
| Приложение 8. Тактико-технические характеристики станции СОС-30М | 123 |
| Приложение 9. Условные обозначения технических средств связи | 124 |
| Приложение 10. Пейджинговый протокол ERMES | 127 |
| Приложение 11. Цифровая транковая система SMARTTRUNK II | 129 |

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- АИ – подсистема анализа информации
АИМ – амплитудно-импульсная модуляция
АИРС – автоматизированная информационно-расчетная система
АИС – автоматизированная информационная система
АК – абонентский комплект
АЛ – абонентские линии
АМ – амплитудная модуляция
АОН – устройство автоматического определения номера абонента
АПД – аппаратура передачи данных
АРМ – автоматизированное рабочее место
АСАОУ – автоматизированная система административно-организационного управления
АСОУ – АСУ оперативного управления
АССОУПО – автоматизированная система связи и оперативного управления пожарной охраной
АСУ – автоматизированная система управления
АСУС – автоматизированная система управления связью
АТС – автоматическая телефонная станция
АУ – абонентские устройства
АЦП – аналого-цифровой преобразователь
АЧХ – амплитудно-частотная характеристика
БЭП – блок электропитания
ВЛ – лампа вызова
ВУР – подсистема выработки управленческого решения
ВШ – вызывной штепсель
ГАТС – городская АТС
ГВЧ – генератор высокой частоты
ГИ – степень группового искания
ГО – гражданская оборона
ГП – групповой пульт
ГПС – государственная противопожарная служба
ГРЧ – генератор радиочастоты
ГТС – городская телефонная сеть
ДВ – длинные волны
ДШ – дешифрирующее устройство
ЕДДС – единая дежурно-диспетчерская служба
ЕСЭ – Единая сеть электросвязи
ЗПУ – запасной пункт управления

ИСФ – подсистема информационно-справочного фонда
КВ – короткие волны
КИП – подсистема контроля исполнения приказа
КСЛ – комплект соединительных линий
ЛВС – локальная вычислительная сеть
ЛИ – линейный искатель
ЛС – линия связи
МЧС – Министерство по чрезвычайным ситуациям
НС – несущий сигнал
ОВК – оборудование выделения каналов
ОМС – подсистема оптимизации маршрута следования
ОНТ – подсистема отображения наличия техники
ООГ – подсистема отображения оперативной обстановки города
ОШ – опросный штепсель
ПАРИ – подсистема приема и автоматической регистрации информации
ПИ – предыскатель
ПИО – подсистема информационного обеспечения
ПК АТС – промежуточный комплекс АТС
ПО – пожарная охрана
ПП – подсистема передачи приказов
ППЗУ – программируемое постоянное запоминающее устройство
ППУ – подвижной пункт управления
ПРП – подсистема прогнозирования развития пожара
ПС – пульт связи
ПСД – пульт связи диспетчера
ПСО – пункт связи отряда
ПСЧ – пункт связи части
ПУС – пункт управления связью
ПЧ – пожарная часть
РАТС – районная АТС
РВ – расписание вызовов
РК – распределительная коробка
РМ1 – рабочее место 1
РС – радиостанция
РТП – руководитель тушения пожара
РЧ – радиочастота
РШ – распределительный шкаф
СВ – средние волны
СГ – соединительное гнездо
СМ – подсистема слежения по маршруту
СОДС – система оперативной диспетчерской связи

СОС – станция оперативной связи

СПД – сети передачи данных

СУ – система управления

ТА – телефонный аппарат

ТО – техническое обслуживание

ТС – телеграфная связь

ТУ – технические условия

ТЧ – тональная частота

УАП – устройство автоматического приема и предварительного анализа

ВЫЗОВОВ

УВИ – устройство ввода информации

УДП – устройство дуплексное переговорное

УЗЧ – усилитель звуковых частот

УКВ – ультракороткие волны

УНЧ – усилитель низких частот

УПЧ – усилитель промежуточной частоты

УРЧ – усилитель радиочастоты

УСС – узел специальной связи

ФВЧ – фильтр высоких частот

ФИМ – фазово-импульсная модуляция

ФМ – фазовая модуляция

ФНЧ – фильтр низких частот

ФПС – Федеральная противопожарная служба

ЦАП – цифроаналоговый преобразователь

ЦП – центральный пульт

ЦППС – центральный пункт пожарной связи

ЦПР – центральный пункт радиосвязи

ЦСС – центр спутниковой связи

ЦУС – центральный узел связи

ЧИМ – частотно-импульсная модуляция

ЧМ – частотная модуляция

ЧС – чрезвычайная ситуация

ШИМ – широтно-импульсная модуляция

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Автоматизированные системы управления и связь» охватывает изучение, *во-первых*, средств пожарной связи, предназначенных для быстрого и точного приема сообщения о пожаре, поддержания связи с подразделениями, находящимися в пути и на месте пожара, связи между подразделениями и должностными лицами в ходе тушения пожара, своевременного вызова дополнительных сил, *во-вторых*, все шире внедряемых в пожарной охране автоматизированных систем оперативного управления силами и средствами тушения пожаров и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций.

Целью освоения дисциплины является приобретение студентами теоретических знаний и практических навыков, необходимых для организации и обеспечения эффективного функционирования систем связи и автоматизированного управления в службах пожарной охраны.

Основные задачи освоения дисциплины:

- ознакомление с информационными основами связи и автоматизированных систем управления;
- изучение общего устройства и принципов функционирования проводных и беспроводных коммуникационных систем;
- освоение методов организации, эксплуатации и технического обслуживания средств связи и автоматизированных систем пожарной охраны.

В соответствии с требованиями образовательных стандартов по специальности 280104 (280705.65) «Пожарная безопасность» и содержанием рабочей программы дисциплины «Автоматизированные системы управления и связь» в результате обучения студенты должны:

– *знать* назначение, структуру и задачи службы связи пожарной охраны; информационные характеристики сигналов и каналов связи; устройство, принцип действия и тактико-технические характеристики современных средств проводной и беспроводной связи; правила ведения радиообмена; основы информационных технологий, автоматизированных систем и сетей передачи данных; назначение, структуру и задачи автоматизированных систем связи и оперативного управления пожарной охраны; состав программно-технических средств и принципы построения автоматизированных систем связи и оперативного управления пожарной охраны;

– *уметь* определять основные эксплуатационные характеристики устройств проводной и беспроводной связи; использовать комплекс технических

средств связи и управления для информационного обеспечения и связи подразделений на пожаре; рассчитывать основные эксплуатационные характеристики и проводить оценку качества связи; организовывать связь в службах пожарной охраны;

– *владеть* навыками организации системы оперативной связи на местах пожаров; методами диагностики и настройки средств связи; методами эффективной эксплуатации и технического обслуживания современных средств связи и комплекса программно-технических средств автоматизированных систем пожарной охраны; навыками квалифицированного сопровождения процесса разработки и внедрения автоматизированных систем связи и оперативного управления пожарной охраны, ведения соответствующей документации.

1. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ОСНОВЫ СВЯЗИ

Интеллектуальная деятельность человека, работа технических средств автоматизации, связи, компьютерной техники и других устройств связаны с хранением, переработкой и передачей различных сообщений: речевых, текстовых, аудиозаписей, видеоизображений и т. д. Сведения, содержащиеся в таких сообщениях, а также получаемые с помощью средств связи, являются информацией. Информацию, еще не усвоенную и не обработанную пользователем, циркулирующую в каналах связи, вычислительных системах, устройствах, аппаратуре технических систем, называют данными. Физические возмущения в средах, цепях, имеющие вид волновых процессов и обеспечивающие передачу информации, представляют собой сигналы. Сообщения и сигналы подразделяют на *непрерывные* и *дискретные*. Непрерывные сигналы называют аналоговыми, дискретные – цифровыми. Существуют различные виды связи, обеспечивающие передачу информации в аналоговой и дискретной формах (табл. 1.1).

Таблица 1.1

Виды средств обмена информацией

| Форма передаваемых сигналов | Аналоговая | Дискретная (цифровая) |
|-----------------------------|--|--|
| Передатчик | Микрофон телефона, радиостанции | Телеграф, фототелеграф (факс), компьютер, сервер, сотовый телефон, спутниковый терминал, РРС |
| Приемник | Телефон (в том числе радиостанции); громкоговоритель | Пейджер, принтер |

1.1. СТРУКТУРНАЯ СХЕМА СВЯЗИ

Электрическая связь предназначена для передачи на расстояние сообщений с помощью электрических сигналов.

Структурная схема односторонней связи между двумя абонентами (рис. 1.1) включает в себя источник информации (отправитель) 1, преобразователь неэлектрических сигналов в электрические 2, передатчик 3, линии связи 4, приемник 5, преобразователь электрических сигналов в звуковые, световые и другие 6, получатель 7, внешние помехи 8.

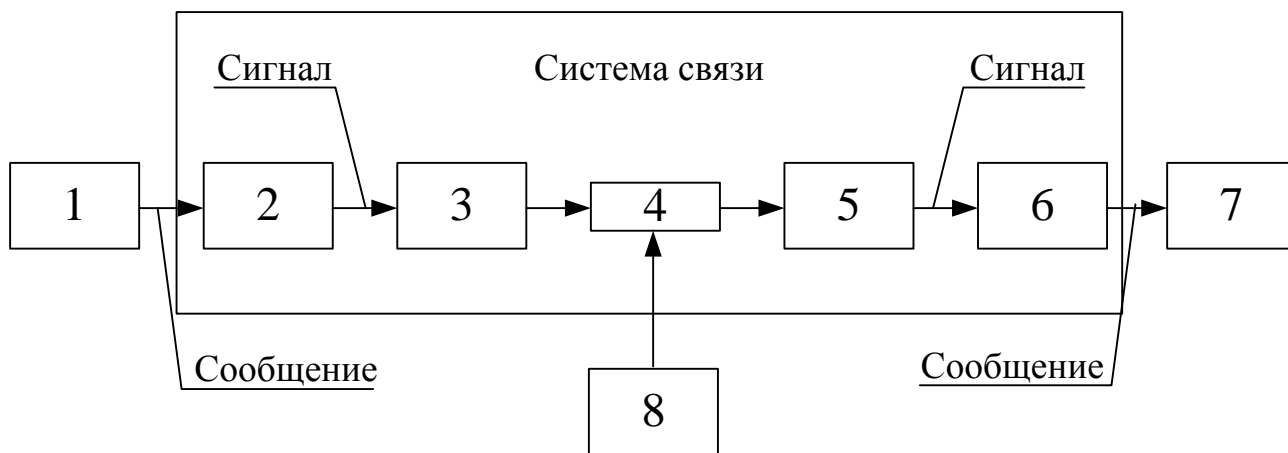


Рис. 1.1. Структурная схема односторонней связи

В соответствии со схемой сообщение преобразуется в электрический сигнал, который по линиям связи передается в приемник и преобразователь, где производится обратное преобразование электрического сигнала в посланное сообщение.

1.2. ХАРАКТЕРИСТИКИ СВЯЗИ

Связь имеет следующие основные характеристики.

Достоверность – соответствие принятого сообщения переданному.

Разборчивость – количественная оценка достоверности передачи информации, которая определяется величиной затухания тракта между абонентами, уровнем шумов и т. д.

Фразовая артикуляция (слоговая, словесная, звуковая) – используется для оценки передачи речевой информации.

Разборчивость речи – характеризуется отношением сигнала к шуму на выходе приемника (может также использоваться для оценки качества громкоговорящей связи).

Коэффициент ошибок – среднее значение отношения неправильно принятых знаков к общему количеству переданных.

Эффективность – возможность передачи любого сообщения с заданным временем чистой передачи $T_{\text{чп}}$ и величиной непроизводительных затрат $T_{\text{нп}}$. На этот фактор воздействует ряд случайных факторов: количество поступивших заказов, свободных и занятых приборов и соединительных линий, поведение абонентов, надежность аппаратуры и т. п.

Оперативность связи – это вероятность того, что информация от отправителя к получателю будет передана в течение времени, не более заранее заданного.

1.3. ЭТАПЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СООБЩЕНИЯ

Превращение сообщения в сигнал состоит из трех операций, которые могут быть как независимыми, так и совмещенными:

- 1) преобразование;
- 2) кодирование;
- 3) модуляция.

Преобразование – перевод неэлектрических величин сообщения в электрический сигнал. Например, в телефонии переменное звуковое давление, соответствующее звукам речи, преобразуется с помощью микрофона в изменяющиеся электрические колебания.

Кодирование – процесс замены передаваемого знака сообщения соответствующей кодовой комбинацией.

Например, в телеграфии передача информации осуществляется в двоичном коде. Числа в двоичной системе счисления записываются с помощью 0 и 1.

| | | | | | | | | | |
|--------------------|---|----|----|-----|-----|-----|-----|------|------|
| Десятичная система | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Двоичная система | 1 | 10 | 11 | 100 | 101 | 110 | 111 | 1000 | 1001 |

Коды бывают следующих разновидностей:

- 1) систематические (часть кода – контрольная), несистематические (отсутствует проверка ошибок);
- 2) неизбыточные – вся совокупность кодовых комбинаций используется для передачи смысловой информации (например, для передачи сообщений 0, 1, 2, 3 в двоичной форме неизбыточный код – 2-элементный: 00, 01, 10, 11), избыточные – с использованием систематических кодов. Строятся обычно добавлением контрольной(ых) позиции(й). Обычно контроль по четности позволяет обнаруживать единичную ошибку. Таким образом, введение избыточности в код повышает помехоустойчивость каналов связи, а в ряде случаев позволяет корректировать ошибки.

Модуляция – преобразование переносчика сигнала по определенному алгоритму.

Как правило, носителем информации являются высокочастотные синусоидальные колебания.

Разновидности модуляции (рис. 1.2):

- 1) амплитудная (АМ);
- 2) частотная (ЧМ);
- 3) фазовая (ФМ).

Амплитудная модуляция – изменение амплитуды несущего сигнала в зависимости от уровня передаваемого сигнала.

Мгновенное значение несущего сигнала:

$$u = U_m \cos(\omega_0 t + \varphi_0),$$

где U_m – амплитудное значение несущего сигнала;

ω_0 – угловая частота;

φ_0 – начальная фаза сигнала.

В соответствии с принципом АМ

$$u = \{U_m + \Delta U f(t)\} \cos(\omega_0 t + \varphi_0) = U_m \{1 + (\Delta U / U) f(t)\} \cos(\omega_0 t + \varphi_0),$$

где ΔU – амплитуда низкочастотного (модулирующего) сигнала;

$f(t)$ – изменение низкочастотного сигнала во времени;

$\frac{\Delta U}{U} = M$ – коэффициент модуляции.

Для уменьшения искажений принимают $M \leq 1$.

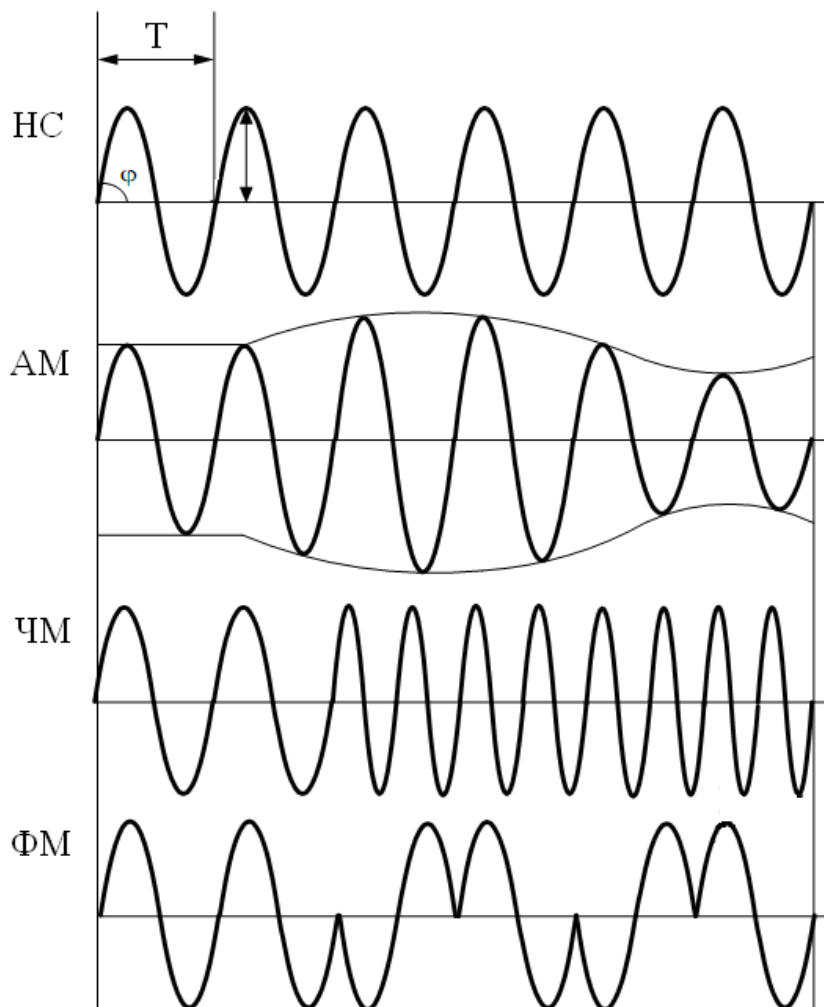


Рис. 1.2. Виды модуляции сигнала

Частотная модуляция – изменение частоты несущего сигнала в соответствии с изменением уровня передаваемого сигнала:

$$\omega = \omega_0 + \Delta\omega f(t).$$

Фазовая модуляция – изменение фазы сигнала в соответствии с уровнем передаваемого сигнала:

$$\varphi = \varphi_0 + \Delta\varphi f(t).$$

В дискретных системах переносчиками информации являются последовательности импульсов (рис. 1.3), длительность τ_u которых обычно значительно меньше периода их следования T_0 . Отношение длительности периода повторения импульсов к длительности импульса называют скважностью: $\nu = \frac{T_0}{\tau_u}$.

Чем меньше скважность, тем больше энергия импульсного сигнала.

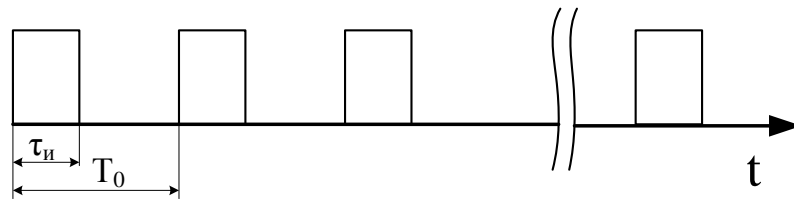


Рис. 1.3. Характеристики импульсного сигнала

Различают четыре вида модуляции (рис. 1.4):

- 1) амплитудно-импульсную (АИМ) (амплитуда импульсов пропорциональна мгновенному значению модулирующего сигнала);
- 2) широтно-импульсную (ШИМ) (скважность импульсов пропорциональна мгновенному значению модулирующего сигнала);
- 3) частотно-импульсную (ЧИМ) (частота импульсов пропорциональна мгновенному значению модулирующего сигнала);
- 4) фазово-импульсную (ФИМ) (фазовый сдвиг импульсов пропорционален мгновенному значению модулирующего сигнала).

Демодуляция – процесс выделения низкочастотного (модулирующего) сигнала из высокочастотного (процесс, обратный модуляции).

В общем случае демодуляция включает в себя:

- 1) создание низкочастотного сигнала из модулированных высокочастотных колебаний;
- 2) отфильтровывание полезного низкочастотного сигнала от высокочастотных гармоник (фильтры, детекторы).

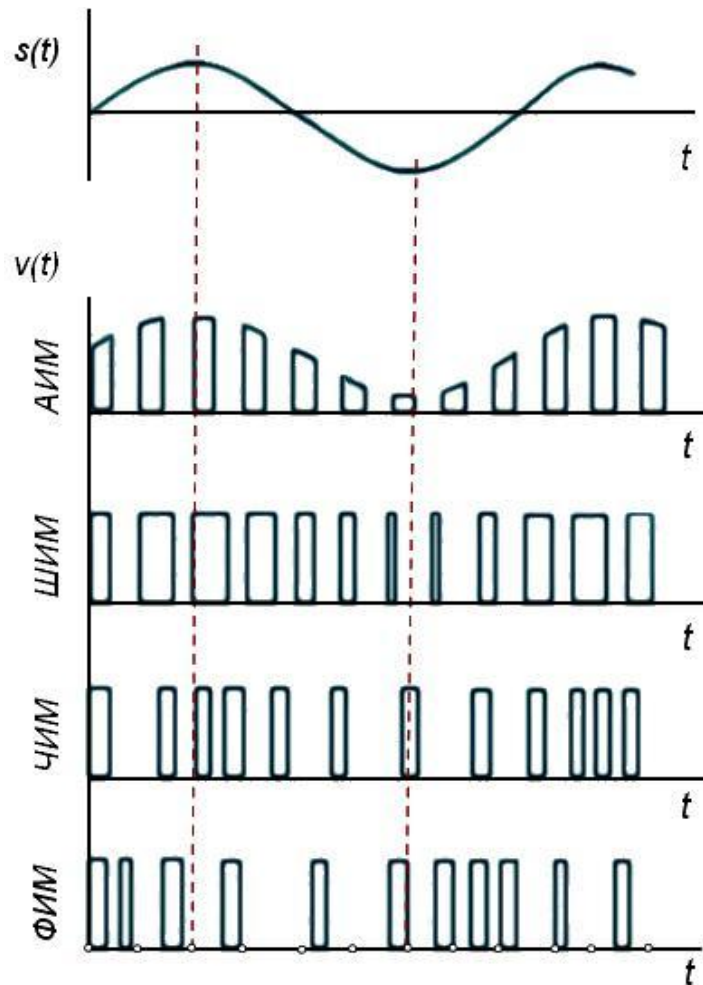


Рис. 1.4. Виды импульсной модуляции

Демодулирование частотно-модулированных колебаний состоит в первоначальном преобразовании в амплитудно-модулированные с последующим детектированием.

Импульсная демодуляция производится так же, как и аналоговая демодуляция.

Фазово-импульсная демодуляция включает в себя первоначальную АИМ или ШИМ.

По степени определенности сигналы делят на детерминированные (известные, определенные) и случайные (вероятностные), по виду – на непрерывные и дискретные (задаются значениями в определенные промежутки времени).

1.4. ХАРАКТЕРИСТИКИ СИГНАЛА И КАНАЛА СВЯЗИ

Сигнал характеризуется длительностью, средней мощностью, шириной спектра, объемом.

Длительность сигнала T_c характеризует производительность системы связи – количество информации в единицу времени.

Средняя мощность сигнала характеризуется средним относительным уровнем сигнала над помехой:

$$H_c = 10 \log \left(\frac{P_c}{P_g} \right),$$

где P_g – средняя мощность помехи.

Ширина спектра сигнала определяется диапазоном частот F_c .

Объем сигнала можно вычислить по формуле

$$V_c = T_c F_c H_c,$$

где T_c – время передачи сигнала;

F_c – полоса пропускания;

H_c – уровень сигнала.

Канал связи предназначен для передачи сигнала, имеет емкость, определяемую по формуле

$$V_k = T_k F_k H_k,$$

где множители с индексом k соответствуют характеристикам канала.

Необходимым условием передачи сигнала объемом V_c по каналу связи емкостью V_k является условие $V_k \geq V_c$. При этом если отдельные параметры объема сигнала превышают соответствующие параметры емкости канала, то сигнал будет передан с искажениями.

В связи с высокой стоимостью сооружений связи в настоящее время используются многоканальные системы (рис. 1.5), в которых каждое сообщение передается по своему каналу, микшируется и передается по линиям связи. На приемном пункте сигналы вновь разделяются.

Для передачи информации применяют следующие методы разделения каналов:

- временной;
- частотный;
- фазовый;
- цифровой;
- комбинированный.

В связи в основном применяют частотный, цифровой и комбинированный методы.

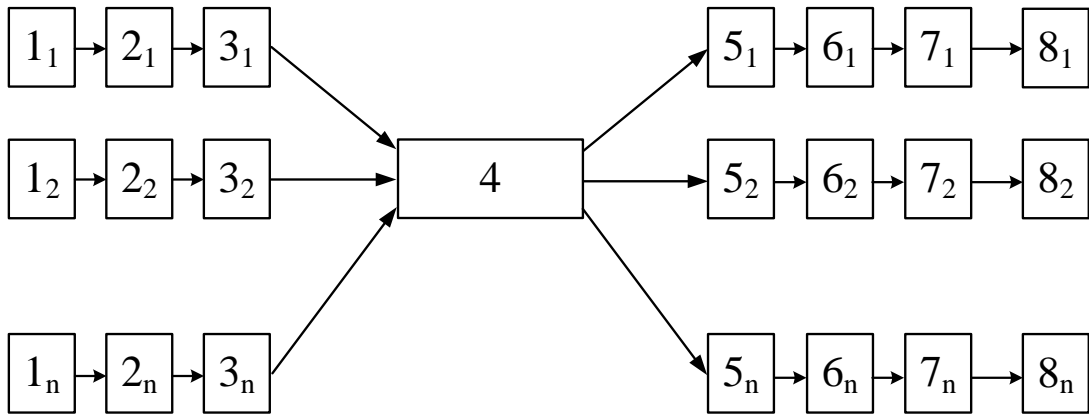


Рис. 1.5. Система многоканальной связи:

1_1-1_n – отправители; 2_1-2_n – преобразователи; 3_1-3_n – передатчики;
 4 – линия связи; 5_1-5_n – селекторы (разделители); 6_1-6_n – приемник;
 7_1-7_n – преобразователи; 8_1-8_n – получатели

Сущность частотного метода разделения заключается в том, что по одному каналу передаются сигналы различной частоты, а для разделения информации в приемном устройстве используются узкополосные фильтры, пропускающие сигналы только одной определенной частоты.

Временной метод разделения основан на задании для каждого источника сигналов отдельного промежутка времени определенной продолжительности.

1.5. КОЛИЧЕСТВО ИНФОРМАЦИИ И ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ СИСТЕМЫ СВЯЗИ

Мера количества информации в сообщении – число возможных сообщений длиной n , составленных из m элементов:

$$N = m^n .$$

Например, по 2-проводной линии при передаче сообщения из пяти элементов

$$N = 2^5 = 32.$$

В связи количество информации принято выражать двоичным логарифмом числа N :

$$I = \log_2 N = n \log_2 m.$$

Таким образом, каждая посылка первого двоичного кода несет одну единицу количества информации.

С целью снижения искажения передаваемой информации стремятся к максимальному согласованию объема сигнала с емкостью канала, а также скорости выдачи источником информации с пропускной способностью канала.

В соответствии с табл. 1.2 наибольшей информативностью обладает телевидение. Однако удельная информативность сигнала $\nu = 1/V$ одного порядка для всех видов связи.

Таблица 1.2

Параметры систем связи

| Вид связи | F, Гц | m | 1/T | H | FH | ν | A, слов в мин | A/FH |
|----------------------|----------------|-----|------------------|------|------------------|-------|------------------|------|
| Телеграфная при коде | | | | | | | | |
| – Морзе | 400 | 2 | $8 \cdot 10^2$ | 4.4 | $1.8 \cdot 10^3$ | 0.45 | 500 | 280 |
| – Боде | 40 | 2 | 80 | 4.4 | $1.8 \cdot 10^2$ | 0.45 | 60 | 330 |
| Фототелеграфная | $3 \cdot 10^3$ | 12 | $2.2 \cdot 10^4$ | 10.7 | $3.3 \cdot 10^4$ | 0.68 | 60 | 1.9 |
| Телефонная | $4 \cdot 10^3$ | 128 | $5.6 \cdot 10^4$ | 17.8 | $7.1 \cdot 10^4$ | 0.79 | 120 | 1.7 |
| Телевизионная | $6 \cdot 10^6$ | 30 | $5.9 \cdot 10^7$ | 13.6 | $8.2 \cdot 10^7$ | 0.72 | $4 \cdot 10^5$ | 4.9 |

Телевидение требует широкой полосы частот в связи с большими объемами информации, поэтому для его передачи требуется диапазон УКВ.

Телевидение обладает высокой скоростью передачи текста. Однако при сопоставлении с объемом сигнала видно, что наибольшими показателями A/FH обладает телеграфная связь.

1.6. ИНФОРМАЦИЯ И ЕЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Информация – это совокупность сведений о каком-либо событии, объекте, состоянии среды. Информация может нести управляющую функцию.

Повышение эффективности управления связано с наличием достаточной, достоверной и оперативной информации, представляемой в виде каких-либо документов – распоряжений, приказов, указаний, разъяснений.

Получение новой информации о каком-либо объекте снижает ценность предыдущей информации.

Источники информации:

- а) стационарные и подвижные;
- б) рассредоточенные и распределенные (во времени и пространстве);

в) детерминированные и случайные (вероятностные).

Стационарные – пожарная часть (ПЧ). Подвижные – пожарная машина на маршруте.

Информационный процесс включает в себя:

- отбор информационных параметров о событии;
- формирование сообщений;
- ввод преобразованной информации в технические устройства для ее последующей обработки и передачи;
- обработку информации;
- хранение и поиск информации;
- передачу и прием информации;
- регистрацию информации;
- отображение (воспроизведение) информации.

Устройства, выполняющие указанные операции, образуют информационную подсистему в системе управления.

Сообщение о событии, которое наверняка произойдет, содержит в себе мало информации, и наоборот, сообщение о маловероятном событии несет в себе большое количество информации.

Энтропия – количество информации, приходящейся на одно сообщение:

$$H = \frac{I}{n} = \log m.$$

Энтропия – мера неопределенности сообщения.

Для двоичной системы счисления ($m = 2$) единицей измерения количества информации и энтропии сообщения является 1 бит.

Другие единицы измерения количества информации:

1 байт = 8 бит;

1 Кбит = $2^{10} = 1024$ бит;

1 Кбайт = $2^{10} = 1024$ байт;

1 Мбайт = 1024 Кбайт.

При наличии данных о вероятности исходов события энтропия сообщения определяется по формуле К. Шеннона

$$H = \sum_{i=1}^m P_i \log_2 P_i,$$

где m – число возможных исходов данного события;

P_i – вероятность наступления i -го события.

Если отсутствуют данные о вероятности исходов, расчет H можно производить с учетом их равновероятности при некоторой избыточности сообщений. Тогда $H = \log m$ (формула Хартли).

Свойства энтропии:

1) энтропия есть величина вещественная, ограниченная и неотрицательная: $H \geq 0$;

2) энтропия минимальна и равна 0, если сообщение известно заранее: $H = H_{\min} = 0$;

3) энтропия максимальна, если все состояния элементов равновероятны: $H = H_{\max}$ при $P_1 = P_2 = \dots = P_m = 1/m$;

4) энтропия бинарных сообщений может изменяться от 0 до 1.

Прирост информации при приеме элементарного сообщения с вероятностью P определяется по формуле

$$I = \log(1/P) = -\log P,$$

т. е. чем реже включается контролируемый объект, тем больший прирост информации получается при каждом его включении.

Выключенный объект дает нулевую информацию: $\lim_{p \rightarrow 0} (-\log(1 - P)) = 0$.

Включенный объект дает $\lim_{p \rightarrow 0} (-\log P) = \infty$.

При организации системы управления приходится иметь дело с несколькими источниками информации, выдающими зависимые или независимые сообщения. Случай с двумя источниками информации приведен в табл. 1.3.

Таблица 1.3

Вероятности выдачи информации с двух источников

| 1-й источник информации | Контролируемая величина | Вероятность выдачи информации о контролируемой величине | 2-й источник информации | Контролируемая величина | Вероятность выдачи информации о контролируемой величине |
|-------------------------|-------------------------|---|-------------------------|-------------------------|---|
| | x_1 | $P(x_1)$ | | y_1 | $P(y_1)$ |
| | x_2 | $P(x_2)$ | | y_2 | $P(y_2)$ |
| | x_3 | $P(x_3)$ | | y_3 | $P(y_3)$ |
| | ... | ... | | ... | ... |
| | x_m | $P(x_m)$ | | y_m | $P(y_m)$ |

Допустим, измеряемые величины коррелируют друг с другом. Взаимосвязь можно выразить с помощью полной системы условных вероятностей (табл. 1.4).

Таблица 1.4

Корреляция вероятностей контролируемых величин

| | y_1 | y_2 | ... | y_m |
|-------|--------------|--------------|-----|--------------|
| x_1 | $P(y_1/x_1)$ | $P(y_2/x_1)$ | | $P(y_m/x_1)$ |
| x_2 | $P(y_1/x_2)$ | $P(y_2/x_2)$ | | $P(y_m/x_2)$ |
| ... | ... | ... | | ... |
| x_m | $P(y_1/x_m)$ | $P(y_2/x_m)$ | | $P(y_m/x_m)$ |

При сильной зависимости определенному x_k соответствует одно состояние y_i . Таким образом, $P(y_i/x_k) = 1$, а все остальные условные вероятности равны нулю.

Для фиксированного состояния x_k частная условная вероятность

$$H(y / x_k) = -\sum_{j=1}^n P(y_j / x_k) \log P(y_j / x_k)$$

характеризует информативность сообщений y после того, как стало известным состояние x_k . При сильной статической связи x частная условная энтропия будет малой, а при слабой связи – большой.

В результате усреднения частной условной энтропии по всем состояниям x_k с учетом вероятности появления каждого из состояний $P(x_k)$ общая условная энтропия сообщений y относительно сообщений x определяется из выражения

$$H(y / x) = -\sum_{k=1}^m P(x_k) H(y / x_k).$$

После подстановки

$$H(y / x) = -\sum_{k=1}^m \sum_{j=1}^n P(x_k) P(y_j / x_k) \log P(y_j / x_k).$$

Известно, что вероятность совместного появления двух независимых состояний x и y определяется равенствами

$$P(x_k, y_j) = P(x_k)P(y_j/x_k);$$

$$P(x_k, y_j) = P(y_j)P(x_k/y_j),$$

тогда после подстановки

$$H(y / x) = - \sum_{k=1}^m \sum_{j=1}^n P(x_k y_j) \log P(y_j / x_k).$$

Смысл условной энтропии состоит в том, что она показывает, какую энтропию дают сообщения y , когда уже известна энтропия сообщений x .

Основные свойства условной энтропии:

1. Если сообщения x и y статистически независимы, то условная энтропия сообщений y относительно сообщений x равна безусловной энтропии сообщений y :

$$H(y/x) = H(y).$$

В этом случае вся информация, которую содержат сообщения y , является новой по отношению к информации, содержащейся в сообщениях x .

2. Если сообщения x и y являются статистически связанными, то условная энтропия сообщений y относительно сообщений x равна 0:

$$H(x/y) = 0.$$

Это означает, что сообщения y не содержат никакой новой информации по сравнению с той, которая содержится в сообщениях x .

Контрольные вопросы

1. Приведите структурную схему связи.
2. Перечислите характеристики связи.
3. Назовите этапы преобразования сообщения.
4. Перечислите характеристики сигнала и канала связи.
5. Дайте определение понятиям «количество информации» и «пропускная способность системы связи».
6. Перечислите характеристики информации и дайте им определения.

2. ТЕЛЕФОННАЯ СВЯЗЬ И ЕЕ ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Телефонная связь – наиболее массовая система проводной связи, обеспечивающая обмен речевой информацией в оперативно-управленческой деятельности пожарной охраны. Основная задача телефонии состоит в передаче звука на некоторое расстояние.

Процесс телефонной передачи заключается в преобразовании звуковых колебаний речи в колебания электрического тока и передачи его по проводным линиям или беспроводным путем и обратном преобразовании электрических колебаний в звуковые.

2.1. ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗВУКА

Звуковые колебания возникают в результате колебательного движения какого-либо предмета в упругой среде. Колеблющееся тело создает в окружающей среде звуковые волны, сопровождающиеся периодическими изменениями давления, которые, в свою очередь, воздействуют на органы слуха человека и воспринимаются как звук.

Частота колебаний определяется по формуле $f = 1/T$, где T – период колебаний.

Расстояние, проходимое волной за один период $\lambda = cT$, где c – скорость распространения звука в среде (в воздухе $v = 343$ м/с).

Речевой спектр частот составляет 300–3400 Гц, что соответствует длинам волн 1,15–0,1 м.

Человеческое ухо способно воспринимать звуковые частоты 16–20000 Гц.

