

**Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное Государственное бюджетное образовательное
учреждение
высшего профессионального образования
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВПО «МГСУ**

КАФЕДРА ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Дисциплина: Автоматизированные системы управления и связь.

Лекция для дистанционной формы обучения студентов-заочников

Тема: Информационные основы связи

Москва 2011

ВВЕДЕНИЕ

Одним из важных направлений подъема экономики народного хозяйства России, повышения эффективности общественного производства является широкое внедрение автоматизации производственных процессов и процессов управления во всех сферах деятельности людей.

Автоматизация управления в любой области способствует повышению производительности труда, а также улучшению условий работы. Она обеспечивает наиболее эффективное выполнение всех функций управления – от сбора, обработки и анализа информации до выработки решений. Автоматизация упрощает и удешевляет управленческий аппарат, позволяет сократить число работников, занятых ведением различных расчетов, освобождает от рутинного труда, создает условия для творческой деятельности.

Научно-технический прогресс вызвал резкое возрастание объема информации, необходимой для принятия обоснованных управленческих решений. Для передачи информации на расстояние необходимы системы связи, использующие как проводные линии связи, так и сети радиосвязи.

В ближайшие годы в Российской Федерации предусмотрено увеличить объем услуг связи на 26-28 процентов. Продолжить развитие и повысить надежность работы единой автоматизированной сети связи страны на базе новейших достижений науки и техники.

Повышение эффективности управления в настоящее время невозможно без использования автоматизированных систем управления. Это целиком относится и к пожарной охране.

В последние годы все шире внедряются автоматизированные системы оперативного управления силами и средствами тушения пожаров. В основе таких систем применяются ЭВМ, обеспечивающие автоматизацию переработки информации и выработки управленческих решений.

Связь же используется, как и прежде, для оперативного обмена информацией между пожарными подразделениями и внешними абонентами. Кроме того, связь обеспечивает передачу информации и при функционировании автоматизированных систем управления.

Эффективное использование всех видов современной связи и вычислительной техники в Государственной противопожарной службе МЧС России возможно лишь при условии овладения инженерно-техническими работниками пожарной охраны определенными теоретическими знаниями, практическими навыками в указанных областях.

В соответствии с Планом создания в 2003-2004 г.г. на территориях субъектов Российской Федерации единых дежурно-диспетчерских служб (единых служб спасения) на базе телефонного номера «01» (далее – План), утвержденным приказом МЧС России от 2.12.2002 г. № 553, региональными центрами по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (далее – региональный центр), органами, специально уполномоченными решать задачи гражданской обороны, задачи по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций, в составе или при органах исполнительной власти субъектов Российской Федерации организовано создание и опытное функционирование единых дежурно-диспетчерских служб на базе телефонного номера «01» (далее – ЕДДС).

В ходе реализации Плана созданы и начато функционирование ЕДДС на территориях всех субъектов Российской Федерации.

В результате выполнения I этапа работ по созданию и опытному функционированию ЕДДС повысились возможности населения по вызову спасательных служб и значительно сократилось время экстренного реагирования спасательных служб на возникающие чрезвычайные ситуации.

ТЕМА I. Электрическая связь, информация, управление, АСУ

1.1. Связь и ее общие характеристики

Электрическая связь предназначена для передачи на расстояние сообщений с помощью электрических сигналов по проводам или без проводов – в виде электромагнитных волн.

Существуют различные виды связи, обеспечивающие передачу (обмен) информации в речевой форме, в алфавитно-цифровой (знаковой) и визуальной формах.

Информация в речевой форме передается с помощью микрофона и воспринимается абонентом через телефон или громкоговоритель.

Информация в алфавитно-цифровой форме передается средствами телеграфной связи. Фототелеграфная связь, являющаяся частным случаем факсимильной связи, обеспечивает передачу информации в геометрической форме с помощью специальных фотоэлектромеханических преобразователей.

