

Автоматизированные системы управления и связь

Модуль 1

Модули курса лекций

№№	Наименование модуля	Кол-во час.
1	ИНФОРМАЦИОННЫЕ ОСНОВЫ СВЯЗИ	8
2	ОСНОВЫ ПРОВОДНОЙ СВЯЗИ	8
3	ОСНОВЫ РАДИОСВЯЗИ	8
4	ОРГАНИЗАЦИЯ СЛУЖБЫ СВЯЗИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ МЧС РОССИИ	6
5	ОСНОВЫ АСУ И АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПОЖАРНОЙ ОХРАНЫ	8
6	СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ	8
7	ОСНОВЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ КОМПЛЕКСА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ СВЯЗИ И УПРАВЛЕНИЯ	4

Структура курса: 48 час – лекции, 32 час лабораторные занятия, курсовой проект, экзамен.

Литература

1) В.И. Зыков, А.В. Командиров, А.Б. Мосягин, И.М. Тетерин, Ю.В. Чекмарев

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И СВЯЗЬ // Учебник. // Под редакцией Зыкова В.И. - М.: Академия ГПС МЧС России, 2006. – 665 с.

2) М.Х. Ахтямов, А.И. Андреев, В.Д. Катин

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ И СВЯЗЬ В ПОЖАРНОЙ ОХРАНЕ

http://edu.dvgups.ru/METDOC/ENF/BGD/BGD_CHS/METHOD/ANDREEV/WEBUMK/MAIN_UMK.HTM

3) **АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И СВЯЗЬ** (методические указания по курсовому проектированию)

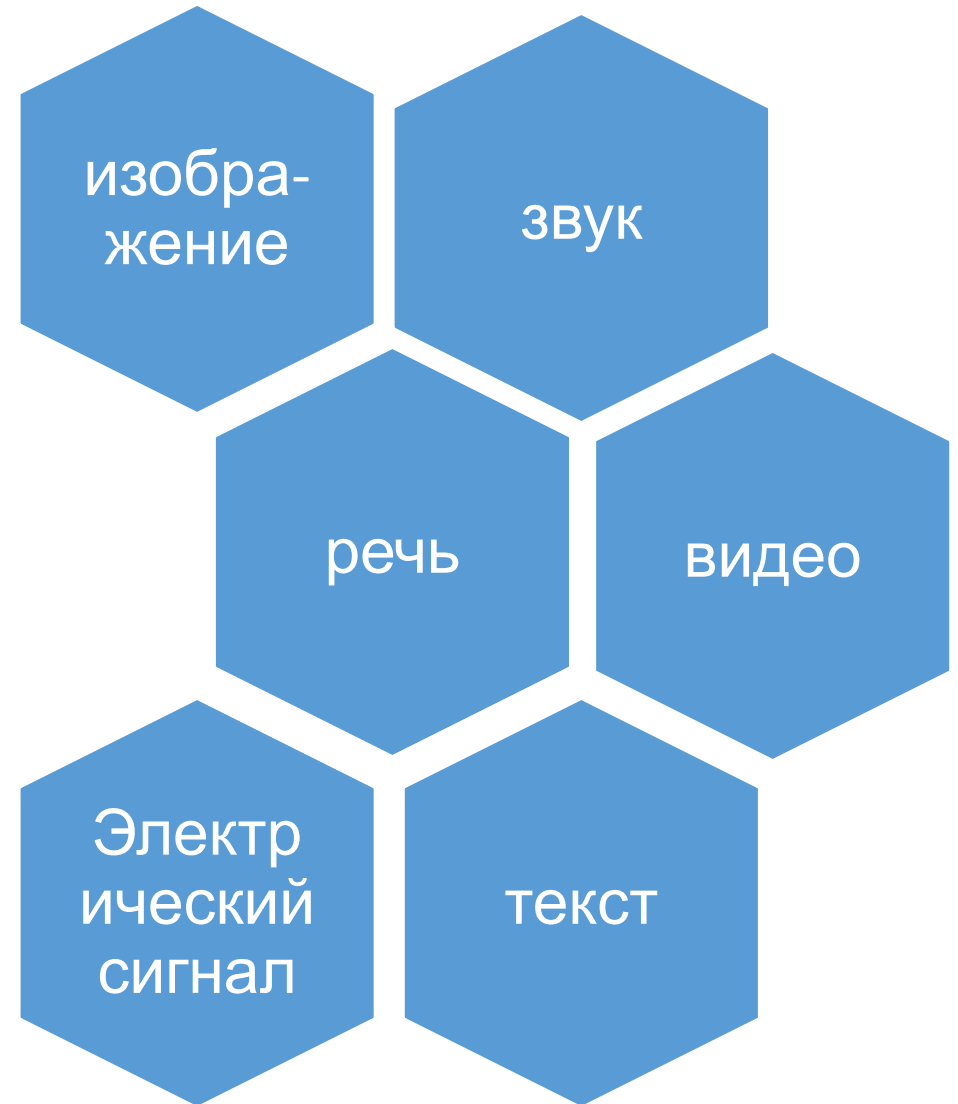
<http://academygps.ru/uploads/files/I7MxnAeBYq7zCQTqlu37.pdf>

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ОСНОВЫ СВЯЗИ

1. Связь и ее общие характеристики
2. Сообщение, сигнал и канал связи
3. Интеграция систем связи и вычислительных сетей, телематика
4. Количество информации и пропускная способность системы связи
5. Информация и ее характеристики
6. Основные понятия, принципы и определения информационного подхода к исследованию АСУ

Понятие информации

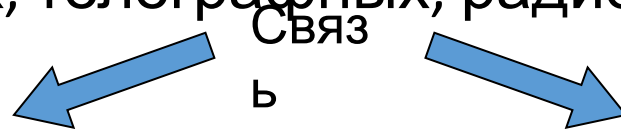
- ❑ Интеллектуальная деятельность человека, работа технических средств автоматики, связи, компьютерной техники и других устройств, связаны с хранением, переработкой и передачей различных сообщений.
- ❑ Общепринятого определения информации не существует.
- ❑ Слово «информация» происходит от латинского слова *information*, что в переводе означает сведения, разъяснение, ознакомление.
- ❑ Применительно к связи под информацией понимают те сведения, которые являются объектом передачи, переработки и хранения.
- ❑ Понятие информации неотделимо от понятия системы, например, управления или связи.
- ❑ Применительно к таким системам информация есть не что иное как новые сведения об объекте



Связь и ее общие характеристики

Связь –

- 1) Передача и прием информации с помощью различных технических средств.
- 2) Отрасль народного хозяйства, обеспечивающая передачу и прием почтовых, телефонных, телеграфных, радио- и др. сообщений.



Электросвязь -

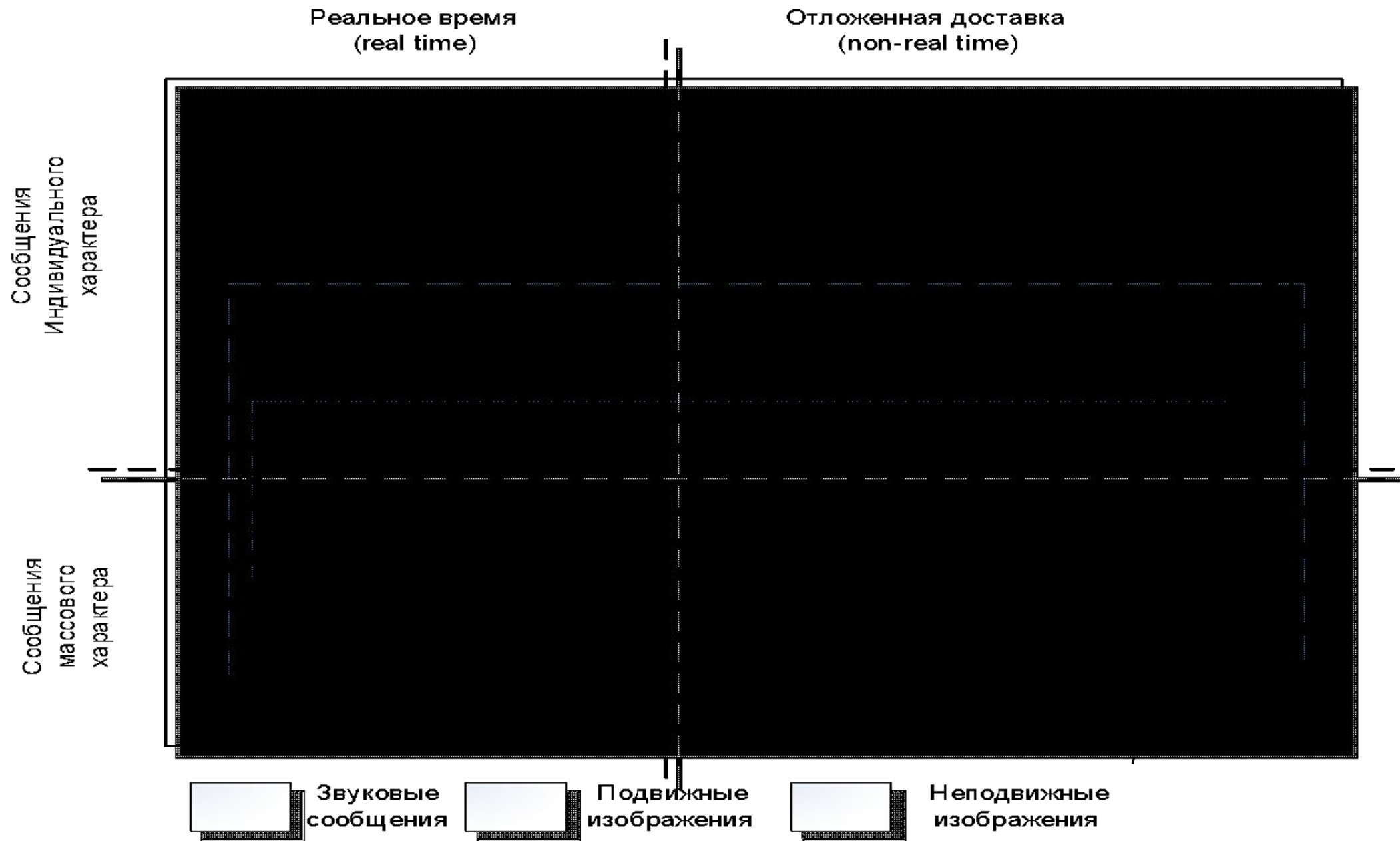
передача информации посредством электрических (оптических) сигналов, распространяющихся по проводам (проводная связь), или (и) радиосигналов (радиосвязь)

Почтовая связь

передача почтовых отправлений (писем, газет, бандеролей...)