Звуки с частотой $f < 16$ Гц называются инфразвуком, с частотой $f > 20$ кГц – ультразвуком.

Интенсивностью звука называется количество энергии звуковой волны, проходящей за 1 с через поверхность в 1 м^2 , расположенную перпендикулярно направлению распространения звуковой волны (Вт/м^2).

Для расчетов используется уровень громкости L , выраженный в Дб:

$$L = 20 \lg(p_{\text{эф}}/p_0),$$

где $p_{\text{эф}}$ – эффективное звуковое давление для звука стандартной частоты (1 кГц);

p_0 – стандартный порог слышимости (мкПа) для звука, имеющего частоту 1 кГц.

При средней громкости человеческой речи мощность звука составляет 10 мВт, что соответствует звуковому давлению 0,5–1 Па. Существует болевой

порог при звуковом давлении более 50 Па. Для сравнения силы звука различных источников используют относительный уровень интенсивности звука:

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

где J – интенсивность сравниваемого звука, Вт/см²;

J_0 – интенсивность звука при пороге слышимости.

2.2. СХЕМЫ И УСТРОЙСТВА ПРОВОДНОЙ ТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗИ

Телефонная связь организована следующим образом (рис. 2.1): звуковые колебания проходят через микрофон ТА1, где преобразуются в электрические колебания, далее после согласования с линией связи (ЛС) поступают в ТА2 и Т, в которых происходит обратное преобразование электрических колебаний в звуковые.

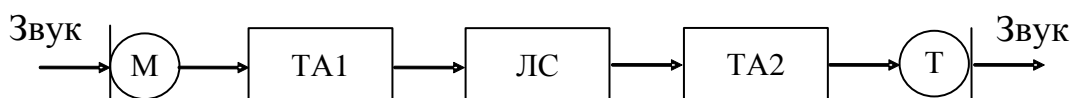


Рис. 2.1. Устройство телефонной связи:

М – микрофон; ТА1, ТА2 – телефонные аппараты 1 и 2;

ЛС – линия связи; Т – телефон

Принцип работы угольного микрофона приведен в прил. 1. Микрофон характеризуется чувствительностью (коэффициентом передачи) (величина переменная, зависит от f):

$$K_m = E_m/p_m,$$

где E_m – величина ЭДС микрофона;

p_m – звуковое давление, действующее на мембрану микрофона.

Принцип действия электромагнитного телефона приведен в прил. 2. Телефон характеризуется чувствительностью

$$k_m = p/U,$$

где p – звуковое давление, создаваемое телефоном;

U – напряжение на зажимах телефона.

В прил. 3 приведены простейшие схемы питания микрофонов, в прил. 4 – противоместные схемы телефонных аппаратов. В прил. 5 представлен принцип работы телефонного аппарата.

2.3. ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗИ

Телефонная связь может осуществляться ручным, полуавтоматическим и автоматическим способами.

При ручном способе (рис. 2.2) вызов абонентом станции сопровождается загоранием лампы ВЛ. Телефонистка вставляет опросный штепсель (ОШ) в гнездо СГ вызывающего абонента и переводит оборудование выделения каналов (ОВК) в положение «Опрос». При этом к абоненту подключаются микрофон и телефон. Таким образом устанавливается разговорная цепь между телефонисткой и вызывающим абонентом. Узнав номер абонента, телефонистка вставляет вызывной штепсель (ВШ) той же шнуровой пары в гнездо требуемого абонента и переводит ОВК в положение «Вызов». После ответа второго абонента телефонистка переводит ОВК в исходное положение, замыкая тем самым разговорную цепь между абонентами. Для реализации автоматической телефонной связи используются автоматические телефонные станции (АТС), которые в зависимости от вида коммутационного оборудования могут быть: машинные, декадно-шаговые (построены на электромеханических искателях соответственно с машинным и электромагнитными приводами), координатные (коммутационные устройства – многократные соединители), квазиэлектронные (коммутация осуществляется быстродействующими электромагнитными коммутационными устройствами), электронные.

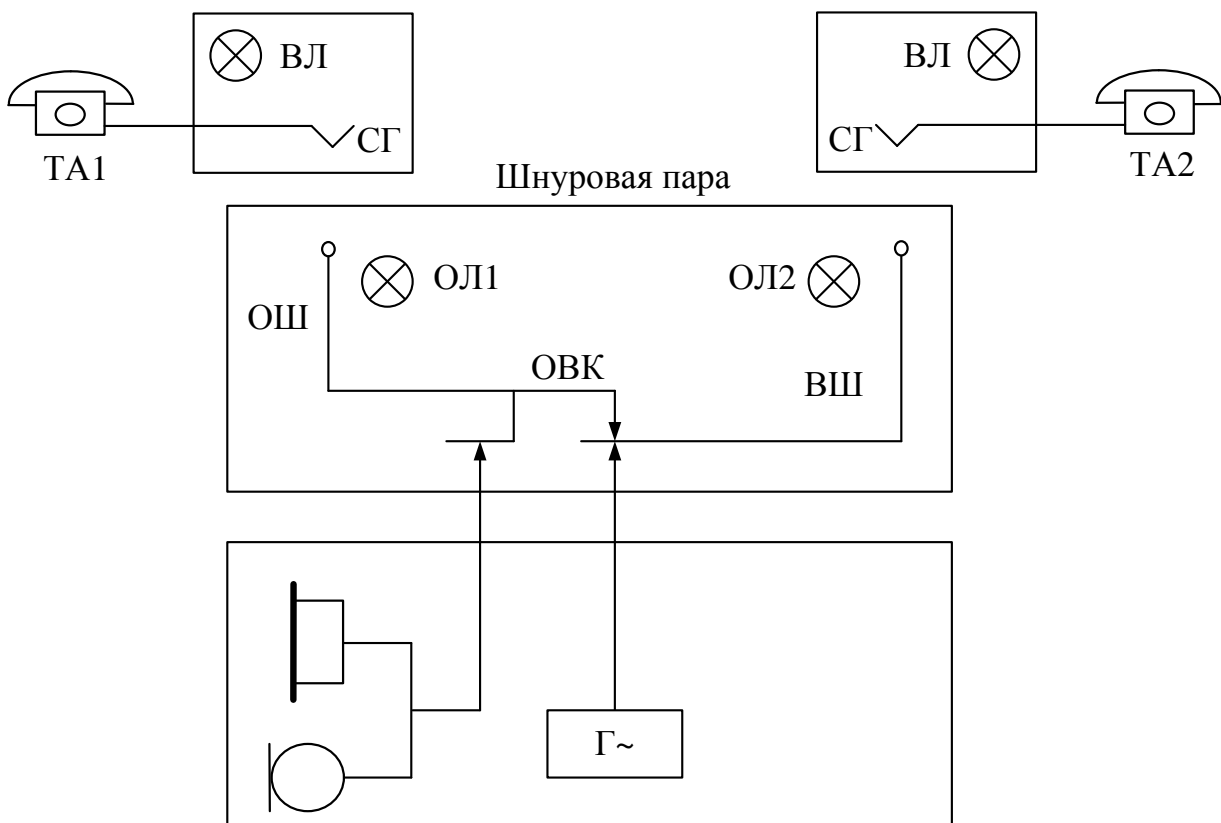


Рис. 2.2. Структура простейшего ручного коммутатора

2.4. АВТОМАТИЧЕСКАЯ ТЕЛЕФОННАЯ СВЯЗЬ

На АТС сам абонент управляет оборудованием, осуществляющим поиск и соединение нужных ему линий связи. Некоторое представление об автоматическом соединении может дать упрощенная схема АТС (рис. 2.3). Релейный искатель содержит электромагнит, храповое колесо, ламели Л и подвижные контакты Щ. После снятия трубки коммутируется цепь: «+» источника питания, обмотка реле шагового искателя, линейный провод «а» аппарата абонента, контакты номеронабирателя, линейный провод «б», «-» источника питания. Каждое замыкание данной цепи вызывает передвижение щеток на соседние ламели. Таким образом, набрав «2», абонент соединится со вторым абонентом.

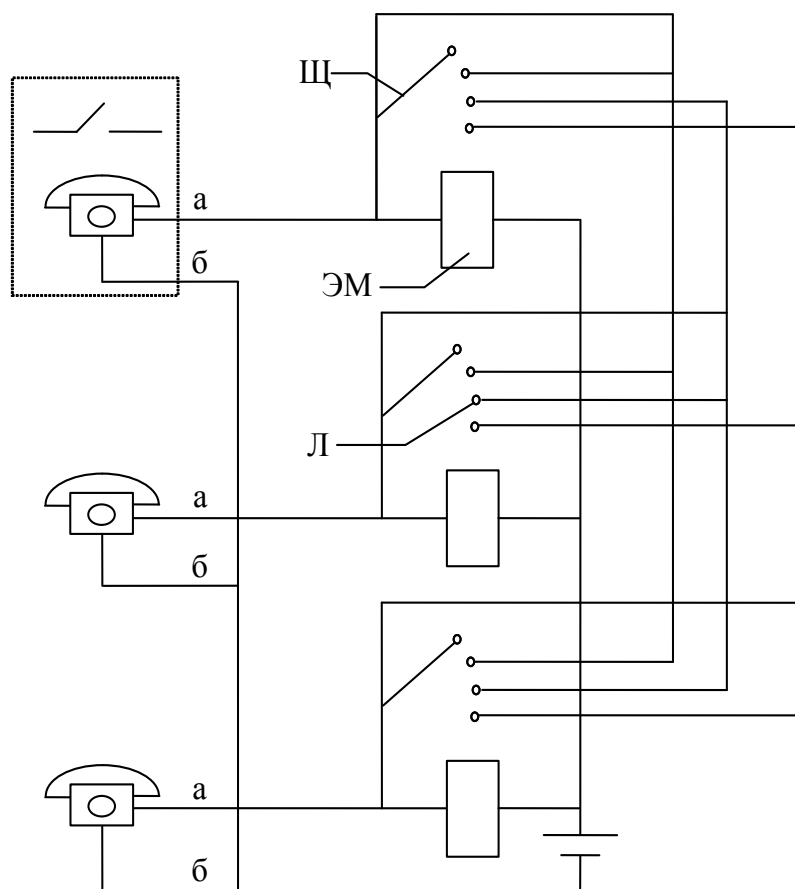


Рис. 2.3. Упрощенная схема АТС

Такая схема неэкономична, так как требует для каждого абонента отдельного дорогостоящего линейного искателя. Поэтому вводят ступень предварительного искания, представляющую собой набор шаговых искателей малой емкости (предыскателей). Выводы предыскателей (ПИ), имеющие одинаковые номера, соединяют параллельно и подключают к щеткам линейных искателей (ЛИ). При вызове абонентом станции ПИ совершают свободное движение до тех пор, пока не обнаружат свободный ЛИ. Дальнейшая связь осуществляется через данный ЛИ.

Увеличение емкости АТС достигается применением группообразования (рис. 2.4).

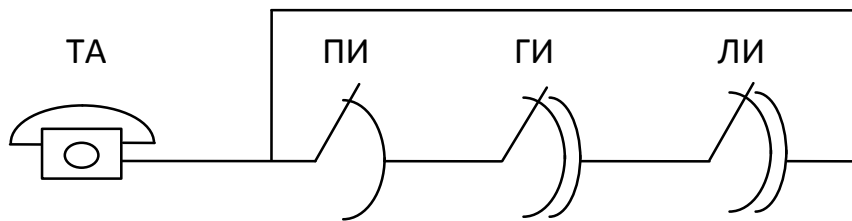


Рис. 2.4. Упрощенная структурная схема АТС с дополнительной ступенью

Назначение ступени группового искания (ГИ) заключается в выборе группы, в которой находится линия вызываемого абонента. В качестве групповых искателей используются такие же коммутационные приборы, как и для ступени линейного искания. При поступлении вызова от абонента на ступени ПИ совершается свободное искание, в результате которого линия вызывающего абонента подключается к свободному групповому искателю. Одноименные контакты одноименных декад всех ГИ соединяются параллельно и выводятся отдельно от каждой декады для связи с соответствующей группой ЛИ, обслуживающей соответствующую сотенную группу абонентов.

Первая серия импульсов осуществляет выбор сотенной группы ЛИ. Следующая серия выполняет непосредственно выбор линии вызываемого абонента.

В квазиэлектронных АТС в качестве переключателей используются герконы.

Электронные АТС (рис. 2.5) построены только на электронных коммутационных элементах.

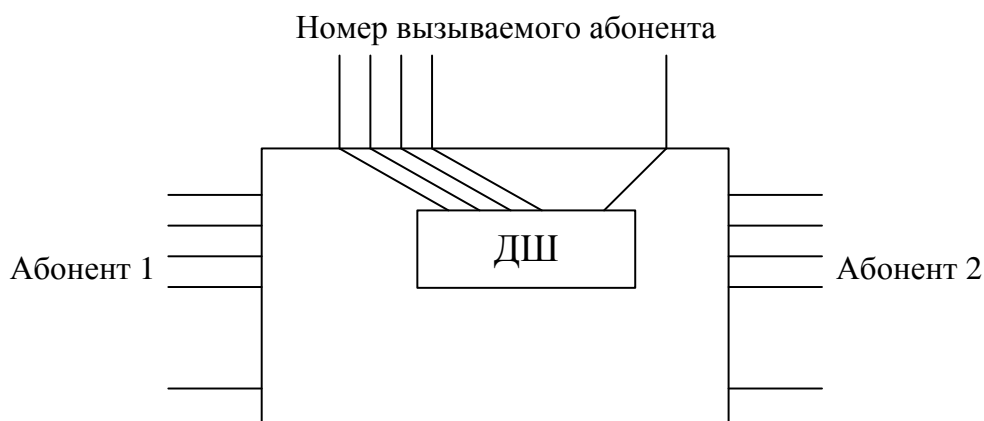


Рис. 2.5. Упрощенная схема электронной АТС

При вызове абонента «2» абонент «1» набирает соответствующий номер, который в виде электрического сигнала (совокупности сигналов) поступает на

дешифрирующее (ДШ) устройство АТС и инициирует обработку сигнала вызова, передаваемого второму абоненту. При поднятии трубки вторым абонентом АТС осуществляет коммутацию и удержание линии вызывающего и вызываемого абонентов.

2.5. ОПЕРАТИВНО-ДИСПЕТЧЕРСКАЯ СВЯЗЬ

Доставка информации с помощью сетей телефонной связи является наиболее распространенным и массовым способом проводной телефонной связи. С телефонного аппарата, включенного в городскую АТС, можно передать информацию абоненту, находящемуся в любой точке страны, оборудованной соответствующей АТС. Однако данный способ связи не является оптимальным для передачи оперативной информации, особенно касающейся пожаров или чрезвычайных ситуаций, поскольку ему присущи следующие недостатки:

- непроизводительные затраты времени на установление соединений с помощью номеронабирателя;
- наличие несостоявшихся соединений из-за занятости абонентов или приборов коллективного пользования;
- невозможность организации связи с группой абонентов и проведения конференц-связи;
- обезличивание входящего вызова на телефонный аппарат.

В связи с этим возникает необходимость создания сетей оперативной диспетчерской телефонной связи как основного средства доставки речевой информации на основе некоммутируемых сетей связи. Под некоммутируемыми линиями (сетями) связи понимается такое сочетание устройств проводной связи, которые обеспечивают соединение между собой пульта связи или станции и абонента или группы абонентов без использования приборов коммутации (соединителей-искателей).

Диспетчерская оперативная связь отличается от автоматической телефонной связи наличием жестких, заранее определенных взаимосвязей и простейшим способом установления связи (нажатием ключа; снятием микрофонной трубки и т. д.). Перечисленные особенности обеспечивают оперативность связи, при которой исключаются потери, вызванные занятостью абонентов или приборов. Применительно к подразделениям пожарной охраны диспетчерская связь – это управление силами и средствами.

Устройства диспетчерской связи должны оперативно обеспечивать установление избирательной и циркулярной связи между старшим лицом (диспетчером, дежурным и др.) и исполнителями, а также возможность группового вызова. В таких системах связь устанавливается немедленно, и они лишены отмеченных выше недостатков.

Некоммутируемые сети связи характеризуются:

- наличием жёстких и заранее определённых направлений передачи речевой информации;
- простейшим и наиболее быстрым способом установления соединения (снятие трубки с рычага, нажатие ключа или кнопки, голосом и т. д.);
- возможностью передачи групповых и циркулярных сообщений.

К недостаткам некоммутируемых (прямых) сетей связи следует отнести их ограниченные коммутационные возможности, вытекающие из замкнутости взаимосвязей, и более высокую стоимость по сравнению с коммутируемыми сетями телефонной связи.

Из сравнения достоинств и недостатков рассмотренных сетей проводной связи можно сделать вывод о необходимости создания комбинированной сети, в которой успешно использовались бы достоинства обеих сетей, а недостатки были бы минимальными. Таким решением является создание оперативно-диспетчерской связи для нужд гарнизона пожарной охраны в едином центре управления на базе использования пультов и станций оперативной связи с комплексной автоматизацией процессов управления.

Система оперативно-диспетчерского управления предъявляет определённые требования к организации системы диспетчерской оперативной телефонной связи гарнизона пожарной охраны, а именно:

- состав абонентов диспетчерской связи должен быть таким, чтобы диспетчер (дежурный) имел возможность разрешить возникающие в ходе его оперативной деятельности вопросы;
- диспетчер должен иметь возможность вести переговоры одновременно с несколькими абонентами или с группой абонентов;
- диспетчер должен иметь возможность пользоваться всеми видами оперативной связи (телефонная, радиотелефонная, громкоговорящая, телевизионная, телеграфная, факсимильная);
- технические средства диспетчерской телефонной связи должны обладать достаточной надёжностью и обеспечивать удобства пользования ими.

Диспетчерская связь ГПС – это связь оперативного управления, позволяющая установить избирательную и циркулярную связь между руководителем (диспетчером) и подчинёнными (исполнителями).

Для организации основных видов связи ГПС необходимо предусмотреть соответствующие каналы связи со следующими абонентами:

- с узлом специальной связи (УСС) линиями укороченной значности;
- с аппаратурой автоматической пожарной сигнализации непосредственно на ЦУС и на важных объектах города;
- с коммутаторами органов внутренних дел и пунктами централизованного наблюдения вневедомственной охраны;

- со всеми стационарными пунктами связи подразделений гарнизона;
- с аварийными, оперативными и экстренными службами гарнизона;
- с пожарными автомобилями, находящимися в пути следования;
- с подразделениями ГПС, находящимися на пожаре или в пути следования, для передачи сообщений о ходе тушения пожара, вызове дополнительных сил и средств, передачи требований руководителя тушения пожара (РТП) аварийным, оперативным и экстренным службам гарнизона.

Кроме того, диспетчерская связь ГПС обеспечивает:

- прямую телефонную связь ЦУС с пунктами связи частей, отрядов и пожарных постов;
- телефонную связь с подразделениями, работающими на пожаре;
- прямую телефонную связь со службами взаимодействия.

В состав диспетчерской оперативной связи входят:

- центральный пульт на ЦУС (ЦП);
- групповые пульта (или станции) в ПЧ (ГП);
- оконечные абонентские устройства (АУ), подключённые к групповым пультам через абонентские линии (АЛ).

Абоненты диспетчерской связи могут быть разделены на отдельные подгруппы, в которых абонентские аппараты включены параллельно.

Примером организации системы оперативно-диспетчерской связи служит принятая в эксплуатацию МЧС России сеть оперативной связи управления силами и средствами ГПС муниципальных образований.

Сеть позволяет обеспечить задачи связи и автоматизации управления с требуемым качеством по устойчивости, непрерывности и оперативности в условиях возникновения пожаров и чрезвычайных ситуаций при обеспечении безопасности муниципальных образований.

Сеть является интегрированной сетью связи и передачи данных с обеспечением передачи речи и данных по единому цифровому каналу. Она позволяет организовать выделенные линии связи на основе аналоговых и (или) цифровых каналов для организации как открытой, так и специальной оперативной связи. При организации специальной телефонной и документальной связи сеть обеспечивает только предоставление каналов.

При проектировании сети максимально учитываются уже созданные связи и зарекомендовавшие себя принципы организации связи. Установленное ранее оборудование продолжает функционировать в интересах обеспечения оперативной связи и включается в единое номерное пространство на основе дополнительного развертывания коммутационно-узлового и линейного оборудования.

Основу сети составляют интегрированные узлы различного назначения:

- цифровые интегрированные узлы органов управления ГПС;

– цифровые интегрированные опорно-коммутационные узлы пожарных частей.

В состав интегрированных узлов входят:

– цифровое коммутационное оборудование на базе системы оперативной диспетчерской связи (СОДС) «Набат»;

– оборудование мультиплексирования/демультиплексирования на базе СОДС «Набат»;

– цифровые системы передачи по радиорелейным каналам, сопряженные с оборудованием СОДС «Набат»;

– абонентское оборудование – пульта СОДС «Набат» и аппараты оперативной телефонной связи;

– интерфейсы для подключения оборудования, работающего по цифровым каналам;

– интерфейсы для подключения оборудования, работающего по каналам ГЧ.

В состав цифровых интегрированных узлов связи и передачи данных ГПС муниципальных образований входит узел связи ГПС МЧС России, который предназначен:

– для приема и распределения цифровых и аналоговых каналов и линий связи из общегосударственной сети связи, АТС муниципального образования и взаимодействующих ведомств;

– создания и распределения номерной емкости сети оперативной телефонной связи ГПС МЧС России;

– создания сети передачи данных ГПС МЧС России;

– организации транзитных каналов и линий автоматической телефонной связи муниципальных образований.

Основным достоинством функционирующей в муниципальном образовании СОДС является то, что она не требует использования дорогостоящего коммуникационного оборудования, работающего только на высокоскоростных каналах, а также программного обеспечения, реализующего непосредственное подключение удаленного абонентского оборудования к сети связи. Кроме того, система является практически необслуживаемой.

2.6. СТРУКТУРНАЯ СХЕМА ПРОВОДНОЙ СВЯЗИ «01»

Сеть проводной связи гарнизона пожарной охраны включает в себя телефонную связь по линиям специальной связи «01», предназначенную для связи с единой дежурно-диспетчерской службой (ЕДДС) любого абонента городской АТС (ГАТС), имеющего выход на соответствующую районную АТС (РАТС), а также соединительные линии и коммутационное оборудование (УСС) ГАТС (рис. 2.6).

Городская телефонная сеть (ГТС) имеет специальную аппаратуру, которая осуществляет вызов сокращённым, обычно двухзначным, набором телефонного номера. Сокращение количества знаков при наборе номера «01» необходимо для ускорения соединения и для облегчения запоминания населением единого номера спасения. С этой целью на одной из ГАТС создаётся УСС, а в крупных городах УСС создаётся отдельно.

При наборе цифры «0» производится соединение с УСС ГТС, а при наборе «1» осуществляется связь с диспетчером центрального пункта пожарной связи (ЦППС) по одной из спецлиний «01».

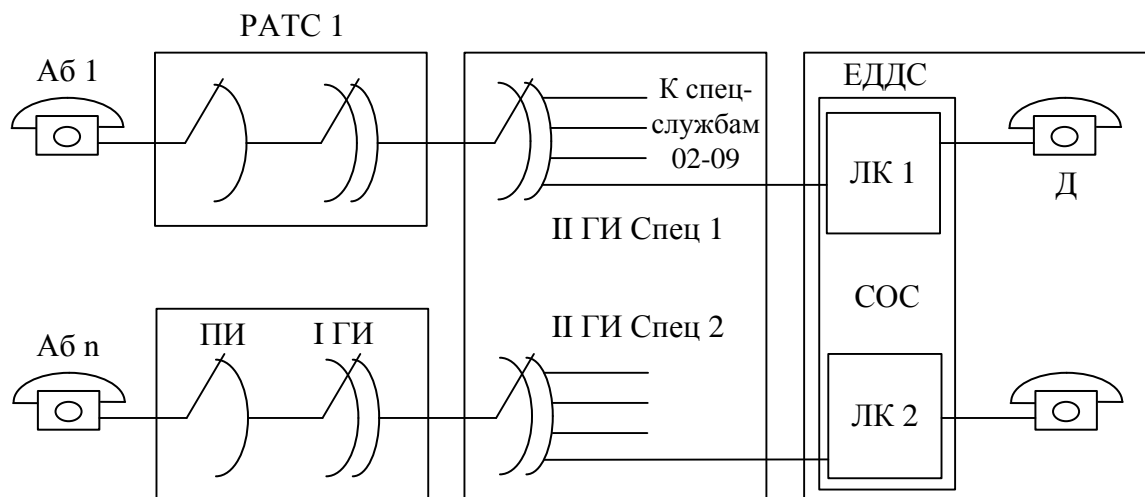


Рис. 2.6. Схема проводной связи «01»

Спецлинии «01» заведены на станции оперативной связи (СОС). Обычно число линий «01» больше числа диспетчеров, обслуживающих поступающие вызовы. Спецлинии «01» подключены к диспетчерским пультам параллельно. При этом любой диспетчер может принять вызов.

Пропускная способность системы приема вызовов определяется средним числом вызовов, обслуживаемых в единицу времени (абсолютная пропускная способность):

$$A = \lambda g,$$

где λ – интенсивность потока поступивших вызовов;

g – относительная пропускная способность $g = 1 - P$, где P – вероятность потери вызова.

Следовательно, для повышения пропускной способности необходимо уменьшить вероятность потери вызова.

Для повышения пропускной способности посредством увеличения числа линий «01» и диспетчеров требуются дополнительные затраты. Поэтому следу-

ет определить минимальное число линий «01» и диспетчеров, при котором прием будет эффективен.

2.7. ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ ТЕЛЕФОННЫХ СЕТЕЙ

Телефонная сеть – комплекс сооружений и оборудования для телефонной связи, состоящий из телефонных узлов, телефонных станций, линий связи и телефонных аппаратов (ТА). Телефонные сети могут быть междугородные, зонавые, внутризоновые, местные (городские, сельские) (рис. 2.7).

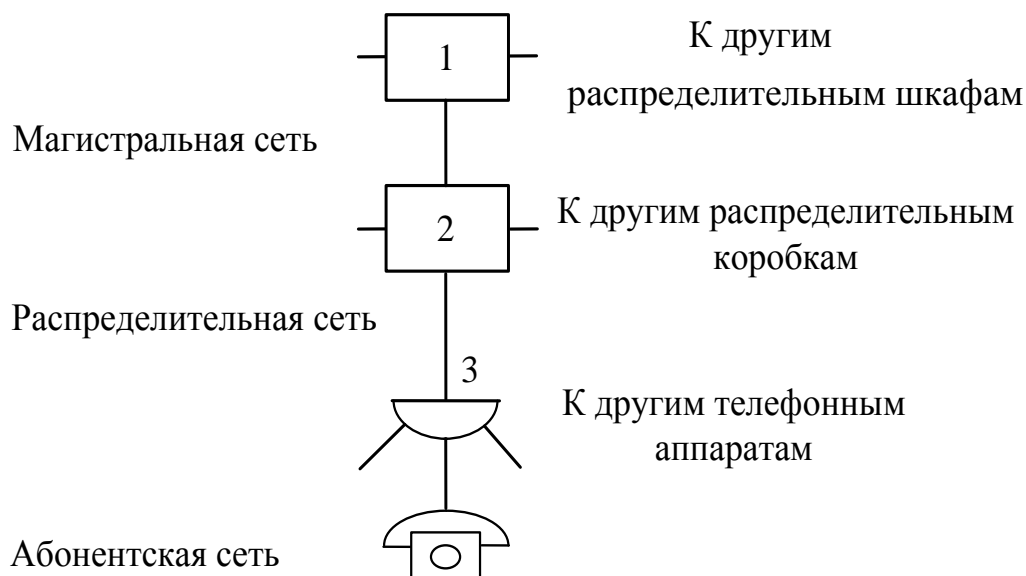


Рис. 2.7. Структура телефонной сети

Разновидности телефонных сетей (рис. 2.8):

1) радиальная (нерайонированная) – все оборудование АТС находится в одном здании;

2) радиально-узловая – в каждом районе города устанавливается своя АТС. АТС имеет следующие соединительные линии:

- 1) индивидуальные абонентские с междугородной телефонной станцией;
- 2) с объектовыми и учрежденческими станциями;
- 3) с сельскими АТС;
- 4) со спецслужбами города (в том числе ГПС).

От телефонной станции под землей в трубопроводах прокладываются кабели. Их концы заводятся в распределительные шкафы (РШ). РШ имеют 100–3600 пар выводов. Распределительные коробки (РК) имеют меньшую емкость (10–100 пар). Абонентская сеть заканчивается розеткой, в которую включается ТА.

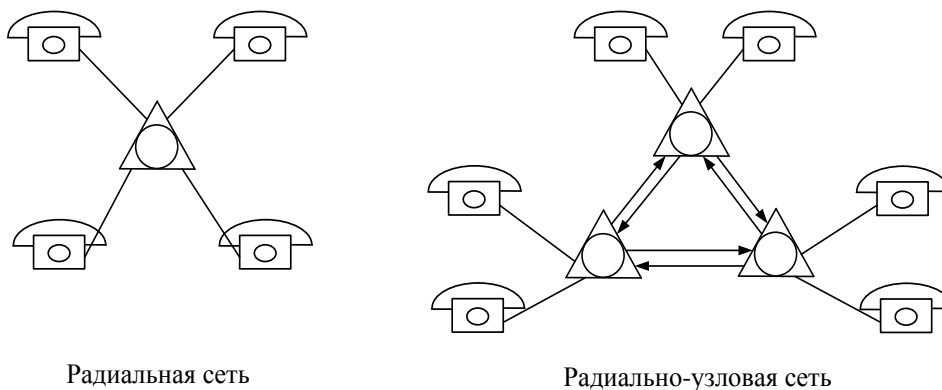


Рис. 2.8. Структурная схема городской телефонной сети

В радиально-узловой сети РАТС соединяются по принципу каждая с каждой. Для увеличения нагрузочной способности АТС используются блокираторы – на одну общую линию подключаются два телефона.

2.8. ТЕЛЕГРАФНАЯ И ФОТОТЕЛЕГРАФНАЯ СВЯЗЬ

Телеграфная связь (ТС) – разновидность электросвязи. ТС обеспечивает передачу буквенно-цифрового текста.

Разновидности ТС:

- общего пользования для передачи телеграмм;
- абонентского телеграфирования между госпредприятиями и учреждениями;
- международного абонентского телеграфирования – телекс.

Фототелеграфная связь, кроме буквенно-цифровых сообщений, позволяет передавать графическую информацию: рисунки, схемы, копии документов, фотографии. В основу фототелеграфной связи положен принцип передачи временной последовательности сигналов, характеризующих яркость точек (элементов) документа (метод развертки). В качестве каналов факсимильной связи используют стандартные телефонные каналы проводной связи или каналы телефонной радиосвязи.

Контрольные вопросы

1. Приведите характеристики звука.
2. Перечислите основные устройства телефонной связи.
3. Нарисуйте упрощенную схему АТС.
4. Состав диспетчерской оперативной связи.
5. Перечислите требования к организации системы диспетчерской оперативной телефонной связи гарнизона пожарной охраны.
6. Приведите структурную схему проводной связи «01».
7. Приведите структуру построения телефонных сетей.
8. В чем заключаются принцип и особенности телеграфной связи?

3. ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ РАДИОСВЯЗИ, УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ РАДИОСТАНЦИЙ

Радиосвязь – вид связи, осуществляемой посредством радиоволн (электромагнитных волн с длиной волны более 500 мкм (частотой $f < 6 \cdot 10^{12}$ Гц)), т. е. это обмен сообщениями между двумя и более абонентами с помощью электрических сигналов, переносимых через пространство радиоволнами. В основе радиосвязи лежит преобразование электрической энергии высокой частоты в электромагнитные колебания радиопередатчиком, распространение их (радиоволн) в пространстве и обратное преобразование радиоприемником электромагнитных колебаний (радиоволн) в электрические колебания.

3.1. РАЗНОВИДНОСТИ РАДИОСВЯЗИ

Радиосвязь бывает одно и двухсторонней.

Симплексная радиосвязь – разновидность двухсторонней радиосвязи, при которой каждый абонент ведет передачу и прием поочередно. При симплексной связи используется одна радиочастота и одна антенна, которая соответственно переключается при передаче на выход передатчика, а при приеме – на вход приемника. Используется при незначительных информационных потоках.

Дуплексная радиосвязь – двухсторонняя радиосвязь, при которой прием и передача производится одновременно. Для дуплексной связи требуется две несущие частоты. Кроме того, приемники и передатчики должны иметь отдельные антенны. Достоинства – большая пропускная способность и оперативность.

По количеству клиентов в радиосвязи выделяют:

- радионаправление – связь между двумя абонентами;
- радиосеть – связь между тремя и более абонентами.

Преимущества радиосвязи перед проводной состоят:

- в быстром развертывании в любых условиях;
- высокой оперативности и живучести;
- возможности связи с подвижными объектами;
- возможности передачи различных сообщений практически любому количеству абонентов циркулярно или избирательно.

3.2. СХЕМА РАДИОСВЯЗИ

Структурная схема радиосвязи представлена на рис. 3.1. Микрофон М преобразует звуковые колебания в электрические колебания тока звуковой (низкой) частоты. После усиления и модуляции ток высокой частоты поступает

в антенну, которая излучает радиоволны. Фидер применяется, если передатчик удален от антенны. В приемной антенне возникает слабый ток высокой частоты. Усиленный сигнал подается на детектор (демодулятор), где сигналы РЧ преобразуются в сигналы тока звуковой частоты. Низкочастотный сигнал подается на громкоговоритель, который воспроизводит переданное сообщение.

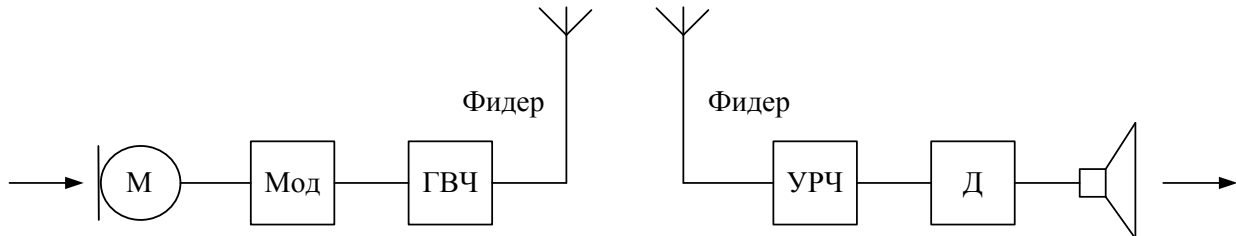


Рис. 3.1. Схема радиосвязи:

ГВЧ – генератор высокой частоты; Мод – модулятор;
УРЧ – усилитель радиочастоты

3.3. ИЗЛУЧЕНИЕ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ РАДИОВОЛН

Радиоволны создаются токами высокой частоты, которые получают с помощью колебательных систем, обычно замкнутого колебательного контура (рис. 3.2) (петлевой элемент провода, не излучающий электромагнитные волны; замкнутый колебательный контур; разомкнутый колебательный контур; прямолинейный элемент провода, излучающий электромагнитные волны; элемент индуктивной связи с антенной). Однако замкнутый колебательный контур не способен излучать радиоволны.

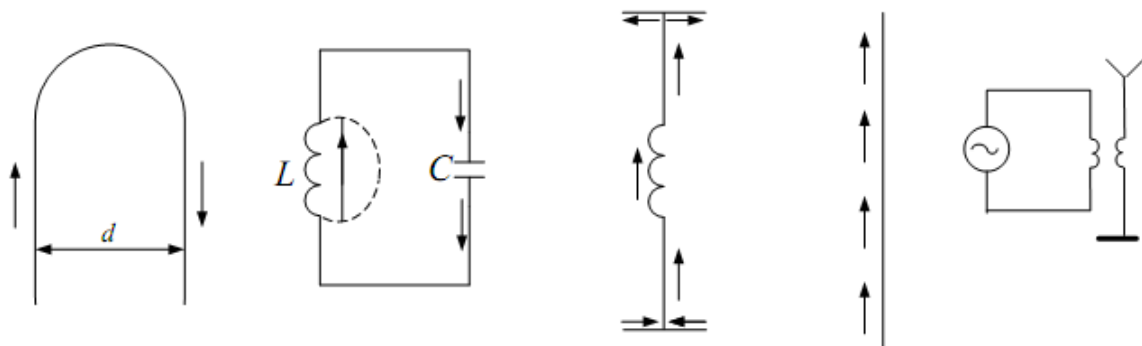


Рис. 3.2. Виды колебательных контуров

Всякий провод обладает собственной индуктивностью и емкостью, распределенными по его длине и, следовательно, является колебательным контуром.