При телеграфной связи сообщение представляет собой некоторый текст. Мерой количества сведений, содержащихся в сообщении, может служить количество слов. В телефонной связи количество сведений не определяется только количеством слов: получатель извлекает сведения также из интонации и ритма живой речи. Аналогично и в фототелеграфе: связи воспроизводятся не только слова, но и почерк и сопровождающие текст рисунки.

В таком виде современной связи, как телевидение, количество сведений, содержащихся в изображении, определяется иным способом.

В общем виде связь осуществляется следующим образом. Отправитель подает сообщение, которое поступает на преобразователь и передатчик. Здесь сообщение превращается в электрический сигнал, который передается по линиям связи.

Обратное превращение сигнала в сообщение выполняется приемником. Так, например, текст телеграмм (сообщение) образуется телеграфным аппаратом на передающем конце (передатчиком) в определенную последовательность импульсов электрического тока, которые воздействуют на буквопечатающий аппарат на приемном конце (приемник). Приемник восстанавливает сообщение в виде текста. При этом главным требованием является тождественность (совпадение) принятого и переданного сообщений. На практике выполнить это требование в полной мере не всегда удается из-за наличия искажений.

Передатчик и приемник связаны между собой линией связи, роль которой может выполнять, например, пара проводов или некоторая ограниченная зона пространства, по которой электромагнитные волны распространяются от передатчика к приемнику в случае передачи без проводов.

В приемник, кроме сигнала посланного передатчиком, будут попадать помехи. Помехи бывают как внешние, так и внутренние (например, шум электронных элементов схемы).

Структурная схема связи между двумя абонентами (с учетом вышеизложенного) может быть представлена в виде рис.1.1, где показано прохождение сообщения от отправителя до получателя в одну сторону. Отправитель и получатель не входят в систему связи. Таким образом, в общем виде система связи представляет собой совокупность технических средств (передатчика, линий связи и приемника), обеспечивающих передачу и прием сообщений.

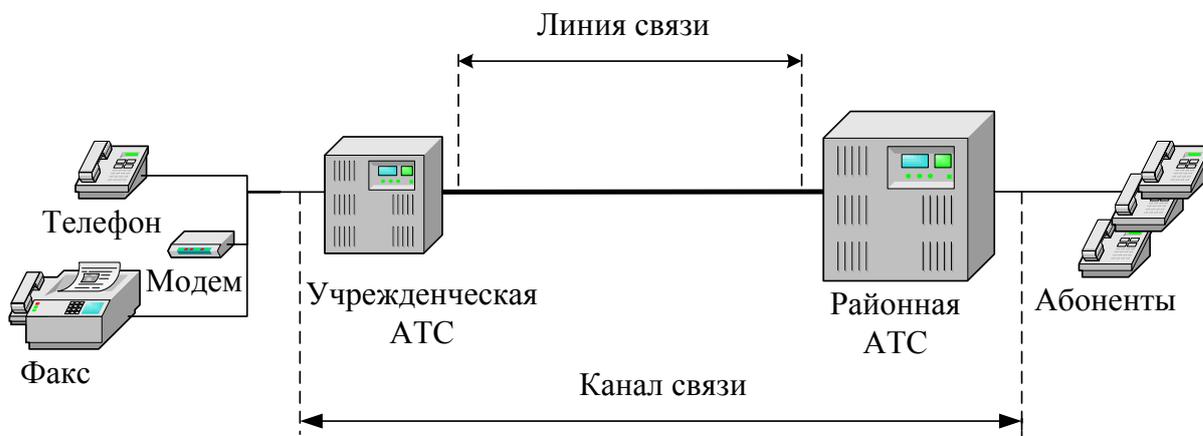


Рис. 1.1. Структурная схема связи между абонентами

Основой связи является структура ее сети, в которой должна быть обеспечена связь между любыми абонентами (1), охваченными сетью. Как

правило, применяют радиальную структуру, в которой абоненты данной территориальной группы соединены линиями с коммутационным узлом (2). Узлы связаны между собой магистральными линиями (3).