Основными *первичными* сигналами электросвязи являются *телефонный, звукового вещания, факсимильный, телевизионный, телеграфный, передачи данных.*

Современные виды электросвязи



Понятие сообщения и сигнала

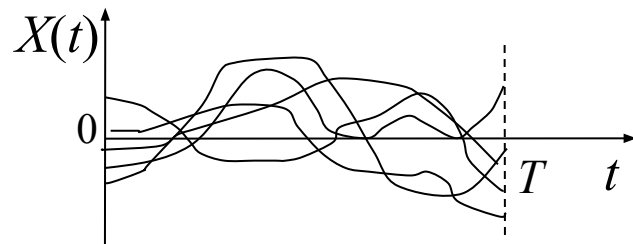
- ❑ **Сообщением** называется совокупность сведений о состоянии некоторого материального объекта.
- ❑ Для передачи сообщения на расстояние необходимо применить какой-либо физический процесс, в изменении параметров которого было бы заключено сообщение. Преобразованный к такому виду физический процесс называется сигналом.
- ❑ **Передача сообщений от отправителя (источника) к получателю осуществляется с помощью сигналов, которые являются материальными переносчиками информации в системе связи.**
- ❑ **Сигнал (Signal)** - условный знак, сообщающий о каком-либо процессе, событии, явлении. Часто сигналом называют блок данных либо его головную часть, передающую в сети управляющую информацию.
- ❑ В зависимости от характера изменения их во времени, выделяют:
 - ✓ аналоговые (непрерывные) сигналы,
 - ✓ цифровые (дискретные) сигналы .

Понятие сообщения и сигнала

Виды сообщений

Непрерывные (Аналоговые)
сообщения:

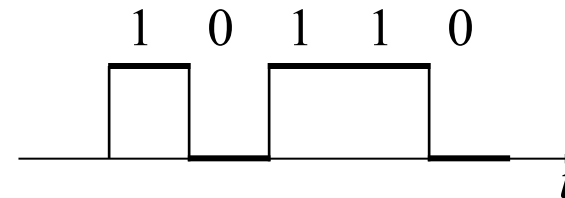
Вид связи	Полоса частот, Гц
Телефония	300-3400
Факс	300-3400
Телевидение Радиовещание	50-6 500 000 20-20000



Часть ансамбля реализаций
непрерывного сигнала

Цифровые сообщения:

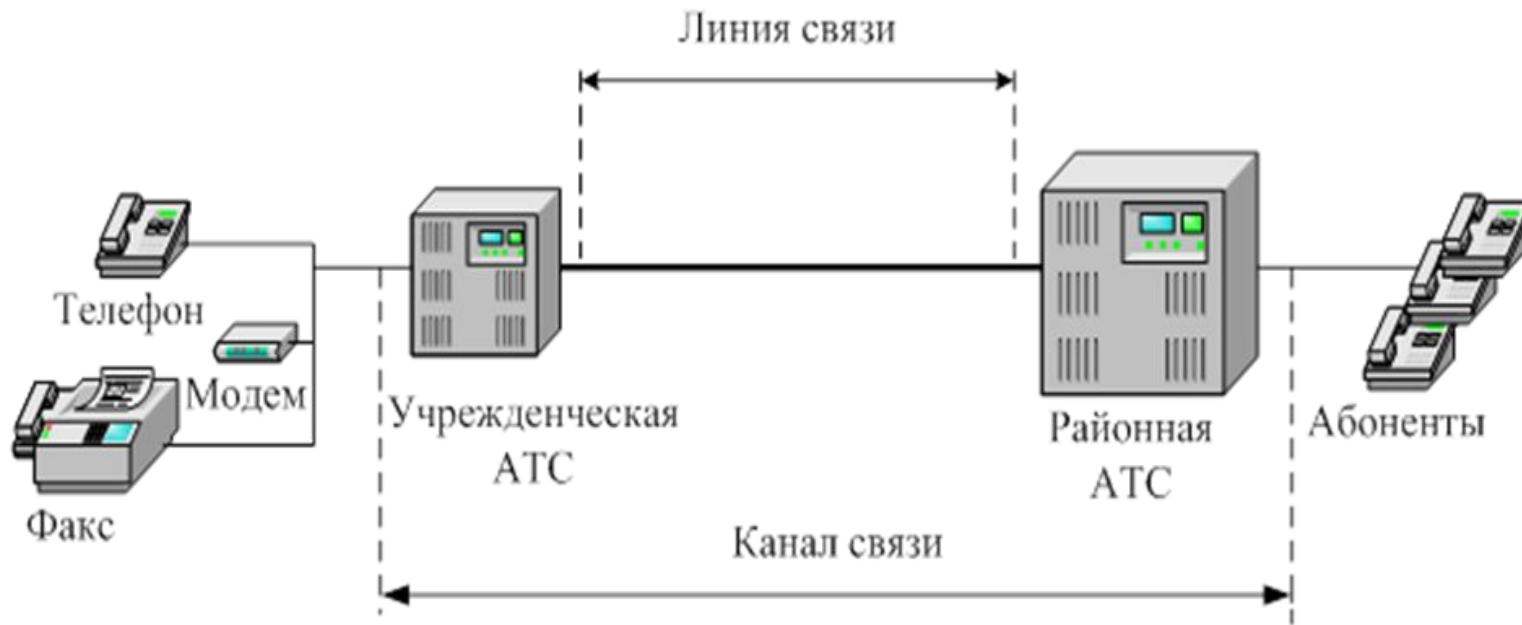
Вид связи	Скорость передачи, бит/с
Телеграфия	50
Передача данных	50, 100, 300, ...



Пример двоичного цифрового сигнала

Понятие канала и линии связи

- ❑ **Каналом связи (каналом передачи)** называется совокупность технических средств и среды распространения, обеспечивающая при подключении абонентских оконечных устройств передачу сообщений от источника к получателю.
- ❑ Канал связи в зависимости от вида передаваемых сообщений может быть телефонным, телеграфным, телевизионным и др.
- ❑ В состав канала входит **линия связи**, которая и представляет собой среду распространения сигналов. Это может быть либо проводная линия (пара проводов, кабель, волновод), либо радиолиния. Радиолиния включает в себя средства радиосвязи, а также область пространства, в котором распространяются радиоволны от передатчика к приемнику.

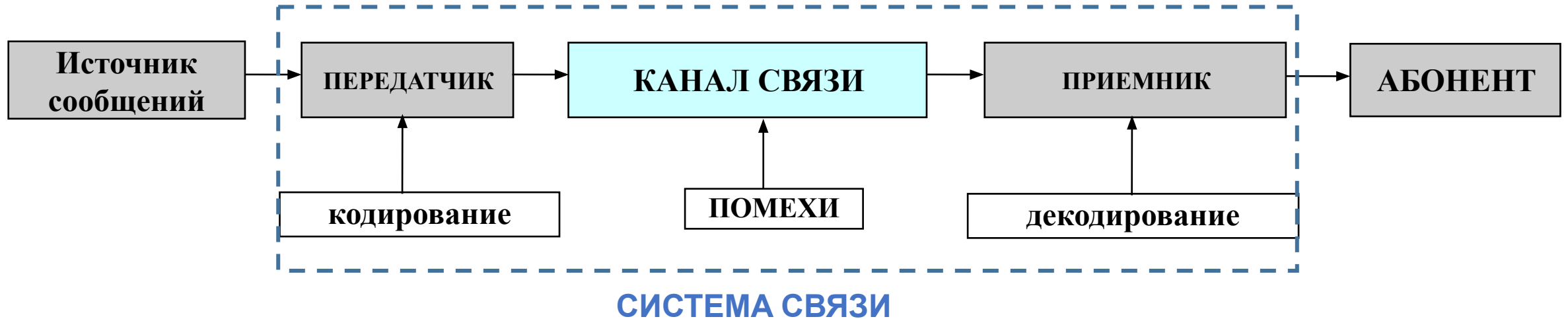


Линией связи называется физическая среда, используемая для передачи сигналов

Структурная схема односторонней связи между двумя абонентами

Система связи

- ❑ В самом общем случае **система связи** является частью системы управления и представляет собой организационно-техническое объединение сил и средств связи, предназначенное для обмена сообщениями между абонентами.
- ❑ **Абонент** - им может быть человек, автомат, электронно- вычислительная машина и т. п. — использует оконечные абонентские устройства типа телефонных и телеграфных аппаратов, дисплеев, передающих камер в телевидении и др.



- ❑ **Системой связи (системой передачи)** называется совокупность технических средств и среды распространения, обеспечивающая формирование каналов связи и передачу по ним различного рода сообщений между абонентами.
- ❑ Основным компонентом системы связи является ее сеть, по которой обеспечивается связь между любыми двумя абонентами.

Интеграция систем связи и вычислительных сетей

- ❑ Вначале компьютерные и телефонные сети использовались для разных целей:
 - ✓ по сети передавались данные (дискретная форма),
 - ✓ по телефонной системе — голос (аналоговая форма).
- ❑ Со временем границы между ними стали размываться. Телефонная сеть перешла на цифровое (дискретное) представление информации - голос преобразуется в цифровую форму посредством кодеков, а данные, изначально представляемые в цифровом виде, передаются по телефонным линиям без изменений.
- ❑ Локальные вычислительные сети претерпели аналогичные изменения. Предназначавшиеся только для передачи данных (дискретная форма), локальные сети со временем начали поддерживать и другие виды информации. С появлением мультимедиа, голос и видео стали передаваться по компьютерным сетям, а развитие компьютерной телефонии (СТІ) привело к появлению приложений типа универсального почтового ящика для электронной почты, факсимильных сообщений и голосовой почты.

ТЕЛЕМАТИКА

В настоящее время происходит все более тесная интеграция технологий систем связи и вычислительных сетей. Возникает понятие телекоммуникационных технологий.

ТЕЛЕМАТИКА - Это новая научно-техническая дисциплина, предметом которой являются методы и средства передачи информации на расстояния, существенно превышающие линейные размеры площади, занимаемой участниками связи.

Название дисциплины произошло из частей слов "телекоммуникации" и "информатика".