В начальный момент тока в антенне нет (рис. 3.3), разность потенциалов максимальна. Линии электрического поля сосредоточены у провода. Электри-

ческое поле способствует перемещению электрических зарядов – в проводе появляется электрический ток. С ростом тока разность потенциалов уменьшается. При $t = T/4$ электрическое поле заменяется магнитным. При этом ток достигает максимума, а напряжение равно нулю. Затем ток уменьшается, в результате чего возникает ЭДС самоиндукции ($U < 0$) и провод перезаряжается. Энергия переходит из магнитного поля в электрическое и т. д. Линии электрического поля замыкаются через окружающее пространство, причем некоторые на значительном расстоянии от провода. При некотором удалении линии могут отрываться и замыкаться на себя ($t = T/2$). Таким образом, образуется соленоидное переменное электрическое поле, создающее переменное магнитное поле. Далее свободные электромагнитные волны распространяются в пространстве. Скорость их движения составляет $3 \cdot 10^8$ м/с.

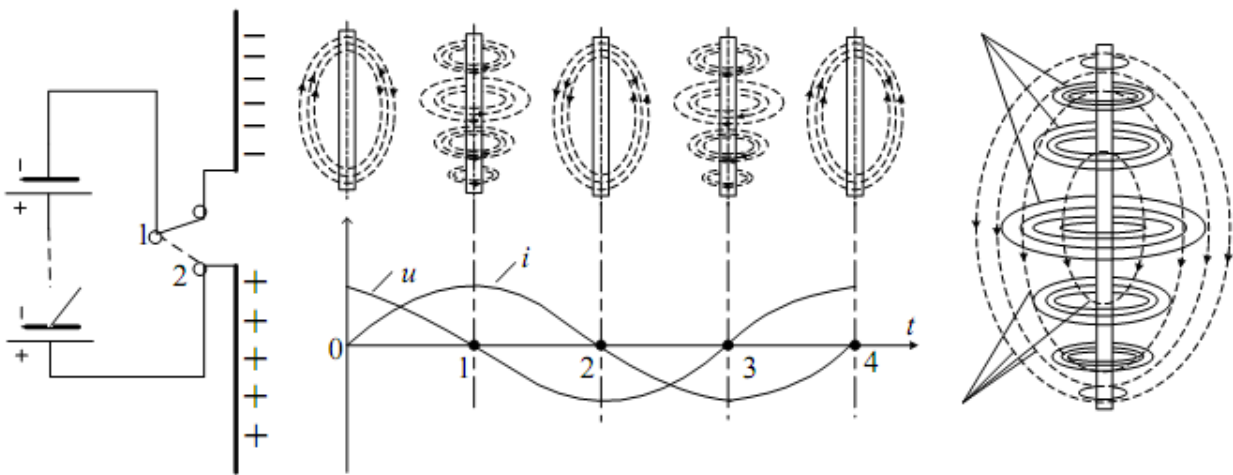


Рис. 3.3. Схема возбуждения электромагнитных колебаний в антенне

Открытый контур в виде прямолинейного провода называется симметричным вибратором. Связь с колебательным контуром (генератором) обычно трансформаторная.

Мощность излучаемых волн равна

$$P_{изл} = I_a^2 R_{изл},$$

где I_a – ток в пучности вибратора;

$R_{изл}$ – сопротивление излучения вибратора (70–80 Ом):

$$R_{изл} = 80\pi^2 (l / \lambda)^2,$$

где l – длина провода антенны;

λ – длина волны.

По мере удаления радиоволн от антенны плотность потока энергии уменьшается:

$$П = \frac{P_{изл}}{4\pi r^2},$$

где r – расстояние от излучателя.

Образование (отрыв) волны происходит за полупериод $T/2$. За это время волна проходит расстояние $l = \lambda / 2$, где λ – длина волны, т.е. расстояние, на которое распространяется электромагнитное поле за один период:

$$\lambda = cT = c/f,$$

где $c = 3 \cdot 10^8$ м/с – скорость распространения радиоволн в свободном пространстве;

f – частота электромагнитных колебаний.

Таким образом, частота генератора обратно пропорциональна длине провода. Максимальная мощность излучения достигается при условии равенства частоты генератора и частоты собственных колебаний антенны. На практике для удлинения волны собственных колебаний антенны в нее последовательно включают катушку, что равносильно увеличению длины провода. Укорочение антенны может быть произведено последовательным включением конденсатора.

3.4. ЧАСТОТНЫЕ ДИАПАЗОНЫ РАДИОСВЯЗИ

Известные частотные диапазоны приведены в табл. 3.1. Охарактеризуем некоторые из них.

Связь на длинных волнах (ДВ) находит ограниченное применение из-за большой мощности радиопередатчиков.

Средние волны (СВ) применяются для радиовещания, телеграфной и телефонной радиосвязи. Наиболее устойчива связь на поверхностных волнах.

Короткие волны (КВ) используются как на небольших, так и на больших (несколько тыс. км) расстояниях.

Ультракороткие волны (УКВ) широко используются в радиосвязи, телевидении, радиолокации, в том числе в связи пожарной охраны (ПО). Связь осуществляется в пределах прямой видимости. Дальность 40–60 км.

Миллиметровые волны применяются в радиолокации. Дифракционные свойства минимальны – распространяются практически прямолинейно.

Нахождение электромагнитных волн оказывает существенное влияние рельеф поверхности земли, свойства грунта, свойства слоев атмосферы.

Диапазоны частот

| Номер диапазона | Диапазон частот | Радиочастота | Длина радиоволн | Радиоволны |
|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|-------------------|
| 4 | 3–30 кГц | Очень низкие | 10–100 км | Мириаметровые |
| 5 ДВ | 30–300 кГц | Низкие | 1–10 км | Километровые |
| 6 СВ | 300–3000 кГц | Средние | 0.1–1 км | Гектометровые |
| 7 КВ | 3–30 МГц | Высокие | 10–100 м | Декаметровые |
| 8 УКВ | 30–300 МГц | Очень высокие | 1–10 м | Метровые |
| 9 | 300–3000 МГц | Ультравысокие | 10–100 см | Дециметровые |
| 10 | 3–30 ГГц | Сверхвысокие | 1–10 см | Сантиметровые |
| 11 | 30–300 ГГц | Крайне высокие | 1–10 мм | Миллиметровые |
| 12 | 300–3000 ГГц | Гипервысокие | 0.1–1 мм | Децимиллиметровые |

Тропосфера – слой атмосферы от поверхности Земли до 16 км над ней. Обладает незначительным рассеиванием. Принимается за идеальный диэлектрик без потерь. Потери увеличиваются на сверхвысоких частотах при дожде, тумане.

Стратосфера находится от Земли на расстоянии от 16 до 60 км, ионосфера – от 60 до 600 км. Степень ионизации сильно зависит от ультрафиолетовых лучей Солнца.

Радиоволны достигают ионосферы и отражаются от нее. При встрече препятствий радиоволны стремятся огибать их. Это явление называется дифракцией. Чем длиннее волна, тем сильнее сказывается дифракция.

Радиоволны, распространяющиеся по поверхности Земли и огибающие ее вследствие дифракции, называются земными (поверхностными) радиоволнами (ДВ).

Радиоволны, распространяющиеся вокруг земного шара благодаря однократному или многократному отражению от ионосферы, называются пространственными (ионосферными).

Потери электромагнитного излучения связаны с неоднородностью земли. Электромагнитные волны проникают в нее и образуют токи утечки. Поглощение радиоволн проводниками (железными крышами, конструкциями, железобетонными сооружениями) также связано с генерированием в них электрического тока. При движении волны вдоль проводника потери значительно меньше. Помимо поглощения, возможен эффект отражения от электропроводящих предметов (падающая волна наводит в поверхностном слое проводника токи, которые способствуют образованию новых (отраженных) волн).

Радиоволны различных передатчиков могут накладываться друг на друга в точке приема. Это явление называется интерференцией. Интерференция волн от одного и того же источника из-за разницы фаз колебаний может приводить как к усилению, так и ослаблению принимаемого сигнала.

3.5. АНТЕННО-ФИДЕРНЫЕ УСТРОЙСТВА

Простейшая антенна представляет собой прямолинейный провод (вibrator). Протекающий в передающей антенне переменный ток радиочастоты замыкается через емкость между антенной и землей. Для уменьшения сопротивления цепи протекания тока основание антенны заземляется. Чем меньше сопротивление заземления и чем больше проводимость грунта, тем меньше потери излучения.

Заземление может быть выполнено в виде специальных противовесов, представляющих собой набор проводов, изолированных от земли и связанных с антенной.

Полуволновой vibrator излучает волны с неодинаковой интенсивностью в различных направлениях, что можно увидеть на диаграмме направленности.

Диаграмма направленности – график, показывающий зависимость напряженности поля радиоволн от направления излучения. Такие диаграммы могут быть получены либо аналитически, либо экспериментально. По окружности откладываются углы от 0 до 360°, а вдоль радиуса – отношение напряженности поля данного направления к его максимальной напряженности.

Полуволновая антенна в горизонтальной плоскости является ненаправленной (рис. 3.4).

В вертикальной плоскости наибольшая напряженность поля возникает в направлении, перпендикулярном оси vibratorа, вдоль оси излучение отсутствует.

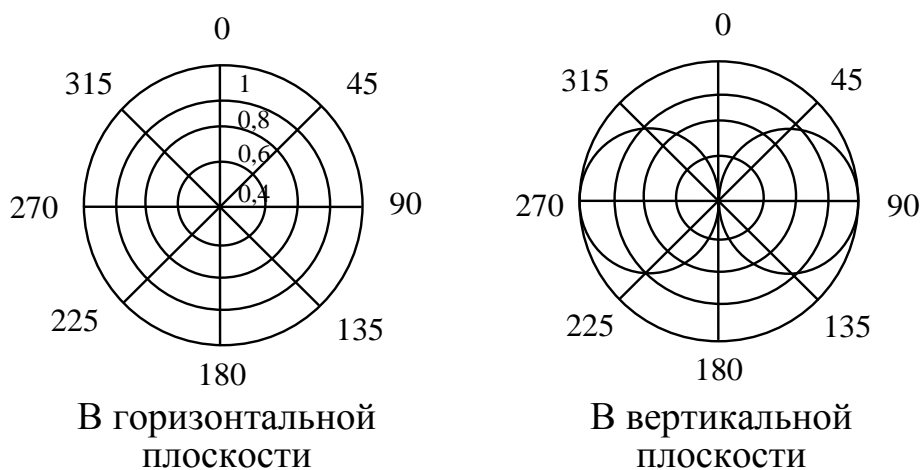


Рис. 3.4. Диаграммы направленности полуволнового vibratorа

Наряду с симметричным vibratorом в УКВ-радиосвязи находит применение несимметричный vibrator. Он получается из симметричного vibratorа, если одну часть vibratorа убрать и свободный зажим соединить с землей. Длина vibratorа в этом случае $l = \lambda/4$, поэтому такой vibrator называют четвертьволновым (рис. 3.5).

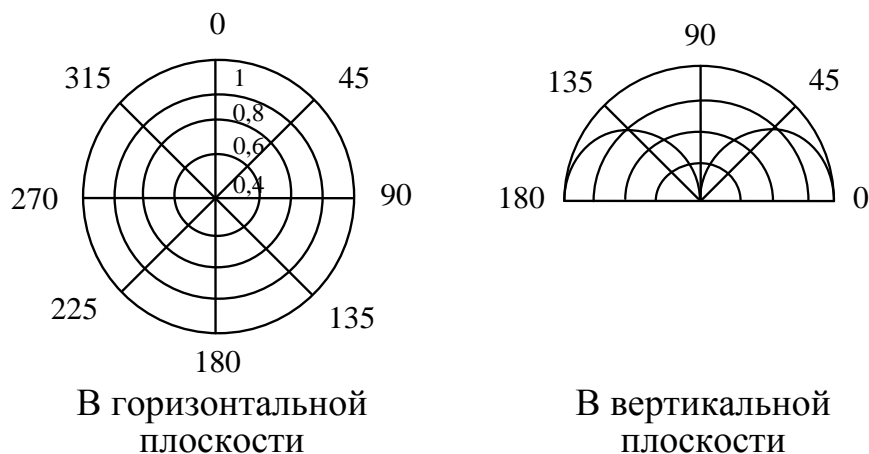


Рис. 3.5. Диаграммы четвертьволнового вибратора

Приемная и передающая антенны взаимозаменяемы (обратимы).

В ГПС в основном используются УКВ-радиостанции. В качестве антенн, устанавливаемых на ЦППС, пунктах связи части (ПСЧ), чаще всего применяются стационарные антенны типа «стакан». Это симметричный полуволновой вибратор, состоящий из двух полых медных цилиндров с заваренными торцами.

Для установки на подвижные объекты применяют штыревые антенны, имеющие простую конструкцию и высокую надежность. Такая антенна представляет собой несимметричный четвертьволновый вибратор. Для согласования антенны с коаксиальным кабелем используется четвертьволновый трансформатор. В качестве заземления используется противовес – металлическая крыша автомобиля. Металлические предметы, расположенные рядом с антенной, могут сильно снизить мощность передатчика.

В портативных и носимых радиостанциях в основном применяются стержневые антенны. В качестве противовеса в носимых и портативных радиостанциях используется масса приемопередатчика.

Фидер – проводная линия, служащая для передачи электрических колебаний радиочастоты от антенны к приемопередатчику и наоборот. Конструктивно различают три типа фидеров:

- симметричные открытые линии из параллельных проводов;
- симметричные и коаксиальные кабели;
- волноводы.

Требования к фидерам:

- минимум потерь высокочастотных колебаний (волновое сопротивление фидера должно быть равно входному сопротивлению антенны);
- отсутствие антенного эффекта (не должны ни излучать, ни принимать электромагнитные волны);
- должны обладать достаточной электрической прочностью.

При УКВ-радиосвязи в качестве фидеров используют коаксиальные кабели, состоящие из центральной электропроводящей жилы, изолятора, металлической оплетки и внешней изоляции.

Различные по значению входное и волновое сопротивление фидера согласовываются с помощью четвертьволнового трансформатора, представляющего собой отрезок кабеля длиной $l = \lambda/4$.

Параметры антенно-фидерных систем приведены в прил. 6.

3.6. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ РАДИОСТАНЦИЙ

Радиостанция состоит из передатчика, приемника, блока вызывного устройства, блока питания и приемо-передающей антенны.

Передатчик (рис. 3.6) включает в себя усилитель звуковых частот (УЗЧ), модулятор и генератор радиочастоты (ГРЧ) (принципиальные схемы приведены в прил. 7). Известно, что дальность распространения низкочастотных волн небольшая, поэтому в схеме передатчика используется высокочастотный генератор Г.

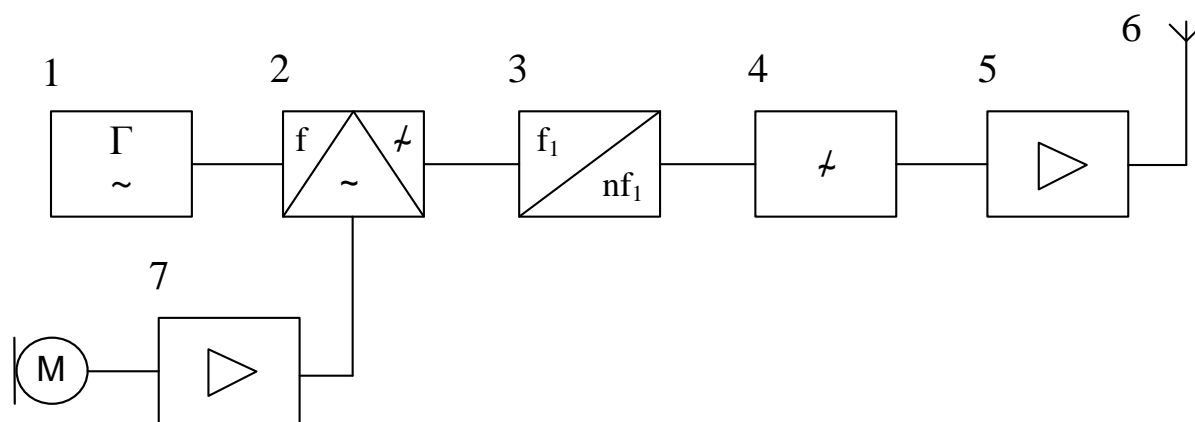


Рис. 3.6. Структурная схема передатчика:

1 – генератор высокочастотных колебаний; 2 – модулятор; 3 – умножитель частоты; 4 – фильтр; 5 – усилитель мощности; 6 – антенна; 7 – УНЧ

Наиболее простые приемники – построенные по схеме прямого усиления (рис. 3.7). Входное устройство ВхУ служит для передачи принимаемого сигнала на вход первого каскада приемника, ослабляя при этом сигналы других частот. Для этой цели используются колебательные контуры, настроенные на частоту принимаемого сигнала.

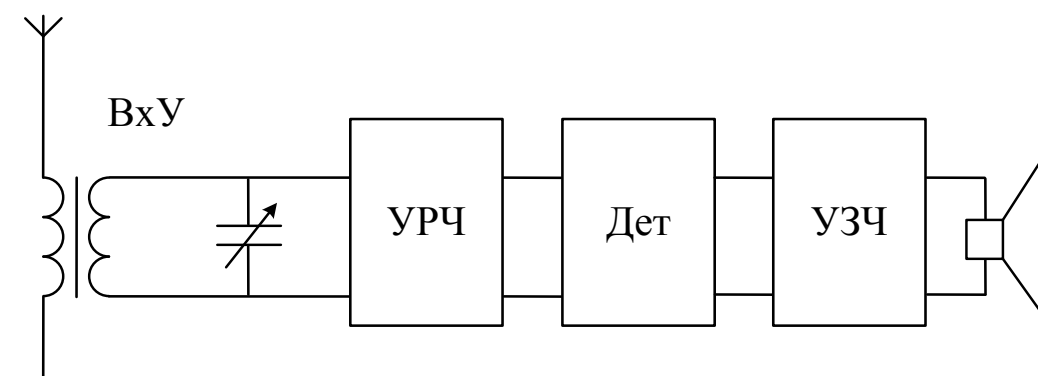


Рис. 3.7. Радиоприемник прямого усиления

Схема прямого усиления обладает высокой чувствительностью и избирательностью. Поэтому в профессиональной связи используются приемники, построенные по супергетеродинной схеме (рис. 3.8), сущность которой состоит в смещении спектра принимаемого сигнала в область более низких частот (промежуточных частот) с последующим усилением сигнала. Блоки 4 и 5 образуют преобразователь частоты. В качестве преобразователя частоты используется перемножитель радиосигнала с напряжением генератора Γ . На выходе преобразователя включается колебательный контур (полосовой фильтр) для выделения колебаний промежуточной частоты. Обычно применяется двукратное преобразование частоты. В каждом усилителе промежуточной частоты (УПЧ) используются полосовые фильтры промежуточных частот. УПЧ представляет собой схему усилителя на транзисторе с колебательным контуром в коллекторной цепи.

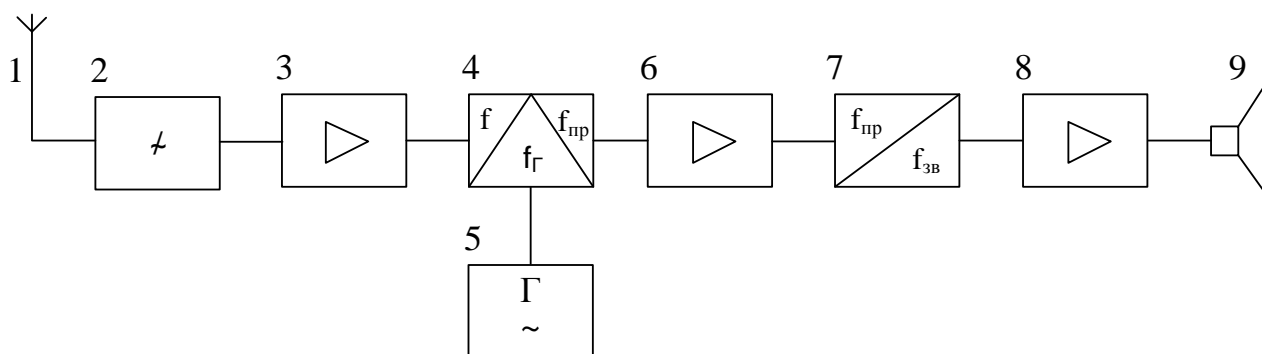


Рис. 3.8. Схема супергетеродинного приемника:

- 1 – антенно-фидерное устройство; 2 – входное устройство (резонансный контур);
 3 – усилитель РЧ (УВЧ); 4 – смеситель; 5 – генератор (гетеродин); 6 – усилитель
 промежуточной частоты УПЧ; 7 – детектор; 8 – УЗЧ; 9 – динамик

Детектирование – процесс, обратный модулированию, т. е. процесс выделения из радиосигнала низкочастотных колебаний.

Частотное детектирование заключается в предварительном преобразовании частотно-модулированных сигналов в амплитудно-модулированные колебания с последующим амплитудным детектированием (рис. 3.9).

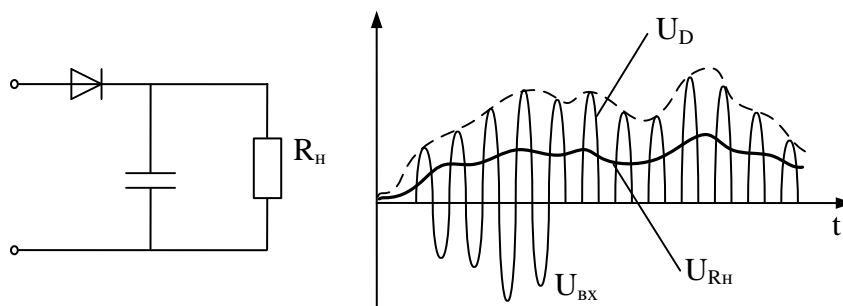


Рис. 3.9. Схема амплитудного детектора и временные характеристики

Для выделения определенной группы частот применяют фильтры (рис. 3.10–3.12). Существуют также режекторные фильтры, которые служат для подавления заданной полосы частот.

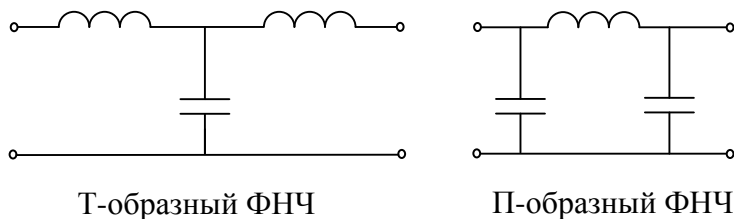


Рис. 3.10. Схемы фильтров низких частот

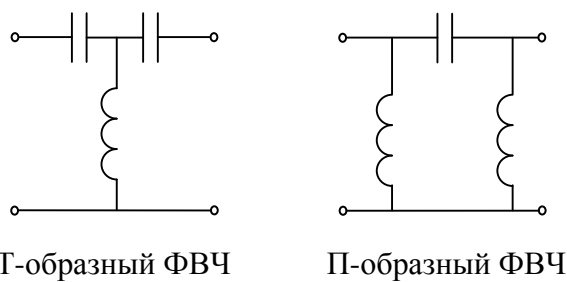


Рис. 3.11. Схемы фильтров высоких частот

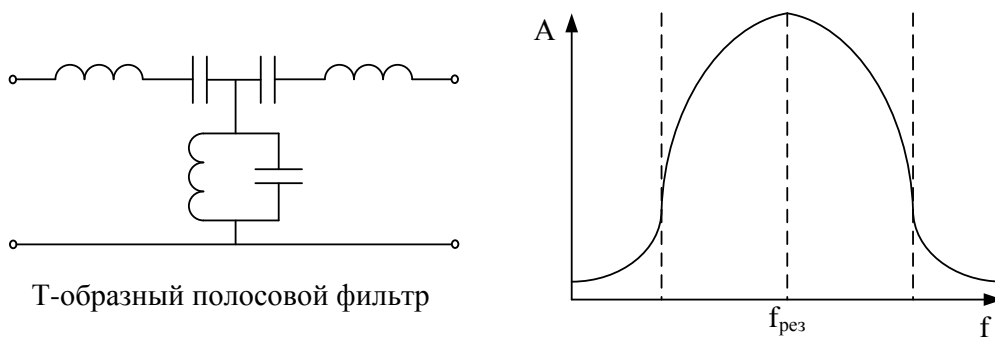


Рис. 3.12. Схема и АЧХ полосового фильтра

Приемник характеризуется следующими свойствами:

1) чувствительностью – способностью принимать слабые сигналы при заданном уровне выходной мощности;

2) избирательностью – способностью выделять полезный сигнал из совокупности сигналов других радиостанций, работающих на близких частотах. Избирательность определяется отношением чувствительности приемника при расстройке относительно частоты принимаемого сигнала к чувствительности при точной настройке.

При модуляции колебаний сигналом сложной формы, например речевым, спектр амплитудно-модулированного колебания состоит из суммы гармонических колебаний: несущего (с частотой F) и симметрично расположенных групп боковых составляющих сигналов с суммарным и разностным значениями частот (рис. 3.13). Ширина спектра АМ радиосигнала составляет $2F$. При этом передаваемая информация сосредоточена только в боковых полосах частот, так как колебания несущей частоты никаких сведений о передаваемом сообщении не несут. Поэтому в передатчиках профессиональных радиостанций подавляется несущая и одна из боковых полос, а информация воспроизводится в приемнике с помощью местного гетеродина, восстанавливающего несущую частоту. Подавление одной боковой полосы осуществляется с помощью фильтра.

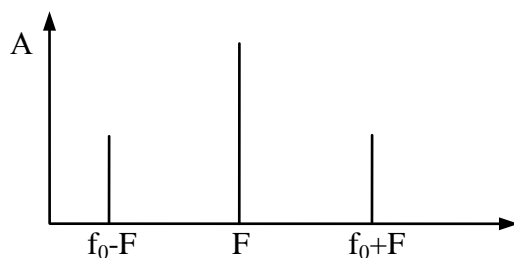


Рис. 3.13. Спектр АМ-колебания

Приемо-передача однополосно-модулированных сигналов позволяет на порядок снизить требуемую мощность.

Контрольные вопросы

1. Схема радиосвязи.
2. Разновидности радиосвязи.
3. Перечислите виды колебательных контуров.
4. Опишите принцип излучения радиоволн.
5. Перечислите частотные диапазоны радиосвязи.
6. Дайте определения понятиям «диаграмма направленности» и «фидер».
7. Перечислите основные составные части радиостанций.
8. Приведите структурную схему передатчика, приемника прямого усиления.

4. ОРГАНИЗАЦИЯ СЛУЖБЫ СВЯЗИ В ПОЖАРНОЙ ОХРАНЕ

Служба связи территориального гарнизона пожарной охраны субъекта Российской Федерации организуется в соответствии с Наставлением по службе связи [1]. В ее состав включаются подразделения и мобильные средства, предназначенные для осуществления функций связи в гарнизоне.

Непосредственное руководство использованием и техническим обслуживанием средств связи территориального гарнизона осуществляет начальник службы связи гарнизона, который назначается на основании приказа начальника соответствующего территориального органа управления ФПС субъекта Российской Федерации, в местном гарнизоне пожарной охраны – приказом соответствующего руководителя подразделения ФПС, уполномоченного на это начальником территориального органа ФПС.

Служба связи может создаваться на постоянной штатной основе или на нештатной основе. Служба связи на постоянной штатной основе создается решением МЧС России по представлению соответствующих органов управления МЧС.

Основной задачей службы связи ФПС МЧС является организация связи при предупреждении пожаров, их тушении и при ликвидации последствий ЧС.

4.1. ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ СЛУЖБЫ СВЯЗИ ФПС МЧС РФ

Служба связи территориального гарнизона:

- **ведет учет** и анализ наличия и состояния всех имеющихся в территориальном и подчиненных местных гарнизонах средств и систем связи и автоматизации с целью оценки их достаточности для нужд управления, планирует, организует, осуществляет и контролирует их всестороннее техническое обеспечение и эксплуатацию;

- на основании распоряжений и указаний по организации связи вышестоящих органов управления **разрабатывает схемы** проводной связи и радиосвязи с необходимыми пояснительными записками для территориальных и местных гарнизонов;

- с учетом текущего состояния, ближайших перспектив нового строительства сетей и систем, развития ресурсов и услуг связи субъекта Российской Федерации **планирует** дальнейшее **совершенствование** собственной системы связи в территориальном и местных гарнизонах, изыскивает для этой цели необходимые финансовые средства;

- **разрабатывает и выдает** обоснованные исходные **данные** для проектирования и строительства новых систем и сооружений связи в гарнизоне (гарнизонах);

- **разрабатывает отчеты** о работе средств связи и дает предложения по изменениям табелей положенности этих средств для органов управления и подразделений ФПС;

– **осуществляет снабжение** местных гарнизонов средствами связи, технического обеспечения и эксплуатационно-расходными материалами;

– **оказывает помощь** службам связи местных гарнизонов в организации связи, эксплуатации техники, обеспечении взаимодействия подразделений, специальной подготовке личного состава квалифицированному пользованию средствами связи;

– **осуществляет постоянное взаимодействие** с органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления и предприятиями связи различной принадлежности, предоставляющими ФПС линии и каналы связи в аренду, с целью быстрее устранения этими предприятиями аварий и неисправностей на обслуживаемых кабельных линиях и удовлетворения претензий при некачественном предоставлении ими платных услуг связи;

– **планирует, активно участвует и контролирует проведение** в гарнизонах специальной подготовки и обучения руководящего и всего личного состава ФПС квалифицированному пользованию средствами связи и автоматизации, находящимися в эксплуатации и поступающими на вооружение.

Служба связи (нештатная служба связи) местного гарнизона:

– **организует и обеспечивает связь** в гарнизоне в соответствии с распоряжениями и указаниями руководящего органа МЧС субъекта Российской Федерации, разрабатывает подробные схемы организации связи местного гарнизона и необходимые справочные материалы;

– **участвует в разработке** регламентной документации на пункте связи отряда и пункте связи части, в части, касающейся организации и обеспечения связи управления и взаимодействия, и своевременно корректирует соответствующие разделы этих документов;

– **ведет** в установленном порядке **учет средств связи** и сигнализации, находящихся в подразделениях ФПС в эксплуатации и в резерве (на хранении), и их качественного состояния;

– **организует и осуществляет эксплуатацию аппаратуры** связи и автоматизации, их техническое обслуживание с целью поддержания в исправности и постоянной готовности к применению в соответствии с требованиями Наставления;

– непосредственно **участвует в устранении отказов** и повреждений, в проведении плановых и неплановых ремонтов средств связи, ведет учет и анализ причин неисправностей аппаратуры связи, в том числе возникающих при боевой работе подразделений на местах пожаров, и представляет эти данные в вышестоящий орган;

– **организует и проводит занятия** по освоению новых средств связи личным составом подразделений гарнизона.

4.2. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОВОДНОЙ СВЯЗИ

Сеть проводной связи гарнизона организуется на базе местных и междугородных линий связи Министерства Российской Федерации по связи и информатизации, проводных каналов связи федеральных органов исполнительной власти и иных организаций с использованием их линейно-кабельных сооружений, а также сооружений и объектов связи.

Сеть проводной связи гарнизона включает:

- линейные и кабельные сооружения;
- сеть междугородной телефонной связи;
- городскую телефонную сеть;
- сеть телефонной связи по спецлиниям «01»;
- сеть некоммутируемых (выделенных) телефонных линий, предназначенных для связи ЕДДС с ПСО и ПСЧ, со службами жизнеобеспечения и особо важными объектами;
- сеть телеграфной связи;
- сеть факсимильной связи;
- сеть передачи данных и сигналов дистанционного управления между ПСЧ, центральным пунктом радиосвязи, ПУС, пунктом централизованной охраны и ЕДДС;
- сеть сельской телефонной связи.

Схема организации проводной связи представлена на рис. 4.1.

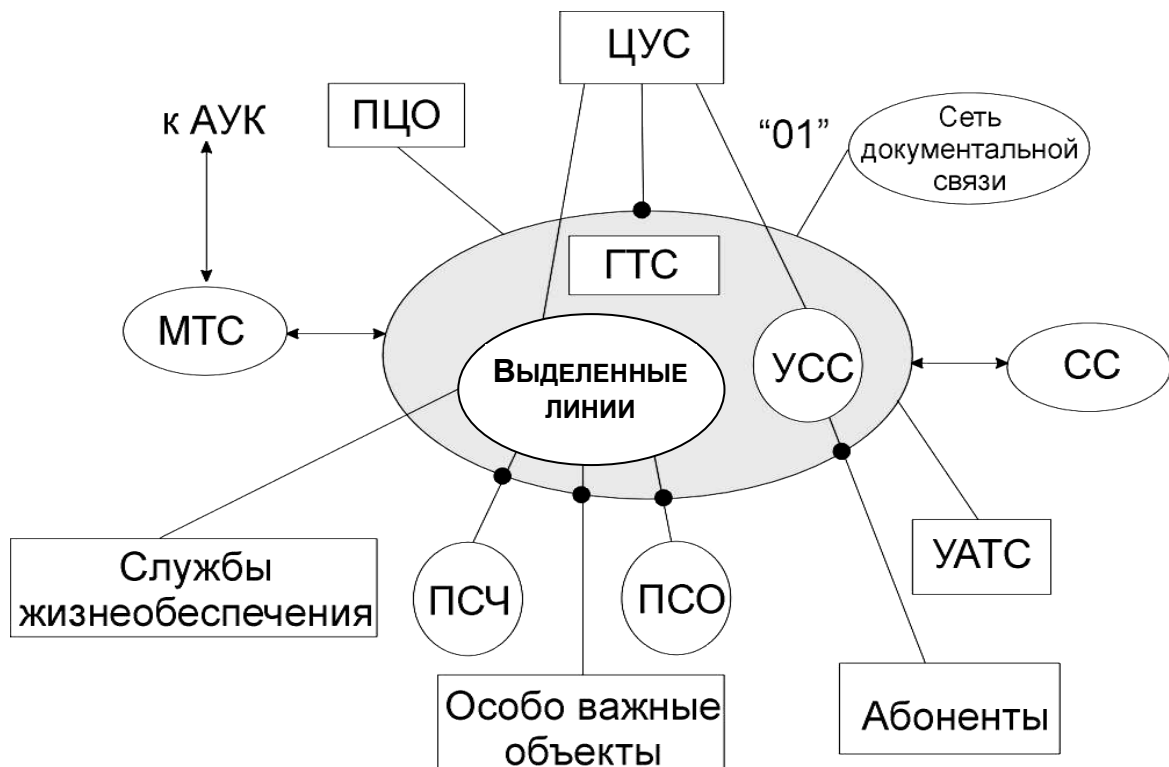


Рис. 4.1. Схема организации проводной связи

4.3. ОРГАНИЗАЦИЯ РАДИОСВЯЗИ

Радиосвязь предназначена:

- для обеспечения оперативного управления силами гарнизона;
- связи с пожарными автомобилями и подразделениями ФПС;
- взаимного обмена сообщениями между подразделениями на месте пожара;
- дублирования (резервирования) проводных каналов связи.

Радиосвязь гарнизона включает радиосети и радионаправления, совокупность которых образует общую сеть радиосвязи.

Радиосеть образуется при работе общими радиоданными трех и более радиостанций.

Радионаправление образуется при работе общими радиоданными только двух радиостанций и является частным случаем радиосети.

В каждом радионаправлении и в каждой радиосети одна из радиостанций является главной. Главная радиостанция определяется приказом начальника.

Схема радиосвязи организуется применительно к местным условиям с учетом тактико-технических возможностей применяемых радиостанций и электромагнитной обстановки в гарнизоне.