Структура сети связи характеризуется расположением узлов и строением сети связи и магистральных линий. Только оптимальная структура сети обеспечивает все требуемые связи с наименьшими затратами. При этом учитывается географическое расположение объектов, их взаимная подчиненность. Кроме того, структура сети должна обеспечивать достаточный запас живучести, т.е. в случае перегрузки или выхода из строя тех или иных участков сети должна предусматриваться возможность направления потока информации по обходным путям.

Характеристика связи

Важной характеристикой связи является достоверность, т.е. степень соответствия принятого сообщения переданному.

Достоверность связи оценивается для различных способов передачи речевых сообщений по сетям телефонной и радио связи является артикуляция (разборчивость). Разборчивость при телефонной связи определяют величиной затухания тракта между абонентами, уровнем шумов и рядом других показателей. При радиосвязи – отношением уровня полезного сигнала к уровню помех и т.д.

На практике применяют общий подход к оценке достоверности связи, суть которого заключается в принятии некоторого уровня верности связи за эталонный, при повышении которого реального улучшения качества приема не происходит. При уровне ниже эталонного резко уменьшается разборчивость, что в свою очередь приводит к увеличению времени передачи информации. Время передачи информации T_n , определяется выражением $T_n = \frac{V_o}{C_o} \cdot Z_k$,

где V_o – исходный объем передаваемой информации;

C_o – скорость передачи информации, соответствующая эталонному уровню верности;

Z_k – увеличение продолжительности передачи информации при уровне верности ниже эталонного (в условиях воздействия вредных факторов).

Для оценки достоверности речевой связи принимается фразовая артикуляция, так как именно фразы содержат в себе законченные мысли.

Второй важной характеристикой связи является ее эффективность, т.е. способность доставки любого сообщения с продолжительностью «чистой» передачи T_n и при определенной величине непроизводительных затрат времени T_n . Можно таким образом характеризовать эффективность сетей связи величиной непроизводительных затрат времени на передачу того или иного сообщения. На этот показатель воздействует ряд случайных факторов: количество поступивших вызовов; свободных и занятых приборов и соединительных путей; поведение абонентов; надежность

аппаратуры и т.д. В связи с этим состояние сети является случайной величиной и описывается случайным числом, равным отношению: $T_n/(T_n+T_n)$.

Эффективность функционирования сети связи может быть выражена через математическое ожидание случайной величины отношения чистого времени переговоров к общему времени доставки информации:

$$E = \sum_{i=1}^n P_i \frac{T_{ni}}{T_{ni} + T_{ni}}$$

где P_i – вероятность появления i -го состояния сети связи; n – число возможных состояний сети; T_{ni} , T_{ni} – соответственно «чистое» время доставки информации от отправителя к получателю и непроизводительные затраты времени в i -м состоянии сети связи.

Эта характеристика является особенно важной для сетей связи в пожарной охране, где требуется обеспечение высокой оперативности в управлении силами и средствами при тушении пожаров.

При $E=1$ непроизводительные затраты времени равны нулю во всех состояниях сети связи и сеть абсолютно эффективна; при $E=0$ передача информации во всех состояниях невозможна.

Приведенные выражения для эффективности системы связи пригодны в тех случаях, когда на время доставки (передачи) информации не накладывается каких-либо ограничений.

В пожарной охране на время доставки информации накладывается ограничение, так как превышение времени заданной величины может привести к ощутимым потерям от пожара. Поэтому такая характеристика системы связи в пожарной охране как оперативность Q – является наиболее важной.

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

$$Q = P[(\dot{O}_i + \dot{O}_i) \leq \dot{O}_n],$$

где Q – оперативность сети связи; $T_{оп}$ – заданная величина времени, определяющая оперативность связи (критерий оперативности); P – вероятность того, что информация может быть передана в течение заданного времени.