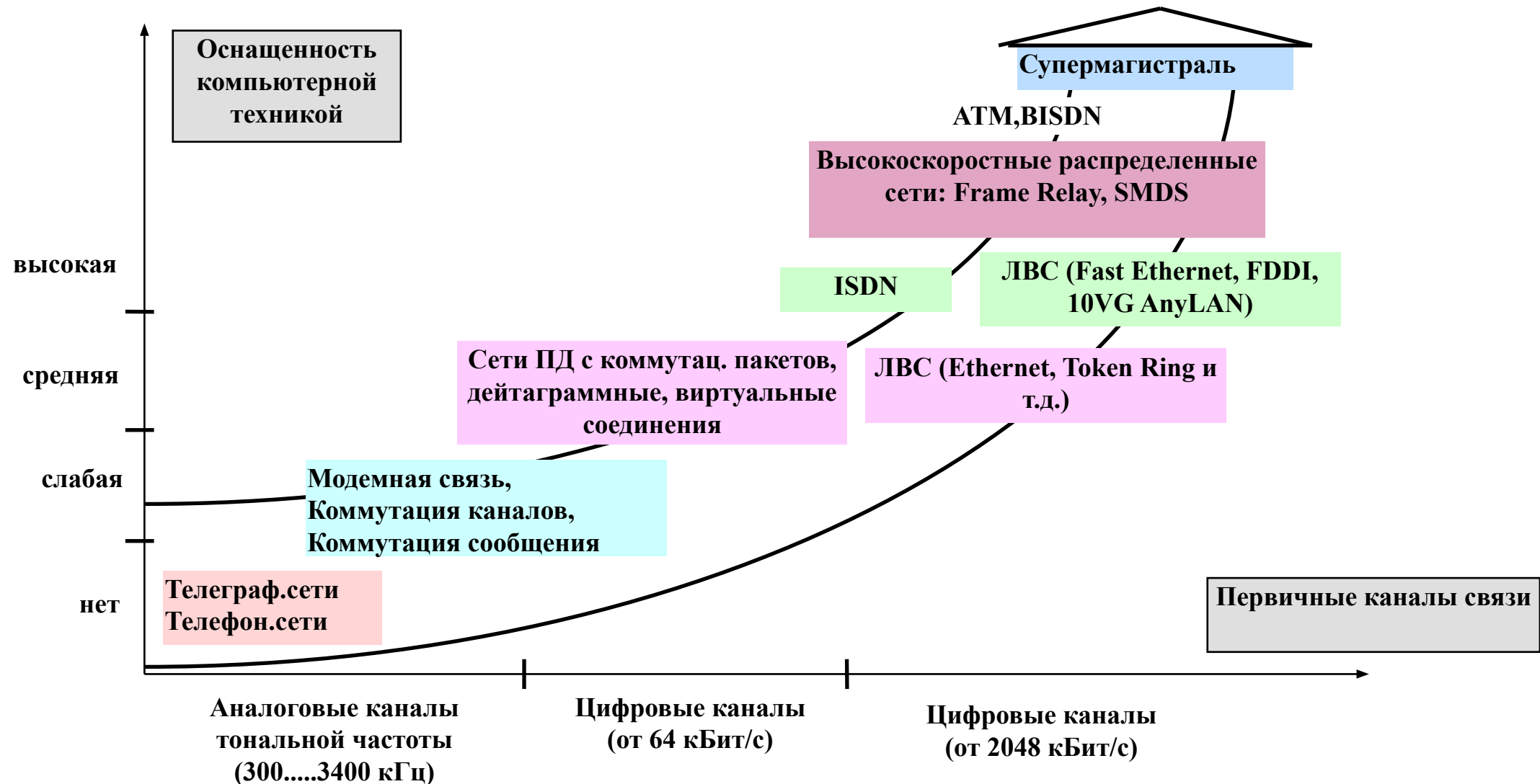
ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.

Телекоммуникационные технологии (ТКТ) определяют темпы и качество построения информационного общества. Сам термин возник только в середине XX века.

Развитие ТКТ определяется двумя факторами:

- 1) развитие каналов связи - от аналоговых к высоко-скоростным цифровым волоконно- оптическим линиям связи (ВОЛС),
- 2) всеобщая компьютеризация общества.

ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.



ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.

- ✓ ·телеграфные и телефонные сети (докомпьютерная эпоха) - аналоговые сигналы;
- ✓ ·передача данных (ПД) между отдельными абонентами по выделенным и коммутируемым каналам (КК) с использованием модемов;
- ✓ ·сети передачи данных с коммутацией пакетов (дейтаграммные или использующие виртуальные соединения) (X.25);
- ✓ ·локальные вычислительные сети (ЛВС);
- ✓ ·цифровые сети интегрального обслуживания (ISDN или ЦСИО) - узкополосные , а затем широкополосные:
- ✓ · высокоскоростные локальные сети;
- ✓ · высокоскоростные распределенные сети;
- ✓ · информационные супермагистралы.

Основные показатели качества системы

связи

Основные показатели систем связи:

- | | |
|---------------------------|--|
| ✓ пропускная способность, | ✓ эффективность функционирования сети связи, |
| ✓ достоверность передачи, | ✓ оперативность связи, |
| ✓ помехоустойчивость, | ✓ время ценности |

Пропускная способность характеризует максимальную скорость передачи информации, которая может быть достигнута при условии, что канал связи не вносит искажений и ошибок.

Достоверность передачи определяется степенью искажения сигнала, т. е. тем, насколько принятый сигнал соответствует переданному.

Помехоустойчивость характеризует способность системы связи противостоять вредному воздействию помех при передаче сообщений.

Эффективность функционирования сети связи - возможность передачи любого сообщения с заданным временем “чистой” передачи T_p (полезным временем передачи) и величиной непроизводительных затрат времени T_n .

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

Время ценности - в условиях организации тушения пожара информация быстро стареет и теряет свою ценность. Оперативность связи может быть оценена как вероятность передачи информации за время, в течение которого ценность ее положительная ($T_{оп} \ll T_{ц}$).

Пропускная способность канала

- ❑ Количество передаваемой по каналу информации называется пропускной способностью и измеряется в **бит/с**.

МАКСИМАЛЬНЫЙ ПОТОК ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ОРГАНОВ ЧЕЛОВЕКА:



через уши - $5 \cdot 10^4$ Кб/с



через глаза - $5 \cdot 10^6$ Кб/с



максимальная скорость осмысленного чтения
- $15-40$ букв/сек, т.е. $20-50$ бит/с,



осмысленный разговор - не более 50 бит/с

Достоверность передачи информации

Оценка достоверности связи заключается в принятии некоторого уровня связи за эталонный, при повышении которого реального улучшения качества приема не происходит. При уровне ниже эталонного качество связи резко уменьшается, что, в свою очередь, приводит к увеличению времени на передачу информации:

$$T_i = \frac{V_0}{C_0} \cdot \tau_y$$

где V_0 - исходный объем информации; C_0 - скорость передачи информации, при которой соблюдается эталонная достоверность связи; τ_y - коэффициент, учитывающий увеличение времени на передачу информации.

Оценка достоверности передачи речевой информации - фразовая артикуляция.

Фразы содержат в себе законченные мысли. Если фразовая артикуляция будет меньше $J_a = 0,9$, то абоненты не смогут установить взаимно понятного контакта, и разговор не состоится. Фразовая артикуляция $J_a = 0,9$ соответствует слоговой артикуляции $S_a = 0,25$, словесной = 0,75, звуковой $D_a = 0,64$.

Для обеспечения заданной артикуляции при передаче речи к линиям связи предъявляются определенные требования на допустимое значение затухания (ослабление передаваемых электрических сигналов). В соответствии с этими требованиями возможно обеспечение связи между абонентами, удаленными друг от друга на расстояние до 20 км по проводу диаметром 0,5 мм.

Оценка достоверности при использовании громкоговорящей связи - разборчивость речи.

Например, на месте тушения пожара: *удовлетворительно*, если фразовая разборчивость не ниже 89 %;

хорошо, если фразовая разборчивость выше 92 %; *отлично*, если фразовая разборчивость выше

Разборчивость речи

Речь представляет собой широкополосный процесс, частотный спектр которого простирается от 50 - 100 Гц до 8 - 10 кГц, а по некоторым данным и до 20 кГц. Установлено, однако, что качество речи получается вполне удовлетворительным при ограничении спектра частотами 300 - 3400 Гц. Эти частоты приняты Международным Союзом Электросвязи (МСЭ) в качестве границ **эффективного спектра речи**. При указанной полосе частот слоговая разборчивость составляет около 90 %, разборчивость фраз - более 99 % и сохраняется удовлетворительная натуральность звучания.

Энергетический
спектр речевого
сигнала



Достоверность передачи информации

Оценка достоверности при передаче речевой информации по радиоканалам - фразовая разборчивость характеризуется *отношением сигнала к шуму* на выходе приемника.

Оценка достоверности при передаче телеграфных сообщений и передаче данных - определяется *коэффициентом ошибок* – средним значением отношения количества неправильно принятых знаков к общему количеству переданных.

Если при передаче текста имеется возможность устранить ошибки по смыслу, то при передаче цифровой информации (если отсутствуют специальные устройства) такой возможности нет.

Увеличение времени на передачу цифровой информации по телеграфным каналам:

$$\tau_{\text{тлг}} = 1 + \frac{P}{1 - P}, \quad \text{где } P - \text{вероятность появления ошибки.}$$

При передаче цифровой информации в сообщение может вноситься определенная избыточность, позволяющая на приемном конце выявить ошибки. Объем передаваемых сообщений определяется как:

$$V_{\text{пер}} = V_0 + V_{\text{изб}} + V_{\text{повт}},$$

где V_0 – исходный объем сообщений; $V_{\text{изб}}$ – объем вносимой избыточности для определения ошибок на приемном конце; $V_{\text{повт}}$ – объем повторно передаваемой информации при обнаружении ошибки на приемном конце. Объем вносимой избыточности полностью определяется исходным объемом сообщений и способом кодирования.

Эффективность функционирования сети СВЯЗИ

На показатель эффективности функционирования сети связи воздействует ряд случайных факторов: количество поступивших вызовов, свободных и занятых приборов и соединительных путей, поведение абонентов, надежность аппаратуры и т.д.

Поэтому вводится вероятностный показатель: $E' = \frac{T_{\Pi}}{T_{\Pi} + T_{Н}}$, где T_{Π} - полезное время передачи, $T_{Н}$ - величина непроизводительных затрат времени.

Тогда эффективность функционирования сети связи можно выразить через математическое ожидание отношения величины $T_{\Pi i}$ к общему времени доставки информации $T_{дi} = T_{\Pi i} + T_{Нi}$

$$E = \sum_{i=0}^{n-1} P_i \cdot \frac{T_{\Pi i}}{T_{\Pi i} + T_{Нi}} \quad (1)$$

где P_i – вероятность i -го состояния сети связи; n – число возможных состояний; $T_{\Pi i}$, $T_{Нi}$ – соответственно полезное время передачи информации от отправителя к получателю и непроизводительные затраты времени в i -м состоянии сети связи.

Эта характеристика является особенно важной для 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 ($T_{Н} = 0$; $P_i = 1$), и сеть абсолютно эффективна: при $E = 0$ передача информации во всех состояниях сети невозможна

Эффективность функционирования сети СВЯЗИ

Формула (1) характеризует эффективность связи при заданном объеме передаваемых сообщений. Однако, если задано время передачи информации, то нужно использовать другое выражение:

$$E = \sum_{i=0}^{n-1} P_i \cdot \frac{V_{\text{пер}i}}{V_{\text{пер}i} + V_{\text{п}i}} \quad (2)$$

где $V_{\text{п}i} = T_{\text{п}i} C_i$ – объем сообщений, который был бы передан за время $T_{\text{п}i}$; $V_{\text{пер}i}$ – переданный (принятый) объем сообщений (полезный объем); C_i – текущая скорость передачи информации

Показатель эффективности при заданном времени передачи информации $E = \frac{V_{\text{пер}i}}{V_{\text{пер}i} + V_{\text{п}i}}$.