Радиостанции гарнизона подразделяются на стационарные, возимые и носимые. Стационарные станции устанавливаются на ЦУС, ЦПР, ПСО, ПСЧ и на отдельных постах, а возимые – на пожарных автомобилях в соответствии с табельной положенностью.

В зависимости от типов радиостанций, условий прохождения радиосигналов, наличия помех радиоприему и расстояний между радиостанциями схема радиосвязи может строиться по принципу радиосети (когда все радиостанции осуществляют радиообмен с ЦПР), или по принципу радионаправлений, или комбинированным способом, когда в схему радиосвязи входят радиосети и радионаправления.

С учетом существующей организационной структуры, характера выполняемых задач и необходимости взаимодействия подразделений ФПС как между собой, так и со службами других министерств и ведомств при тушении пожаров в территориальных гарнизонах необходимо развертывание следующих радиосетей (табл. 4.1):

- радиосети, работающей на частоте F1 (дополнительная резервная частота F2), для обеспечения связи ЦУС с ПСЧ (ПСО);
- радиосети, работающей на частоте F3, для обеспечения связи ЦУС с пожарными автомобилями, находящимися в пути следования и работающими на пожаре;
- радиосети, работающей на частоте F4, для управления силами и средствами, обеспечения их взаимодействия и обмена информацией на месте тушения пожара;




















– радиосети, работающей на частоте F5, для обмена данными между ЦУС и ПСЧ (ПСО), а также подразделениями, работающими на пожарах (передача приказов, распоряжений в подразделения ФПС, информационная поддержка руководителя тушения пожара (РТП) при принятии решений по тушению пожаров);

– радиосети, работающей на частоте F6, для персонального вызова личного состава подразделений и органов управления ФПС, находящегося на отдыхе, а также при сборе всего личного состава;

– радиосети, работающей на частоте F7, для обеспечения административно-управленческой деятельности ФПС. Для решения задач в этой области деятельности возможно использование ресурсов транкинговых радиосетей, создаваемых в МВД, ГУВД, УВД субъектов Российской Федерации.

Таблица 4.1

Радиосети

| Радиосеть | Канал | ЦУС | Радиостанции | | |
|---------------------------------------|---------------------|---|---|---|---|
| | | | стационарные | возимые | носимые |
| Диспетчерская | F1 (F2 – резерв) |   |  |  | – |
| Связь ЦУС с подразделениями на пожаре | F3 |   | – |  | – |
| Связь на пожаре | F4 | – | – | – |  |
| Передача данных | F5 |  |  |  | – |
| Связь персонального вызова | F6 |  | – | – |  |
| Связь административно-управленческая | F7 |  | – |  |  |
| Связь взаимодействия | F8 |  | – |  |  |

Кроме этого, необходимо выделить радиочастоты для организации взаимодействия с медицинскими, аварийными и иными службами жизнеобеспечения, для обеспечения охраны общественного порядка.

Необходимое количество радиосетей определяется схемой организации радиосвязи гарнизона.

4.4. Виды связи

Связь по функциональному назначению подразделяется на следующие виды:

- связь извещения, обеспечивающую передачу и прием сообщений о пожарах;
- оперативно-диспетчерскую связь, обеспечивающую передачу распоряжений подразделениям ФПС, своевременную высылку сил и средств для тушения пожаров, получение информации с мест пожаров, передачу информации о пожарах должностным лицам, организациям и городским службам, получение сообщений о выездах подразделений и связь с пожарными автомобилями, находящимися в пути, передачу приказов на передислокацию техники;
- связь на пожаре, обеспечивающую четкое и бесперебойное управление силами, их взаимодействие и передачу информации с места пожара;
- административно-управленческую связь, включающую все виды связи, не связанные с выполнением оперативно-тактических задач.

Связь извещения обеспечивает передачу сообщений о пожарах от заявителей и устройств автоматической пожарной и охранно-пожарной сигнализации на ЦУС и ПСЧ.

Связью извещения предусматривается:

- соединение ЦУС с городской телефонной станцией входящими соединительными линиями, предназначенными специально для приема извещений о пожарах. При наличии в городе АТС связь абонентов этой телефонной станции с пожарной охраной осуществляется по специальным соединительным линиям набором двузначного номера «01», а при ручной телефонной станции – передачей заявителем сообщения «Пожар»;
- прием извещений с аппаратуры электрической пожарной сигнализации о наиболее важных объектах, расположенных в районе выезда части;
- соединение прямыми проводными линиями ЦУС, ПСО, ПСЧ с наиболее важными объектами города;
- соединение прямыми проводными линиями ЦУС с коммутаторами органов внутренних дел и подразделениями вневедомственной охраны для приема сообщений о пожарах;
- соединение заявителей (личного состава ФПС, оснащенного средствами радиосвязи) с ЦУС или ПСЧ по каналам радиосвязи.

Оперативно-диспетчерская связь обеспечивает:

- прямую телефонную и радиосвязь ЦУС с пунктами связи подразделений гарнизона;
- радиосвязь ЦПР или ЦУС с пожарными автомобилями, находящимися в пути следования;
- прямую телефонную связь со службами жизнеобеспечения.

Схема оперативно-диспетчерской телефонной связи приведена на рис. 4.2.

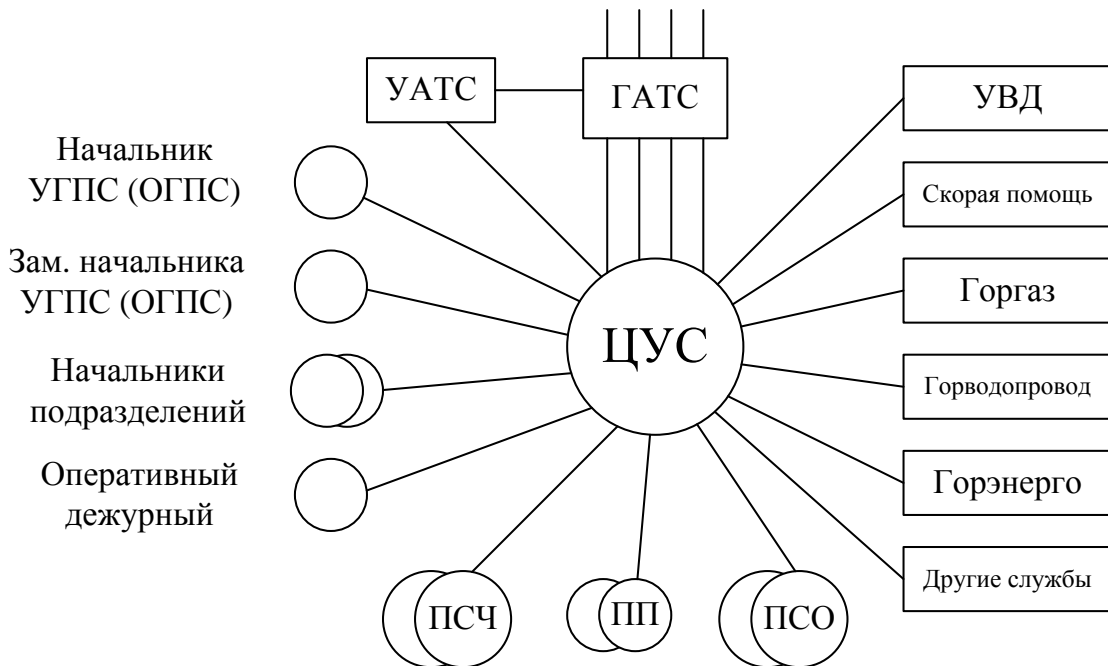


Рис. 4.2. Схема оперативно-диспетчерской телефонной связи

Связь на пожаре предназначается для управления силами, обеспечения их взаимодействия и обмена информацией.

Для управления силами на пожаре устанавливается связь между РТП и оперативным штабом, начальником тыла, начальниками боевых участков и при необходимости с пожарными автомобилями. Связь на пожаре обеспечивает управление работой подразделений пожарной охраны и получение от них сведений об обстановке на пожаре.

Для обеспечения управления используются радиостанции и громкоговорящие установки автомобилей связи и освещения, а также носимые радиостанции, телефонные аппараты полевые и АТС, радиотелефоны, переговорные устройства, электромегафоны.

Для взаимодействия между боевыми участками (подразделениями), работающими на пожаре, устанавливается связь между начальниками боевых участков (подразделений). При этом используются носимые радиостанции, полевые телефонные аппараты, переговорные устройства и связные.

В случае невозможности применения средств связи используются сигналы управления.

Для обеспечения передачи информации с места пожара устанавливается связь между РТП, оперативным штабом и ЦУС (ПСЧ) с помощью городской телефонной сети или радиостанций пожарных автомобилей, автомобилей связи и освещения, оперативных автомобилей. При этом обеспечивается обмен информацией между ЦУС (ПСЧ) и подразделениями ФПС, находящимися на по-

К оперативным относятся средства связи, состоящие на вооружении в соответствии с табелями положенности и предназначенные для обеспечения повседневной оперативно-служебной деятельности подразделений ФПС.

К учебным относятся средства связи, предназначенные для обучения личного состава подразделений ФПС.

На учебных средствах связи делается надпись «Учебное».

Использование оперативных средств связи для обучения личного состава приемам работы, ремонта, сборки и разборки аппаратуры запрещается.

Для учебных средств связи годовые нормы расхода ресурса и межремонтные сроки не регламентируются, а устанавливается срок службы.

4.5. ОРГАНИЗАЦИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЦЕНТРАЛЬНОГО УЗЛА СВЯЗИ

ЦУС создаются в территориальных гарнизонах. На ЦУС возлагается выполнение следующих функций:

- прием извещений о пожарах;
- своевременное направление подразделений на тушение пожаров или ликвидацию последствий аварий и стихийных бедствий, а в необходимых случаях – обеспечение временной передислокации подразделений, а также оповещение руководящего состава ГО и ЧС;
- обеспечение оперативно-диспетчерской связи с подразделениями пожарной охраны;
- передача и прием информации с места работы подразделений;
- обеспечение надежной связи с наиболее важными объектами и службами, взаимодействующими с ФПС, находящимися на территории гарнизона;
- обеспечение оперативного учета пожарной техники гарнизона, находящейся в боевом расчете, в резерве, на выполнении заданий.

На ЦУС территориального гарнизона возлагается прием сообщений и высылка на крупные пожары подразделений пожарной охраны соседних городов, районов и отдельных объектов.

ЦУС должен иметь:

- диспетчерский зал, где размещаются рабочие места диспетчеров, оборудованные техническими средствами связи и средствами отображения информации;
- аппаратную, где устанавливается кросс, штативы, испытательные приборы, звукозаписывающая аппаратура, зарядные и распределительные устройства, усилители оповещения и другая вспомогательная аппаратура;
- помещение центрального пункта радиосвязи, где располагается аппаратура радиосвязи;
- аккумуляторную;

- агрегатную, в которой устанавливается резервный агрегат электропитания ЦУС и ЦПР;
- техническую комнату;
- комнату отдыха диспетчеров (при круглосуточном дежурстве), а также другие помещения, необходимые для организации работы ЦУС согласно нормам пожарной безопасности НПБ 101-95.

Пульты диспетчеров ЦУС должны быть оборудованы средствами оперативной диспетчерской связи с подключением к ним специальных входящих линий, входящих и исходящих соединительных линий с подразделениями гарнизона, со службами жизнеобеспечения города, наиболее важными и пожароопасными объектами.

Для подключения соединительных линий и организации прямых телефонных каналов связи ЦУС должен быть оборудован кабельным вводом городской телефонной сети связи, емкость которого определяется необходимой емкостью оперативно-диспетчерской связи с учетом развития на дальнейшую перспективу.

Для повышения надежности связи ЦУС оборудуется двумя кабельными вводами: один основной, прокладываемый непосредственно от кросса городской или районной АТС, а второй – резервный – от другой городской или районной АТС (или той же АТС, проложенный по другой трассе).

Основными документами учета работы ЦУС являются: журнал ЦУС, журнал учета неисправностей средств связи.

Центральный пункт радиосвязи (ЦПР) должен иметь аппаратную и диспетчерскую.

ЦПР оборудуется радиостанциями из расчета одна радиостанция на каждую радиосеть или радионаправление. Для обеспечения надежной радиосвязи должны быть предусмотрены резервные радиостанции, радиосети и радионаправления.

Для регистрации передаваемой оперативной информации по радиоканалам на ЦПР должна быть установлена специальная аппаратура магнитной звукозаписи.

ЦПР может функционировать автономно, но при этом соединяется с ЦУС прямым телефонным каналом.

4.6. ОРГАНИЗАЦИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПСЧ

ПСЧ организуется и оборудуется по принципу ЦУС (ЕДДС). ПСЧ создается при каждой пожарной части и выполняет следующие функции:

- прием от заявителя и фиксирование информации о пожаре;
- прием приказов о выезде на пожары, поступающих от диспетчера ЦУС;

- прием извещений о пожарах, поступающих от соседних подразделений гарнизона;
- высылку боевых расчетов 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 ЦУС, а также должностных лиц и организаций о пожарах.

ПСЧ оборудуется:

- коммутатором с подключением к нему соединительных линий городской (объектовой) телефонной станции для приема 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 ЦУС;
- радиостанциями для связи с пожарными автомобилями и ЦУС;
- установкой тревожной сигнализации и другой аппаратурой, а также часами и иными необходимыми принадлежностями.

На ПСЧ могут быть установлены приемно-контрольные приборы установок пожарной сигнализации.

На ПСО дополнительно возлагается обеспечение приема и передачи телефонограмм и распоряжений для руководства отряда.

Помещения ПСЧ, дежурной смены и коридоры, соединяющие их, оборудуются аварийным освещением от независимого стационарного источника питания.

4.7. ОРГАНИЗАЦИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПУС

ПУС создается начальником оперативного штаба по распоряжению РТП. ПУС организуется на базе оборудования автомобиля связи (связи и освещения), бортовых средств связи других основных, специальных или вспомогательных пожарных автомобилей, а также средств связи объектов, где возник пожар.

Работу ПУС обеспечивает отделение связи (связи и освещения), организуемое в гарнизоне, или специально выделенные сотрудники.

На ПУС возлагается выполнение следующих функций:

- организация оперативного управления подразделений ФПС при тушении пожаров;
- информационный обмен с ЦУС (передача оперативных данных непосредственно с мест пожара, прием управленческих решений от руководства территориальных ФПС и ГУ в сложных ситуациях);

– доступ к информационным базам данных (получение сведений об объекте, карт районов, плана газовых коммуникаций и водопроводных линий, различных справочных сведений и др.);

– решение функциональных задач с использованием специализированных АРМ.

ПУС должны быть оборудованы:

- комплексами средств связи, передачи и обработки данных;
- терминальными средствами телефонной, факсимильной и радиосвязи;
- автоматизированными рабочими местами оперативного персонала;
- системой автономного электрообеспечения и другим специальным оборудованием.

4.8. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ДИСПЕТЧЕРСКОЙ ОПЕРАТИВНОЙ СВЯЗИ

Технические средства диспетчерской оперативной связи служат для оперативного управления и установления избирательной и циркулярной связи между старшим лицом (диспетчером, дежурным и др.) и исполнителем.

Возможности станций оперативной связи (рис. 4.4, 4.5):

- прием сообщений от любого абонента собственной цепи;
- соединение абонентов между собой;
- циркулярная передача с рабочего места или от выделенного абонента;
- подключение своих абонентов к ГАТС.

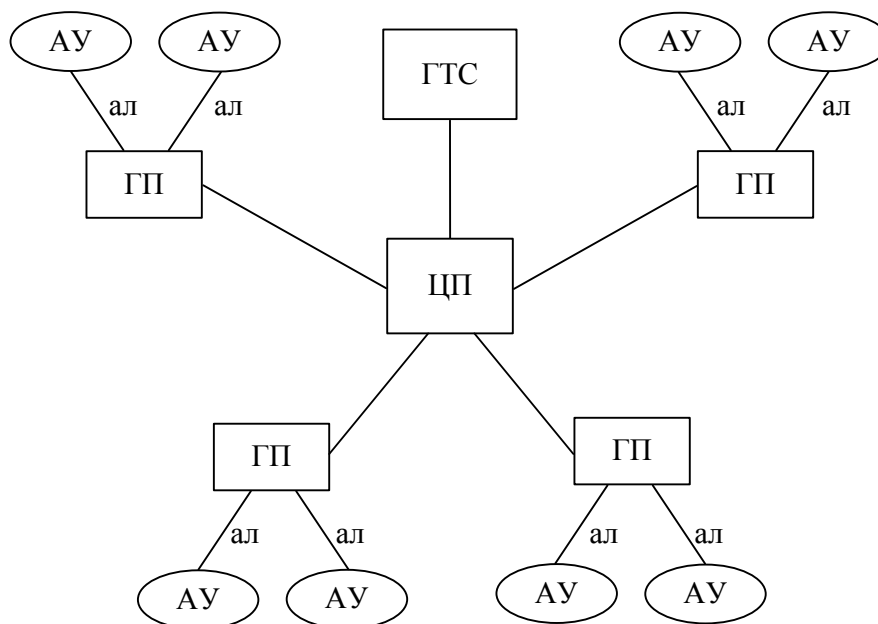


Рис. 4.4. Схема диспетчерской связи:

ЦП – центральный пульт; ГП – групповые пульта;

АУ – оконечные абонентские устройства; ал – абонентские линии

Станция оперативной связи (рис. 4.5) включает в себя комплект соединительных линий (КСЛ), абонентский комплект (АК), промежуточный комплект АТС (ПК АТС), блок электропитания (БЭП), устройство дуплексное переговорное (УДП), рабочее место 1 (РМ1), усилитель дуплексный (УД).

Для повышения коэффициента использования станции предусмотрено:

- подключение к прямым линиям системы охранно-пожарной сигнализации;
- передача по этим линиям специальной информации о состоянии боевой техники в частях ПО.

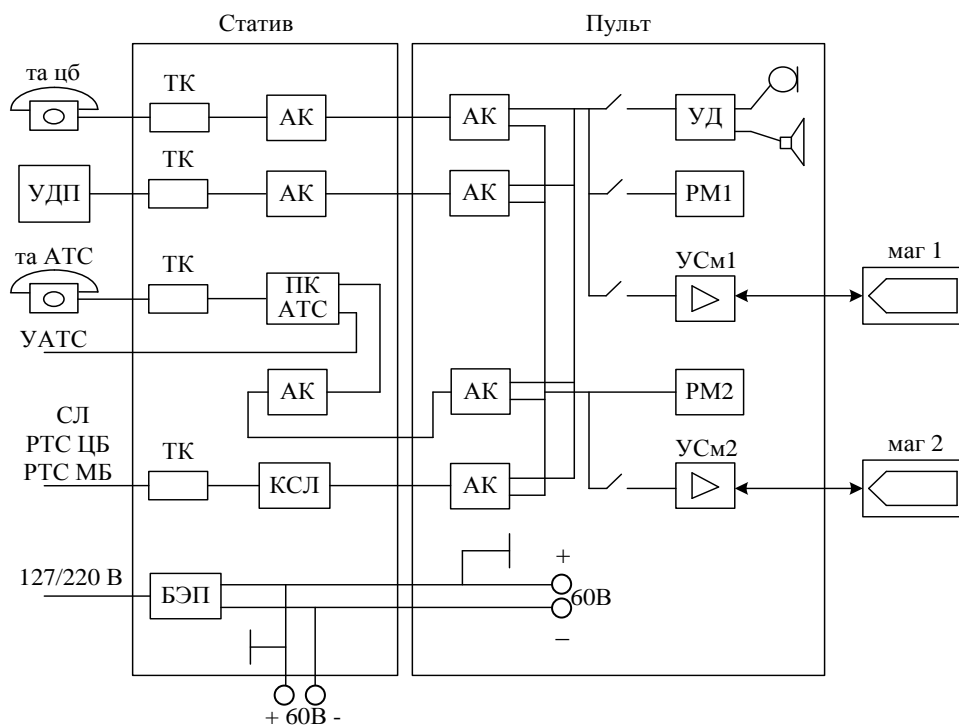


Рис. 4.5. Структурная схема станции оперативной связи

Достаточно распространенной станцией в ПЧ была СОС-303М, ТТХ которой приведены в прил. 8. Условные обозначения технических средств связи приведены в прил. 9.

Контрольные вопросы

1. Основные функции службы связи территориального гарнизона.
2. Основные функции службы связи местного гарнизона.
3. Организация проводной связи.
4. Организация радиосвязи.
5. Виды связи по функциональному назначению.
6. Организация деятельности ЦУС.
7. Организация деятельности ПСЧ.
8. Организация деятельности ПУС.

5. ОПЕРАТИВНО-ТАКТИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА СВЯЗИ И МЕТОДЫ ИХ КОНТРОЛЯ, ЭКСПЛУАТАЦИЯ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ СРЕДСТВ СВЯЗИ

Система связи должна обладать высокой готовностью, устойчивостью, необходимой пропускной способностью, мобильностью и удовлетворять требованиям безопасности связи.

Одним из важных условий обеспечения надёжной связи является глубоко продуманное и обоснованное расчётами планирование сетей связи, которое включает в себя:

- определение структуры построения системы связи (размещение аппаратуры, оборудование узлов, прокладка линий привязки);
- организацию пунктов управления связью (ПУС), запасных (ЗПУ) и подвижных (ППУ) пунктов управления, ретрансляционных пунктов, приёмных станций и др.;
- распределение средств связи по пунктам управления и направлениям связи;
- определение порядка использования общегосударственных и ведомственных сетей связи в интересах ГО;
- создание резерва сил и средств связи;
- разработку данных для работы средств связи;
- разработку мероприятий по повышению устойчивости связи;
- материально-техническое обеспечение.

5.1. УПРАВЛЕНИЕ СВЯЗЬЮ

Управление связью организуется для обеспечения эффективного применения системы и подразделений связи. Оно должно обеспечивать: своевременное и скрытое развертывание системы связи; устойчивость и непрерывность работы системы связи; осуществление гибкого маневра линиями, каналами и средствами связи в соответствии со складывающейся обстановкой; своевременное прохождение всех видов информации в различных системах управления МЧС России; мобилизационную готовность подразделений связи, полное использование их возможностей; оперативное восстановление связи, а также боеспособности подразделений и формирований связи; выполнение требований по безопасности связи и информации.

Управление связью во всех звеньях управления МЧС России должно быть устойчивым, непрерывным, оперативным, скрытым и эффективным. В процессе управления должна обеспечиваться необходимая степень централизации с предоставлением подчиненным инициативы в определении способов выпол-

нения поставленных им задач, обоснованность принимаемых решений, твердость и настойчивость в их практической реализации.

Устойчивость управления достигается правильным уяснением задач, поставленных начальником органа управления МЧС России, командиром и начальником штаба; настойчивым проведением в жизнь принятых решений на организацию связи; созданием и своевременным развертыванием пунктов управления связью и поддержанием их в высокой готовности, умелой организацией работы управления (отдела, отделения, группы) связи и дежурных смен (боевых расчетов); поддержанием устойчивой связи со старшими начальниками, подчиненными и взаимодействующими органами управления, частями и организациями связи; умелым расположением пунктов управления связью и организацией их всестороннего обеспечения.

Непрерывность управления достигается своевременным сбором данных, постоянным знанием и всесторонней оценкой реально сложившейся обстановки; своевременным принятием решений и четкой постановкой задач подчиненным; комплексным использованием всех технических средств связи и средств автоматизации управления связью; своевременным перемещением пунктов управления связью; быстрой передачей (при необходимости) управления связью с основного пункта управления на запасный и восстановлением нарушенного управления связью.

Оперативность управления достигается способностью начальника и управления (отдела) связи осуществлять весь цикл управления связью в сроки, позволяющие подчиненным производить необходимую подготовку и выполнять поставленные им задачи; быстрым реагированием на изменения обстановки; своевременным влиянием на систему и подразделения связи в интересах выполнения поставленных задач.

Скрытность управления достигается скрытным размещением и перемещением пунктов управления связью; использованием для постановки задач подчиненным метода личного общения; применением средств скрытой связи – автоматизированной системы управления связью, засекречивающей аппаратуры и документов кодированной связи в сочетании с кодированными топографическими картами; техническими и организационными мерами защиты информации при использовании технических средств передачи и обработки информации по управлению связью; строгим соблюдением правил и порядка использования средств связи и автоматизации управления связью.

Эффективность управления достигается: обоснованностью принимаемых решений на организацию связи и их соответствием потребностям управления органами управления, силами МЧС России; оптимальностью выбранного варианта решения; точностью проводимых расчетов.

Организационно-техническую основу управления системой и подразделениями связи составляет система управления связью. Она включает органы управления, пункты управления и средства управления связью.

При организации управления связью определяются (уточняются) задачи и порядок работы управления (отдела) связи при подготовке и применении подразделений связи; виды деятельности органов управления, сил МЧС России; время и место развертывания пунктов управления связью; порядок использования средств управления (сетей служебной связи и средств автоматизации). Кроме того, разрабатываются и осуществляются мероприятия по поддержанию устойчивого и непрерывного функционирования, а также быстрого восстановления системы управления связью.

Автоматизированная система управления связью (АСУС) создается для повышения эффективности управления системой и подразделениями связи за счет использования возможностей электронно-вычислительной техники по обеспечению высокой оперативности и устойчивости сбора, обработки и выдачи (отображения) данных о состоянии связи, прохождении в системе связи оперативной информации и сигналов оперативного управления в реальном масштабе времени, а также для проведения расчетов и моделирования предстоящего развертывания системы связи.

Автоматизированная система управления связью органов управления должна обеспечивать: сбор, обработку, анализ и оценку данных о состоянии системы связи; прием, обработку и отображение команд и сигналов управления связью от высшего звена управления и доведение их до исполнителей; формирование и выдачу подтверждений о принятых сигналах и командах, обмен формализованной и неформализованной информацией; управление связью в повседневных условиях, при переводе системы, подразделений связи в различные степени мирного и военного времени; автоматизацию процессов планирования и управления действующими системами (сетями) связи; интеграцию систем и средств автоматизированного управления связью объединений; информационное взаимодействие с региональными операторами Единой сети электросвязи (ЕСЭ) РФ, взаимодействующими министерствами и ведомствами.

5.2. ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Эксплуатация средств связи – комплекс организационно-технических мероприятий, обеспечивающих функционирование средств связи в соответствии с требованиями эксплуатационно-технической документации.

Эксплуатация включает в себя использование, техническое обслуживание, ремонт и хранение.

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

Существуют следующие 10 видов технического обслуживания: периодическое, сезонное, в особых условиях, регламентированное, с периодическим контролем, с непрерывным контролем, при использовании, ожидании, хранении и транспортировке.

В системе технического обслуживания можно выделить две важнейшие подсистемы: профилактику и восстановление (ремонт), которые тесно связаны между собой.

Профилактика – это группа операций (имеющая планово-предупредительный характер) для поддержания технического устройства в работоспособном состоянии при заданном уровне надежности. Профилактику, как правило, осуществляют в заранее намеченные сроки, однако она может производиться и в незапланированные сроки – одновременно с восстановлением работоспособности технического устройства после отказа.

Ремонт – это комплекс мероприятий по восстановлению исправности или работоспособности технических устройств, по восстановлению их ресурса.

Надежность – свойство объекта выполнять заданные функции, сохраняя во времени значения установленных эксплуатационных показателей в заданных пределах. Надежность включает в себя: безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость.

Под **безотказностью** понимают свойство объекта непрерывно сохранять работоспособность в течение некоторого времени.

Долговечность – свойство объекта сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания.

Ремонтпригодность – свойство объекта приспосабливаться к предупреждению и обнаружению причин возникновения его отказов, к устранению их последствий путем проведения технического обслуживания.

Сохраняемость – свойство объекта непрерывно сохранять исправное и работоспособное состояние в течение хранения и после него.

Работоспособность – такое состояние объекта (технического устройства), при котором оно способно выполнять заданные функции согласно указаниям, данным в технической документации.

Отказ – событие, заключающееся в нарушении работоспособности объекта.

5.3. КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НАДЕЖНОСТИ

Вероятность безотказной работы – вероятность того, что в пределах заданной наработки не произойдет отказ объекта:

$$P(t) = \frac{N(t_0) - n(t)}{N(t_0)},$$

где $N(t_0)$ – число испытываемых изделий;

$n(t)$ – число изделий, отказавших за время t .

Частота отказов – отношение числа отказавших изделий в единицу времени к числу изделий, поставленных на испытания при условии *невосстанавливаемости* вышедших из строя изделий:

$$f(t) = \frac{n(t)}{N(t)t},$$

где t – время испытания.

Интенсивность отказов:

$$\lambda(t) = \frac{n(t)}{N_{cp}t},$$

где N_{cp} – число исправно работающих изделий на интервале времени t .

Средняя наработка до отказа:

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^N t_i}{N(t_0)},$$

где t_i – время исправной работы i -го образца;

$N(t_0)$ – число испытываемых изделий.

Наработка на отказ (для восстанавливаемого изделия) – отношение наработки восстанавливаемого объекта к математическому ожиданию числа его отказов в течение этой наработки:

$$t_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^N t_i}{n},$$

где n – число отказов.

Наработка на отказ связана с интенсивностью отказов:

$$t_{cp} = \frac{I}{\lambda}.$$

Вероятность безотказной работы:

$$P(t) = e^{(-\lambda t)} = e^{-\frac{t}{t_{cp}}} - \text{экспоненциальный закон надежности.}$$

Количественные оценки восстанавливаемости: вероятность восстановления, время восстановления, среднее время восстановления.

5.4. ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ СТРУКТУР

Оценка надежности сложных многокомпонентных систем производится, как правило, вероятностью безотказной работы. Но для этого необходимо знать вероятности безотказной работы отдельных звеньев (компонент) системы и взаимосвязи между ними.

Способы соединения звеньев:

- 1) последовательное;
- 2) параллельное;
- 3) комбинированное (последовательно-параллельное).

Расчет вероятности безотказной работы для различных способов соединения компонентов:

1. Последовательное соединение (цепочно-магистральные структуры).

Вероятность безотказной работы системы равно произведению вероятности безотказной работы отдельных компонентов: $P_{\text{послед}} = \prod (P_i)$.

2. Параллельное соединение (радиально-лучевые структуры).

Вероятность отказа функционирования системы равно произведению вероятности отказа отдельных компонентов:

$$P_{\text{отк}} = \prod (P_{\text{отк } i}),$$

где $P_{\text{отк } i} = 1 - P_i$;

$$P_{\text{парал}} = 1 - P_{\text{отк}}.$$

Факторы, влияющие на надежность средств связи:

- качество изготовления;
- транспортировка и хранение;
- выполнение регламентных работ по техническому обслуживанию;
- время эксплуатации;

- режимы эксплуатации;
- параметры окружающей среды: температура, влажность и атмосферные осадки, давление, солнечная радиация, механические нагрузки и т. п.

При низких температурах изоляционные материалы из пластмасс или резины теряют свою прочность, растрескиваются, а заполненные влагой разрушаются.

При повышенной температуре перегреваются и выходят из строя полупроводники, электронные лампы, снижаются изоляционные свойства диэлектриков.

Увеличение влажности снижает поверхностное сопротивление изоляторов, увеличивает утечки токов на межэлементных соединениях. Высокая влажность приводит к возникновению коррозии на металлических частях, окислению контактов электромеханических реле.

На полевые средства связи влияет солнечная радиация (тепловые и ультрафиолетовые лучи), а также запыленность и другие примеси воздуха, ухудшающие стабильность параметров устройств.

5.5. СТРУКТУРА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

Техническое обслуживание осуществляется различными методами: поточным, централизованным и децентрализованным, методом технического обслуживания эксплуатационным персоналом, специализированным персоналом, эксплуатирующей организацией, специализированной организацией, предприятием-изготовителем. Все эти методы применимы к техническим средствам связи и управления, используемым в пожарной охране.

Техническое обслуживание средств связи при использовании по назначению регламентируется в пожарной охране «Наставлением по службе связи пожарной охраны» МЧС России [1].

При использовании по прямому назначению средства связи могут находиться в двух состояниях: включенными под напряжением (при выполнении основных функций) и обесточенными (при хранении, транспортировке, ожидании и др.). Следует отметить, что использование средств связи по прямому назначению зависит от многих причин, неразрывно связанных между собой.

Анализируя надежность средств связи, можно выявить ряд факторов, которые условно следует разделить на две группы: субъективные и объективные.

Субъективные факторы определяются деятельностью человека, начиная с момента проектирования аппаратуры. К объективным факторам главным образом относятся воздействие окружающей среды, длительность и условия эксплуатации.

Особенно важными этапами с точки зрения обеспечения надежности являются проектирование и изготовление. На стадии конструирования и изготовления надежность технического устройства обеспечивается путем выбора рациональных схемных и конструктивных решений; выбора элементов и материалов; технологии сборки и настройки; тренировки узлов и элементов; путем выбора объемов и методов необходимого контроля изготовления и сдачи готовой продукции. Надежность технического устройства зависит от числа входящих в него элементов. Уменьшение их приводит к повышению надежности.

Существенное влияние на надежность технических устройств оказывают объективные факторы: время эксплуатации (старение и изнашивание); электрические режимы; температура окружающей среды, влажность и атмосферные осадки; давление; солнечная радиация; механические нагрузки; биологическая среда.

5.6. ВИДЫ РЕМОНТА. ЗАДАЧИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ СРЕДСТВ СВЯЗИ

Как было сказано выше, система технического обслуживания включает две подсистемы – профилактику и ремонт, которые очень тесно связаны между собой. Ремонт средств обеспечивает продление ресурса путем устранения возникших неисправностей и отказов в результате износа или внезапной потери работоспособности отдельных деталей, узлов и устройств.

В зависимости от степени износа и старения, характера неисправности, сложности и объема работ, необходимых для восстановления работоспособности средств связи, ремонт подразделяется на текущий и восстановительный. Восстановительный, в свою очередь, может быть средним и капитальным.

Текущий ремонт – ремонт, осуществляемый для обеспечения работоспособности аппаратуры и состоящий в замене и(или) восстановлении ее отдельных частей и их регулировке. Текущий ремонт производится силами ремонтного персонала части связи, как правило, на месте эксплуатации.

Средний ремонт – ремонт, выполняемый для восстановления исправности и частичного восстановления ресурса средств связи с заменой или восстановлением составных частей ограниченной номенклатуры и контролем технического состояния частей, осуществляемый в объеме, установленном в нормативной документации.

Под **капитальным** ремонтом имеется в виду ремонт, выполняемый для восстановления исправности и полного или близкого к полному восстановлению ресурса изделия с заменой или восстановлением любых его частей, включая базовые. Ремонт, выполняемый для восстановления исправности и частичного восстановления ресурса изделия (технического устройства) с заменой или восстановлением составных частей ограниченной номенклатуры, носит назва-

ние среднего. Значение частично восстанавливаемого ресурса определяется нормативно-технической документацией.

Ремонт, постановка на который осуществляется в соответствии с требованиями нормативно-технической документации, носит название **планового**. Плановый ремонт, выполняемый с периодичностью и в объеме, установленном в эксплуатационной документации (независимо от технического состояния изделия в момент начала ремонта), называется **регламентированным**.

Задачи технического обслуживания средств связи в общем виде можно сформулировать как профилактику (в целях предупреждения отказов) и ремонт (в целях восстановления работоспособности) неисправной аппаратуры.

Профилактические мероприятия осуществляются в основном в три этапа.

1. При обесточенной аппаратуре производятся: разборка, осмотр состояния креплений, паек и монтажа; чистка элементов и блоков, замена смазки; проверка качества изоляции монтажа, кабелей; проверка утечки конденсаторов; проверка надежности срабатывания контактов и реле с помощью соответствующей контрольно-измерительной аппаратуры.

2. При испытаниях аппаратуры под током осуществляется: проверка и подбор режимов работы; проверка работоспособности элементов и узлов при различных режимах; регулировка и настройка отдельных параметров элементов и узлов.

3. При контроле функционирования аппаратуры производятся испытания работоспособности устройств при различных режимах работы, а также комплексная отладка и проверка основных параметров в целом.

Объем и периодичность выполнения профилактических работ определяются специально разработанным применительно к данному типу технических устройств регламентом, т. е. сводом правил, устанавливающих соответствующий порядок работ.

По времени исполнения профилактические работы подразделяются на ежедневные, месячные, квартальные, полугодовые и годовые.