Величина $T_{оп}$ – является критерием оперативности в системе связи, с ростом которого Q будет увеличиваться, т.к. вероятность того, что информация может быть передана в течение большого отрезка времени возрастает. При $T_{оп} \rightarrow \infty$ Q асимптотически стремится к единице

$$Q_\infty = P(T_n + T_n \leq \infty) = 1$$

Сообщение обладает определенным временем его ценности $T_{ц}$. Для оперативной связи в пожарной охране этот параметр $T_{ц}$ имеет важное значение. Практически вся оперативная информация в условиях организации тушения пожаров быстро стареет и теряет свою ценность. В связи с этим необходимо стремиться к соблюдению условия

$$(T_{\text{п}}+T_{\text{н}})<T_{\text{ц}} \text{ и } T_{\text{оп}} \leq T_{\text{ц}}$$

Оперативность связи может быть интерпретирована как вероятность передачи информации за время, в течение которого ценность ее положительна ($T_{\text{оп}} \ll T_{\text{ц}}$). Эффективность функционирования систем связи тем выше, чем больше величина E при меньшем значении $T_{\text{оп}}$. И действительно, чем меньше величина $T_{\text{оп}}$ тем, как правило, большую ценность имеет переданная информация, а чем больше при этом вероятность передачи информации за срок не выше $T_{\text{оп}}$, тем больше положительный эффект достигается от использования данной системы.

1.2. СООБЩЕНИЕ, СИГНАЛ И КАНАЛ СВЯЗИ

Сообщение – это та информация об объекте, которая подлежит передаче, а сигнал – это некоторое электрическое возмущение в линии связи, несущее в себе данное сообщение.

Преобразование сообщения в сигнал состоит из трех операций, которые могут быть независимыми или совмещенными: преобразование, кодирование и модуляция. Преобразование – это перевод неэлектрических величин, определяющих первоначальное звуковое давление, отображающее звук речи, преобразовывается, соответствующим образом, в изменяющийся электрический ток с помощью микрофона.

Как видно из примера микрофон является преобразователем соответствующих переменных величин (звукового давления) в электрическую величину (ток или напряжение). Главным общим требованием к таким преобразователям является обеспечение пропорциональности между воздействием и откликом.

Кодирование – это построение сигнала по определенному принципу, имеющему соответствующее математическое выражение.

Правомерно сказать, что кодирование определяет математическую сторону процесса превращения в сигнал.

Сообщение, состоящее из отдельных элементов (букв, цифр) называют дискретным.

Следует помнить, что передача дискретного сообщения может быть сведена к передаче последовательности чисел. Так передавая некоторое слово по буквам, мы передаем не сами буквы, а некоторые символы, которые могут, например, рассматриваться, как порядковые номера букв или вообще как некоторые условно приписанные им числа. К этому и сводится любая телеграфная азбука, т.е. телеграфный код.

Код служит для передачи чисел. Код представляет собой набор комбинаций, составленных из различных элементов. Под элементами кода понимаются различные элементарные сигналы, отличающиеся друг от друга. Так, например, в телеграфии передача сообщений осуществляется импульсами тока, которые в совокупности с паузами образуют двоичный код.

Числа в двоичной системе счисления записываются при помощи двух цифр (0 и 1).

Десятичная система 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

Двоичная система 0I IO II IOO IOI IO IOO IOOII

Так, код Бодо состоит из двух элементов, т.е. это двоичный код. Все комбинации кода Бодо составлены из одинакового числа элементов и имеют одинаковую длительность. Благодаря этому каждый элемент занимает вполне определенное положение во времени, находясь на определенном месте внутри комбинации.

Комбинации кода Бодо составляются из пяти элементов каждая, с помощью которых можно передать 32 различные буквы, так как $2^5=32$.

Запишем несколько комбинаций кода Бодо, в которых используется двоичная система. Причем I означает посылку тока, а 0 означает отсутствие тока, паузу.

Буква А Б В Г Д Е Ж

Код IOOIO 00IOO 0IOI 0IOIO IOO IOOIO 000II

При построении кода учитываются ряд особенностей, связанных с возможностями передачи информации по каналу связи, кодирующих устройств и соответствующих им средств обратного преобразования – декодирующих устройств.

В передаче сигналов всегда принимает участие некоторый физический элемент переносчик, который несет сообщение в себе. В электросвязи переносчиком сообщения является электрический ток или электромагнитная волна. На передающей стороне оказывают на переносчик некоторое воздействие, изменяющее в соответствии с сообщением тот или иной параметр переносчика. Это воздействие и называется модуляцией.