Приведенные выражения для эффективности связи пригодны в тех случаях, когда на время доставки (передачи) информации не накладываются какие-либо ограничения.

В пожарной охране на время доставки информации накладывается ограничение, так как превышение времени заданной величины может привести к чрезвычайно ощутимым потерям от пожара. Поэтому важной для пожарной охраны является характеристика оперативности связи Q .

Оперативность связи

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

$$Q = P[(T_{\Pi} + T_{\text{Н}}) \leq T_{\text{оп}}] ,$$

где $T_{\text{оп}}$ – заданная величина времени, определяющая оперативность связи; P – вероятность того, что информация может быть передана в течение заданного времени.

При $T_{\text{оп}} \rightarrow \infty$ Q асимптотически стремится к единице, т.е. $Q_{\infty} = P(T_{\Pi} + T_{\text{Н}} < \infty) \approx 1$

с другой стороны, при $T_{\text{оп}} = 0$ $Q = P(T_{\Pi} + T_{\text{Н}}) = 0$, так как никакая информация без потерь передана быть не может.

Поэтому вероятность передачи информации за отрезок времени $T_{\text{оп}} < T_{\Pi} + t_{\text{Т}}$ равна нулю, т.е.

$$Q = P(T_{\Pi} + T_{\text{НП}} < T_{\Pi} + t_{\text{Т}}) = 0,$$

где $t_{\text{т}}$ – требуемое время для успешного решения оперативных задач в данной ситуации.

Минимальное значение вероятности Q соответствует передаче информации в минимально короткие сроки (т.е. условными потерями времени, не превышающими $t_{\text{т}}$, и при отсутствии явных потерь):

$$Q_{\text{min}} = P(T_{\Pi} + t_{\text{Т}})$$

Отсюда следует, что при прочих равных условиях та система связи является лучшей, у которой вероятность передачи информации в минимально возможные сроки имеет большее значение

Сообщение, сигнал и канал связи

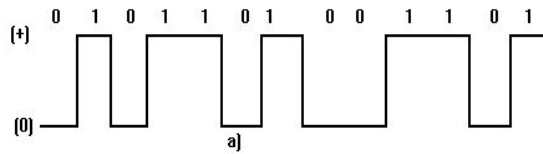
❑ Сигнал (Signal) - условный знак, сообщающий о каком-либо процессе, событии, явлении. Часто сигналом называют блок данных либо его головную часть, передающую в сети управляющую информацию.

❑ В зависимости от характера изменения их во времени, выделяют:

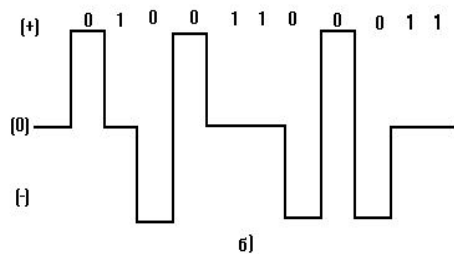
- ❑ аналоговые сигналы,
- ❑ дискретные сигналы



Аналоговый сигнал (analog signal) - сигнал, величина которого непрерывно изменяется во времени. Аналоговый сигнал обеспечивает передачу данных путем непрерывного изменения во времени (рис.1) амплитуды, частоты либо фазы.



Дискретный сигнал (Discrete signal) - сигнал, имеющий конечное, обычно небольшое, число значений. Практически всегда дискретный сигнал имеет два либо три значения. Нередко его называют также цифровым сигналом.



Дискретные сигналы, по сравнению с аналоговыми сигналами, имеют ряд важных преимуществ: помехоустойчивость, легкость восстановления формы, простота аппаратуры передачи.

Операции преобразования сигналов

Преобразование – перевод некоторого сообщения в первичный электрический сигнал

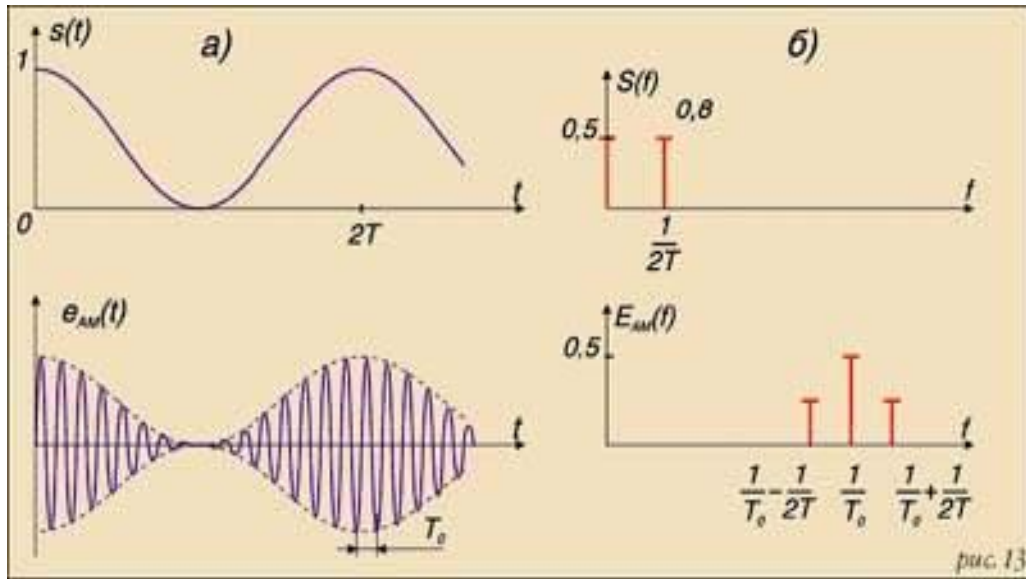
Кодирование – преобразование сообщений или первичных сигналов в определенные сочетания дискретных символов, используется для согласования сигналов источника сообщений с сигналами каналов связи.

Модуляция – изменение определенного параметра сигнала в соответствии с передаваемым сообщением (амплитудная, частотная, фазовая)

Модуляция

- ❑ При передаче сигнала на дальние расстояния энергетически выгодно использовать высокочастотную несущую, параметры которой модулируются передаваемым сигналом.
- ❑ Модуляция (Modulation) - процесс изменения одного сигнала в соответствии с формой другого сигнала.
- ❑ Основные виды модуляции: Амплитудная; Частотная; Фазовая

Амплитудная модуляция



Амплитуда высокочастотного колебания меняется пропорционально сигналу данных.

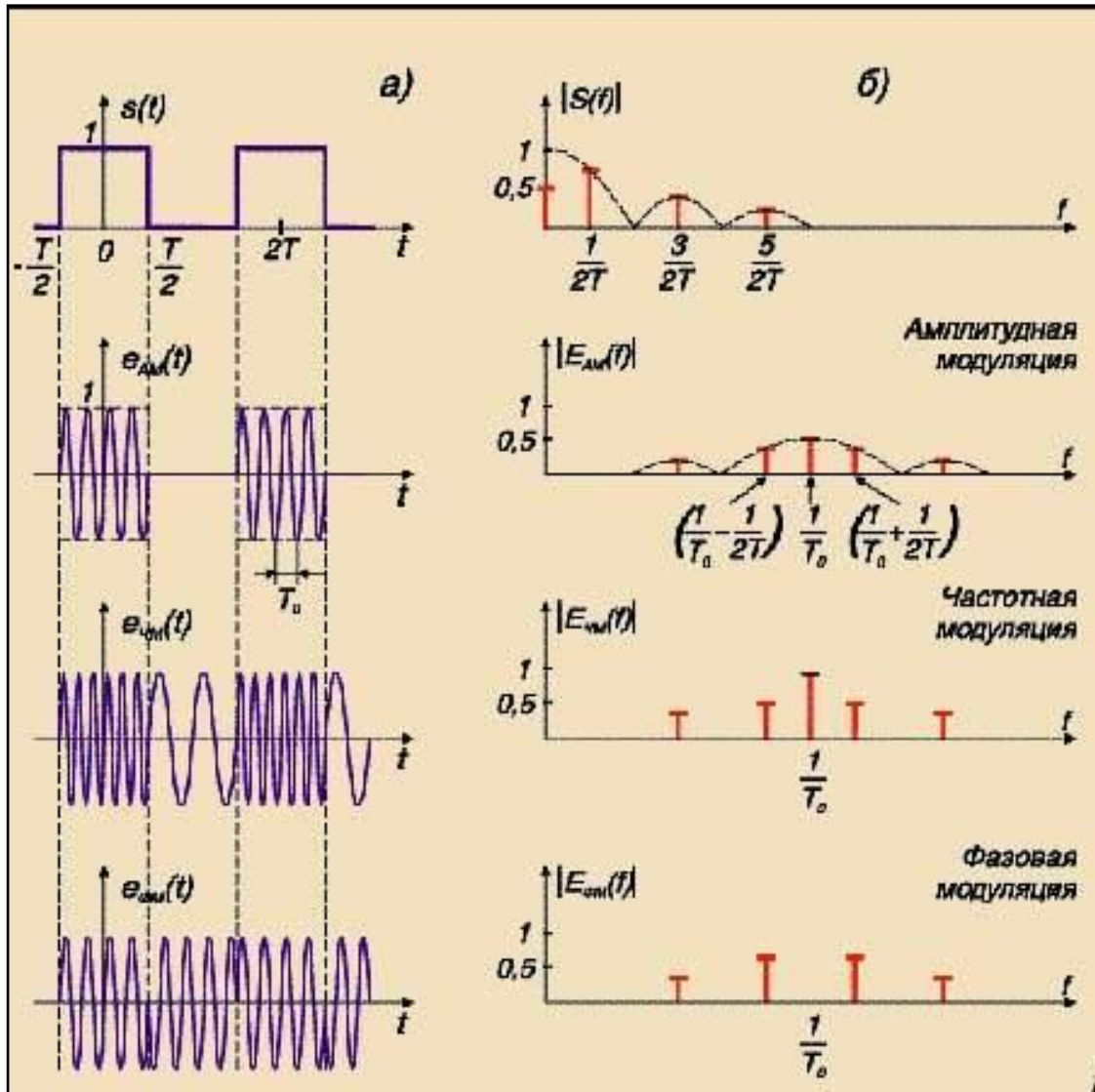
При модулирующем сигнале гармонической формы в спектре модулированного колебания находятся три составляющие: центральная, называемая несущей, и две боковые, находящиеся от несущей на расстоянии, равном частоте модулирующего сигнала.

Ширина спектра модулированного колебания равна удвоенной ширине спектра модулирующего сигнала.