По степени сложности – на внешний осмотр и чистку, контрольно-регулирующие работы, сезонные смазочные и крепежные работы.

В большинстве случаев внешний осмотр, чистка, смазочные и крепежные работы выполняются персоналом, непосредственно использующим аппаратуру. Контрольно-регулирующие работы выполняются специально подготовленными лицами службы связи гарнизона. Во время внешнего осмотра аппаратуры связи проверяется общее состояние конструкций, полнота ее комплектации запасными частями, а также наличие и правильность ведения технической документации. На данном этапе можно вскрыть неопломбированные защитные кожухи и произвести внутренний осмотр аппаратуры, в процессе которого следует заменить явно видимые неисправные элементы и узлы.

В процессе внешнего осмотра определяется целостность сигнальных индикаторов, а также их наличие, плавность хода и четкость срабатывания ручек управления и регулировки (при необходимости осуществляется их регулировка или замена). Кроме того, проверяется надежность соединений, выполненных с помощью разъемов, состояние источников питания и устройств крепления – от отдельных блоков до всей конструкции в целом. Дата и перечень работ, выполненных в период внешнего осмотра, заносятся в эксплуатационный журнал.

Контрольно-регулирующие работы выполняются в соответствии с указаниями технического описания для конкретного вида аппаратуры. Выявленная в процессе подготовки к использованию неисправная аппаратура подлежит ремонту.

5.7. КОНТРОЛЬ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СРЕДСТВ СВЯЗИ

«Технический контроль» по ГОСТ 16504-74 – это проверка соответствия продукции или процесса, от которого зависит качество продукции, установленным техническим требованиям. Объектом контроля является продукция или процесс, подвергаемый контролю. Технический контроль насчитывает 24 вида.

Технический контроль осуществляется в два этапа: получение информации о фактическом состоянии некоторого объекта (первичная информация) и сопоставление этой информации с заранее установленными нормами, критериями.

Контроль основывается на измерениях определенного числа параметров, например параметры входных и выходных сигналов (чувствительность приемника, выходная мощность приемника и передатчика, несущая частота сигналов); параметры, не несущие запаса энергии (коэффициент шума, входные и выходные сопротивления).

Для оценки состояния средств связи используют следующие методы контроля:

- проверку работоспособности технического устройства (или его отдельных элементов) по внешним признакам;
- исследование с помощью контрольно-измерительной аппаратуры;
- прогнозирование по характерным признакам (отказавший функциональный элемент определяется путем сравнения возникшей неисправности с неисправностями, приведенными в специальных таблицах технической документации);
- последовательную поэлементную проверку (суть этого метода состоит в обнаружении отказавшего элемента и одновременной проверке элементов всей цепи до полного восстановления всех неисправных элементов).

Ряд технических средств связи работает в непрерывном режиме. При эксплуатации непрерывно работающей аппаратуры в ней могут возникать отказы двух видов – внезапные и постепенные.

Внезапные отказы представляют собой простейший поток случайных событий, который характеризуется постоянной интенсивностью. Такие отказы не поддаются прогнозированию, поэтому их устраняют по мере возникновения.

Постепенные отказы возникают в результате изменения параметров элементов аппаратуры, что в целом позволяет предотвращать отказы проведением профилактических мероприятий (регламентных работ).

Одним из методов, позволяющих наиболее эффективно предотвращать и предупреждать отказы, является прогнозирование. Прогнозирование постепенных отказов позволяет резко сократить общее число отказов, которые возникают в процессе эксплуатации аппаратуры, так как неисправные элементы выявляются до наступления отказа и заменяются новыми или восстанавливаются. Практически прогнозирование постепенных отказов осуществляется контролем отдельных параметров или выходного параметра аппаратуры, зависящего от изменения физико-химической структуры функциональных элементов.

Информацию о состоянии аппаратуры (о появлении постепенных отказов) можно получить при выполнении контрольно-регулирующих (регламентных) работ, проводимых периодически. При сокращении межрегламентного периода повышается надежность аппаратуры за счет своевременного проведения контрольно-регулирующих работ, однако увеличивается общий объем профилактики и снижается коэффициент готовности, так как контролируемая аппаратура простаивает при выполнении проверок. В связи с этим представляет практический интерес определение оптимального периода проведения регламентных профилактических работ, обеспечивающего лучшее соотношение между надежностью аппаратуры и объемом профилактики.

5.8. ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ СРЕДСТВ СВЯЗИ И УПРАВЛЕНИЯ

В ходе текущего ремонта силами ремонтного персонала отдела связи проводятся мероприятия, направленные на поддержание работоспособности оборудования. Ниже приведены некоторые возможные ситуации.

1. Замена или восстановление какого-либо неисправного элемента применяется в целях повышения готовности аппаратуры. Данный метод называют агрегатным. Его достоинство – сокращение времени простоя аппаратуры в неработоспособном состоянии, так как отыскать неисправный блок намного проще, чем неисправный элемент.

2. Замена невозстанавливаемого элемента распространяется в настоящее время не только на замену таких неремонтируемых элементов, как резисторы,

конденсаторы, транзисторы, электронные лампы, но и на печатные платы, неремонтируемые модели, ячейки. Выгода заключается в меньшем расходе времени, в возможности использования менее квалифицированного обслуживающего персонала, в уменьшении числа поломок во время ремонта. Особенно выгодно применять в сложной аппаратуре модульные конструкции.

3. Ремонт при наличии резервирования осуществляется без снятия с аппаратуры выполняемых функций. Этот метод требует значительных затрат на резервирование.

4. Замена текущего ремонта профилактическим обслуживанием предусматривает разделение отказов аппаратуры на два вида: профилактируемые и непрофилактируемые. К профилактируемым отказам относятся почти все постепенные отказы и часть внезапных, для которых закон распределения времени безотказной работы является функцией наработки элемента. Зная только этот закон, можно обоснованно принять решение о профилактической замене элемента. Применяемая иногда сплошная замена элементов по истечении определенного срока службы является порочным подходом, так как не базируется на закономерности отказов и, следовательно, не столько предупреждает отказы, сколько приводит к ним.

Однако профилактическое обслуживание не может полностью заменить текущий ремонт. Процесс текущего ремонта средств связи включает следующие этапы: установление наличия неисправности; установление характера отказа и отыскание неисправного элемента; устранение неисправности; проверка аппаратуры после ремонта.

Выполняя текущий ремонт, специалист обычно производит следующие операции: получает (со склада) и устанавливает испытательные приборы и инструменты; читает технические описания, инструкции по эксплуатации ремонтируемой аппаратуры; подсоединяет испытательные приборы; собирает и разбирает, чистит и смазывает аппаратуру; удаляет, заменяет или восстанавливает неисправный элемент; сжимает и обратно сдвигает блоки, модули; регулирует аппаратуру, подвергшуюся ремонту; испытывает аппаратуру, подвергшуюся ремонту; если необходимо, консультируется с обслуживающим персоналом; записывает результаты произведенного ремонта.

Наиболее трудоемкой операцией является отыскание неисправностей. Алгоритм ее состоит в следующем.

1. Исследуемая схема делится по условной вероятности отказа пополам, и в точке деления производится испытание.

2. В зависимости от результатов испытания принимается неисправной та или иная часть схемы.

3. Для неисправной части схемы указанная процедура вновь повторяется, и деление схемы производится до тех пор, пока неисправным останется только один элемент.

В практике нередко применяют следующие способы проверки исправности элементов (или части схемы): внешний осмотр; промежуточные измерения; сравнение; замена.

При внешнем осмотре устанавливается наличие изменений внешнего вида комплектующих элементов, цепей (перегрев, искрение, подгорание и т. д.). Промежуточные измерения – это измерения параметров аппаратуры и установка соответствия их заданным допускам изменения (по документации). Способ сравнения заключается в том, что режимы работы подозреваемого элемента (или участка схемы) сравниваются с режимами работ заведомо исправного однотипного элемента и делается вывод о его работоспособности. Способ замены характеризуется тем, что отдельные элементы (блок, модуль, электровакуумные и полупроводниковые приборы) заменяются на заведомо исправные. Этот способ довольно эффективен, если съемными элементами являются блоки или модули. Если же заменяются электровакуумные и полупроводниковые приборы (что чаще всего так и бывает), такой способ приводит к большим потерям комплектующих элементов.

Ремонт неисправной техники может начинаться сразу после выхода устройства из строя или после того, как накопится определенное количество отказавших устройств или блоков. Ремонт может осуществляться несколькими специалистами или группами (бригадами) работников, специализирующихся на определенных типах аппаратуры. При этом ремонт может быть централизованным (в центральных мастерских) или децентрализованным (на месте работы аппаратуры). Возможен и комбинированный вариант в зависимости от сложности аппаратуры и вида отказа.

Контрольные вопросы

1. Перечислите качества управления связью.
2. Основные термины и определения.
3. Качественные характеристики надежности.
4. Количественные характеристики надежности.
5. Оценка надежности многокомпонентных структур.
6. Структура технического обслуживания.
7. Виды ремонта.
8. В чем заключается технический контроль средств связи?
9. В чем состоит текущий ремонт средств связи?

6. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОСНОВЫ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ

6.1. УПРАВЛЕНИЕ И АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Процесс управления заключается в осуществлении совокупности воздействий на управляемый объект, выбранных из множества возможных воздействий на основании программы управления и поступающей информации о поведении объекта и состоянии окружающей среды для достижения заданной цели.

В социально-экономических системах управления (СУ) управляющие воздействия реализуются в большинстве случаев в виде устных, телефонных, телеграфных, письменных распоряжений, приказов и т. д.

Алгоритм управления – совокупность правил, по которым на основании переработки информации о цели управления, состоянии объекта управления и внешней среды вырабатывается управляющая информация о необходимой совокупности управляющих воздействий.

Свойства алгоритма:

- 1) определенность – однозначность предписываемой последовательности действий, не допускающая произвольного ее толкования;
- 2) дискретность – расчлененность алгоритма на отдельные элементарные такты;
- 3) результативность – возможность получения решения за конечное число шагов;
- 4) инвариантность по отношению к вычислителю.

Алгоритм может быть представлен в виде блок-схемы.

Математическое описание процесса управления называется алгоритмизацией процесса управления.

Последовательность алгоритмизации:

1. Предварительный анализ задачи алгоритмизации и описания объекта.
2. Структурное описание процесса.
3. Анализ связей между параметрами объекта.
4. Определение основных характеристик объекта.
5. Моделирование процесса и проверка адекватности его математического описания реальному процессу.
6. Анализ модели и выработка на ее основе рекомендаций по улучшению процесса управления.
7. Разработка оптимальных алгоритмов.
8. Проверка и корректировка алгоритмов управления в условиях эксплуатации действующей системы.

На основании разработанных алгоритмов строится детализированная программа управления процессом, которая вводится в память ЭВМ. ЭВМ выполняет программу и с помощью соответствующих технических устройств реализует

введенный алгоритм действий. Как правило, окончательное решение по достижению заданной цели принимает человек на основании информации и рекомендаций, выданных ЭВМ.

Принятие решения представляет собой выбор некоторой альтернативы из множества рассматриваемых. В основе принятия решения лежит мысленный эксперимент, включающий построение модели объекта управления (рис. 6.1), формирование идеализированных внешних воздействий на модель и мысленную оценку возможных ситуаций и их предполагаемых последствий. Процесс принятия решения основывается на эвристических методах, которые основаны на приемах упрощения, а также обобщения прошлого опыта.

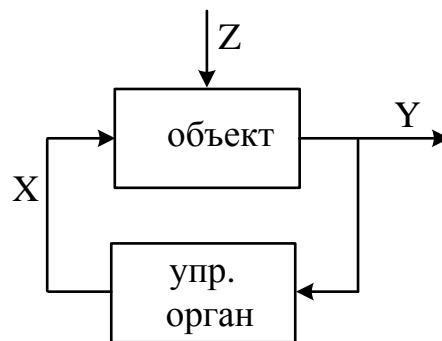


Рис. 6.1. Структурная схема системы управления объектом

Пусть Z – случайные воздействия, в результате действия которых Y отклоняется от некоторого номинального значения Y_0 . Тогда качество управления должно оцениваться по степени неопределенности величины управляемого параметра Y . При идеальном управлении $Y = Y_0$, неопределенность управляемой величины была бы равна нулю $H(Y) = 0$, следовательно, и количество информации $I(Y) = 0$. Однако поскольку Z не равно нулю, $H(Y) > 0$, и управляющее воздействие x приводит к уменьшению неопределенности до величины $H(X/Y)$.

Для того чтобы отклонения Y от Y_0 были минимальны или $H(Y) = 0$, необходимо стремиться, чтобы случайные воздействия Z максимально учитывались в математической модели.

По характеру решаемых задач и степени автоматизации процессов управления АСУ делятся:

- на автоматизированные информационные системы (АИС);
- автоматизированные информационно-расчетные системы (АИРС);
- автоматизированные системы административно-организационного управления (АСАОУ).

АИС предназначены для автоматизации процессов сбора, обработки и анализа информации о состоянии управляемых объектов. Их основу составляют

информационно-поисковые системы, осуществляющие сбор, накопление, хранение, обновление и выдачу по запросам информации, реализуемые на ЭВМ. Такие системы повышают оперативность управления, а также играют вспомогательную роль в управлении.

АИРС предназначены для сбора и анализа информации, принятия решений и планирования. В отличие от АИС в этих системах предусматривается выработка вариантов решений и прогнозов.

АСАОУ – комплексные системы, предназначенные для автоматизации всех основных процессов управления: сбор и анализ информации, разработка вариантов решения и планов, доведение решений до исполнителей и контроль исполнения.

Техническую основу АСАОУ составляют ЭВМ с большим набором устройств ввода-вывода. Программное обеспечение в АСАОУ должно позволять решать задачи:

- информационные;
- задачи прогнозирования;
- математического моделирования;
- планирования;
- оптимизации решений;
- доведения решений до исполнителя;
- контроля исполнения.

В состав типовой АСУ входят подсистемы:

1. Подсистема информационного обеспечения (ПИО), осуществляющая перевод сообщений со входного языка на машинный (и обратно).

Функции ПИО:

- накопление и обновление массивов сообщений;
- поиск по запросу в массиве сообщений;
- формирование ответа на запрос;
- преобразование данных.

2. Подсистема сопряжения ПИО с другими модулями.

3. Подсистема функционального контроля (для тестирования и отладки технических средств АСУ, выявления неисправностей).

4. Подсистема автоматического редактирования буквенно-цифровой информации (для подготовки передачи данных на устройства вывода).

5. Подсистема анализа сообщений, определяющая список работ, необходимый для отработки этих сообщений.

6. Подсистема управления решением задач.

Функции:

- планирование вычислительных работ;
- диспетчеризация;

– непрерывное слежение за ходом вычислительного процесса и его протоколирование.

7. Подсистема защиты. Предназначена для разграничения прав доступа пользователей к информации, для установления привилегий.

Основой АСУ является ЭВМ. АСУ в пожарной охране включает три подсистемы:

- АСУ административно-хозяйственной деятельности;
- АСУ пожарной профилактики объектов;
- АСУ оперативного управления силами и средствами тушения пожаров (АСОУ).

6.2. ВИДЫ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИНТЕГРИРОВАННЫХ В АВТОМАТИЗИРОВАННУЮ СИСТЕМУ СВЯЗИ И УПРАВЛЕНИЯ

6.2.1. Сети передачи данных

Основными элементами СПД являются каналы передачи данных и узлы коммутации. По своей структуре каналы передачи данных компьютерных сетей аналогичны каналам передачи данных систем телеобработки и состоят из каналов связи и аппаратуры передачи данных. Территориально аппаратура передачи данных располагается, как правило, в узлах коммутации, абонентских системах или серверах. Одними из важнейших элементов компьютерной сети являются узлы коммутации, которые во многом определяют ее архитектуру и характер функционирования. С помощью узлов коммутации организуется составной канал передачи данных. Абонентские системы могут подключаться либо непосредственно к узлам коммутации или входить в состав подсистемы телеобработки. Функции сопряжения подсистемы телеобработки с сетью могут возлагаться как на компьютер подсистемы, так и на процессор телеобработки. Последний вариант предпочтительней, так как позволяет разгрузить компьютер подсистемы телеобработки от несвойственных ему операций обмена. В случае непосредственного подключения абонентской системы к компьютерной сети функции сопряжения реализуются самими абонентскими системами. Для коллективного подключения абонентских пунктов целесообразно использовать серверы доступа в сеть.

Управление компьютерной сетью может быть как децентрализованным, при котором управляющие функции распределяются между несколькими сер-

верами, так и централизованным, в этом случае работой сети управляет специально выделенный для этой цели сервер.

Несмотря на различие в топологии для всех компьютерных сетей можно выделить следующие характерные признаки:

- объединение многих, обычно территориально удаленных друг от друга, в том числе и разнотипных, компьютеров в единую взаимодействующую систему;
- развитая сеть передачи данных с унифицированными правилами, способами и средствами взаимодействия функциональных составляющих (структурных элементов) сети;
- большое число пользователей, взаимодействующих с сетью посредством абонентских систем.

В зависимости от степени территориальной рассредоточенности различают глобальные, региональные и локальные компьютерные сети. Глобальная компьютерная сеть является крупномасштабной сетью и охватывает, как правило, достаточно большую территорию, например территорию одной или нескольких стран и даже континентов. Региональная сеть охватывает определенные области страны, объединяя абонентские системы, находящиеся на меньшем расстоянии, чем глобальная сеть, например в пределах города, района или какого-либо другого региона. В отличие от рассмотренных выше сетей локальная сеть охватывает относительно небольшую территорию, до нескольких квадратных километров, например территорию предприятия или организации, и характеризуется наличием относительно простой, но достаточно высокоскоростной системы передачи данных.

Исходя из общего назначения компьютерных сетей и решаемых ими задач, можно выделить основные функции управления и организации компьютерной сети:

- управление взаимодействующими пользовательскими программами;
- управление программами из состава математического обеспечения сети, реализующими различные виды информационных услуг;
- решение вопросов, связанных с адресацией и маршрутизацией передаваемой информации;
- установление необходимых физических соединений между взаимодействующими компьютерами и абонентами;
- обнаружение и исправление ошибок при передаче данных по физическим каналам связи;

- обеспечение возможности изменения конфигурации сети и состава ее технических и частично программных средств без нарушения функционирования компьютерной сети в целом.

Топология, т. е. конфигурация соединения элементов в локальной вычислительной сети (ЛВС), во многом определяет ряд таких важных свойств сети, как надежность, живучесть, производительность и др.

Основным типом широковещательной конфигурации является «шина» (рис. 6.2). Конфигурация «дерево» (рис. 6.3) представляет собой более развитый вариант конфигурации «шина». Дерево образуется путем соединения нескольких шин активными повторителями или пассивными концентраторами (концентратор – устройство, служащее для объединения каналов передачи данных отдельных участков сети). Оно обладает необходимой гибкостью для того, чтобы охватить средствами ЛВС несколько этажей в здании или несколько зданий на одной территории. При наличии активных повторителей отказ одного сегмента не приводит к выходу из строя остальных. В случае отказа повторителя «дерево» разветвляется на два «поддерева» или на две «шины».

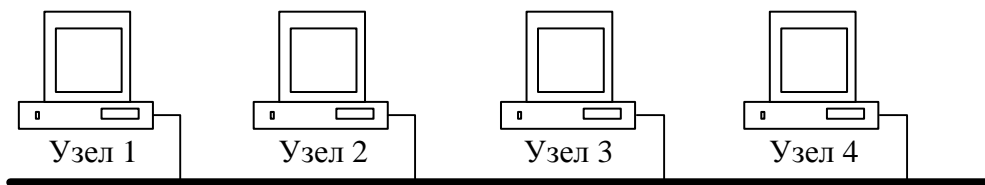


Рис. 6.2. Топология «шина»

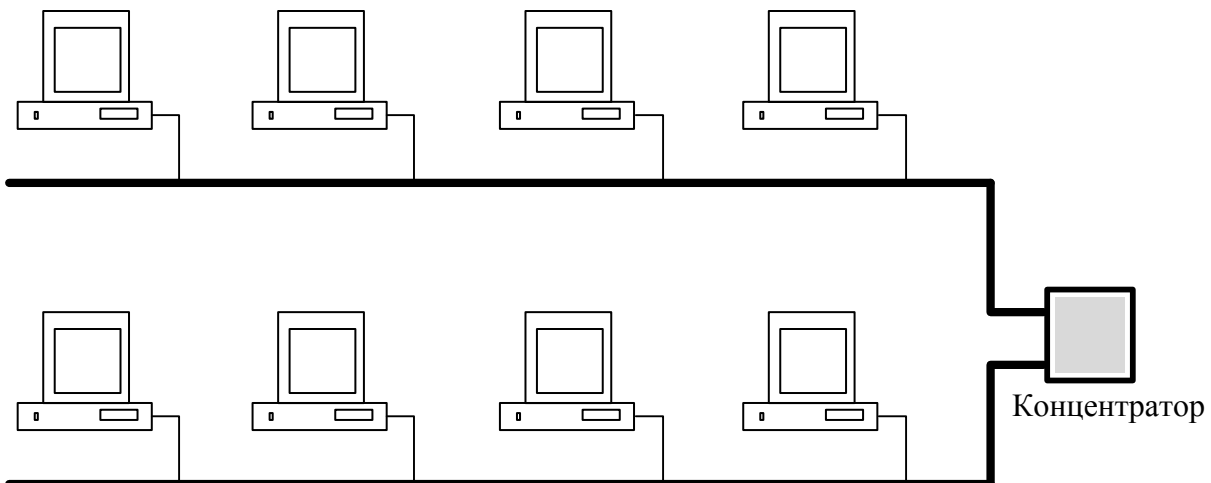


Рис. 6.3. Топология «дерево»

Развитие конфигурации «дерево» – сеть «звезда» (рис. 6.4), которую можно рассматривать как «дерево», имеющее «корень» с ответвлениями к каждому подключенному устройству. В ЛВС в центре «звезды» может находиться пас-

сивный соединитель или активный повторитель – достаточно простые и надежные устройства. Звездообразные ЛВС обычно менее надежны, чем сети с топологией «шина» или «дерево», но они могут быть защищены от нарушений в кабеле с помощью центрального реле, которое отключает вышедшие из строя кабельные лучи. Заметим, что топология «звезда» требует больше кабеля для реализации, чем «шина» или «кольцо».

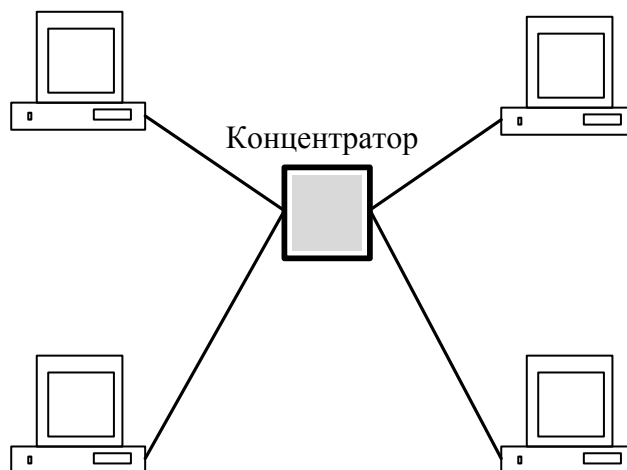


Рис. 6.4. Топология «звезда»

Наиболее распространенные последовательные конфигурации – «кольцо» (рис. 6.5), «цепочка», «звезда с интеллектуальным центром», «снежинка». В конфигурациях «кольцо» и «цепочка» для правильного функционирования ЛВС необходима постоянная работа всех блоков. Чтобы уменьшить эту зависимость, в каждый из блоков включается реле, отключающее блок при неисправностях. Сигналы обычно передаются по кольцу только в одном направлении. Каждая станция ЛВС располагает памятью объемом от нескольких битов до целого пакета. Наличие памяти замедляет передачу данных в кольце и обуславливает задержку, длительность которой зависит от числа станций. Информация передается от станции к станции, возвращаясь снова к станции-отправителю, отправитель в ходе обработки пакета может установить некоторый индикатор подтверждения. Этот индикатор служит для управления потоком и(или) квитирования. Управление потоком предполагает удаление пакетов из кольца станцией-получателем или после завершения полного круга станцией-отправителем. Поскольку любая станция может выйти из строя, и пакет может не попасть по назначению, необходимо устанавливать специальный «сборщик мусора», который опознает и уничтожает такие «заблудившиеся» пакеты. Последовательная конфигурация «кольцо» особенно уязвима в отношении отказов. Выход из строя сегментов кабеля прекращает обслуживание всех пользователей. В то же время кольцевая структура обеспечивает многие функ-

циональные возможности ЛВС при высокой эффективности использования моноканала, низкой стоимости и достаточной надежности ЛВС.

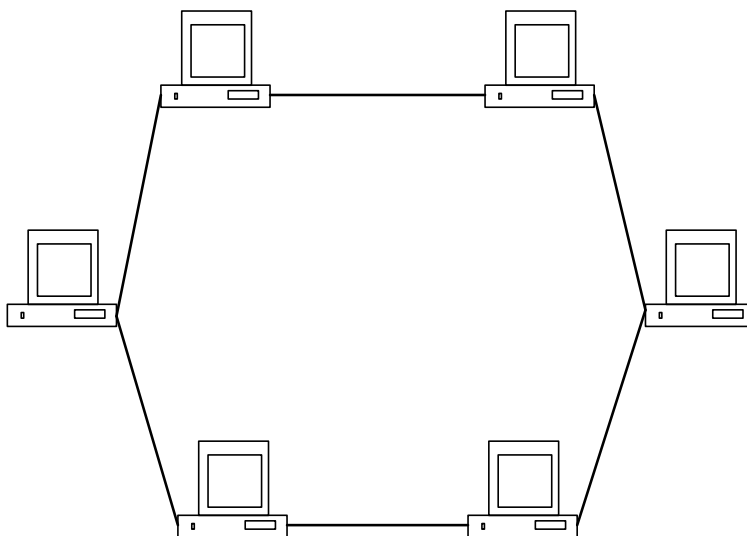


Рис. 6.5. Топология «кольцо»

В кольцевой структуре сохраняются достоинства «шины»: простота расширения ЛВС и методов управления, высокая пропускная способность при малых энергозатратах и среднем быстродействии элементов и узлов ЛВС. Кроме того, в кольцевой ЛВС устраняется ряд недостатков общей шины за счет возможности контроля работоспособности моноканала посылкой по кольцу.

6.2.2. Пейджинговые структуры

Пейджинговые структуры служат для организации однонаправленной передачи данных из пейджингового центра на абонентские терминалы (рис. 6.6). С помощью пейджинговых каналов реализуется индивидуально-поисковая связь в ГПС.

Разновидности пейджинговых протоколов.

1. POSCAG.
2. ERMES.
3. FLEX (ReFlex, InFLEXion).
4. RDS.

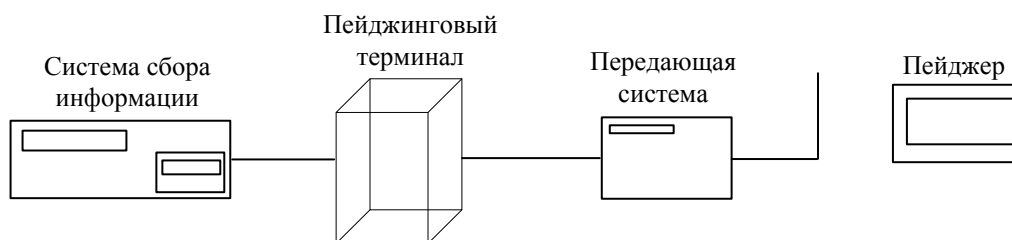


Рис. 6.6. Структура простейшей пейджинговой системы

Пейджинговый терминал обеспечивает формирование модулирующего сигнала в соответствии с используемым протоколом (стандартом) и типом пейджера, а также управление передающим устройством. Информация об абонентах хранится в персональном компьютере – пейджинговом терминале.

На пейджинговый терминал информация попадает с системы сбора информации, которая в общем случае может включать в себя локальные рабочие места операторов. Соединение может осуществляться по выделенному каналу связи (либо по радиоканалу, либо по сети передачи данных) или по телефонным линиям.

На пейджинговый терминал информация может поступать также с телефонной сети через сервер дополнительного сервиса (это позволяет осуществлять такую услугу, как отправка цифровых сообщений со специального терминала, который можно подключать к обычной сети как телефон, и набирать на нем необходимую информацию).

Выносной пульт оператора позволяет отсылать абоненту сообщение, минуя оператора. Сам выносной пульт – персональный компьютер – может быть установлен в любом месте.

Для небольших сетей может быть организована локальная пейджинговая система, состоящая из ПК, за которым сидит оператор пейджингового терминала, размещаемого в этом компьютере, и небольшого передатчика. В качестве антенны подойдет любая с круговой диаграммой направленности в горизонтальной плоскости. Однако она должна иметь весьма большую полосу пропускания (так как информация передается в цифровом виде).

На сегодняшний день в целях унификации всех существующих пейджинговых протоколов разработан протокол ERMES (European Radio Message System) (прил. 10).

6.2.3. Сотовые системы связи

Мобильная связь с помощью переносных радиостанций существует уже более 60 лет. Любительские и служебные системы радиосвязи хорошо известны и широко используются. Однако они не обеспечивают непосредственного доступа к автоматической телефонной сети. Некоторые радиолобительские радиостанции могут подключаться к ГАТС, но процедура вхождения в телефонную систему весьма сложна и длительна, и, кроме того, в каждый конкретный момент ею может воспользоваться только один оператор и только на короткое время.

Принцип работы сотовых систем сходен с принципом работы беспроводных телефонов, только переносной блок находится в автомобиле, а большое количество стационарных блоков установлены в наиболее подходящих местах. Такое построение сети позволяет вести переговоры сразу многим абонентам

одновременно – связь осуществляется на различных частотах (каналах). Вся сеть при этом подключается к ГАТС на центральной станции системы (рис. 6.7).

Возможности радиотелефонной связи ограничены двумя факторами. Во-первых, в частотном диапазоне, выделенном для радиотелефонии, можно разместить лишь ограниченное количество каналов. Всего их может быть около 2000. Такого количества явно недостаточно, чтобы обеспечить связью всех желающих. Во-вторых, радиотелефонная сеть на данной территории обязана быть централизованной, поэтому абонентов обслуживает одна компания. Территория, где можно пользоваться радиотелефоном, ограничивается зоной действия ее приемопередатчиков.

Система сотовой связи разрабатывалась с расчетом на массового потребителя.

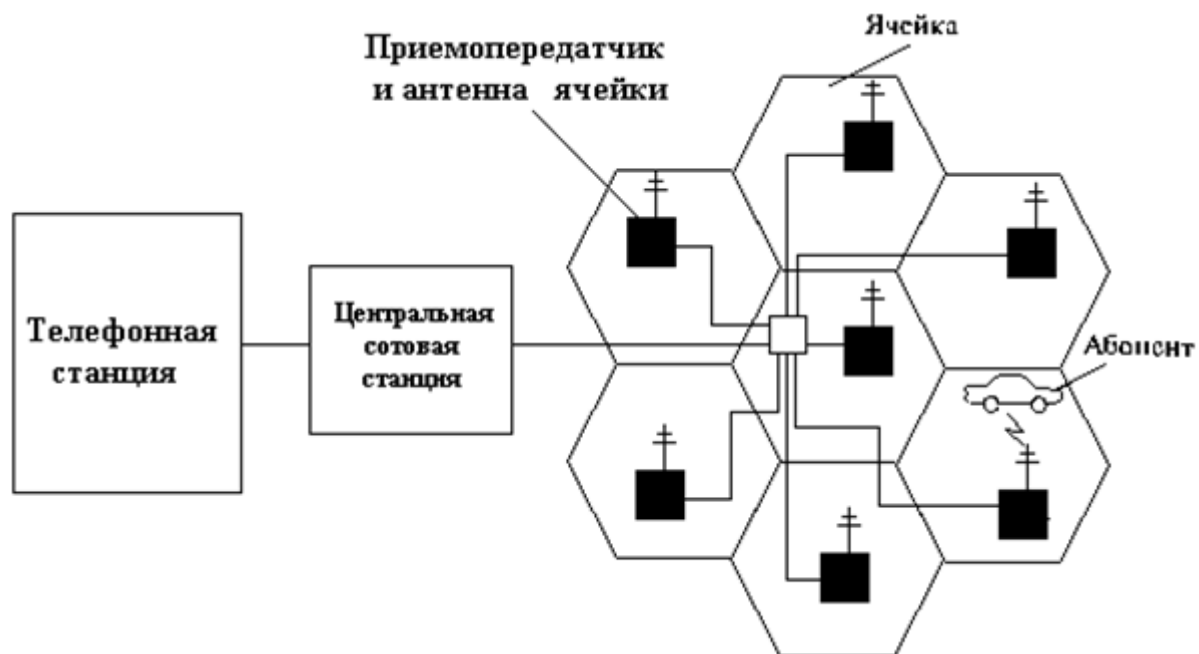


Рис. 6.7. Структура сотовой системы

Сотовая связь коренным образом отличается от традиционной радиосвязи. В ней не предусматривается создание отдельных, требующих больших затрат энергии, каналов связи между каждой парой абонентов. Вместо этого обслуживаемая территория делится на относительно небольшие ячейки (соты). Станции, расположенные в каждой ячейке, имеют небольшую мощность, полностью автоматизированы, и каждая из них соединена с центральной сотовой станцией. Абоненты связываются не непосредственно с центральной, а только с ближайшей станцией.

Принципиальным является то, что ячейки делаются небольшими – радиус действия каждой станции не превышает нескольких километров. В условиях

ограниченного диапазона частот тот же самый частотный канал можно использовать снова, но, правда, не в соседней ячейке.

В США выделен диапазон частот, в котором можно разместить 666 телефонных каналов. Оборудование каждой ячейки обеспечивает 45 двухсторонних телефонных разговоров одновременно. Каждая дуплексная связь ведется на двух частотах, значит, в каждой ячейке используется 90 выделенных каналов. В соседних ячейках используются другие каналы, в более удаленных же ячейках те же самые каналы могут использоваться снова.

Когда абонент сотовой связи «снимет трубку» своего телефона, ближайшая станция принимает передаваемые телефоном сигналы и выделяет два свободных канала, по которым и осуществляется связь. Выбор каналов полностью автоматизирован – абонент не имеет отношения к этой процедуре. После установки дуплексной связи центральная сотовая станция передает обработку вызова обычной телефонной станции. После подключения к телефонной линии слышится сигнал готовности.

Поскольку мобильный телефон постоянно перемещается в пространстве, уровень принимаемого сигнала постоянно меняется. Когда абонент приближается к границе ячейки, ЦСС определяет, какая из соседних ячеек оказывается в лучшем положении. Этой ячейке передается связь с абонентом. Данный процесс, называемый перебросом вызова, незаметен для абонента.

Если различные территории обслуживаются различными сотовыми системами, они могут вступить в соглашение и создать единую сеть. Сотовая система расширяема как вширь, так и вглубь. Можно разделять ячейки на более мелкие.

На рис. 6.8 представлено устройство сотового телефона. Радиочастотный модуль обрабатывает все радиосигналы, принимаемые или передаваемые сотовым телефоном. Антенна представляет собой ферритовый вентиль, дополненный селективными фильтрами. НЧ-модуль включает в себя детектор. Модуль управления координирует работу всех узлов сотового телефона. По архитектуре он похож на персональный компьютер. Так, в ППЗУ хранится специфическая для телефона информация, например назначенный сотовый телефонный номер.

Недостатки сотовой связи (наиболее уязвимым местом считается радиочастотный канал связи между телефоном и приемопередатчиком ячейки).

1. Замирания сигнала. Отличительной особенностью радиоволн в диапазоне 800–900 МГц является то, что они излучаются и принимаются только в определенных направлениях относительно антенны, т. е. ее диаграмма направленности имеет явно выраженные минимумы и максимумы. Кроме того, сигналы этих частот сильно поглощаются во влажной атмосфере, отражаются от стен и прочих поверхностей (например, от воды), а крупное препятствие, например высотное здание или холм, и вовсе не позволит им распространяться дальше.