Модуляция – это такое воздействие на электрический сигнал, по закону которого изменяется один из параметров переносчика сигнала в соответствии с передаваемым сообщением.

В телеграфии переносчиком служит постоянный ток, сила или направление которого изменяется в соответствии с передаваемым сигналом. В телефонии переносчиком является также постоянный ток. Модуляция осуществляется микрофоном. Процесс состоит в том, что изменения звукового давления вызывают изменения сопротивления микрофона. Изменения же сопротивления вызывают модуляцию постоянного тока. Следовательно, в простейшей телефонной связи микрофон совмещает функции преобразователя и модулятора.

В связи переносчиком могут являться синусоидальные колебания высокой (несущей) частоты, которые характеризуются следующими параметрами, определяющими эти колебания: амплитудой, частотой и фазой. Воздействуя на один из перечисленных параметров, получается амплитудная модуляция (АМ), частотная модуляция (ЧМ) и фазовая модуляция (ФМ). Таким образом, модуляция – это воздействие на

некоторый параметр электрического тока – постоянного или переменного, в результате чего в изменениях этого параметра оказывается зашифрованный передаваемый сигнал

1.2.1. ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СИГНАЛА

Сигнал, рассматриваемый как явление во времени, имеет начало и конец. Следовательно, одной из единиц измерения сигнала является его длительность (T), которая непосредственно связана с количеством сведений. Чем больше длительность сигнала, тем большее время занимает канал связи. Длительность сигнала определяется интервалом времени, в пределах которого он существует.

По степени определенности сигналы бывают детерминированными и случайными.

Детерминированными называют сигналы, значение которых в любые моменты времени являются известными величинами. К детерминированным сигналам относят также синусоидальные колебания с известными амплитудой, частотой и фазой.

Случайными (вероятностными) называют сигналы, значение которых в любые моменты времени случайны, представляющие собою хаотические функции времени. Такой функцией является, например, последовательность радиоимпульсов.

Важной характеристикой сигнала является энергия или средняя мощность его, как величина, характеризующая силу сигнала. Однако мощность сигнала сама по себе не определяет свойства сигналов как переносчика сведений, так как мы не можем пренебрегать реальными условиями передачи сигнала, определяемыми наличием помех. Из-за наличия помех силу сигнала целесообразно характеризовать не абсолютной мощностью, а отношением мощности сигнала к мощности помех, который называют уровнем сигнала:

$$H = \lg \frac{P_c}{P_n}$$

где P_c и P_n – соответственно средние мощности сигнала и помех.

Эту величину называют превышением сигнала над помехой. Она выражает относительный средний уровень сигнала над помехой.

Третьей характеристикой сигнала принимают ширину его спектра (F).

Изменение длительности, уровня и ширины спектра сигнала можно изобразить в виде отрезков определенной длины, отложенных параллельно трем координатным осям: времени, частот и уровней. Таким образом, сигнал может иметь геометрическое представление как некоторого объема в трехмерном пространстве, определяемого параллелепипедом с ребрами T ; F ; H (габаритные размеры сигнала) (рис. 1.3).

Произведение трех измерений $V = T \cdot F \cdot H$ называют объемом сигнала. Т.к. для передачи сигнала требуется канал связи, последний

должен характеризоваться аналогичными параметрами, т.е. временем T_k , в течение которого канал занят передачей данного сигнала, полосой частот F_k , которую канал способен пропустить и уровнем H_k .

Является очевидным, что передача сигнала с измерениями T ; F и H по каналу связи с параметрами T_k ; F_k и H_k возможна при условии $T_k \geq T$; $F_k \geq F$; $H_k \geq H$. Емкостью канала называют произведение трех параметров; т.е.: $V_k = T_k \cdot F_k \cdot H_k$

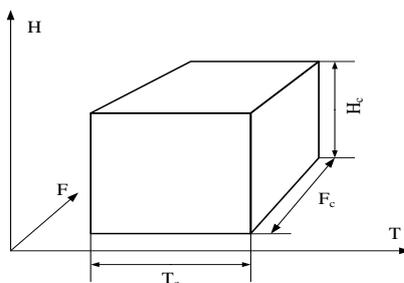


Рис. 1.3. Геометрическое представление сигнала

С геометрической точки зрения объем сигнала должен вписаться в объем канала. Или должно соблюдаться более общее условие $V_k \geq V$, при котором возможна передача электрического сигнала по каналу связи.