Сигнал при амплитудной модуляции: $U_{AM} = U_0 \left[1 + \left(\frac{\Delta U}{U_0} \right) f(t) \right] \cos(\omega_0 t + \varphi_0),$

где ΔU – предельное изменение амплитуды низкочастотного сигнала; $f(t)$ – функция низкочастотного сигнала во времени (модулирующая функция); Отношение амплитудных величин НЧ и несущего ВЧ сигналов $\Delta U/U_0 = M$ – коэффициент модуляции. Во избежание искажений принимают $M \leq 1$.

Частотная и фазовая модуляция



- **Частотная модуляция**, состоит в том, изменяется частота несущего сигнала в соответствии с изменением уровня передаваемого низкочастотного сигнала:

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

где $\Delta\omega$ – предельное изменение – девиация частоты от модуляции (воздействия) низкочастотным сигналом.

- **Фазовая модуляция**, характеризуется изменением фазы сигнала в соответствии с передаваемым сообщением

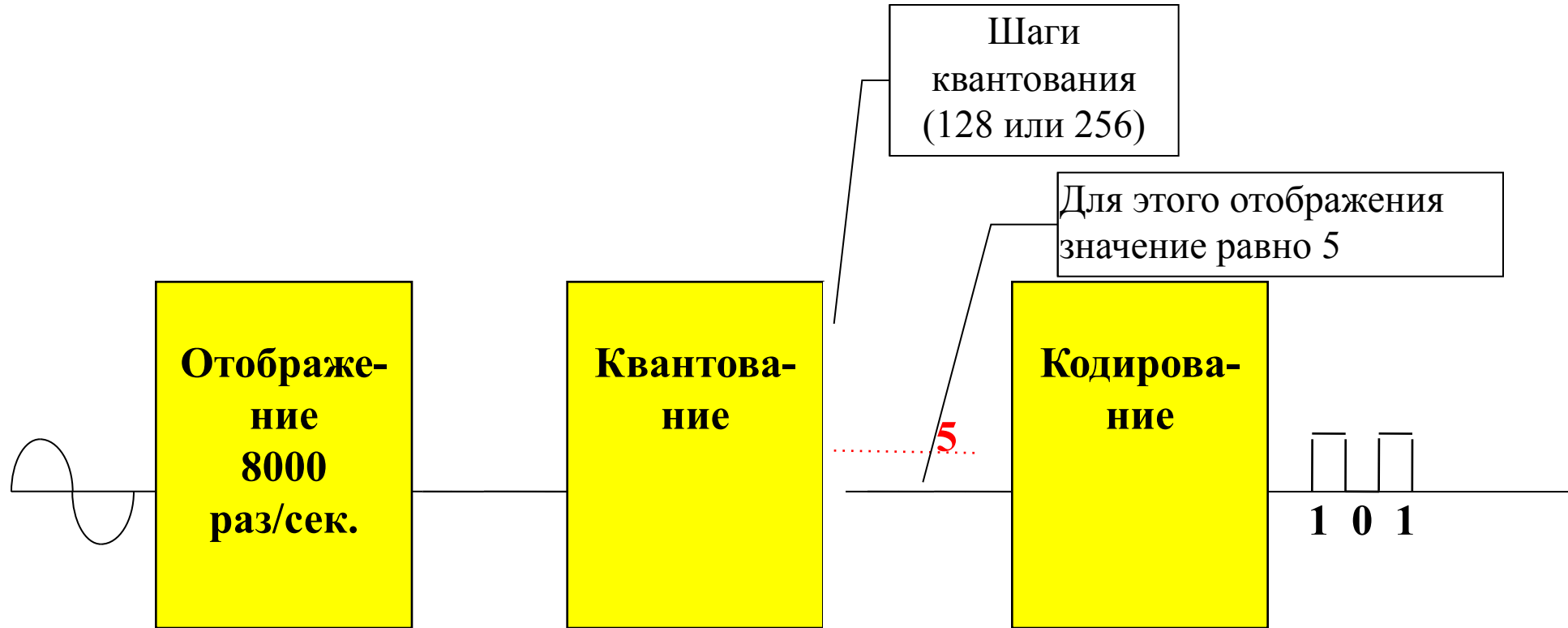
$$\varphi = \varphi_0 + \Delta\varphi f(t)$$

где $\Delta\varphi$ – предельное изменение фазы от воздействия низкочастотных сигналов.

Импульсно-кодовая модуляция (PCM pulse-code modulation).

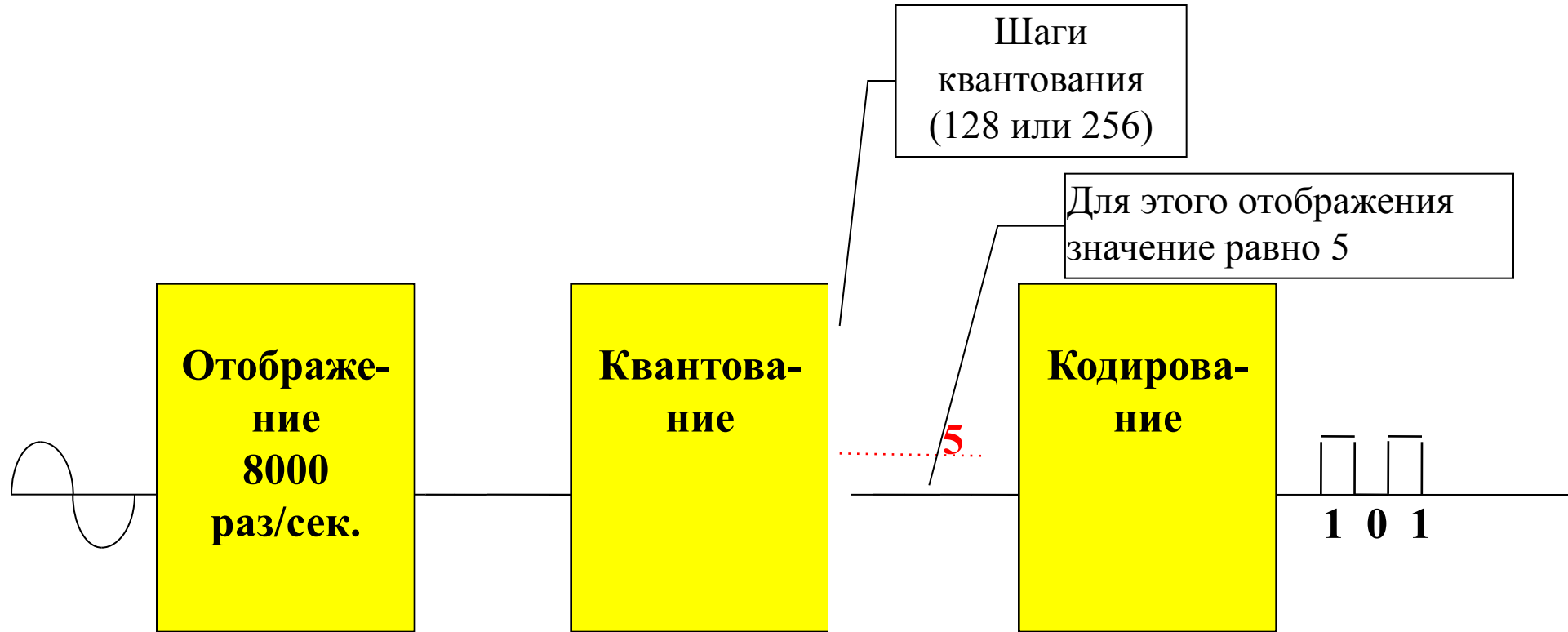
- ❑ С момента изобретения телефона (1875 г.) до появления первого микрокомпьютера (1975 г.) системы связи были аналоговыми.
- ❑ Впервые импульсно-кодовое преобразование аналогового сигнала предложено А.Х.Ривсом (Bell Labs), 1937г., но технически реализовано только в 1962 г.
- ❑ С ИКМ связано начало использования цифровых технологий в сетях передачи данных.
- ❑ **Преимущества ИКМ:**
 - ✓ для систем цифровой связи - позволяет ликвидировать недостатки аналоговых методов передачи (уменьшить затухание сигнала и шумы, улучшить разборчивость речи и увеличить динамический диапазон передачи;
 - ✓ для систем передачи данных - организовать канал передачи данных на скорости 56 Кбит/с (в случае 7-битного кодирования) или 64 Кбит/с (в случае 8-битного кодирования) .

Импульсно-кодовая модуляция (PCM pulse-code modulation).



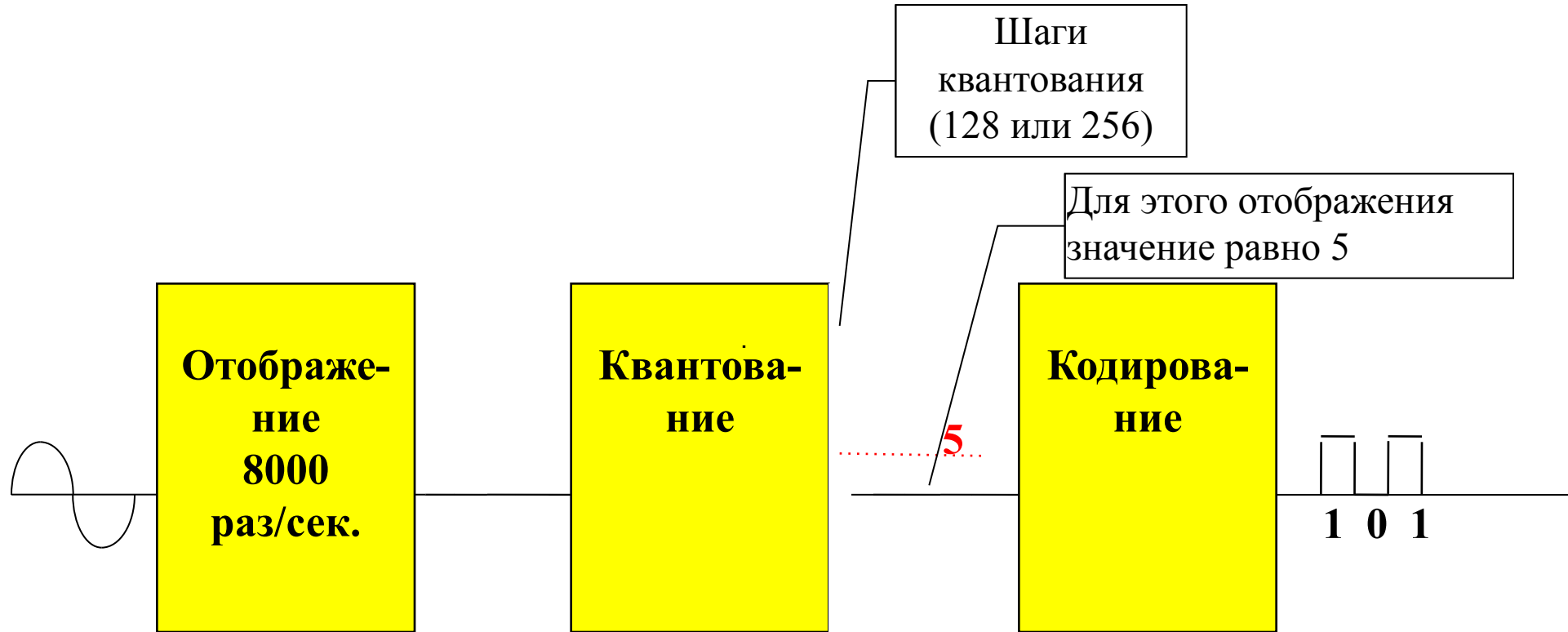
- Структурная схема ИКМ - преобразований включает 3 этапа

Импульсно-кодовая модуляция (PCM pulse-code modulation).