При перемещении сотового телефона уровень принимаемого сигнала может иногда снижаться настолько, что это будет приводить к кратковременной потере слышимости. Может прерываться и сигнал сотового телефона, передаваемый на сотовую станцию. Другой причиной замираний сигнала может быть приближение к периферии обслуживаемой зоны, где нет других ячеек, на которые можно перебросить вызов. Оборудование сотового центра обычно конструируется таким образом, что не реагирует на кратковременные замирания и не разъединяет разговор. Однако при частых или длительных замираниях может произойти отключение.

2. Мертвые зоны. Мертвые зоны возникают по тем же причинам, что и замирания. Но перебои в прохождении сигналов могут быть настолько длительными, что сотовый центр воспринимает потерю сигнала как отбой и освобождает занятые каналы, переключая их на обслуживание других вызовов. Мертвые зоны часто возникают из-за поглощения и отражения сигналов в холмистой местности, в районах с плотной городской застройкой. От мертвых зон можно избавиться, изменив расположение приемопередатчика сотовой ячейки или добавив новые ячейки.

3. Конфиденциальность. Радиус действия сотового телефона составляет несколько километров. Подслушивающий должен постоянно следовать за телефонным аппаратом.

Сотовые протоколы связи бывают:

- аналоговыми (табл. 6.1);
- цифровыми (по сравнению с аналоговыми предоставляют больший набор услуг и обеспечивают повышенное качество связи, а также взаимодействие с цифровыми сетями с интеграцией услуг (ISDN) и пакетной передачи данных (PDN) (табл. 6.2).

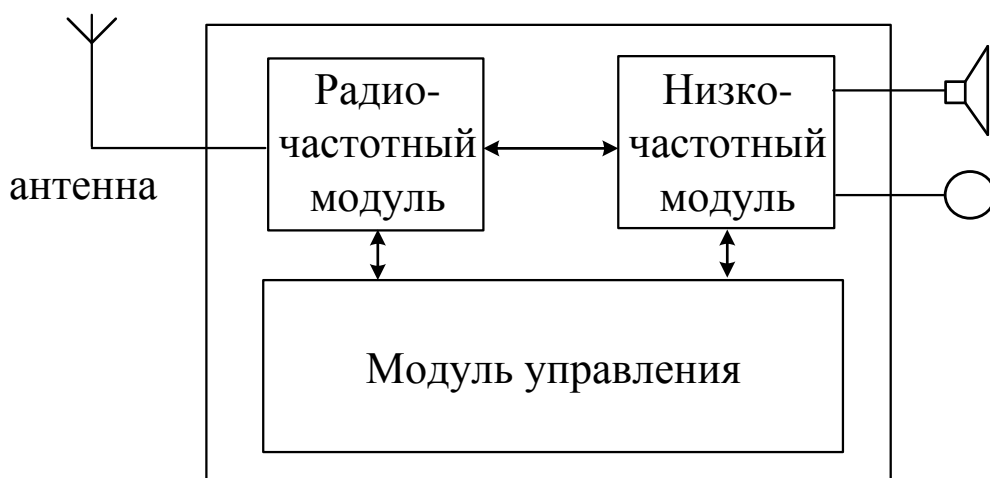


Рис. 6.8. Устройство сотового телефона

Таблица 6.1

Аналоговые системы сотовой подвижной связи

| Характеристика | AMPS | TACS | NMT-450 |
|--------------------------------------|---------|---------|-----------|
| Диапазон частот | 825–845 | 935–990 | 453–457,5 |
| Радиус ячейки, км | 2–20 | 2–20 | 2–45 |
| Число каналов подвижной станции | 666 | 600 | 180 |
| Число каналов базовой станции | 96 | 144 | 30 |
| Мощность передатчика базовой станции | 45 | 50 | 50 |
| Ширина канала, кГц | 30 | 25 | 25 |
| Минимальное отношение сигнал/шум, Дб | 10 | 10 | 15 |
| Число вызовов на ячейку в ЧНН | 1208 | 1208 | 657–937 |

Таблица 6.2

Цифровые системы сотовой связи

| Характеристика | GSM | D-AMPS | JDC | CDMA |
|---|--------------------|---------|--------------------|---------|
| Диапазон частот | 935–960 890–915 | 824–840 | 810–826 940–956 | 824–840 |
| Радиус ячейки, км | 0,5–35 | 0,5–20 | 0,5–20 | 0,5–25 |
| Количество речевых каналов на несущую частоту | 8(16) | 3 | 3 | 32 |
| Разнос каналов | 200 | 30 | 25 | 1250 |
| Скорость передачи информации, Кбит/с | 270 | 48 | 42 | – |
| Ширина канала, кГц | 30 | 25 | 25 | – |
| Мощность передатчика, Вт | 0,8–20 | – | – | – |
| Минимальное отношение сигнал/шум, Дб | 9 | 16 | – | 3 |

6.2.4. Транковые системы связи

Транковые системы служат для реализации многофункциональной интегрированной (радиопроводной) системы связи. Современные транковые системы реализуют спектр услуг, аналогичный сотовым системам, но в отличие от сотовых систем более дешевы, проще в эксплуатации и обслуживании. Однако при этом реализуют, как правило, несколько худшие показатели качества связи: меньшее количество абонентов, меньшая пропускная способность, ограничение на продолжительность разговора. Описание цифровой транковой системы SmartTrunk II представлено в прил. 11.

6.2.5. Спутниковые системы связи

Спутник связи должен иметь несколько приемопередатчиков – транспондеров. Каждый транспондер принимает свою часть спектра, усиливает полученный сигнал и передает его обратно на Землю в нужном направлении, на нужной частоте, отличной от частоты приема, чтобы избежать интерферен-

ции с принимаемым сигналом. Возвращаемый луч может быть либо широким, покрывая большую территорию, либо, наоборот, узконаправленным.

Геостационарные спутники

Согласно третьему закону Кеплера период вращения спутника пропорционален $3/2$ степени орбитального радиуса. На высоте 36000 км над экватором период вращения спутника будет равен 24 часам. Наблюдателю такой спутник на экваторе будет казаться неподвижным. Такая неподвижность является большим достоинством, так как в противном случае пришлось бы проектировать сложные антенные системы.

В силу интерференции волн необходимо размещать спутники не ближе, чем в 2 градусах друг от друга к экваториальной плоскости. Таким образом, в одно и то же время на экваториальной орбите может находиться не более 180 спутников, работающих на одной и той же частоте. Так как часть из этих орбит зарезервирована не только для целей связи, то их на самом деле меньше.

Обычно спутник связи имеет 12–20 транспондеров с пропускной способностью 36–50 Мбит/с каждый, что может быть использовано для передачи 50 Мбит/с потока данных и 800 телефонных разговоров на скорости 64 Кбит/с каждый. Можно по-разному поляризовать сигналы так, что два транспондера смогут использовать одну и ту же частоту.

Первые спутники имели один широкий луч. Современные спутники имеют несколько относительно узких лучей, пятно которых охватывает несколько сот километров.

Относительно новой технологией является технология малых антенн, называемых VSAT (Very Small Aperture Terminals – терминалы с очень маленькой апертурой). Каждый терминал имеет антенну длиной 1 м, способную излучать сигнал мощностью в 1 Вт. Антенны способны передавать данные со скоростью примерно 19,2 Кбит/с и принимать – 512 Кбит/с. Вследствие малой мощности эти терминалы взаимодействуют через специальный спутник.

Спутниковые системы связи имеют существенные отличия от наземных систем «точка – точка». Несмотря на то, что сигнал распространяется со скоростью света, задержка велика – 250–300 мс, тогда как на коаксиальном и оптоволоконных кабелях – 3–5 мкс/км.

Спутниковые системы принципиально вещательного типа. Для некоторых приложений это является важной особенностью. Стоимость передачи не зависит от количества получателей, которым предназначено сообщение. Однако проблема безопасности передаваемой информации здесь требует особого внимания, так как каждый пользователь способен принять всю информацию, которая передается. Для защиты информации используется шифрование. Стоимость передачи не зависит от расстояния.

Этот способ передачи имеет очень низкий коэффициент ошибок при передаче.

Низкоорбитальные спутники

Изначально низколетящие спутники не рассматривались в качестве средств связи, так как быстро перемещались над определенным местом. В 1990 г. компания «Моторола» представила проект системы низколетящих спутников. Идея была очень проста: когда один спутник исчезал, подлетал другой, поэтому передача не прерывалась. Компания подсчитала, что потребуется 77 спутников на высоте 750 км. Позднее это число сократилось до 66. Проект получил название «Иридиум».

Основной задачей проекта является обеспечение связи с наземными средствами, даже портативными, во всем мире. Этот проект непосредственно конкурирует с PCS/PCN сотовыми системами и, в случае успеха, делает их не столь необходимыми.

Схематично этот проект имеет следующую реализацию. Вдоль меридиана на расстоянии 32 градуса располагаются 11 спутников, летящих на высоте 750 км. Таких «ожерелий» будет 6, которые должны охватить всю Землю. Каждый спутник имеет 48 пятен, так что 1628 пятен (сот) покроют Землю. Каждая сота имеет 174 дуплексных канала на частоте обычного сотового радиотелефона. Во всем мире будет поддерживаться 283 272 канала. Некоторые из них будут использоваться для пэйджинга и навигации, так что не потребуют большой пропускной способности.

Прием и передача будут идти на частоте 1,6 ГГц, что позволит использовать устройства, работающие от батареек. Если сообщение, принятое одним спутником, адресовано в область, покрываемую другим, то оно будет передано от одного спутника другому.

Проект компании «Моторола» будет конкурентоспособен сотовым системам связи.

Сравнительная характеристика спутниковых и оптоволоконных каналов связи

Оптоволоконные линии обладают большой пропускной способностью, но она используется для мультиплексирования многих телефонных разговоров, а не с целью увеличения пропускной способности для отдельного пользователя. По-прежнему между конечным пользователем и оптоволоконном лежит витая пара, не позволяющая использовать пропускную способность оптоволоконна. В то же время достаточно установить антенну на крыше, и абоненту будет доступна вся пропускная способность спутника.

Пользователям, которым нужна высокая пропускная способность на уровне T3 (44736 Мбит/с), можно арендовать такой канал или использовать SMDS-сервис, если он доступен. Спутник виден практически всегда.

Другой фактор – мобильность. В современном обществе люди хотят иметь связь повсеместно. Сочетание сотовой связи и оптоволокну не всегда решает эту проблему.

Спутник незаменим там, где географические условия не позволяют создать развитую кабельную систему. Так, в Индонезии национальная телефонная сеть построена на спутниковой связи. Запустить один спутник много дешевле, чем прокладывать под водой километры кабеля.

Спутник удобен там, где надо быстро развернуть систему передачи данных, где нет времени или средств создавать кабельную инфраструктуру.

На первый взгляд кажется, что будущее за наземными оптоволоконными системами в сочетании с сотовой связью, а спутниковые найдут применение лишь в исключительных случаях. Однако многое будет зависеть от стоимости услуг. Экономический фактор будет играть существенную роль.

Контрольные вопросы

1. Перечислите свойства алгоритма управления.
2. АИС, АИРС и АСАОУ: сходства и различия.
3. Разновидности топологий сетей передачи данных.
4. Свойства и характеристики пейджинговых структур.
5. Достоинства и недостатки сотовых систем связи.
6. Особенности транковых систем связи.
7. Разновидности спутниковых систем связи.

7. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ СВЯЗИ И ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПОЖАРНОЙ ОХРАНЫ

7.1. Задачи АСУ

Структура АСОУ определяется количеством и сложностью решаемых ею задач, а эффективность – степенью автоматизации решения этих задач и оптимальным составом технических средств. Разрабатываемая АССОУПО должна эффективно решать следующие задачи:

- 1) хранение информации о состоянии всех видов пожарной техники в гарнизоне;
- 2) хранение справочных данных об объектах;
- 3) хранение типовых программ тушения пожаров различных рангов;
- 4) хранение расписания выездов пожарных подразделений;
- 5) прием и автоматическая регистрация всех видов информации;
- 6) автоматизация диалога *диспетчерский пункт – заявитель*;
- 7) автоматизация выбора и анализа поступающей информации;
- 8) автоматизация выбора оптимального управляющего воздействия;
- 9) автоматизация передачи приказов ПЧ;
- 10) автоматизация контроля исполнения приказов;
- 11) автоматизация корректировки сведений о текущем составе техники;
- 12) автоматизация выбора оптимального маршрута следования;
- 13) хранение и автоматизация поиска оперативных планов тушения пожаров конкретных объектов;
- 14) автоматизация отображения оперативной обстановки в городе на электрифицированном светоплане;
- 15) автоматизация отображения наличия пожарной техники в ПЧ;
- 16) автоматизация отображения на светоплане маршрута движения техники к месту пожара;
- 17) автоматизация контроля времени прибытия пожарной техники на пожар и в ПЧ;
- 18) автоматизация прогнозирования развития пожаров для наиболее важных объектов;
- 19) автоматизация выработки упреждающих управленческих решений по тушению пожаров;
- 20) обеспечение круглосуточной надежной оперативной связи.

С учетом сформулированных задач примерная схема АСОУ имеет вид, изображенный на рис. 7.1. При поступлении сообщения о пожаре оно автоматически принимается и регистрируется подсистемой приема и автоматической регистрации информации (ПАРИ), оценивается подсистемой анализа информации (АИ), которая с помощью имеющихся сведений в подсистеме информационно-справочного фонда (ИСФ) и типовых расписаний выездов (РВ) пожарных

подразделений выдает соответствующие возникшей оперативной ситуации данные подсистеме выработки управленческого решения (ВУР). Управленческое решение – это приказ на выезд соответствующим пожарным подразделениям, который передается подсистемой передачи приказов (ПП) по команде диспетчера пожарным частям (ПЧ). Исполнение приказа – выезд пожарных автомобилей автоматически контролируется на диспетчерском пункте подсистемой контроля исполнения приказа (КИП) за счет поступления сигналов от датчиков, установленных в местах стоянок автомобилей в пожарных частях. При наличии подсистемы прогнозирования развития пожара (ПРП) и выработки упреждающих решений формирование приказов осуществляется с учетом выданных указанной подсистемой прогнозов.

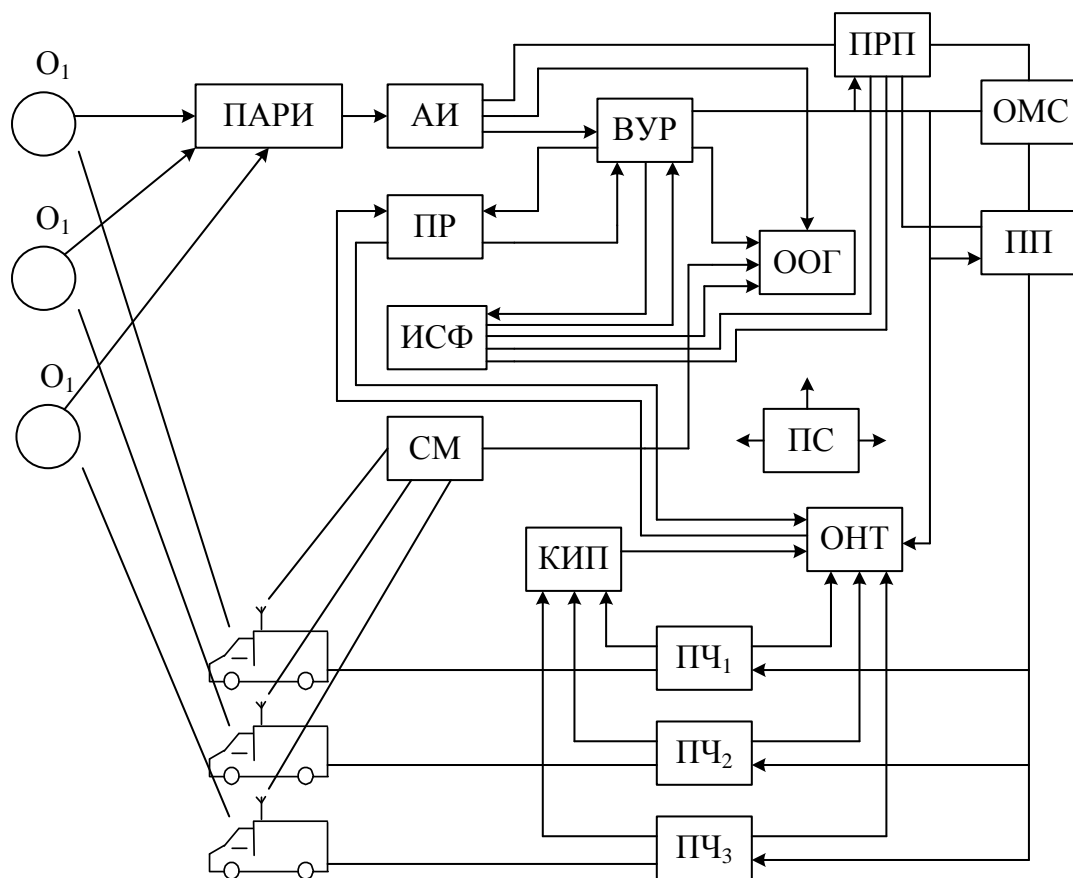


Рис. 7.1. Функциональная схема АСОУ

Подсистема оптимизации маршрута следования (ОМС) на основании полученного адреса пожара выдает оптимальный маршрут следования техники из каждой пожарной части с целью сокращения времени ее прибытия на место пожара. А подсистема слежения по маршруту (СМ) обеспечивает автоматическое слежение за движением пожарных автомобилей по городу с выдачей подтверждающего сигнала на диспетчерский пункт о времени прибытия каждой машины на место пожара.

Вся информация о наличии техники в пожарных частях гарнизона, ее убытии и прибытии отображается на световом табло с указанием текущего времени. С помощью подсистемы отображения наличия техники (ОНТ) диспетчер имеет в любое текущее время точные сведения о наличии техники в боевой готовности по всем пожарным частям. Оперативная обстановка в городе отображается на электрифицированном светоплане города с помощью подсистемы отображения оперативной обстановки города (ООГ). Для осуществления связи диспетчера с различными абонентами имеется пульт связи (ПС).

Функциональная схема АССОУПО должна включать в себя устройство распределения входящих по линиям спецсвязи «01» вызовов и сообщений; устройство предварительного анализа и фильтрации вызовов, которые поступают на пульт связи диспетчера (ПСД); устройство автоматического определения номера абонента (АОН); устройства ввода информации в ПЭВМ (УВИ); персональную ЭВМ (ПЭВМ); электрифицированный светоплан города; табло наличия и состояния техники; аппаратуру передачи данных – факс-модемы (для передачи приказа на выезд техники из пожарных частей); аппаратуру контроля исполнения приказов, сигналы которой поступают на ЦУС от пожарных частей. Кроме того, для поддержания устойчивой связи диспетчера с пожарными автомобилями и пожарными частями используется стационарная радиостанция (РС). Функциональная схема АСУ должна включать в себя все вышеперечисленные компоненты и отражать их взаимодействие.

Примерная функциональная схема АСУ представлена на рис. 7.2.



Рис. 7.2. Функциональная схема АСУ

7.2. РАСЧЕТ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ АССОУПО И ЭФФЕКТИВНОСТИ ЕЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ

В ходе исследования пропускной способности и эффективности функционирования АССОУПО проводят следующие действия.

1. Определение необходимого количества диспетчеров для АСУ.

Время занятости диспетчера обслуживанием одного вызова при внедрении АССОУПО: $\tau_{обс} = \tau_n + \tau_{выр} + \tau_{ин2}$.

По заданной интенсивности потока вызовов λ , поступающих в систему, и величине времени обслуживания одного вызова диспетчером определяется полная нагрузка на всех диспетчеров за смену (12 часов): $y_l = 60\lambda\tau_{обс}12$.

Допустимая нагрузка на одного диспетчера за смену с учетом коэффициента занятости составляет $y_{доп} = K_{\partial}y_{1макс}$.

Необходимое число диспетчеров определяется по формуле

$$n_{\partial} = \frac{y_{\partial}}{y_{доп}}.$$

Значение n_{∂} округляется до большего целого.

2. Определение количества каналов связи для передачи приказов в ПЧ и получения подтверждения.

Количество каналов связи определяется в соответствии с количеством пожарных частей: $n_{к} = N_{пч}$.

3. Расчет пропускной способности АССОУПО.

Вероятность того, что все три диспетчера свободны, определяется как

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{k=0}^n \frac{y^k}{k!}}.$$

где y – нагрузка на диспетчеров при обслуживании одной поступившей заявки, $y = \lambda\tau_{обс2}$.

Вероятность одновременной занятости всех n диспетчеров (вероятность отказа в обслуживании):

$$P_n = \frac{y^n}{n!} P_0.$$

Вероятность обслуживания вызова: $P_{обс} = 1 - P_n$.

В установившемся режиме будет обслужено $100P_{обс} \%$ поступивших заявок.

Абсолютная пропускная способность АССОУПО (среднее время обработки поступившей заявки): $A = \lambda P_{обс2}$.

4. Расчет эффективности функционирования АССОУПО.

В качестве обобщенного показателя эффективности функционирования АССОУПО может быть принято отношение обобщенного положительного результата ее применения в реальных условиях \mathcal{E} к приведенным затратам C на построение и эксплуатацию системы:

$$E_0 = \frac{\mathcal{E}}{C}.$$

Экономический эффект от применения системы можно выразить как

$$\mathcal{E} = \alpha[(C_{нн1} - C_{нн2}) + (C_{мн1} - C_{мн2}) + (C_{кy1} - C_{кy2})],$$

где $C_{нн1}$, $C_{нн2}$ – средние значения материальных убытков, образующихся до начала тушения пожара перед внедрением АССОУПО и после ее внедрения.

Стоимость убытков, образующихся на этапе до прибытия пожарных и начала тушения, зависит от условий возникновения и характера развития пожара, времени его обнаружения, выработки управленческого решения (выбора состава техники и формирования приказа на выезд пожарного подразделения), от обоснованности (правильности) выработанного управленческого решения (приказа на выезд) и удельной стоимости самих горючих материалов.

В общем виде стоимость потерь, образующихся до начала пожара, можно определить по формуле

$$C_{нн} = S_n \gamma,$$

где S_n – площадь горения (пожара) в момент начала тушения;

γ – коэффициент удельной стоимости на единицу площади горения.

Увеличение площади горения равно

$$S_n = \pi(\tau_{cp} v_n)^2,$$

где τ_{cp} – время свободного развития пожара, которое рассчитывается по формуле

$$\tau_{cp} = \tau_o + \tau_{бyp} + \tau_{нн} + \tau_{mp},$$

где τ_o – время от начала возникновения пожара до момента его обнаружения;

$\tau_{\text{выр}}$ – время обработки сообщения (заявки) с учетом выработки управленческого решения на выезд для тушения пожара;

$\tau_{\text{ин}}$ – время передачи приказа пожарным частям;

$\tau_{\text{тр}}$ – время от момента выезда пожарных машин до начала тушения (транспортное время).

Внедрение АССОУПО позволяет сократить значения величин времени $\tau_{\text{выр}}$ и $\tau_{\text{ин}}$ за счет автоматизации приема и обработки заявки, а также за счет автоматизации выработки управленческого решения и передачи приказов пожарным частям.

При функционировании АССОУПО сокращаются убытки, образующиеся при тушении пожара, во-первых, за счет того, что при всех прочих равных условиях методов и средств тушения пожарное подразделение прибывает на место пожара на некоторое время раньше, следовательно, тушение начинается при меньшем размере пожара; во-вторых, за счет автоматизированного программно-обоснованного выбора соответствующих пожарных частей гарнизона, номенклатуры и количественного состава пожарной техники и средств тушения, обеспечивающих большую эффективность тушения пожара.

Следует отметить, что величина убытков $C_{\text{ин}2}$ ощутима при организации одновременного тушения нескольких пожаров, при сложной оперативной обстановке, когда требуется для тушения пожаров дополнительный добор средств и техники. В этой обстановке без АСОУ даже опытный диспетчер допускает существенные ошибки в выборе нужной пожарной части и требуемого состава пожарной техники, допускает ошибки в учете задействованной и имеющейся в боевом резерве гарнизона техники, что отрицательно сказывается на результате правильного (обоснованного) добора пожарной техники при возрастании номера какого-либо пожара. Кроме того, при наличии АСОУ сокращается время, затрачиваемое диспетчером на управленческие операции, особенно в период сложившейся оперативной обстановки, когда несколько раз требуется высылать дополнительные силы, средства и технику, что в конечном счете приводит к снижению величины убытков.

В общем случае при подсчете убытков от пожаров учитывают величину непосредственного ущерба от пожара на объектах производственного и непромышленного назначения и косвенные убытки, связанные с ущербом, вызванным простоем производственного предприятия по причине пожара.

В состав косвенных убытков включаются:

- выплата заработной платы рабочим за время простоя;
- доплата рабочим высшей квалификации, привлеченным для ликвидации последствий пожара;
- оплата демонтажных работ и работ по расчистке и уборке строительных конструкций;

- потери от снижения прибыли из-за недовыпуска продукции;
- оплата штрафов за недоставку продукции;
- потери от капитальных вложений на восстановление основных фондов и т. д.

Величина косвенных убытков может быть самой различной в зависимости от назначения объектов и размеров пожара от них. С учетом этих факторов величина косвенных убытков может составить от 10 до 300 % от стоимости непосредственного ущерба от пожаров.

При проведении практических расчетов разница значений косвенных материальных убытков до внедрения АСОУ и после ее внедрения может быть установлена по среднестатистическим данным применительно к соответствующим классам объектов.

Приведенные затраты на построение и эксплуатацию системы:

$$C = C_{\text{эк}} + E_n K_n,$$

где $C_{\text{эк}}$ – затраты на эксплуатацию системы (техническое обслуживание, профилактика, ремонт);

E_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений;

K_n – затраты на построение АССОУПО (капитальные вложения).

Эффективность АСОУ зависит как от вероятности безотказной работы технических средств, так и от вероятности безотказной работы диспетчера, который является одним из функциональных звеньев системы. С учетом этого эффективность АСОУ может быть окончательно определена по формуле

$$E = \frac{\text{Э} P_{mc} P_d}{C},$$

где P_{mc} – вероятность безотказной работы технических средств системы;

P_d – вероятность безотказной работы диспетчера.

Если величина E превышает 1 (т. е. результат применения АСОУ больше приведенных затрат на эксплуатацию и построение системы), значит разработка и эксплуатация АСОУ эффективна. Если $E < 1$, необходимо предложить пути повышения эффективности АСОУ.

7.3. СТРУКТУРА И ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА АССОУПО

Основой АСУ является ЭВМ (рис. 7.3). АСУ в ФПС МЧС включает три подсистемы:

- АСУ административно-хозяйственной деятельности;

- АСУ пожарной профилактики объектов;
- АСУ оперативного управления силами и средствами тушения пожаров (АСОУ).

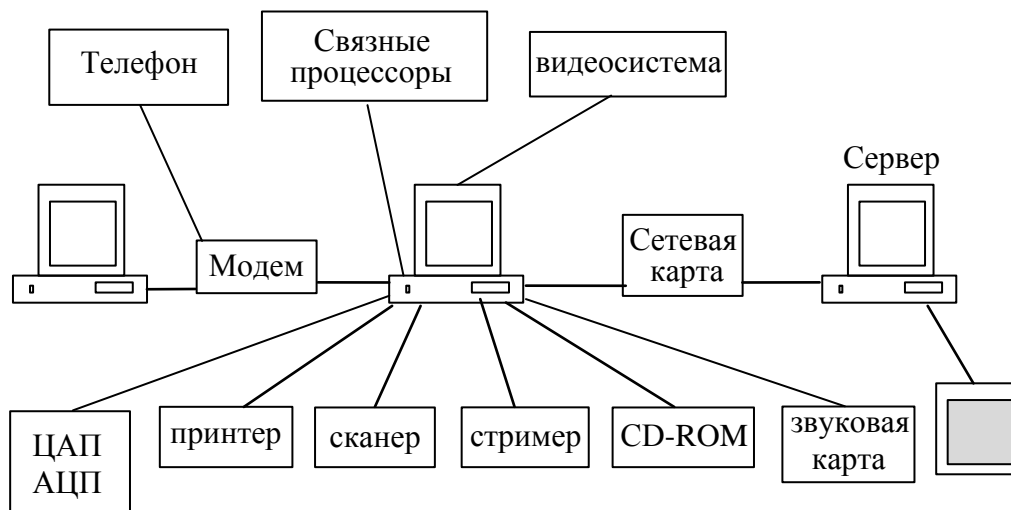


Рис. 7.3. Структура компьютерной АСОУПО

Функциональная схема АСОУ включает в себя устройство распределения входящих по линиям спецсвязи «01» вызовов и сообщений; устройство предварительного анализа и фильтрации вызовов, которые поступают на пульт связи диспетчера (ПСД); устройство автоматического определения номера абонента; устройства ввода информации в ПЭВМ; персональную ЭВМ; электрифицированный светоплан города; табло наличия и состояния техники; аппаратуру передачи данных (АПД) (для передачи приказа на выезд техники из пожарных частей); аппаратуру контроля исполнения приказов, сигналы которой поступают на ЦУС от пожарных частей. Кроме того, для поддержания устойчивой связи диспетчера с пожарными автомобилями и пожарными частями используется стационарная радиостанция.

7.4. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ВЫБОРА ПЕРЕЧНЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ АСОУ

Одним из основных устройств АСОУ является ЭВМ, предназначенная для управления работой АСОУ. Конкретный тип ЭВМ зависит от требований к АСОУ и определяется быстродействием вычислительного комплекса, его функциональными возможностями, емкостью памяти, возможностью обеспечения работы разветвленной системы периферийного оборудования, стоимостью и надежностью. В настоящее время этим требованиям отвечают современные персональные компьютеры.

Для обеспечения формирования и ведения базы данных и рабочих программ служат устройства ввода-вывода данных: USB-накопители, накопители

на жестких магнитных дисках (винчестерах), оптические или магнитно-оптические дисководы, стримеры (накопители на магнитной ленте), накопители на гибких магнитных дисках.

Аппаратура передачи данных включает в себя модемы (факс-модемы) – устройства для сопряжения ЭВМ с телефонной линией. Для передачи данных на небольшие расстояния могут использоваться радиомодемы, что позволяет сэкономить средства на прокладку кабельных линий. Для организации взаимодействия в пределах локальной компьютерной сети используется стандартное сетевое оборудование (например, сетевые карты ETHERNET 3 COM, NE-2000 и др.).

Устройства сопряжения обеспечивают обмен информацией между ЭВМ и нестандартным оборудованием (светоплан, табло наличия техники, датчики наличия автомобилей на местах стоянки и т. п.). Для связи с аналоговыми техническими устройствами используются цифроаналоговые и аналого-цифровые преобразователи (ЦАП и АЦП). Связь с цифровыми техническими устройствами может осуществляться непосредственно через стандартные порты ЭВМ (COM1 или LPT), но в этом случае разрабатывается специальное программное обеспечение.

Для документирования информации используются принтеры: матричные, струйные, лазерные.

Принцип автоматического приема и предварительного анализа вызовов основан на рациональном распределении функций между диспетчером и автоматическим устройством, которое может с высокой скоростью и точностью различить отдельные виды вызовов. Работа устройства автоматического приема и предварительного анализа вызовов (УАП) заключается в следующем.

При вызове срабатывает реле, и к спецлинии «01» подключается дроссель, обеспечивающий удержание абонента и автоответчика, который за время 2 с автоматически выдает абоненту информацию в виде слов «Пожарная охрана» и затем отключается. В зависимости от вида вызова после начала его обслуживания сигналы речевого спектра могут не поступить, могут поступить сигналы «Занято» (вызовы-помехи) и сигналы речевого спектра (вызов-сообщение).

Если сигналы речевого спектра не поступают (абонент молчит), то через время прослушивания абонент автоматически отключается. Если появились сигналы «Занято», то абонент также автоматически отключается. Если появились сигналы речевого спектра, то телефонный аппарат диспетчера подключается к линии спецсвязи «01» и автоматически включается магнитофон для регистрации сообщения.

Применение УАП на практике показывает высокую эффективность обслуживания вызовов. При его совместной работе с пультом диспетчера по приему вызовов «01» достигается значительное сокращение (приблизительно в 3 раза) числа вызовов, поступивших на обслуживание непосредственно диспетчеру,

а вызовы-помехи к диспетчеру при этом не поступают. Кроме того, все операции, связанные с обслуживанием вызовов, в этом случае удается полностью автоматизировать.

Процесс функционирования системы в целом может быть проиллюстрирован на примере обработки заявки о пожаре, поступающей на ЦУС. Заявка о пожаре по городской телефонной сети поступает на пульт связи, установленный в диспетчерском зале. Диспетчер, принимающий заявку, уточняет у заявителя адрес пожара, что горит, и вводит эти данные в систему с помощью устройства ввода информации – терминала, установленного на его рабочем месте. Информация о пожаре поступает в устройство управления и обработки информации (в ЭВМ), укомплектованное соответствующим периферийным оборудованием. ЭВМ, в соответствии с заложенной в нее программой, по введенному в нее адресу определяет, какую технику и из каких пожарных частей необходимо выслать на тушение пожара. Перечень техники и список пожарных частей выводятся на экран дисплея. Оператор просматривает этот список и принимает решение на его утверждение или коррекцию. Коррекция заключается в том, что оператор может сократить, увеличить или видоизменить список техники. После утверждения приказы на высылку техники рассылаются по задействованным пожарным частям.

В диспетчерском пункте ПЧ приказ поступает по модемной линии на ЭВМ оператора, записывается на магнитный носитель и распечатывается на принтере. Одновременно осуществляется контроль выезда техники из депо ПЧ. На каждой стоянке установлен датчик, контролирующий наличие техники. Эта информация постоянно поступает на пульт наличия пожарной техники и далее по линиям связи на селектор-мультиплексор и затем в ЭВМ. Когда вся техника, перечисленная в приказе о выезде, уходит из депо ПЧ, ЭВМ в соответствии с программой печатает путевку, в которой указывается адрес и номер пожара, время выдачи приказа и время получения путевки. После этого на светоплане ЦУС отображается место пожара и ПЧ, задействованные на его тушение, а на табло наличия и состояния техники подсвечиваются красными лампочками единицы техники, выехавшей на пожар. Оператор ЦУС, помимо отдачи приказов, с помощью дисплея может пользоваться системой в справочно-информационном режиме. Вводя соответствующие команды с терминала, он может получить на экране информацию о любом текущем пожаре (адрес, номер пожара, необходимая техника, номера ПЧ). Кроме того, он может получить справочную информацию о наличии техники в гарнизоне по состояниям: боевой расчет, резерв, ремонт, на учениях. Эта информация может быть отражена на экране дисплея или табло наличия и состояния техники.

Табло наличия и состояния техники

В соответствии с задачами, стоящими перед подсистемой отображения, табло наличия и состояния техники должно обеспечивать отображение наличия пожарной техники на стоянках в депо пожарных частей гарнизона; пожарной техники, выехавшей на пожар. При этом предполагается, что техника в депо пожарных частей располагается на жестко закрепленных за ней стоянках. Наличие техники на стоянках в депо пожарных частей должно отображаться в соответствии с требованиями оператора по следующим состояниям: боевой расчет, ремонт, учения, на одном пожаре, на втором пожаре и т. д.

В настоящее время все большее распространение получает учет техники с помощью программных средств с выводом информации на экран дисплея (АРМ диспетчера пожарной охраны), что позволяет диспетчеру следить за перемещениями автомобилей, контролировать резерв, оперативно принимать решения.

Контрольный пункт пожарной сигнализации

Контрольный пункт пожарной сигнализации предназначен для информирования диспетчера ЦУС о срабатывании автоматической пожарной сигнализации на одном из контролируемых объектов и автоматизированной обработки заявки о пожаре с этого объекта.

Номер объекта, на котором произошло срабатывание автоматической пожарной сигнализации, высвечивается на индикационном табло, и одновременно включается звуковая сигнализация, после чего объект высвечивается на светоплане города.

Аппаратура контроля исполнения приказов

Аппаратура контроля исполнения приказов предназначена для автоматизированного контроля выезда каждой единицы пожарной техники из ПЧ и автоматической передачи этой информации на ЦУС в ЭВМ. Идентификация и регистрация транспортных средств может производиться современными системами АВАКСЕСС и SmartPass, работающими в диапазоне высоких частот (2,4 ГГц) и позволяющими контролировать въезд-выезд техники и идентифицировать ее на расстоянии до 6 м. Текущая информация поступает на компьютер ПСЧ, а также автоматически транслируется либо по телефонному каналу (с помощью модема), либо радио (с помощью радиоретрансляционного оборудования, радиомодема), либо пейджинговому каналу на центральную ЭВМ ЦУС.