Естественным в системе связи является стремление к увеличению пропускной способности системы связи. Известно, что стоимость сооружений связи, протяженностью в несколько десятков и сотен километров, достаточно велика. Поэтому в последние годы наметилась тенденция к уплотнению линий связи, обеспечивающему более эффективное их использование. Одна из возможностей состоит в том, чтобы была одновременность передачи по линии нескольких сообщений. При этом каждое сообщение передается по своему каналу связи. Сигналы сообщений всех каналов смешиваются на передающем пункте и поступают в линию. На приемном пункте сигналы снова разделяются и преобразуются в независимые сообщения. Такая система связи называется многоканальной.

1.2.2. Систему многоканальной связи можно представить следующей структурной схемой

Различные сообщения от одного или нескольких отправителей (1) преобразуются специальными устройствами (2) в соответствующие электрические сигналы, которым придаются соответствующие признаки устройством (2) (кодируются кодовым устройством), а затем с помощью передатчиков (3) передаются в линию связи (4).

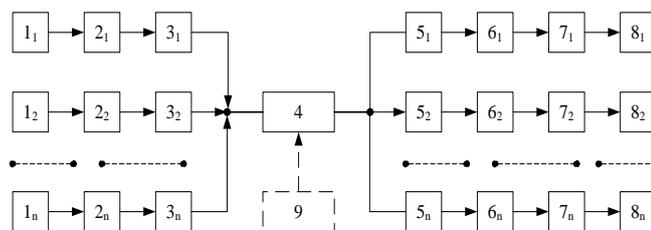


Рис.1.4. Схема системы многоканальной связи:

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 –приемники; 7_1-7_n – преобразователи; 8_1-8_n – получатели; 9 – помехи

Выделение нужного сигнала на приемном пункте из смеси сигналов, поступающих в линии, осуществляется с помощью операции разделения (селекции). На схеме (рис. 1.4) для этих целей показано подключение к выходному концу линии разделителей (5) (селекторов), за которыми включены приемники (6). Селекторы выполнены так, что реагируют только на соответствующие признаки применяемых сигналов и не реагируют на другие признаки других сообщений. Таким образом, создаются отдельные каналы, использующие общую линию связи.

Для передачи информации на расстоянии применяют временной, частотный, фазовый, цифровой и комбинированный методы разделения каналов. В связи в основном применяют частотный, цифровой и комбинированный метод.

Заключение

Таким образом, операции преобразования, кодирования и модуляции являются неотъемлемой частью превращения сообщения в сигнал. Сигнал может быть геометрически представлен как некоторый объем в трехмерном пространстве, определяемый параллелепипедом с ребрами T_c , F_c , H_c . Произведение трех параметров сигнала называют его объемом $V_c = T_c F_c H_c$.

При передаче по телефонной линии (каналу) связи емкость канала связи должна быть не менее объема сигнала.

Литература, используемая при подготовке лекции:

1. Автоматизированные системы управления и связь. Примерная программа для высших учебных заведений МВД России по специальности 330400 – Пожарная безопасность. М.: Учебно-методический центр МВД России, 2001.
2. Зыков В.И.. Автоматизированные системы управления и связь. Учебник. -М.: АГПС, 2006. – 665 с.
3. Концепция развития системы связи МЧС России на период до 2010 года. Приказ МЧС России № 609 от 09.12.2000г. -М.: Издатцентр ВНИИ ГОЧС, 2001. – 52 с.

4. Приказ МВД России № 700 от 30 июня 2000 г. «Об утверждении наставления по организации службы связи ГПС. -М.: МВД России, 2000. – 183 с.