- Диапазон квантования разделяется на сегменты (уровни квантования), и каждому сегменту присваивается уникальный код (последовательность битов). Весь диапазон значений сигнала разбивается на одинаковые интервалы.

Импульсно-кодовая модуляция (PCM pulse-code modulation).

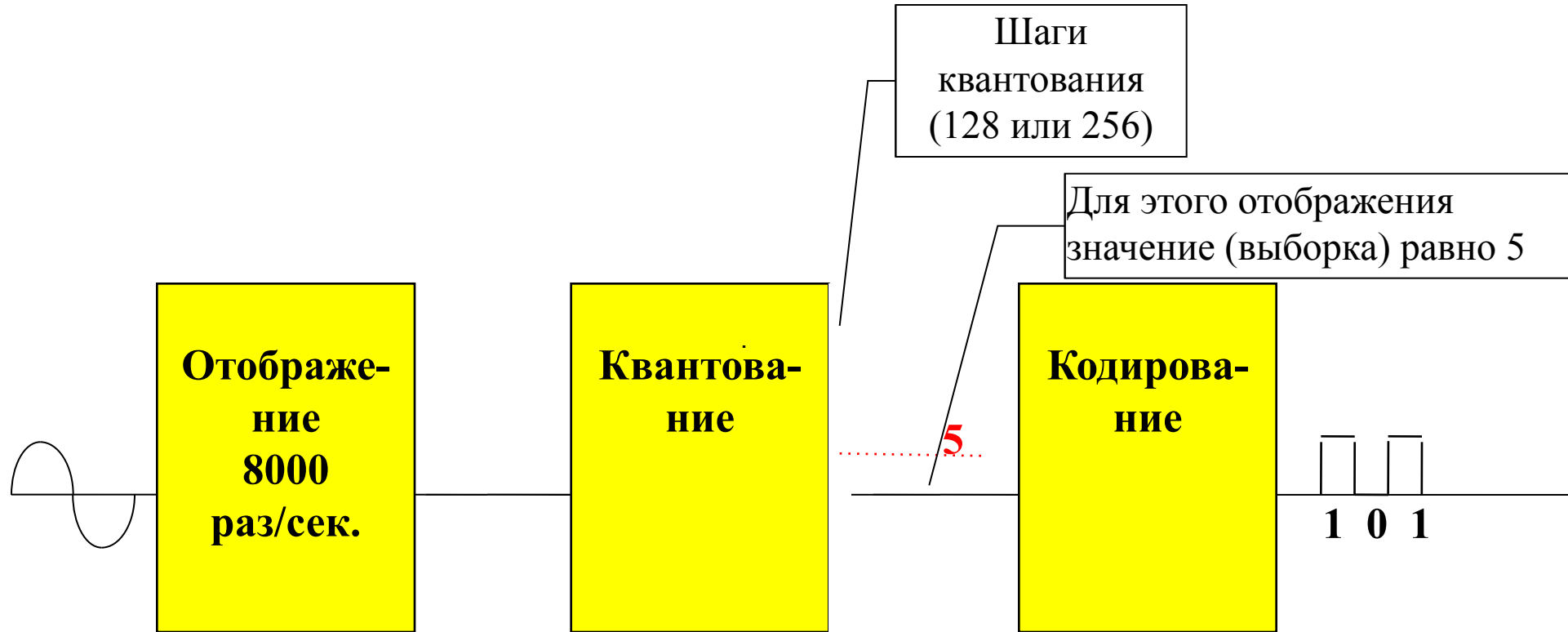


Шаг квантования:

$$\Delta = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{n}$$

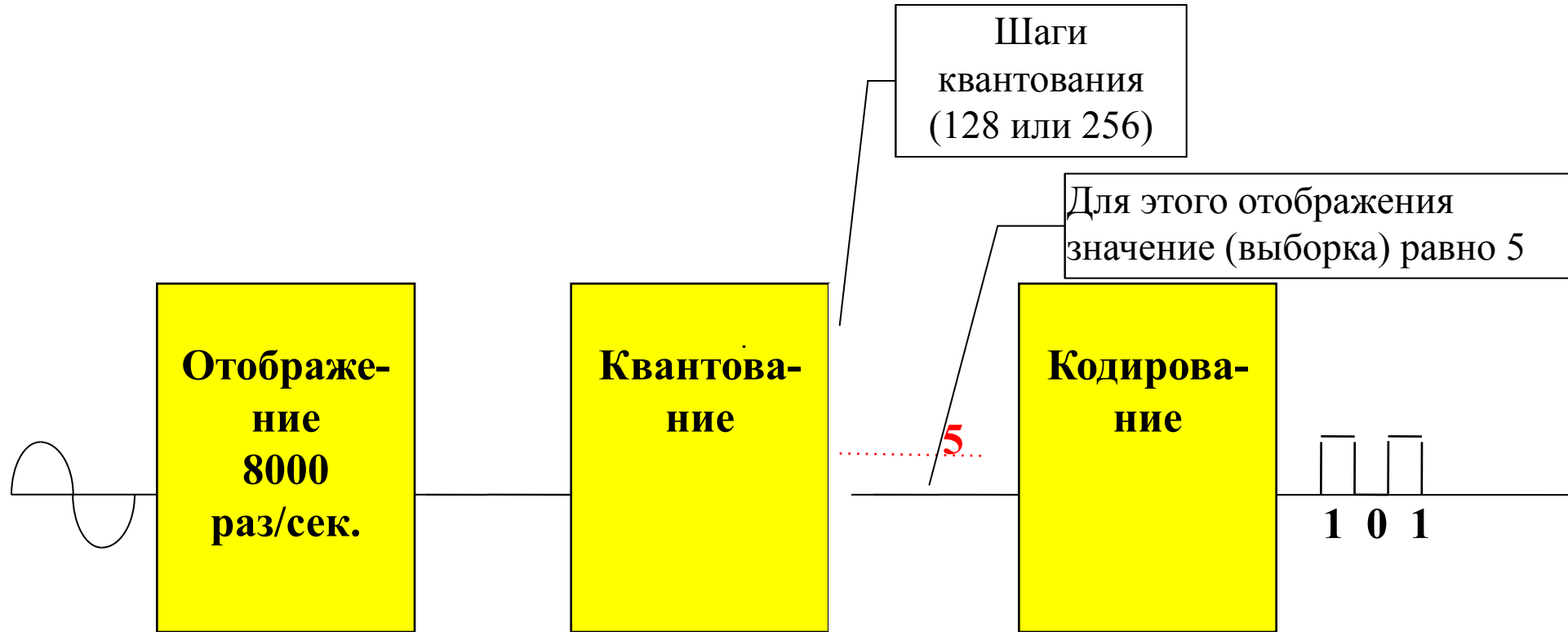
n - число уровней квантования.

Импульсно-кодовая модуляция (PCM pulse-code modulation).



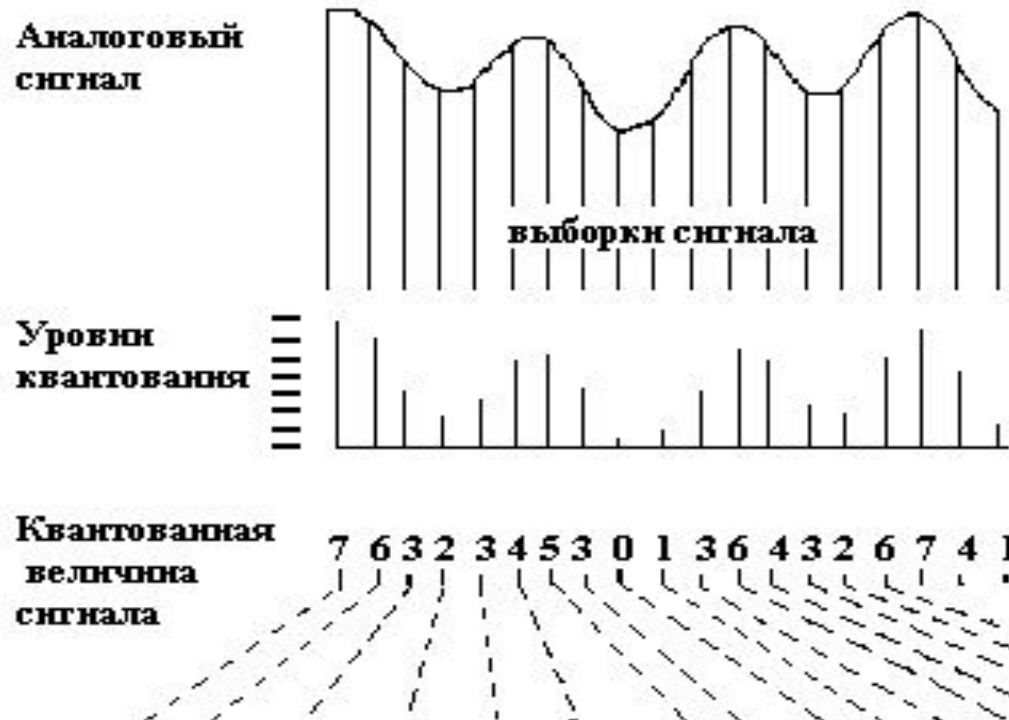
Временной интервал наблюдения сигнала разбивается на одинаковые интервалы времени. Значение, которого достигает сигнал в некоторой отметке, называется выборкой.

Импульсно-кодовая модуляция (PCM pulse-code modulation).



Чтобы оцифровывать выборку, находится уровень квантования, значение которого совпадает с сигналом и записывается код. Процесс взятия выборок называется дискретизацией сигнала или квантованием по времени.

Пример ИКМ



В этом примере сигнал - квантуется по времени в 18 точках, при этом используется 8 уровней квантования (по величине сигнала).

Уровни квантования (по величине сигнала) кодируются:

Уро- вень	0	1	2	3	4	5	6	7
Код	000	001	010	011	100	101	110	111

КВАНТОВАНИЕ И ОЦИФРОВКА СИГНАЛА



ВОССТАНОВЛЕНИЕ СИГНАЛА



Показанные выборки - уже квантованы - они аппроксимированы с самым близким уровнем квантования. Направо от каждой выборки - номер уровня квантования.