Системы телевизионного наблюдения

Системы телевизионного наблюдения (рис. 7.4) служат для непрерывного или периодического видеонаблюдения за объектом (объектами), а также регистрации видеoinформации, выполнения охранных функций.

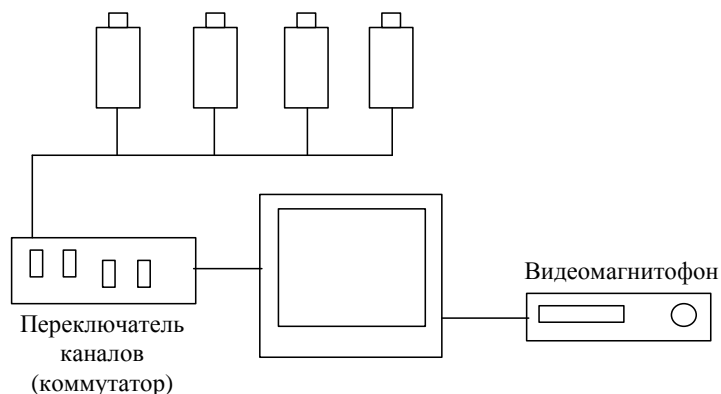


Рис. 7.4. Структура системы видеонаблюдения

Коммутатор позволяет наблюдать на экране изображения:

- в автоматическом режиме, последовательно от каждой камеры, с выбранной периодичностью;
- любой из камер, выбранной оператором.

Система содержит магнитофон (с генерацией текущего времени и даты), который служит для документирования событий. При использовании компрессора можно отображать на экране изображения с нескольких камер одновременно. При подключении удаленных источников используются видеоусилители. Они позволяют передавать видеоизображения на расстояние до 2 км. Для получения максимальной информации об объекте используют цветные камеры.

В настоящее время для комплексного управления системой теленаблюдения используются компьютерные системы наблюдения. Возможности компьютерных систем наблюдения:

- просмотр цветного и черно-белого изображения от одного до 16 источников видеосигналов одновременно или по выбору операторов;
- автоматическое или полуавтоматическое покадровое сохранение изображения в цифровом виде с заданной дискретностью;
- наложение даты, времени, служебных сигналов и другой информации на изображение;
- сжатие и передача изображений по каналам вычислительной сети или посредством модемной связи;
- покадровый просмотр сохраненной видеоинформации с возможностью задания выборки и сортировки по дате, времени, наименованию объекта;
- обработка видеоизображений цифровыми методами в реальном масштабе времени: трансфокация, регулировка яркости, контрастности, цветности, монтаж видеоизображений, компенсация фона, засветок, фильтрация шумов;
- дистанционное управление по телефонной линии;
- подключение служебных сигналов (сигналы тревоги, вызова) и возможность автоматического управления системой по заданному алгоритму (например, уменьшение интервалов времени записи кадров при поступлении сигналов тревоги).

Изображение зоны наблюдения может быть нарисовано с помощью простого графического редактора.

Для реализации разработанной схемы АСОУ необходимо использовать технические средства, примерный перечень которых приведен в спецификации в табл. 7.1.

Таблица 7.1

Примерный перечень технических средств связи и управления АСОУ

| Наименование технического средства | Тип аппаратуры | Кол-во, шт. |
|---|--|-------------|
| Диспетчерский пункт АССОУПО | | |
| ЭВМ | Pentium IV-2400/512/120Гб | |
| Дисплей | ViewSonic 17GS(17",1024×768×85 Гц) | |
| Модем | Sportster Voice 33600 ext. | |
| Мультимедиа: Звуковая плата Колонки активные Наушники с микрофоном | Creative Sound Blaster 16 Genius SP-330 7W Naiko Turbo 301PC | |
| Принтер | Lazer Jet 1220, A4, 600dpi, 4 л./мин | |
| Сканер | HP SJ 5p 1200 dpi, A4 | |
| Диспетчерский зал | | |
| Светоплан города | оригинальный | |
| Табло наличия и состояния техники | При необходимости | |
| Контрольный пульт пожарной сигнализации на базе ЭВМ | Pentium IV-2400/512/120Гб | |
| Модем | US-Robotics Sportster ext. (14400/V.34) | |
| Мультимедиа: Звуковая плата Колонки активные | Creative Sound Blaster 16 Genius SP-330 7W | |
| Радиостанция стационарная | «Виола-АС» | |
| Телефон с автоопределителем номера абонента | «Русь-22» | |
| Автоответчик | GE 2-9683 | |
| Пульт связи диспетчера | | |
| Многоканальный магнитофон на базе компьютера | Pentium IV-2400/512/200Гб | |
| Устройство предварительного анализа вызовов | Может быть реализовано программно или аппаратно | |
| Пункт управления ПЧ | | |
| Светоплан района | Оригинальный (может быть реализован на ЭВМ с выводом на дисплей) | |
| Пульт связи диспетчера | Panasonic KX TA 308 | |
| Радиостанция стационарная | «Motorola GM-300» | |
| ЭВМ | Pentium IV-2400/512/120Гб | |
| Модем | US-Robotics Sportster ext (14400/V.34) | |
| Принтер | HP DJ 400 (A4, 300×600 dpi, 2 стр./мин | |

7.5. СРЕДЫ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ В АСОУ

Назначение физического уровня – передать поток бит от одной машины к другой. Для передачи можно использовать разные физические среды. Каждая из сред имеет свои уникальные характеристики:

- пропускная способность;
- задержка;
- стоимость;
- простота прокладки;
- сложность в обслуживании.

Магнитные носители

Магнитная лента или магнитный диск в сочетании с обычным транспортным средством (автомашина, ж/д транспорт и т. п.) могут быть прекрасной физической средой передачи данных. Это важно тогда, когда ключевыми факторами являются: высокая пропускная способность и низкая стоимость передачи в расчете на один бит. Недостаток такой передачи – существенное время доставки.

Витая пара

Оперативный обмен информацией может осуществляться по проводам. Самой старой и все еще используемой средой передачи является витая пара. Витая пара состоит из двух медных изолированных проводов, один из которых обвит вокруг другого. Этот второй вьющийся провод предназначен для устранения взаимного влияния между соседними витыми парами.

Витая пара широко используется в проводной телефонии. Линии из витой пары могут иметь протяженность до нескольких километров без промежуточного усиления. Витые пары объединяются в кабели.

Витая пара может быть применена для передачи как цифрового, так и аналогового сигналов. Пропускная способность зависит от толщины линий и расстояния. Скорость передачи достигает нескольких Мбит/с.

Наиболее часто используемыми являются кабели категории 3 и категории 5. Кабели категории 3 содержат четыре витые пары с невысокой плотностью навивки. Кабель категории 5 имеет тоже четыре пары, но с более плотной навивкой, что позволяет достичь более высоких скоростей.

Коаксиальный кабель

Другим примером широко используемой среды передачи является коаксиальный кабель. Есть два основных вида коаксиальных кабелей: 50 Ом – среднечастотный (для цифровой передачи) и 75 Ом – широкополосный (для аналоговой передачи).

Со среднечастотным кабелем вполне достижима скорость в несколько Гбит/с при длине в 1–2 км. При большем расстоянии нужны промежуточные

усилители. Эти кабели широко использовались для соединения АТС. В настоящее время заменяются оптоволоконными линиями.

Второй вид коаксиальных кабелей используется в телевидении.

В компьютерных сетях, где используется аналоговая передача данных, данные передаются с частотой 300 МГц (и даже 450 МГц) на расстояние до 100 км. При цифровой передаче сигналов это расстояние много короче. При использовании аналоговой передачи цифровых данных каждое устройство в сети должно иметь преобразователь из аналоговой формы в цифровую и наоборот. В зависимости от особенностей устройства этих преобразователей скорость 1 бит/с отнимает примерно 1 Гц пропускной способности. Существуют способы передачи нескольких бит/с за 1 Гц, но они требуют высокой частоты и сложных методов модуляции.

Обычно широкополосная система разбивается на несколько каналов по 6 МГц, которые используются для передачи телевизионных сигналов, высококачественного звука и данных.

Существенное различие между среднечастотным кабелем и широкополосным в том, что широкополосный кабель имеет большую протяженность и требует промежуточных усилителей. Промежуточные усилители пропускают сигналы только в одном направлении. Для решения этой проблемы существует два вида систем: двухкабельные и однокабельные.

В двухкабельных системах один кабель используется для входящего потока, а другой – для исходящего. В однокабельных системах полоса частот разделяется между входящим и исходящим трафиками. Низкая полоса частот используется для передачи данных от компьютера к ретранслятору, который сдвигает их в сторону высоких частот и передает другим.

Оптоволоконные системы

Для использования оптической связи нужен источник света, светопроводящая среда и детектор, преобразующий световой поток в электрический ток. На одном передающем конце находится источник света, световой импульс проходит по тонкому светопроводящему волокну и попадает на детектор, который выдает электрический импульс.

Существуют многоканальные и одноканальные шнуры, скорость передачи сигнала по одноканальному гораздо выше и достигает нескольких Гбит/с.

Оптоволоконно изготавливают из стекла высокой очистки. Затухание оптического сигнала в стекле зависит от длины волны источника света. Затухание измеряется в дБ и вычисляется по формуле

$$10\log_{10}(T_r/R_c),$$

где T_r – мощность передаваемого сигнала;

R_c – мощность получаемого сигнала.

Как видно из этой формулы, при падении мощности сигнала в два раза затухание будет равно 3 дБ. Затухание меньше всего в инфракрасной части спектра. Для передачи используются три частоты: 0,85; 1,30 и 1,55 мкм. Две последние имеют потери менее 5 % на 1 км. Частота 0,85 мкм хороша тем, что лазерный источник света и электронику для него делают из одного и того же материала – арсенида галлия. Все три полосы имеют пропускную способность от 25 000 до 30 000 ГГц.

Другую проблему при использовании оптоволокна дает дисперсия: по мере распространения исходный световой импульс теряет начальную форму и размеры. Величина этих искажений также зависит от длины волны. Одно из возможных решений – увеличить расстояние между соседними сигналами, но это сократит скорость передачи. Другое решение – генерировать форму сигнала в некоторой специальной форме, при этом дисперсионные эффекты почти исчезают и сигнал можно передавать на тысячи километров. Сигналы в этой специальной форме называются *силитонами*.

Оптоволоконный кабель состоит из сердечника из сверхпрозрачного оптоволокна. В одноканальном кабеле сердечник имеет толщину 8–100 мкм, в многоканальном – около 50 мкм. Сердечник окружен стекловолокном с низким коэффициентом рефракции, сокращающим потери света через границу сердечника. Сверху все покрыто защитным пластиком.

Такой кабель прокладывают и под землей, и под водой. Соединяют его электрически с помощью специальных коннекторов или механически, прижимая один край к другому или сваривая оба конца.

В качестве источников света используют светодиод и полупроводниковый лазер. С помощью специальных интерферометров эти источники света можно настроить на нужную длину волны. На принимающем конце стоит фотодиод, работающий со скоростью 1 ГГц, т. е. около 1 Гбит/с.

С помощью оптоволокна можно строить как локальные сети, так и сети большего масштаба. Подключение к оптоволоконной сети более сложное, чем к сети Ethernet. Примером такого включения является сеть типа «кольцо», представляющая собой цепочку соединений типа «точка – точка».

Существует два типа подключений: пассивное и активное. Пассивное состоит из светодиода или лазера и фотодиода. Сигнал, принятый через фотодиод, передается компьютеру или транслируется дальше. Это абсолютно надежное соединение. Выход из строя любого из его компонентов не нарушает связь по кольцу, а лишь блокирует работу отдельного компьютера.

Активное подключение содержит промежуточный усилитель электрического сигнала. Фотодиод преобразует оптический сигнал в электрический, который усиливается и передается компьютеру и транслируется дальше через светодиод.

Кроме «кольца», возможно соединение типа пассивной «звезды». Все линии, по которым оптический сигнал передается от компьютера, заходят в спе-

циальное устройство пассивной «звезды», сигналы от него воспринимаются по всем линиям, исходящим из этого устройства.

Сравнение медного кабеля и оптоволокна

Оптоволокно позволяет передавать сигнал на большее расстояние без промежуточного усиления (от 30 км и более для оптоволокна и 5 км для меди). Оптоволокно тоньше и легче: 1 км 1000-парного медного кабеля весит 8000 кг, оптоволоконная пара аналогичной пропускной способности и длины – 100 кг, оптоволокно трудно обнаружить (оно не излучает), а следовательно, найти и повредить; оптоволокно инертно к электромагнитным воздействиям, радиации; ему не страшны нарушения питания, агрессивная химическая среда; оптоволокно сложнее монтировать, работа с оптоволокном требует специальной подготовки инженеров, которая пока не столь распространена; подключение к оптоволокну дороже, чем подключение к витой паре.

Беспроводные каналы связи

В настоящее время широко развиваются беспроводные системы передачи данных: Bluetooth и Wi-Fi. Bluetooth поддерживает обмен информацией между устройствами ввода/вывода, ПК и телефонами. Скорость передачи данных составляет 128 Кбит/с при дальности до 10–20 м, что сильно ограничивает применение таких систем. Кроме того, относительно небольшая защищенность также требует дальнейшего усовершенствования.

Wi-Fi-сети содержат не менее одной точки доступа и не менее одного клиента. Точка доступа – устройство, подключенное к витой паре, которое на некотором расстоянии создает область высокочастотного поля. Клиент, находясь в этом поле, может подключиться к данной точке. Скорость передачи данных достигает 300 Мбит/с, область покрытия до 200 м.

Wi-Fi обладает следующими достоинствами:

- позволяет развернуть сеть без прокладки кабеля там, где нельзя его проложить, например вне помещений и в зданиях, имеющих историческую ценность;
- позволяет иметь доступ к сети мобильным устройствам;
- широко распространены на рынке компьютерной продукции; гарантируется совместимость оборудования между собой;
- мобильность;
- в пределах зоны Wi-Fi в сеть Интернет могут выходить несколько пользователей с компьютеров, ноутбуков, телефонов и т. д.;
- излучение от Wi-Fi-устройств в момент передачи данных на порядок меньше, чем у сотового телефона.

К недостаткам можно отнести снижение уровня сигнала при удалении или появлении крупных преград, сильную «засоренность» частоты сигнала (2,4 ГГц), относительно слабую защищенность некоторых способов шифрования.

Радиопередача

Особенности радиопередачи:

- просто генерировать;
- легко принимать;
- хорошо распространяется во всех направлениях;
- хорошо принимается как внутри помещения, так и снаружи;
- низкочастотные волны хорошо преодолевают преграды, но требуют много энергии, они затухают пропорционально $1/r^3$ от источника;
- высокочастотные волны хуже огибают препятствия (например, даже дождь является серьезной помехой для них); они интерферируют с излучениями от других электрических приборов.

Микроволновая передача

При частоте выше 100 МГц волна распространяется в строго определенном направлении и может быть сфокусирована с помощью параболической антенны. До появления оптоволоконной радиорелейная связь составляла основу телефонных систем на больших расстояниях. На определенном расстоянии друг от друга ставили башни с ретрансляторами. Высота башни зависела от расстояния и мощности передатчика. Обычно 100-метровая башня покрывает расстояние в 80 км.

Микроволны плохо проходят сквозь здания, так же как и низкочастотные волны. Кроме этого, из-за рефракции в нижних слоях атмосферы они могут отклоняться от прямого направления, при этом увеличивается задержка и нарушается передача. Передача на этих частотах зависит также от погоды. Обычно операторы держат определенный частотный резерв на случай подобных нарушений и переключаются на резервные частоты при необходимости.

Стремление увеличить пропускную способность канала заставляет использовать более высокие частоты, например 10 ГГц. Однако здесь возникает очень серьезная проблема: начиная с частоты 8 ГГц, волны поглощаются водой и, в частности, дождем. Единственный выход из положения в случае дождя – изменить маршрут передачи и обойти область дождя.

На сегодняшний день микроволновый диапазон широко используется в сотовой телефонии, телевидении и других приложениях. Одно из главных достоинств микроволнового диапазона – отсутствие кабелей. Достаточно арендовать небольшую площадку земли (около 100 м²), установить башню-ретранслятор и

так через каждые 50 км. Это особенно дешево в условиях гор, труднопроходимой местности, где прокладка кабеля затруднена. Это справедливо и в городе, где земля дорогая, а коммуникации прокладывать очень сложно.

Есть несколько частотных полос, которые можно использовать свободно без специального разрешения. В этих диапазонах работают микроволновые печи, радиотелефоны, радиоуправляемые двери и т. п. Эти частоты также используются для сетевых целей на небольших расстояниях.

Инфракрасные и миллиметровые волны

Инфракрасное излучение и излучение в миллиметровом диапазоне используются на небольших расстояниях в блоках дистанционного управления. Основной недостаток излучения в этом диапазоне – оно не проходит через преграду.

Этот недостаток одновременно является преимуществом, когда излучение в одной комнате не интерферирует с излучением в другой. На эту частоту не надо получать разрешение. Такой канал используется для передачи данных внутри помещений.

Видимое излучение

Видимый диапазон также используется для передачи. Обычно источником света является лазер. Монохромное когерентное излучение легко фокусируется. Однако дождь или туман затрудняют передачу. Передачу способны испортить даже конвекционные потоки на крыше, возникающие в жаркий день.

Контрольные вопросы

1. Задачи АСУ.
2. В чем заключается расчет пропускной способности АСУ?
3. Структура АССОУПО.
4. Перечислите технические средства АССОУПО.
5. Характеристики магнитных носителей, витой пары, коаксиального кабеля, оптоволоконного кабеля. Их достоинства и недостатки.
6. Перечислите виды беспроводных каналов связи.

8. ЭКСПЛУАТАЦИЯ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ КОМПЛЕКСА ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ

Эксплуатация комплекса программно-технических средств автоматизированных систем – комплекс организационно-технических мероприятий, обеспечивающих функционирование комплекса программно-технических средств автоматизированных систем в соответствии с требованиями эксплуатационно-технической документации.

Техническое обслуживание программно-технических средств автоматизированных систем – комплекс работ для поддержания исправности и работоспособности аппаратуры комплекса программно-технических средств автоматизированных систем при ее подготовке к использованию и в процессе применения по назначению, а также при хранении и транспортировании.

8.1. СТРУКТУРА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

Техническое обслуживание включает в себя следующие профилактические мероприятия:

1. При обесточенной аппаратуре:

а) разборку, осмотр состояния креплений, паяк и монтажа;

б) чистку элементов и блоков, замену смазки;

в) проверку качества изоляции монтажа, кабелей, проверку утечки конденсаторов;

г) проверку надежности срабатывания контактов и реле.

2. При испытании аппаратуры под током:

а) проверку и подбор режимов работы;

б) проверку работоспособности элементов и узлов при различных режимах;

в) регулировку и настройку отдельных параметров элементов и узлов.

3. При контроле функционирования аппаратуры:

а) контроль работоспособности при различных режимах работы;

б) комплексную отладку и проверку основных параметров в целом.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

8.2. Ввод средств и систем в эксплуатацию

Для приемки в эксплуатацию поступающих в подразделение ФПС средств связи начальником управления создается постоянно действующая комиссия. Комиссия создается из представителей службы связи и подразделений ФПС, в которые передаются эти средства.

В течение 20 суток с момента поступления средств связи комиссия обязана проверить комплектность, произвести измерения входных и выходных параметров средств связи на соответствие ТУ без вскрытия опломбированных узлов аппаратуры.

Результаты работы комиссии оформляются актом. Одновременно с актом приемки утверждается распределение средств связи по подразделениям ФПС.

Некомплектные и неисправные средства связи выдаче в подразделения ФПС не подлежат.

Средства связи, не требующие выполнения монтажных работ, считаются введенными в эксплуатацию с момента выдачи их в подразделения, а средства, требующие производства монтажных и наладочных работ, считаются введенными в эксплуатацию с момента утверждения акта о приемке и вводе в эксплуатацию.

Введенные в эксплуатацию средства связи закрепляются за ответственными лицами под расписку в журнале.

Лица, за которыми закреплены средства связи, несут полную ответственность за их сохранность, комплектность, техническое состояние и готовность к действию.

К самостоятельной эксплуатации средств связи допускается личный состав подразделений ФПС, имеющий специальную подготовку, знания материальной части, правил эксплуатации и мер безопасности, а также имеющий практические навыки в работе на средствах связи и их обслуживании.

Проверка знаний, практических навыков и определение возможности допуска личного состава подразделений к самостоятельной эксплуатации средств связи производится ежегодно квалификационной комиссией местного гарнизона, в состав которой включается представитель службы связи.

8.3. КАТЕГОРИРОВАНИЕ И СПИСАНИЕ ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ

Программно-технические средства автоматизированных систем в зависимости от сроков их эксплуатации, степени расхода ресурса и потребности в его восстановлении подразделяются на следующие категории:

- первая – новые, не бывшие в эксплуатации, отвечающие всем требованиям ТУ;
- вторая – находящиеся в эксплуатации, а также прошедшие ремонт и отвечающие всем требованиям ТУ;
- третья – требующие среднего ремонта, устранения неисправностей в электрических цепях и блоках;
- четвертая – требующие капитального ремонта с полной разборкой и заменой крупных узлов и блоков;
- пятая – негодные, восстановление которых невозможно или нецелесообразно.

Техническое освидетельствование средств связи по установлению категории производится:

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

Для технического освидетельствования средств приказом начальника управления назначается комиссия, которая обязана:

- проверить комплектность;
- определить техническое состояние и категорию;
- установить продолжительность фактического нахождения в эксплуатации, количество проведенных ремонтов;
- составить акт технического состояния.

Перевод средств связи из первой категории во вторую при вводе их в эксплуатацию указывается в приказе начальника управления о закреплении средств за подразделениями.

Перевод в третью или четвертую категорию, продление срока эксплуатации отражаются в акте технического состояния, который утверждается начальником управления.

Истечение установленного срока эксплуатации того или иного средства связи не может служить основанием для его списания, если оно по своему техническому состоянию пригодно для дальнейшего использования по прямому назначению.

Контрольные вопросы

1. Структура технического обслуживания.
2. Опишите порядок ввода средств и систем связи в эксплуатацию.
3. Перечислите категории программно-технических средств автоматизированных систем.
4. Опишите порядок перевода программно-технических средств из одной категории в другую.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данное учебное пособие представляет собой необходимый минимум знаний, требуемых для работы инженера по специальности «Пожарная безопасность» в рамках дисциплины «Автоматизированные системы управления и связь». Рассмотрены основы проводной связи, радиосвязи, требования, предъявляемые к автоматизированным системам управления связью, примеры существующих систем и структура технического обслуживания таковых.

Несмотря на это, отсутствуют материалы по современным средствам связи в пожарной охране ввиду постоянного совершенствования аппаратуры. Данная проблема может быть предложена для самостоятельного изучения, а также использована в качестве темы для реферата.

Для более детальной проработки вопросов, затронутых в данном пособии, следует обратиться к литературе из библиографического списка, а также воспользоваться материалами, представленными в сети Интернет.

Неотъемлемой частью комплексного подхода к изучению рассматриваемой дисциплины является изучение основ электротехники и электроники. Имея запас знаний по данным предметам, студент будет легче осваивать материал учебного пособия, а в силу того, что современные технологии постоянно развиваются, объем знаний будет только расширяться, знания станут более специализированными.

Авторы надеются, что учебное пособие будет полезно студентам при освоении дисциплины «Автоматизированные системы управления и связь», а также специалистам при работе с реальными системами в пожарных частях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Приказ № 700 МВД России от 30 июня 2000 г. «Об утверждении Наставления по службе связи Государственной противопожарной службы Министерства внутренних дел Российской Федерации». – М. : МВД России, 2000. – 133 с.
2. Автоматизированные системы управления и связь : учебник / В.И. Зыков [и др.] ; под общей ред. В.И. Зыкова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Академия ГПС МЧС России, 2006. – 667 с.
3. Шаровар, Ф.И. Автоматизированные системы управления и связь в пожарной охране / Ф.И. Шаровар. – М. : Радио и связь, 1987. – 304 с.
4. Денисова, Л.А. Системы автоматизированного управления : учеб. пособие / Л.А. Денисова, Е.М. Раскин. – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2010. – 79 с.
5. Юдин, В.А. Системы управления с ЭВМ : конспект лекций для дистанц. форм обучения / В.А. Юдин. – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2006. – 36 с.
6. Телекоммуникации : пер. с англ. Д. Харламова / М. Мур [и др.]. – СПб. : БХВ-Петербург, 2003. – 622 с.
7. Максимов, Н.В. Современные информационные технологии : учебник / Н.В. Максимов, Т.Л. Партыка, И.И. Попов. – М. : Форум, 2008. – 511 с.
8. Олифер, В.Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы : учебник / В.Г. Олифер, Н.А. Олифер. – СПб. : Питер, 2006. – 957 с.
9. Олифер, В.Г. Основы сетей передачи данных : курс лекций / В.Г. Олифер, Н.А. Олифер. – М. : Интернет-Ун-т Информ. Технологий, 2003. – 246 с.
10. Смелянский, Р.Л. Компьютерные сети. В 2 т. Т. 1. Системы передачи данных / Р.Л. Смелянский. – М. : Издательский центр «Академия», 2011. – 304 с.
11. Беспроводные технологии от последней мили до последнего дюйма : учеб. пособие / М.С. Немировский [и др.] ; под ред. М.С. Немировского, О.А. Шорина. – М. : Эко-Трендз, 2010. – 400 с.

ПРИНЦИП РАБОТЫ УГОЛЬНОГО МИКРОФОНА

Принцип работы угольного микрофона (рис. П.1.1) основан на изменении сопротивления угольного порошка при приложении механической нагрузки.

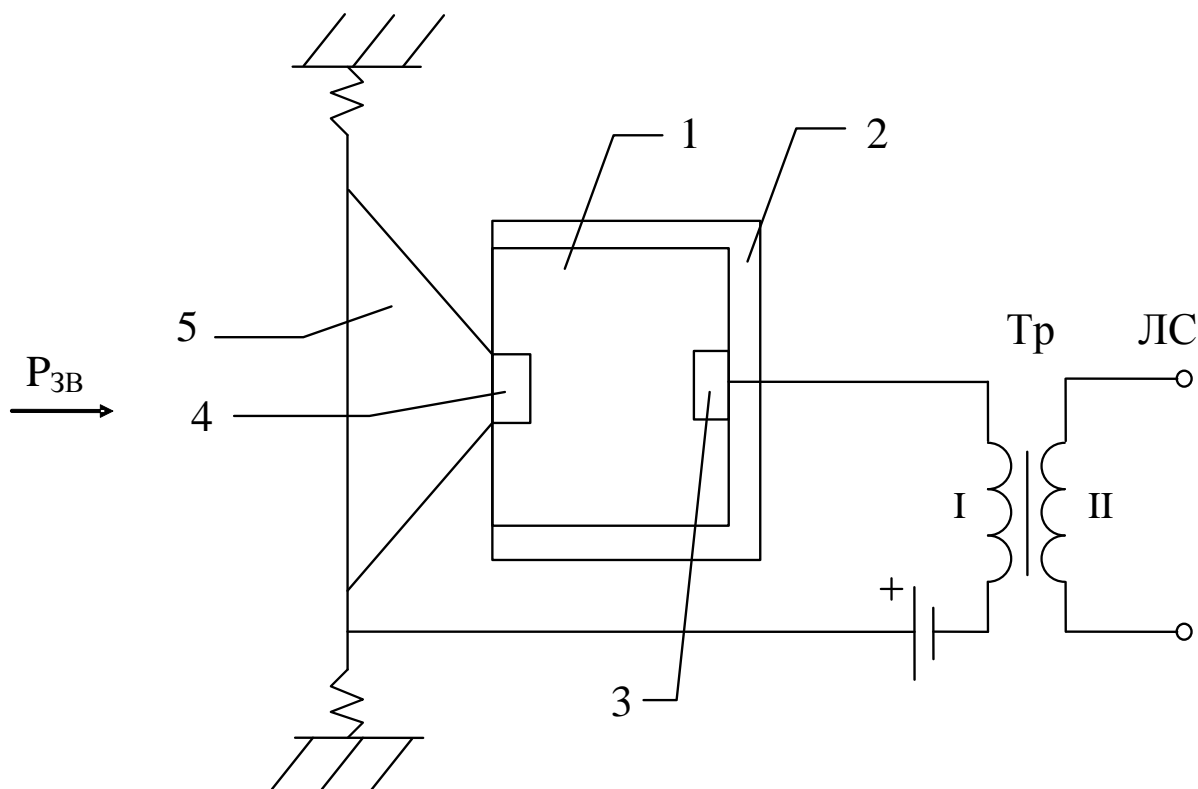


Рис. П.1.1. Схема включения угольного микрофона:
 1 – угольный порошок; 2 – корпус; 3, 4 – неподвижный и подвижный электроды; 5 – мембрана

Звуковые колебания, воздействующие на мембрану, приводят в колебательное движение подвижный электрод, непосредственно воздействующий на угольный порошок, что приводит к изменению его электрического сопротивления. В результате в первичной обмотке трансформатора Tr протекает пульсирующий ток, который возбуждает переменную ЭДС во вторичной обмотке. Далее сигнал по линиям связи ЛС поступает в приемник.

ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ТЕЛЕФОНА

Принцип действия электромагнитного телефона (рис. П.2.1) основан на воздействии переменного электромагнитного поля на металлическую пластинку.

При отсутствии переменного тока в обмотках катушек на мембрану действует сила

$$F_0 = k\Phi_0^2,$$

где k – конструктивная постоянная;

Φ_0 – магнитный поток, создаваемый постоянным магнитом.

При протекании переменного тока в обмотках катушек на мембрану будет действовать сила (рис. П.2.2)

$$F_1 = F_0 + k(\Phi_M \sin(\omega t))^2,$$

где Φ_M – амплитудное значение переменного магнитного потока.

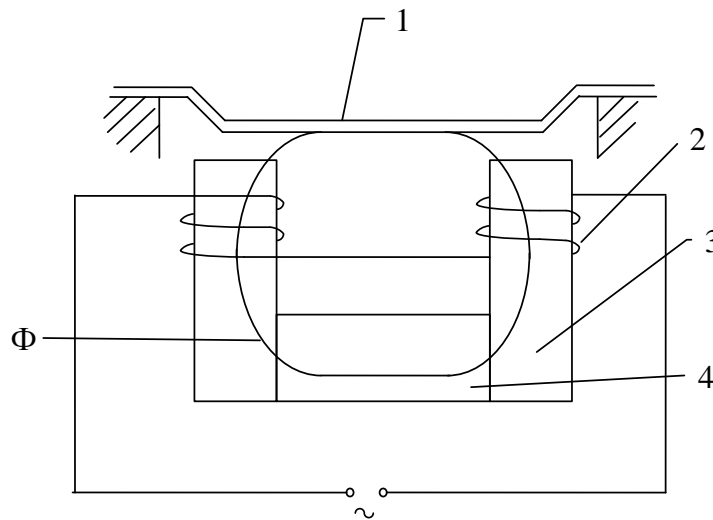


Рис. П.2.1. Устройство электромагнитного телефона:
1 – мембрана; 2 – катушка; 3 – сердечник; 4 – постоянный магнит

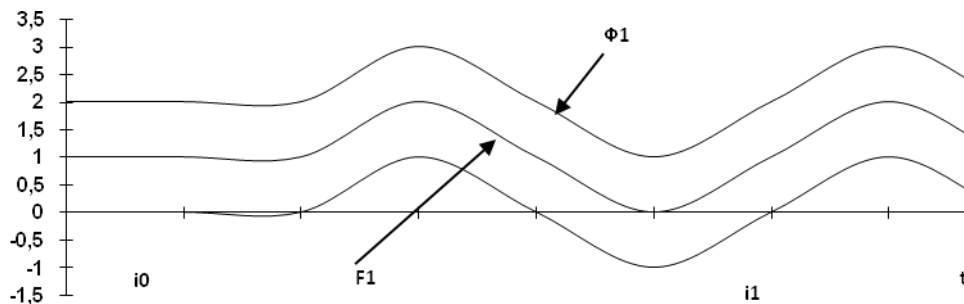


Рис. П.2.2. Временные диаграммы работы электромагнитного телефона

СПОСОБЫ ПИТАНИЯ МИКРОФОНОВ

В схеме с местным питанием (рис. П.3.1) величина тока не зависит от длины и сопротивления линии связи. Напряжение местных батарей составляет 1,5–3 В.

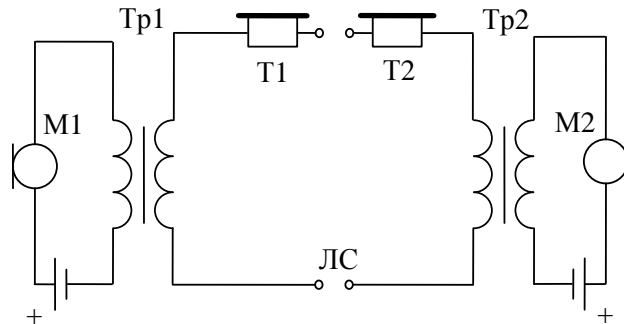


Рис. П.3.1. Микрофон с местным питанием

Применение трансформаторов позволяет согласовать сопротивление микрофонов с сопротивлением линии связи для обеспечения максимальной мощности. Последнее условие выполняется при

$$R_m = n^2 Z_{лс},$$

где n – коэффициент трансформации ($n = w_1/w_2$);
 $Z_{лс}$ – входное сопротивление линии связи,

откуда
$$n = \sqrt{\frac{R_m}{Z_{лс}}}.$$

Наличие местных батарей затрудняет эксплуатацию, поэтому наиболее распространены системы с центральной батареей (ЦБ) (рис. П.3.2).

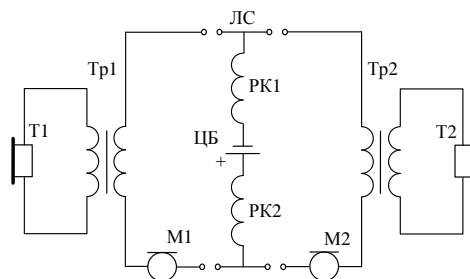


Рис. П.3.2. Микрофон с центральным питанием:
 РК – реактивные катушки

Питание микрофонов осуществляется через РК1 и РК2, обладающие большой индуктивностью и, следовательно, имеющие высокое сопротивление переменному току (сигналам, передаваемым по ЛС от передатчика к приемнику). Кроме того, РК имеют малое сопротивление постоянному току от ЦБ.

Приведенные схемы практически не используются вследствие того, что в каждом телефоне прослушиваются голоса обоих абонентов (местный эффект).

ПРОТИВОМЕСТНЫЕ СХЕМЫ ТЕЛЕФОННЫХ АППАРАТОВ

В схеме мостового типа (рис. П.4.1) две секции вторичной обмотки, балластное сопротивление, сопротивление линии связи образуют уравновешенный мост. Суммарный ток, протекающий через телефон Т, будет равен нулю только при условии: $Z_1 Z_n = Z_2 Z_6$.

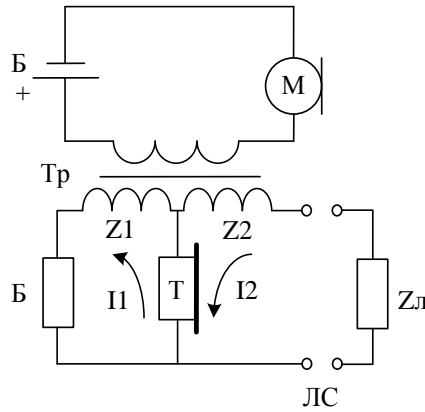


Рис. П.4.1. Схема мостового типа

Из-за трудности обеспечения данного соотношения в реальных условиях наибольшее распространение получила компенсационная схема (рис. П.4.2). В данной схеме обмотка III имеет направление витков, обратное по отношению к обмоткам I и II. Разговорный ток, создаваемый микрофоном М, проходит по двум цепям: местной и линейной.

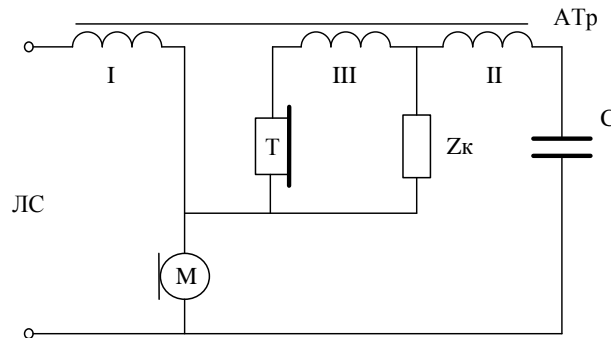


Рис. П.4.2. Схема компенсационного типа

В местной цепи основная составляющая переменного тока пойдет по активной (а не по индуктивной) ветви, как имеющей минимальное сопротивление. Таким образом, разговорный ток, проходя по обмоткам I и II, создает в сердечнике автотрансформатора переменный магнитный поток $\Phi = \Phi_1 - \Phi_2$, в результате чего в обмотке III будет индуцироваться ЭДС. Для зануления тока, проходящего через телефон Т, необходимо, чтобы эта ЭДС полностью компенсировалась падением напряжения на Z_k . Во время приема разговорный ток проходит по обмоткам I и II в одном направлении, следовательно $\Phi = \Phi_1 + \Phi_2$ наведет в обмотке III ЭДС значительной величины, что вызовет протекание разговорного тока через Т.

ПАРАМЕТРЫ АНТЕННО-ФИДЕРНЫХ СИСТЕМ

Выделяют шесть основных параметров антенно-фидерных систем.

1. Коэффициент направленного действия Кнд.

Показывает, во сколько раз необходимо увеличить мощность излучения при переходе от направленной антенны к ненаправленной, чтобы сохранить неизменной напряженность поля в пункте приема. При этом за ненаправленную принимают воображаемую антенну, равномерно излучающую во все стороны.

2. Коэффициент усиления антенны Ку.

Показывает, во сколько раз необходимо увеличить мощность передатчика при переходе от направленной антенны к ненаправленной, чтобы сохранить неизменной напряженность поля в пункте приема:

$$K_u = K_{нд} \cdot \eta.$$

3. Коэффициент полезного действия антенны.

Равен отношению излучаемой мощности к мощности, подводимой к антенне:

$$\eta = \frac{P_{\Sigma}}{P_A} = \frac{R_{\Sigma}}{R_{\Sigma} + R_n},$$

где R_{Σ} – сопротивление излучения (характеризует эффективность преобразования тока высокой частоты в энергию электромагнитных волн);

R_n – сопротивление потерь.

Для увеличения КПД антенны следует увеличивать сопротивление излучения и снижать сопротивление потерь.

Для полуволнового вибратора $\eta = 1$; $K_{нд} = 1,6$; $K_u = 1,5-1,6$.

4. Мощность антенны определяется по формуле

$$P_A = P_{\Sigma} + P_n.$$

5. Входное сопротивление антенны.

Сопротивление на рабочей частоте в точках подключения антенны равно

$$R_{ex} = R_A + X_A,$$

где X_A – реактивное сопротивление антенны.

Ток в антенне будет максимальным, когда $X_A = 0$.

С целью повышения эффективности работы антенна настраивается в резонанс с помощью катушки и конденсатора на частоту сигнала, поступающего с передатчика.

6. Коэффициент бегущей волны:

$$K_{БВ} = \frac{U_{min}}{U_{max}}.$$

ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ СХЕМЫ УЗЛОВ ТЕЛЕФОННОГО АППАРАТА

Принципиальные схемы узлов передатчика представлены на рис. П.7.1. Схема УЗЧ работает следующим образом. Переменный сигнал из микрофона М через разделительный конденсатор С1 подается на базу транзистора Т. При отрицательной полуволне $R_{бэ}$ будет уменьшаться, ток коллектора будет увеличиваться, напряжение на коллекторе будет уменьшаться по абсолютной величине. Изменения напряжений на базе и коллекторе транзистора происходят в противофазе. Усиленное напряжение снимается через разделительный конденсатор С3 и подается на модулятор.

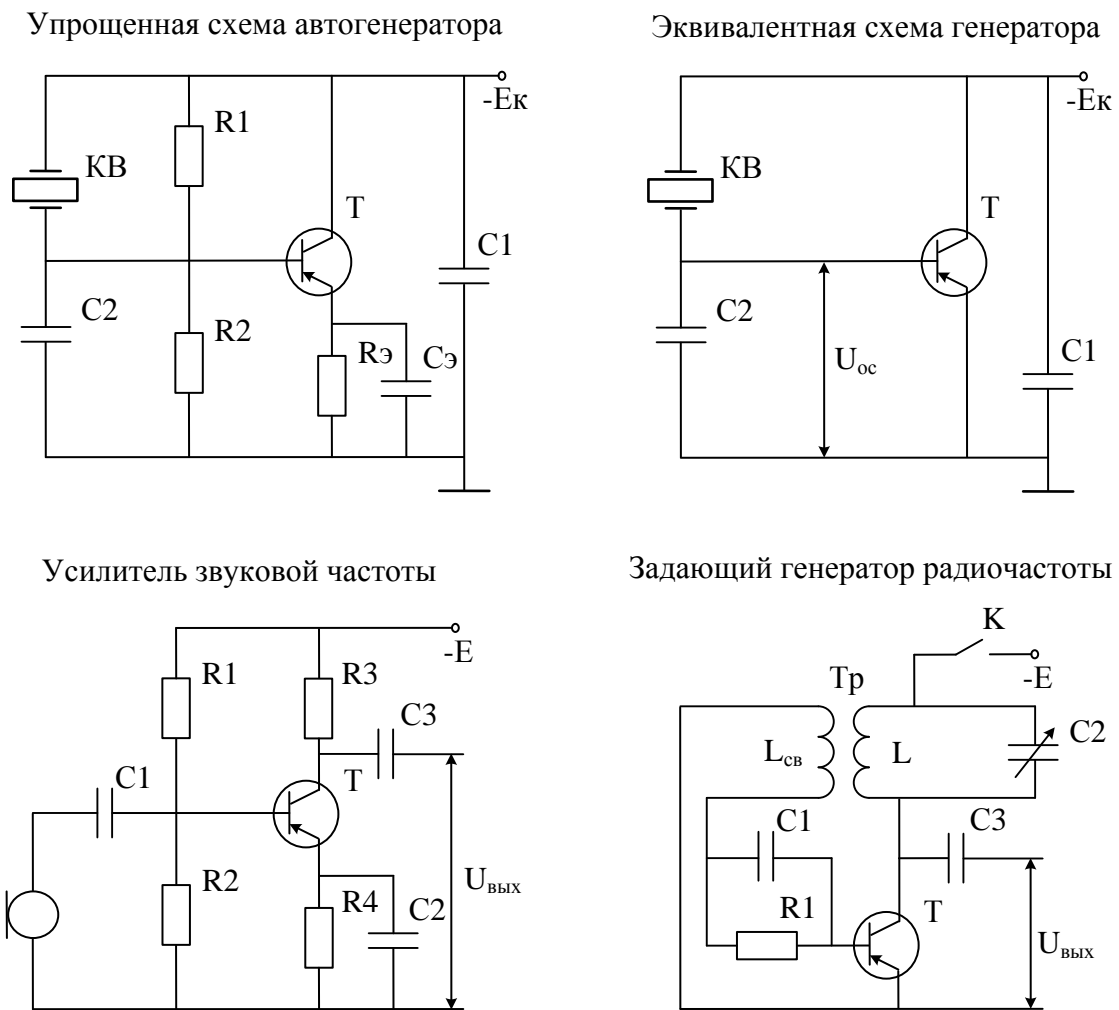


Рис. П.7.1. Принципиальные схемы узлов передатчика

Функционирование задающего генератора радиочастоты происходит следующим образом. Предположим, в начальный момент времени транзистор Т открыт. После замыкания ключа К по цепи «+» ИП, переход КЭ транзистора Т, «←» ИП происходит заряд конденсатора С2. После окончания данного процесса конденсатор начинает разряжаться через катушку индуктивности L, в результате чего создается магнит-

ный поток, пронизывающий витки второй катушки $L_{св}$. Данная катушка подключена таким образом, что на базу транзистора будет подаваться «+», а на эмиттер «-», в результате чего транзистор T будет закрываться, ток через переход КЭ будет также уменьшаться. После полного разряда конденсатора ток в контуре прекратится. Магнитное поле катушки будет уменьшаться, в результате чего в катушке возникнет ЭДС, вызывающая ток обратного направления. Этот ток перезаряжает конденсатор напряжением обратной полярности. Одновременно в катушке $L_{св}$ индуцируется ЭДС противоположной полярности «-» на базу транзистора T , «+» – на эмиттер. С увеличением разности потенциалов на переходе БЭ транзистор будет открываться, ток через него будет увеличиваться, напряжение на переходе КЭ будет падать.

Далее процесс повторяется, и возникает колебательный процесс, определяющийся параметрами колебательного контура L и $C2$.

Для повышения стабильности частоты вырабатываемого напряжения в КВ- и УКВ-радиостанциях используется кварцевая стабилизация.

Схема амплитудного модулятора изображена на рис. П.7.2. На первый вход $U_{возб}$ подаются высокочастотные колебания от генератора высокой частоты. На вход $U_{мод}$ поступают сигналы звуковой частоты от микрофонного усилителя. Собственная частота колебательного контура равна частоте внешнего высокочастотного генератора (на этой частоте контур обладает максимальным сопротивлением для переменной составляющей). Отрицательные волны $U_{мод}$ открывают транзистор T , в результате чего увеличивается высокочастотный ток. Положительные волны способствуют закрытию транзистора и уменьшению коллекторного тока.

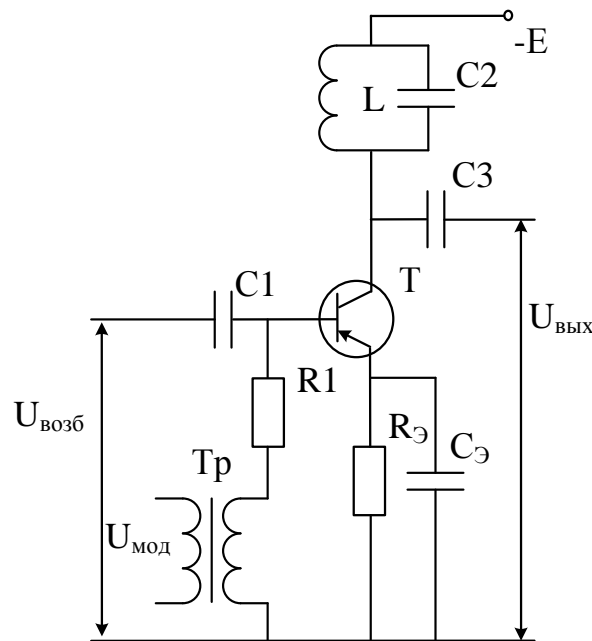


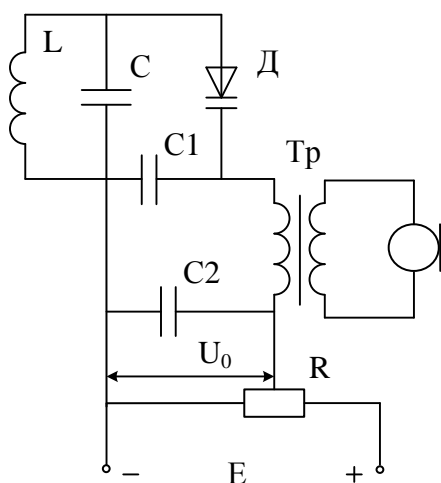
Рис. П.7.2. Схема амплитудного модулятора

Схема частотного модулятора изображена на рис. П.7.3. Работа схемы основана на изменении емкости варикапа под действием приложенного к нему напряжения. Под действием звуковых колебаний на выходе микрофонного трансформатора появ-

ляется переменное напряжение, которое складывается с U_0 . Результирующее напряжение, приложенное к варикапу, вызывает изменение его емкости и, следовательно, эквивалентной емкости колебательного контура. При положительной по отношению к U_0 ЭДС трансформатора емкость варикапа уменьшается, собственная частота контура увеличивается:

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC\varepsilon}}.$$

Схема частотного модулятора



Вольт-фарадная характеристика варикапа

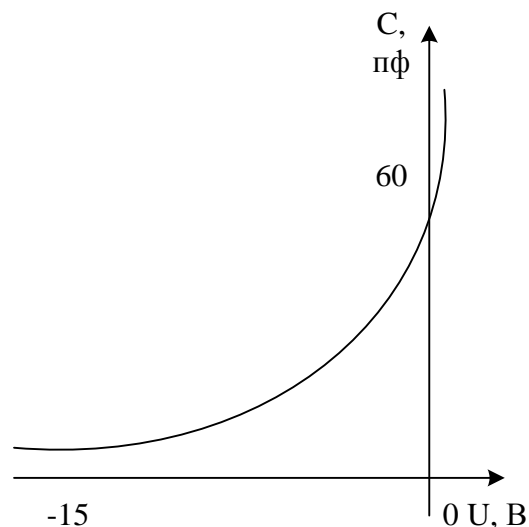


Рис. П.7.3. Схема частотного модулятора

В отрицательный полупериод частота f уменьшается, таким образом происходит процесс частотной модуляции.

Для повышения частоты колебаний в передатчиках используют схемы умножения частоты, представляющие собой колебательные контуры, настроенные на вторую или третью гармонику сигнала, сформированного задающим генератором.

ТАКТИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТАНЦИИ СОС-30М

1. Подключение до 30 прямых абонентских двухпроводных линий от телефонных аппаратов ЦБ или устройств дуплексных переговорных, в том числе 2 линий выделенных абонентов.
2. 5 двухпроводных соединительных линий от РТС системы ЦБ.
3. 5 двухпроводных соединительных линий от РТС системы МБ.
4. Обеспечивает дуплексную громкоговорящую связь с помощью громкоговорителя и микрофона.
5. Телефонная связь с помощью микротелефонов.
6. Дуплексная громкоговорящая и телефонная связь с абонентами станции АТС и РТС системы ЦБ и МБ по соединительным линиям.
7. Циркулярная передача всем абонентам или группе абонентов.
8. Дуплексная громкоговорящая связь оператора одновременно с тремя абонентами.
9. Возможность подключения магнитофонов к обоим рабочим местам пульта.
10. Возможность ведения переговоров двумя операторами одновременно.

Пять абонентских линий подключаются через ПК АТС к учрежденческой АТС. Эти абоненты имеют прямую связь без набора номера. Пять комплектов СЛ являются универсальными, в них могут включаться СЛ от АТС и РТС системы ЦБ и МБ. Два выделенных абонента станции имеют право на связь с другими абонентами и могут вести циркулярную передачу.

Для вызова абонента оператор нажимает соответствующую кнопку (рис. П.8.1), и через С2, С1 и контакты РП2 сигнал тонального вызова поступает на Зв. При снятии трубки абонентом РП2 отключает цепь звонка, а РП1 подключает к линии микротелефонную трубку.

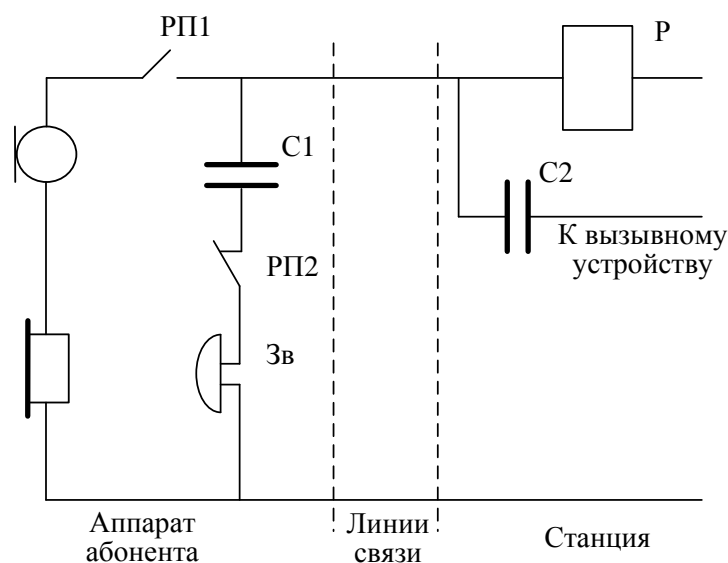












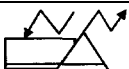


Рис. П.8.1. Схема абонентского комплекта станции оперативной связи

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ СВЯЗИ

Согласно приказу № 700 от 30.06.2000 г. устанавливаются условные графические обозначения технических средств связи.

| Условное графическое обозначение | Описание |
|---|--|
|  | <p>Антенна приемной, передающей, приемо-передающей радиоаппаратуры (изображение на чертежах). Рядом с символом допускается указывать диапазон волн, например: ДМВ, УКВ, КВ и т. д.</p> |
|  | <p>Радиостанция стационарная, радиопередатчик (общее обозначение). Рядом с символом допускается указывать тип станции</p> |
|  | <p>Радиостанция возимая (общее обозначение). Рядом с символом допускается указывать тип станции</p> |
|  | <p>Радиостанция возимая транкинговой сети подвижной связи. Рядом с символом допускается указывать стандарт системы: SmarTrunk II, MPT 1327, LTR и т. п.</p> |
|  | <p>Радиостанция носимая (общее обозначение). Рядом с символом допускается указывать тип станции</p> |
|  | <p>Радиостанция портативная транкинговой сети подвижной связи. Рядом с символом допускается указывать стандарт системы: SmarTrunk II, MPT 1327, LTR и т. п.</p> |
|  | <p>Портативный радиотелефон сотовой сети подвижной связи. Рядом с символом допускается указывать стандарт системы: NMT 450, GSM 900, DAMPS и т. п.</p> |
|  | <p>Носимый (портативный) радиотелефон низкоорбитальной спутниковой системы связи. Рядом с символом допускается указывать тип аппарата и стандарт ССС: Indium, Globalstar и т. п.</p> |
|  | <p>Бесшнуровой радиотелефон. Рядом с символом допускается указывать стандарт системы: DECT, CT 2 и т. п.</p> |
|  | <p>Радиоприемник (общее обозначение). Рядом с символом допускается указывать тип</p> |
|  | <p>Радиоприемник сети персонального радиовызова (пейджер). Рядом с символом допускается указывать тип и стандарт сети ПРВ</p> |
|  | <p>Радиоприемник глобальной спутниковой системы радионавигации (GPS)</p> |
|  | <p>Радиоретранслятор стационарный (общее обозначение). Рядом с символом допускается указывать тип ретранслятора</p> |

| Условное графическое обозначение | Описание |
|---|---|
|  | Ретранслятор базовой станции транкинговой сети подвижной связи (общее обозначение) |
|  | Наземная станция спутниковой связи (общее обозначение) |
|  | Станция тропосферной связи стационарная |
|  | Радиорелейная станция стационарная (два полукомплекта). Рядом с символом допускается указывать тип станции |
|  | Радиорелейная станция стационарная (один полукомплект). Рядом с символом допускается указывать тип станции |
|  | Радиосеть (изображение на схеме организации радиосвязи) |
|  | Радиосеть (изображение на карте или плане местности) |
|  | Радионаправление (изображение на схеме организации радиосвязи) |
|  | Радиорелейная линия (изображение на карте или плане местности) |
|  | Автомобиль связи и освещения пожарный |
|  | Автомобиль штабной пожарный |
|  | Телефонный аппарат без номеронабирателя. Допускается указывать тип |
|  | Телефонный аппарат с номеронабирателем для связи через АТС (ПАТС, УАТС и др.). Допускается указывать тип |
|  | Полевой телефонный аппарат с индуктором (системы МБ). Допускается указывать тип |
|  | Факсимильный аппарат (изображение на схемах) |
|  | Устройство звукозаписи (магнитофон, диктофон) одноканальное (изображение на схемах) |
|  | Устройство звукозаписи (магнитофон) многоканальное (изображение на схемах) |

| Условное графическое обозначение | Описание |
|---|--|
|  СОС-30 | Телефонный коммутатор, концентратор. Под символом указывается тип |
|  | Усилитель низкой частоты промежуточный (под символом указывается тип усилителя) |
|  100У-101 | Усилитель низкой частоты промежуточный. Под символом указывается тип |
|  | Микрофон |
|  | Оконечное устройство громкоговорящей связи. Громкоговоритель |
|  | Автоматическая телефонная станция (ГАТС – городская, РАТС – районная, САТС – сельская) |
|  | Автоматическая телефонная станция (АТС), оборудованная узлом специальной связи (УСС) |
|  | Узел связи (общее обозначение). Внутри символа указывается тип узла (ЦУС, ЦППС, ПСО, ПСЧ и т. п.) |
| Линии проводной связи (изображение на планах и картах местности) | |
|  | Прямая телефонная связь |
|  | Телефонная связь по линиям спецсвязи |
|  | Телефонная связь по городской телефонной сети |
|  | Соединительные линии устройств громкоговорящей связи |

ПЕЙДЖИНГОВЫЙ ПРОТОКОЛ ERMES

Протокол ERMES (European Radio Message System) (рис. П.10.1) был разработан как общеевропейский протокол пейджинговой связи.

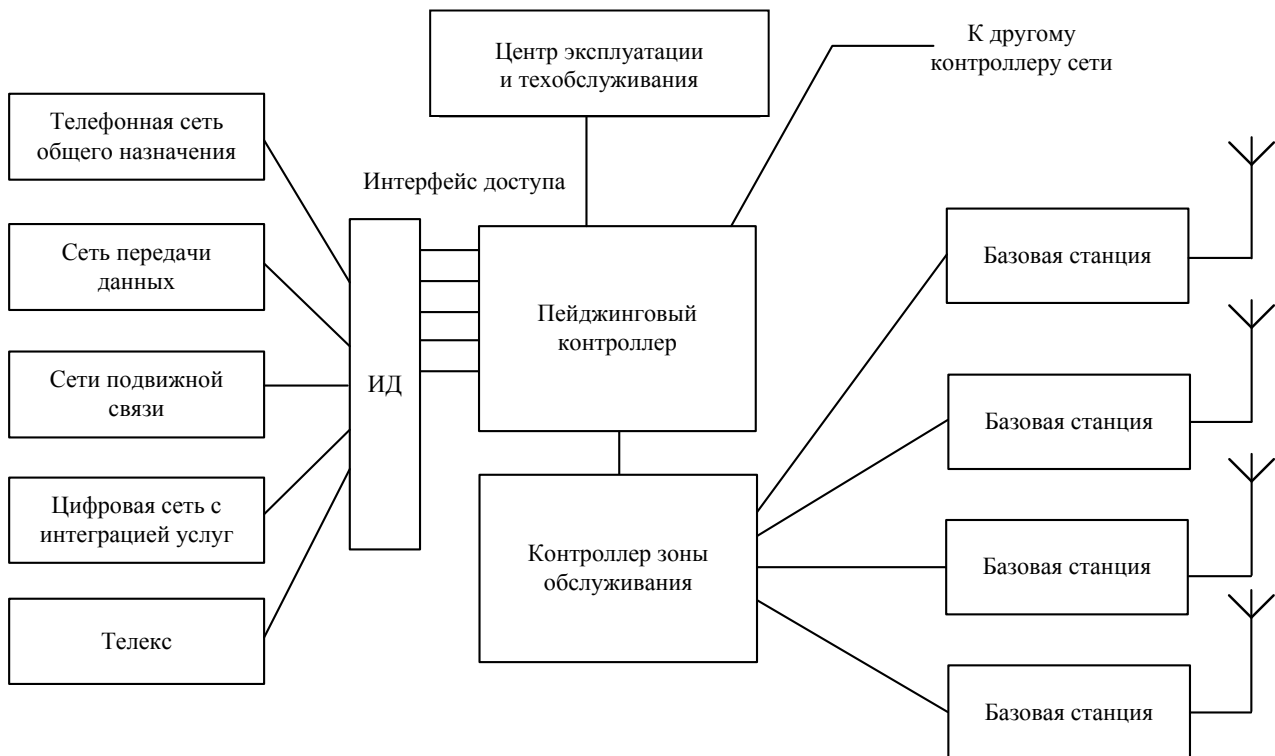


Рис. П.10.1. Организация пейджинговой связи ERMES

Возможности ERMES:

- 1) передача цифровых сообщений длиной 20–1600 знаков;
- 2) передача буквенно-цифровых сообщений длиной от 400 до 9000 символов;
- 3) передача произвольного набора данных объемом до 64 Кбит;
- 4) возможность приема вызова и сообщений одним пейджинговым приемником (пейджером) во всех странах, входящих в ERMES;
- 5) частотный диапазон ERMES 169,4–169,8 МГц, что позволяет организовать 16 радиоканалов с разносом несущих частот 25 кГц;
- 6) структура радиосигнала в ERMES разработана таким образом, что позволяет повысить емкость трафика в 10–15 раз по сравнению с существующими аналоговыми СПРВ;
- 7) скорость передачи информации 6,25 Кбит/с обеспечивается за счет полностью цифрового интерфейса.

Особенностью ERMES является высокая экономичность использования блока питания. Например, при длине сообщения 40 знаков соотношение режимов работы «прием – дежурный прием» может быть равно 1:200 при условии, что на передачу

понадобилось 6 с. Так что при соотношении режимов работы 1:70 и токе потребления приемника 30 мкА время непрерывной работы приемника составляет более 40 недель.

Важным преимуществом ERMES является также высокая помехоустойчивость системы, поскольку предполагается использование помехоустойчивого кодирования (прямой коррекции ошибок) и циклического кода.

Не менее важным достоинством ERMES является расширенный интерфейс доступа всевозможных систем связи к пейджинговой системе.

Расширенный интерфейс доступа позволяет осуществлять переадресацию пейджингового сообщения, приходящего на ваш пейджер, на пейджер другого абонента, или переадресацию звонка на радиотелефон стандарта GSM, в пейджинговую сеть, абонентом которой является владелец радиотелефона.

Также система позволяет осуществить функцию роуминга, т. е. использования пейджера в разных странах, охваченных сетями ERMES.

При этом абоненту достаточно только сообщить оператору о своих планах (месте пребывания), и все сообщения, адресованные на данный пейджер, будут транслироваться по новому адресу.

ЦИФРОВАЯ ТРАНКОВАЯ СИСТЕМА SMARTTRUNK II

Предназначение – построение сложных систем диспетчерской радиосвязи на базе недорогого оборудования диапазонов частот ниже 800 МГц. Транковый протокол использует большинство ведущих мировых производителей оборудования связи, включая фирмы Motorola, Kenwood, Alinco, Yaesu, Standard. Системы на базе SmartTrunk II наиболее эффективны в странах с быстро развивающейся экономикой, где существующая инфраструктура связи не отвечает современным потребностям бизнеса, правительства, населения. Запатентованный протокол SmartTrunk II обеспечивает автоматическое занятие канала и проверку прав пользователя в системах до 16 каналов и количеством абонентов более 4000. Поддерживаются все виды вызовов: с абонентской станции в телефонную сеть, с одной станции на другую, из телефонной сети на абонентскую станцию, работа в группах, экстренные вызовы, режим обычной радиосвязи вне зоны обслуживания системы.

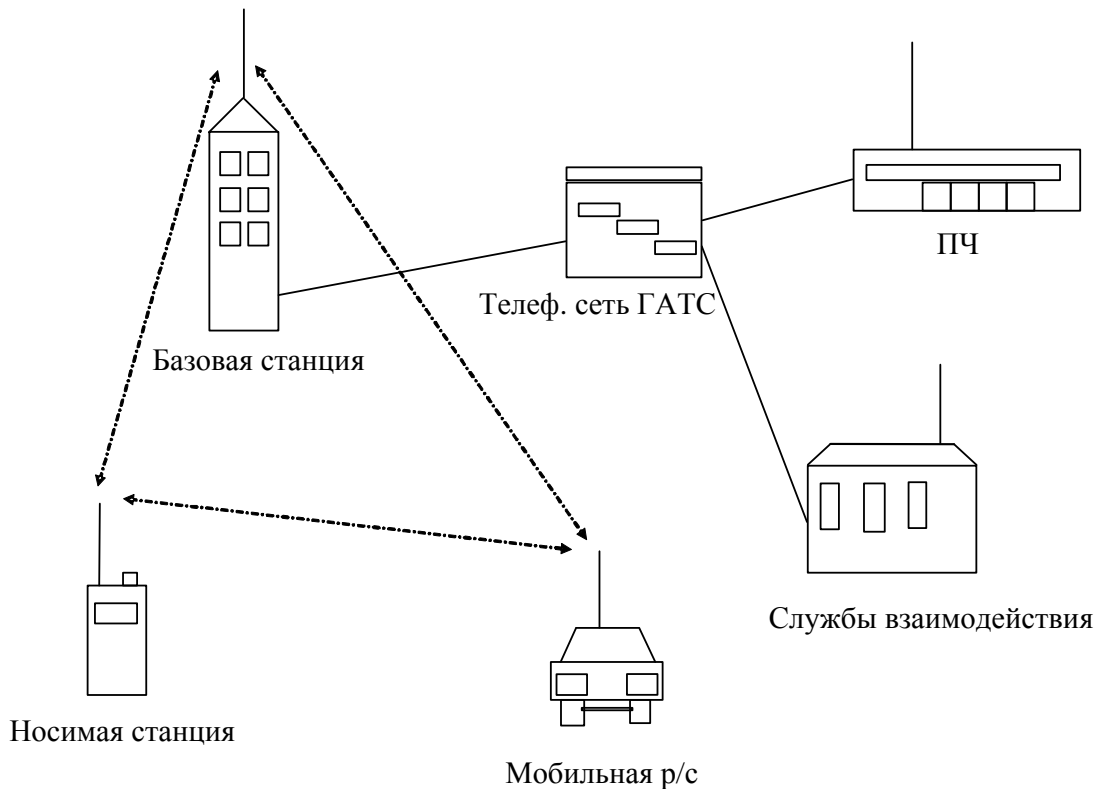


Рис. П.11.1. Структура SmartTrunk II

Основой системы SmartTrunk II является цифровой транковый контроллер, выполняющий все сигнальные и транковые функции, включая проверку абонентов и регистрацию звонков. Контроллер можно подключить к любой полнодуплексной системе и к любому ретранслятору (один контроллер на канал), обеспечив таким образом интерфейс между базовой станцией и телефонной системой или учрежденческой АТС.

Новый цифровой транковый контроллер ST-853 предназначен для более крупных систем (5–16 каналов) и обладает следующими усовершенствованиями:

- 1) последовательная шина передачи данных, соединяющая все контроллеры одной станции;
- 2) объем памяти, рассчитанный более чем на 4000 абонентов;
- 3) более 300 000 вызывных (идентификационных) кодов;
- 4) доступ к программированию всех контроллеров через один канал;
- 5) улучшенная диспетчерская связь;
- 6) возможность шифрования речевого сигнала.

Для меньших систем (1–4 канала) применяется популярный контроллер ST-852, обеспечивающий возможность обслуживания до 1100 абонентов в каждой системе при меньших затратах. Оба контроллера могут обрабатывать как оригинальные сигналы формата SmartTrunk (DTMF – двухтоновые с кратной частотой), так и сигналы формата SmartTrunk II (цифровые).

Ключевым компонентом системы SmartTrunk II является миниатюрная логическая плата, устанавливаемая внутри портативной или мобильной радиостанции. Такие логические платы, обозначаемые ST-865XX или ST-868XX и проектируемые специально для каждой радиостанции, управляют всеми сигнальными и транковыми функциями станции, включая сканирование, работу тангенты и контроль сигнала.

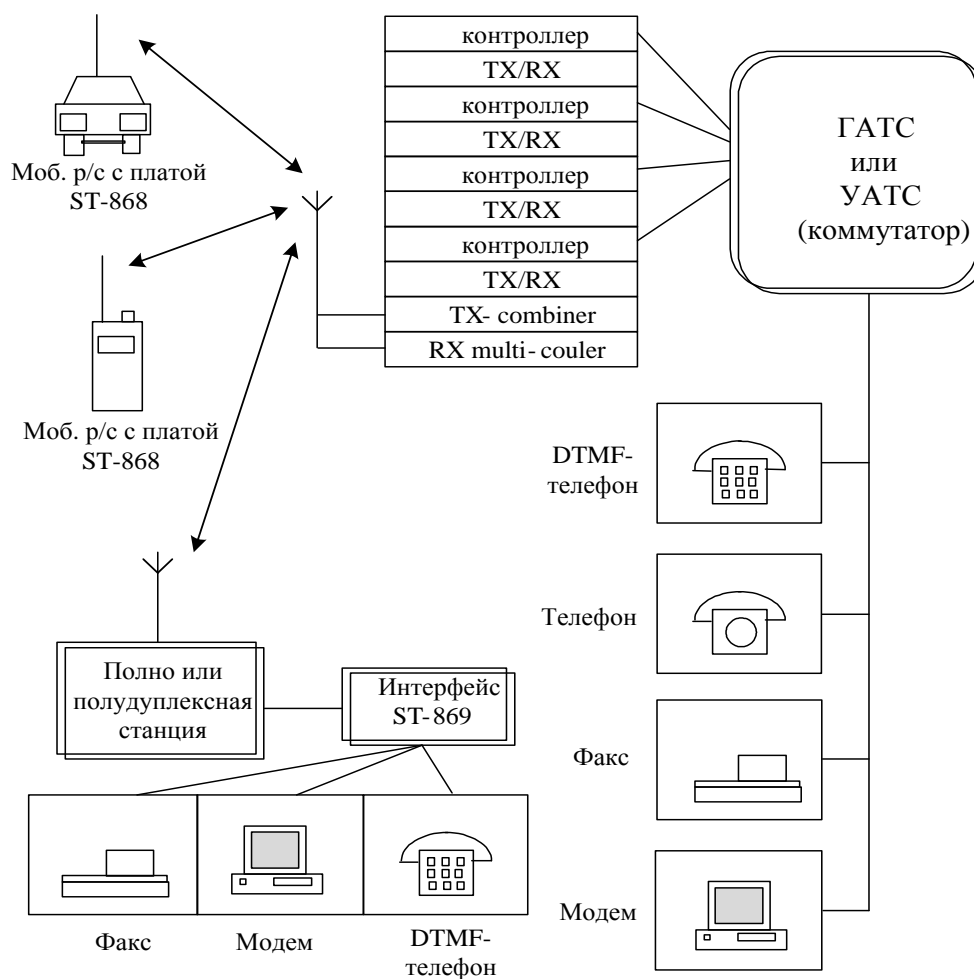


Рис. П.11.2. Функциональная схема 4-канальной системы

Радиотелефонный интерфейсный модуль ST-869 системы SmartTrunk II предназначен для подключения к радиосети SmartTrunk II обычного телефонного аппарата, факса или модема, расположенных в удаленном пункте. Модуль ST-869 содержит полную интерфейсную схему, устанавливаемую между полно- или полудуплексной базовой радиостанцией и стационарным оборудованием (телефоном, факсом или модемом). При использовании с полнодуплексным приемопередатчиком модуль ST-869 обеспечивает в удаленных абонентских пунктах, куда практически невозможно или экономически нецелесообразно проводить телефонный кабель, все функции телефонной системы.

Разновидности звонков в SmartTrunk II:

- 1) радиоабонент – телефон;
- 2) телефон – радиоабонент;
- 3) между радиоабонентами;
- 4) групповой вызов;
- 5) экстренный вызов;
- 6) приоритетный вызов;
- 7) диспетчерский вызов.

Учебное издание

Рысев Дмитрий Валерьевич
Сердюк Виталий Степанович
Храпский Сергей Филиппович

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И СВЯЗЬ

Учебное пособие

Редактор *К. В. Муковоз*

Компьютерная верстка *О. Г. Белименко*

Сводный темплан 2013 г.

Подписано в печать 28.02.13. Формат 60×84 ¹/₁₆. Отпечатано на дупликаторе.

Бумага офсетная. Усл. печ. л. 8,25. Уч.-изд. л. 8,25.

Тираж 50 экз. Заказ 157.

Издательство ОмГТУ. 644050, г. Омск, пр. Мира, 11; т. 23-02-12
Типография ОмГТУ.