При восстановлении сигнал непосредственно следует за выборками квантования (уровнями сигнала) и таким образом отклоняется от первоначального сигнала. Это расхождение называется шумом квантования. Шум квантования не зависит от интенсивности сигнала.

Если интенсивность самого сигнала снижается, то шум квантования будет более значимым (коэффициент сигнал/шум (signal-to-noise) понизится).

Количество информации и пропускная способность

Количество информации в словесном тексте зависит не только от числа слов, составляющих текст, но и от количества букв в алфавите (m), из которого набираются слова для данного текста. Например, имеется алфавит A , из букв которого составляется сообщение: $[A] = m$. Количество возможных вариантов разных сообщений: $N = m^n$, где N — возможное количество различных сообщений; m — количество букв в алфавите; n — количество букв в сообщении.

Тогда **количество информации** - логарифм полного числа элементов любого конечного множества (формула Р.Хартли): $I = \log_2 N = n \cdot \log_2 m$ [бит]

Частотные характеристики канала передачи оказывают существенное влияние на максимально допустимую скорость передачи информации. В 1924 г. Г.Найквист вывел уравнение, выражающее максимальную скорость передачи данных в конечном аналоговом канале (без шумов):

$$V_{max} = 2H \cdot \log_2 K$$

где K - количество дискретных уровней, из которых состоит сигнал, H [Гц] – ширина полосы частот в канале.

При наличии шумов в канале скорость передачи снижается. В 1948 г. **К.Шеннон** показал, что максимальная скорость передачи информации в каналах с шумами с шириной полосы частот H [Гц], и отношением сигнал/шум – (S/N):

$$C = V_{max} = H \log_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right) \quad [\text{бит/с}]$$

Максимальная скорость передачи информации в канале связи называется его пропускной способностью. Реальная скорость передачи при этом будет гораздо ниже пропускной способности канала связи.

ИНФОРМАЦИЯ И ЕЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Информация и данные

- ❑ **Информация** - сведения об объектах и явлениях окружающей среды, их параметрах, свойствах и состоянии, которые уменьшают имеющуюся о них степень неопределенности, неполноты знаний.
- ❑ **Данные** могут рассматриваться как признаки или записанные наблюдения, которые по каким-то причинам не используются, а только хранятся.
- ❑ В том случае, если появляется возможность использовать эти данные для уменьшения неопределенности о чем-либо, данные превращаются в информацию. Поэтому можно утверждать, что информацией являются используемые данные.
- ❑ **Адекватность информации** - это определенный уровень соответствия создаваемого с помощью полученной информации образа реальному объекту, процессу, явлению и т.п.

Формы адекватности информации

- ❑ **Синтаксическая адекватность** - отображает формально-структурные характеристики информации и не затрагивает ее смыслового содержания.
- ❑ **Семантическая (смысловая) адекватность** - определяет степень соответствия образа объекта и самого объекта.
- ❑ **Прагматическая адекватность (ценность)** - отражает отношение информации и ее потребителя, соответствие информации цели управления, которая на ее основе реализуется.

Количество информации

Получение информации связано с изменением степени неосведомлённости получателя о состоянии системы. До получения информации он мог иметь некоторые предварительные сведения о системе α . Энтропия системы $H(\alpha)$ является для него мерой неопределённости состояния системы. После получения некоторого сообщения β получатель приобрёл дополнительную информацию $I_\beta(\alpha)$, уменьшившую его априорную неосведомлённость. Энтропия системы после получения сообщения стала $H(\alpha/\beta)$.

Тогда количество информации $I(\alpha)$ о системе α , полученной в сообщении β : $I(\alpha) = H(\alpha)$

Количество информации измеряется уменьшением неопределённости состояния системы

В 1948 г. американский инженер и математик К. Шеннон предложил формулу для вычисления количества информации для событий с различными вероятностями.

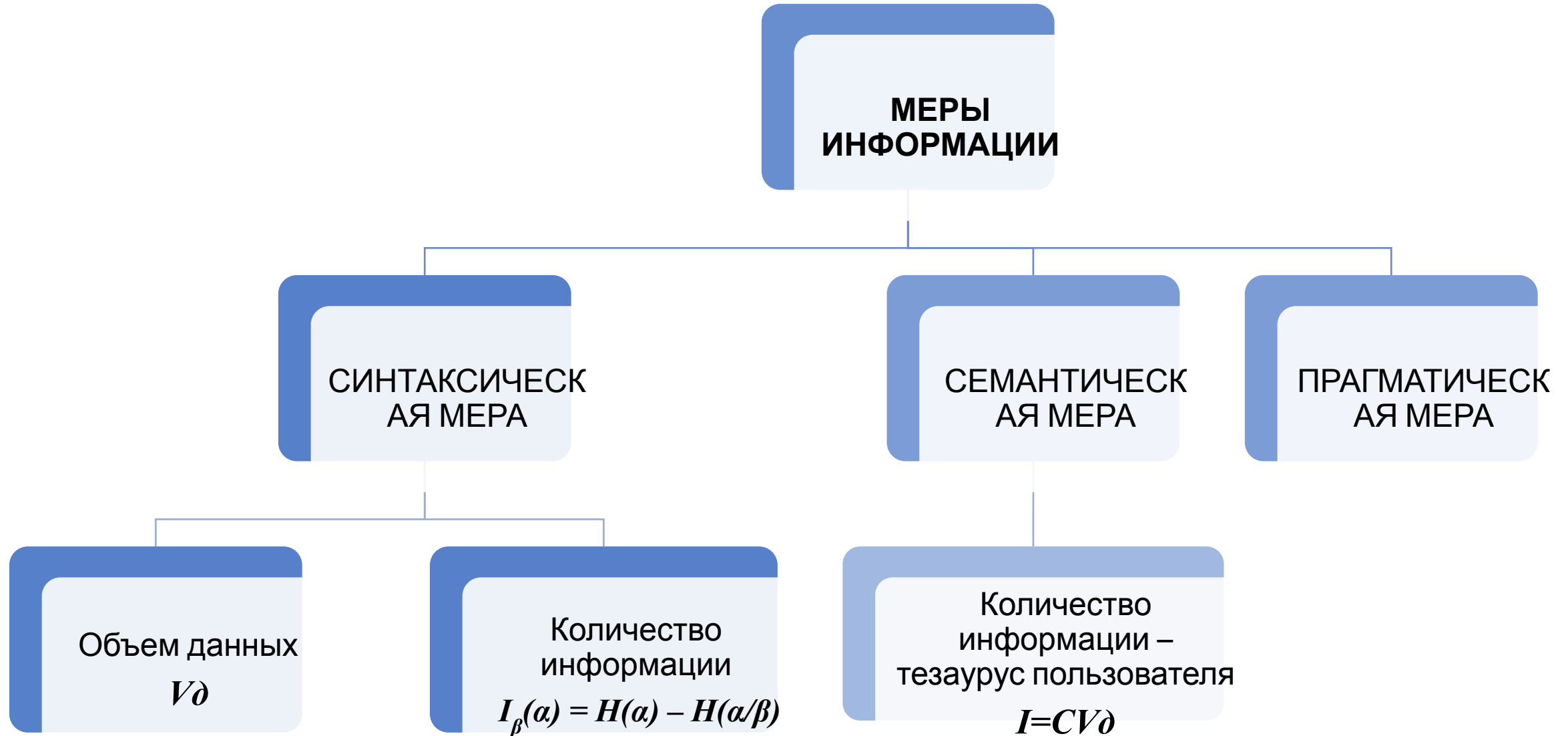
$$H(\alpha) = \sum_{i=1}^n P_i \log P_i$$

Если $H(\alpha)$ - количество информации, n - количество возможных состояний, P_i - вероятность того, что система находится в i -м состоянии.

При $N = 2 \log_2 2 = 1$, следовательно, $H(\alpha) = 1$. Поэтому за единицу количества информации (бит) принято утверждение, что произошло одно из двух равновероятных событий.

$H(\alpha) = 0$ тогда и только тогда, когда одна из вероятностей равна единице, а остальные вероятности равны нулю. Это состояние определённости, или уверенности.

Информационные меры и количество информации.



Единицы измерения информации и примеры

<i>Мера информации</i>	<i>Единицы измерения</i>	Примеры (для компьютерной области)
Синтаксическая: шенноновский подход компьютерный подход	Степень уменьшения неопределенности Единицы представления информации	Вероятность события Бит, байт и т.д.
Семантическая	Тезаурус Экономические показатели	Пакет прикладных программ, персональный компьютер, компьютерные сети и т.д. Рентабельность, производительность, коэффициент амортизации и т.д.
Прагматическая	Ценность использования	Емкость памяти, производительность компьютера, скорость передачи данных и т.д. Время обработки информации и принятия решений

Синтаксическая мера информации

- ❑ Эта мера количества информации оперирует с обезличенной информацией, не выражающей смыслового отношения к объекту.
- ❑ **Объем данных V_d** - в сообщении измеряется количеством символов (разрядов) в этом сообщении. В различных системах счисления один разряд имеет различный вес и соответственно меняется единица измерения данных:
 - ✓ в двоичной системе счисления единица измерения - бит (*bit - binary digit* - двоичный разряд);
 - ✓ в десятичной системе счисления единица измерения - дит (десятичный разряд).
- ❑ На синтаксическом уровне рассматривается доставка получателю сообщений как совокупности знаков, при этом учитываются тип носителя, способ представления информации, скорость передачи и обработки, размеры кодов, надёжность и точность их преобразования и т. п. На этом уровне полностью абстрагируются от смыслового содержания сообщений и их целевого предназначения. **Информацию на синтаксическом уровне**, как правило, **называют данными**, поскольку смысловая сторона здесь не имеет значения.
- ❑ Такой подход даёт возможность оценки информационных потоков в разных по своей природе объектах, таких как системы связи, ЭВМ, автоматизированные системы управления, нервная система.

Семантическая мера информации

- Для измерения смыслового содержания информации, т.е. ее количества на семантическом уровне используют тезаурусную меру, которая связывает семантические свойства информации со способностью пользователя принимать поступившее сообщение. Для этого используется понятие *тезаурус пользователя*.
- **Тезаурус** - это совокупность сведений, которыми располагает пользователь или система.
- Количество семантической информации I_c определяется отношением между смысловым содержанием информации S^* и тезаурусом пользователя S_{Π} :
 - ✓ при $S_{\Pi} \approx 0$ пользователь не воспринимает, не понимает поступающую информацию, т.е. $I_c \approx 0$;
 - ✓ при $S_{\Pi} \rightarrow \infty$ пользователь всё знает, и поступающая информация ему не нужна, т.е. $I_c \approx 0$.
- $I_c = \max$ при согласовании смыслового содержания информации S^* с тезаурусом пользователя S_{Π} , тогда поступающая информация понятна пользователю и несёт ему отсутствующие в его

Количество семантической информации в сообщении - величина относительная. Одно и то же сообщение может иметь смысл для компетентного пользователя и быть семантическим шумом для некомпетентного

Относительная мера количества семантической информации - коэффициент содержательности C (определяется как отношение количества семантической информации к её объёму V_d)

$$C = I_c / V_d.$$

Прагматическая мера информации

- ❑ Эта мера определяет полезность информации (ценность) для достижения пользователем поставленной цели. Прагматическая мера информации величина относительная, обусловленная особенностями использования этой информации в той или иной системе.
- ❑ Информация прагматического уровня - это количество информации, необходимой для достижения намеченной цели, т. е. устанавливает вероятность достижения цели. Т
- ❑ Например, если до получения информации вероятность достижения цели равнялась P_0 , а после её получения – P_1 , то ценность информации вычисляется как логарифм отношения

$$P_1/P_0 :$$

$$I = \log_2 P_1 - \log_2 P_0 = \log_2 (P_1 / P_0)$$

- ❑ Ценность информации целесообразно измерять в тех же единицах (или близких к ним), в которых измеряется целевая функция.

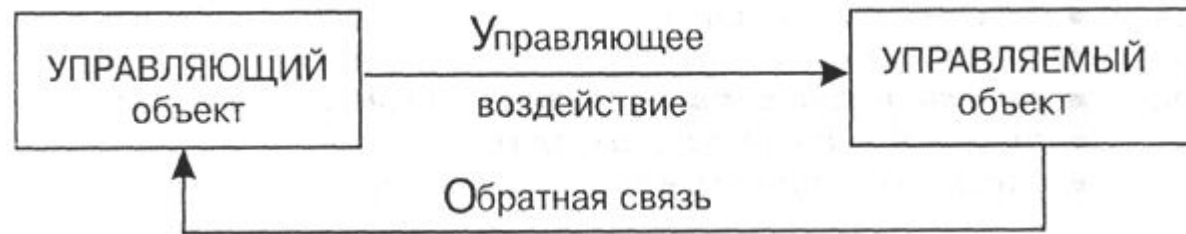
Единицы измерения информации

- 8 бит = 1 байт
- 1 Кбайт = 2^{10} байт = 1024 байт
- 1 Мбайт = 2^{20} байт = 2^{10} Кбайт = 1024 Кбайт
- 1 Гбайт = 2^{30} байт = 2^{20} Кбайт = 2^{10} Мбайт = 1024 Мбайт
- 1 Тбайт = 2^{40} байт

Основные понятия, принципы и определения информационного подхода к исследованию АСУ

Автоматизированная система управления (сокращённо **АСУ**) — комплекс аппаратных и программных средств, а также персонала, предназначенный для управления различными процессами в рамках технологического процесса или производства. Например, АСУ управления связью, АСУ управления пожаротушением, АСУ дежурно-диспетчерских служб пожарной охраны

Управление - осуществление совокупности воздействий на управляемый объект, выбранных из множества возможных воздействий на основании программы управления и поступающей информации о поведении объекта и состоянии внешней среды для достижения заданной цели.



Управляющее воздействие - сигналы (команды), которые несут в себе информацию о требуемых воздействиях на управляемый объект.

В процессе управления стремятся к некоторой заранее заданной цели или стараются реализовать некоторую заданную или вырабатываемую по ходу реализации процесса управления программу действий.

Качество АСУ – совокупность информационных, технических, эксплуатационных, экономических, эргономических, эстетических и других свойств АСУ, характеризующих степень достижения ею целей, поставленных при ее создании.

Понятие системы

Система – комбинация взаимодействующих элементов, организованных для достижения одной или нескольких поставленных целей (ГОСТ Р ИСО МЭК 15288-2005).

4 признака системы:

- ✓ **Целостность и делимость.** Система — это прежде всего целостная совокупность элементов. Это означает, что, с одной стороны, система - целостное образование и, с другой — в ее составе отчетливо могут быть выделены целостные объекты (элементы).
- ✓ **Наличие устойчивых связей (отношений)** между элементами или (и) их свойствами, превосходящих по мощности (силе) связи этих элементов с элементами, не входящими в данную систему.
- ✓ **Организация** - наличие определенной организации в системе, что проявляется в снижении энтропии (степени неопределенности) системы $H\{S\}$ по сравнению с энтропией системоформирующих факторов $H\{F\}$, определяющих возможность создания системы. Организация охватывает только те свойства элементов, которые связаны с процессами сохранения и развития целостности, т.е. существования системы.
- ✓ **Эмерджентность (интегративное свойство)**- наличие таких качеств (свойств), которые присущи системе в целом, но не свойственны ни одному из ее элементов в отдельности. Это то новое, которое формируется при согласованном взаимодействии объединенных в структуру

Структура системы - совокупность элементов и связей между ними, которые определяются, исходя из распределения функций и целей, поставленных перед системой. Структура обеспечивает устойчивость и тождественность системы при различных внешних и внутренних изменениях.

Алгоритм управления

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

Алгоритм – это точное изложение последовательности действий над исходными данными, выполнение которых приводит к получению искомого результата.

Важнейшие свойства алгоритма:

- ✓ **Определенность** – однозначность предписываемой последовательности действий, не допускающая произвольного ее толкования;
- ✓ **Дискретность** – расчлененность алгоритма на отдельные элементарные акты;
- ✓ **Результативность** – возможность получения решения за конечное число шагов;
- ✓ **Инвариантность** - алгоритм может оставаться неизменным при выполнении предписываемых им вычислений человеком или машиной любого типа.

Автоматизированные системы в деятельности пожарной охраны и МЧС

АСУ в деятельности пожарной охраны и МЧС:

1. АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩАЯ СИСТЕМА ВСЕРОССИЙСКОЙ СЛУЖБЫ МЕДИЦИНЫ КАТАСТРОФ (АИУС ВСМК)
2. АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩАЯ СИСТЕМА РСЧС (АИУС РСЧС)
3. АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ДИСТАНЦИОННОГО МОНИТОРИНГА (АСД-ЛИДАР)
4. АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ЕДИНОЙ ДЕЖУРНО-ДИСПЕТЧЕРСКОЙ СЛУЖБЫ (ЕДДС)
5. АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА КОНСУЛЬТАЦИОННОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ НАСЕЛЕНИЯ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ
6. АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ
7. АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ОПОВЕЩЕНИЯ

Автоматизированная информационно-управляющая система в чрезвычайных ситуациях (АИУС РСЧС)

АСУ РСЧС - система сбора, комплексной обработки оперативной информации о чрезвычайных ситуациях и информационного обмена между различными подсистемами и звеньями РСЧС, передачи органами повседневного управления необходимых указаний силам и средствам ликвидации чрезвычайных ситуаций.

В автоматическом режиме система способна выполнять задачи сбора, хранения, передачи, обработки и выдачи информации, необходимой для обеспечения работы органов управления РСЧС, автоматизации процессов поддержки принятия управленческих решений, доведения принятых решений до подчиненных и взаимодействующих органов управления и контроля их исполнения.

В составе системы имеются следующие основные средства:

- ✓ комплекс средств автоматизации (КСА), размещаемых на стационарных пунктах управления;
- ✓ мобильные КСА подвижных пунктов управления;
- ✓ абонентские комплекты пользователей;
- ✓ КСА взаимодействия с внешними по отношению к МЧС России структурами;
- ✓ сеть связи и передачи данных.

На базе перечисленной техники создаются объектовые комплексы средств автоматизации АИУС.

Автоматизированная система оперативного управления пожарной охраной (АСОУПО)

АСОУПО - система оперативного управления силами и средствами тушения пожаров.

Цель создания АСОУПО – совершенствование автоматизации процесса принятия решения персоналом ЕДДС «01» и реализации задач по оперативному управлению пожарно-спасательных формирований при тушении пожаров (ликвидации последствий ЧС) в населенных пунктах и на объектах и, как следствие, повышение эффективности оперативно-тактической деятельности территориальных органов управления по делам ГОЧС.

Объектом автоматизации при внедрении АСОУПО является организационно-управленческая деятельность единой дежурно-диспетчерской службы (ЕДДС) «01» по привлечению территориальных пожарно-спасательных формирований и управлению ими при тушении пожаров и ликвидации последствий ЧС.

Основные задачи АСОУПО

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 (номеров).
4. Хранение расписания выездов пожарных подразделений на тушение пожаров.
5. Прием и автоматическая регистрация всех видов информации.
6. Автоматизация диалога «Диспетчерский пункт - заявитель».
7. Автоматизация селекции полезной информации.
8. Автоматизация анализа поступающей информации и выработки оптимального управленческого решения.
9. Автоматизация передачи приказов пожарным частям.
10. Автоматизация контроля исполнения приказов.
11. Автоматизация восстановления сведений об изменении состава пожарной техники в пожарных частях, на пожарах.
12. Автоматизация выбора оптимального маршрута до места пожара.
13. Хранение и автоматизация поиска оперативных планов тушения пожаров конкретных объектов.
14. Автоматизация отображения оперативной обстановки в городе на электронном (плазменном) светоплане.
15. Автоматизация отражения наличия пожарной техники в частях применительно к реальному масштабу времени.
16. Автоматизация отображения на световом плане города маршрута движения пожарной техники к месту пожара в реальной топографии и реальном масштабе времени.
17. Автоматизация контроля времени прибытия пожарной техники на пожар и в пожарную часть.
18. Автоматизация прогнозирования развития пожаров для наиболее важных объектов.
19. Автоматизация выработки упреждающих управленческих решений по тушению пожаров.
20. Обеспечение круглосуточной надежной оперативной связи.

Автоматизированная система управления пожарной автоматикой (АСУ ПА)

АСУ ПА представляет собой *трехуровневую иерархическую систему*.

Нижний уровень - прием и обработка сигналов от пожарных и охранных извещателей, газовых анализаторов.

Средний уровень - управление средствами пожарной автоматики и исполнительными устройствами технологического оборудования.

Верхний уровень - операторская станция, организуется диалог между оператором и

исполнительными средствами системы, производится отображение и документирование

Функции системы:

- ✓ обработка информации о пожаре, о работе установок пожаротушения при пожаре и в дежурном режиме;
- ✓ распознавание и сигнализация аварийных ситуаций, отклонений параметров от заданных пределов, отказов пожарного оборудования;
- ✓ отображение информации о пожаре и состоянии установок пожаротушения в виде мнемосхем процесса и стандартных видеограмм с индикацией на них значений параметров и их отклонений;
- ✓ регистрация всех контролируемых и расчетных параметров и событий и архивирование их в базе данных;
- ✓ формирование отчетной документации;
- ✓ изменение в процессе эксплуатации параметров настройки (уставок сигнализации и блокировок);
- ✓ автоматическое управление установками пожаротушения;
- ✓ автоматическое управление средствами сигнализации;
- ✓ дистанционное управление с рабочего места оператора;