

# **Основы построения телекоммуникационных систем и сетей**

## **Лекция №2 «Телеграфная связь»**

# Немного истории (1)

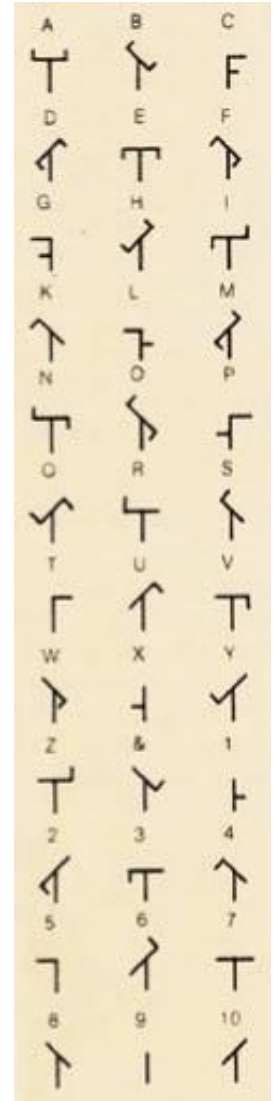
Сигналы  
телеграфа  
Шаппа.



Часть фасада Зимнего дворца с башней для оптического телеграфа со стороны Адмиралтейства. Рисунок неизвестного автора.



Кабинет директора дворцового телеграфа. Акварель Э. П. Гау.



# Немного истории (2)



1890-е гг. Казачий  
разъезд охраняет  
телеграфную линию  
(из "Иллюстрированной  
истории верховой  
езды", изданной в  
Париже в 1893 году)

Техника:

хромолитография

Год: 1893

Рисовальщик: Валле,  
Луи (1856–1940)

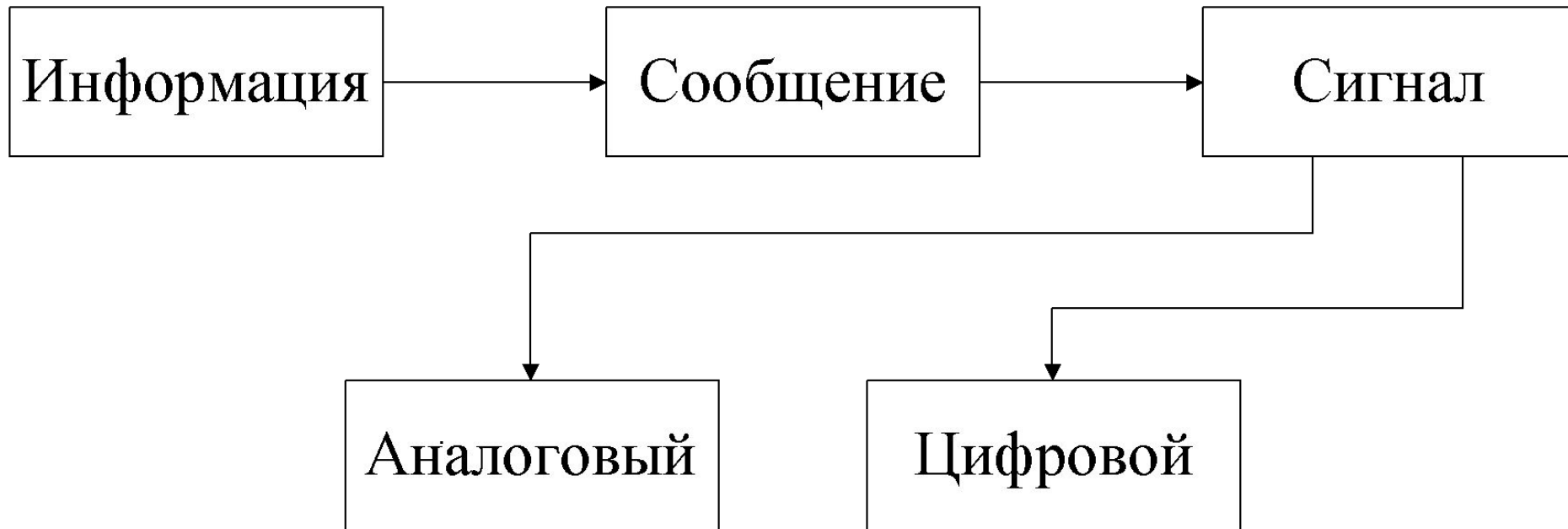
Франция

# **Операция: “взять – перенести”**

**Функции телеграфной сети при передаче сообщения между терминалами могут быть представлены тремя условиями:**

- Доставить информацию за время, которое установлено для каждой категории телеграмм;**
- Не потерять адресную и информационную части телеграммы при ее передаче;**
- Не допустить искажения информации свыше заданного уровня .**

# Информация, сообщение, сигнал (1)



Количество информации, которое содержится в сообщении  $a$ , принято оценивать по вероятности его появления –  $p(a)$ .

# Информация, сообщение, сигнал (2)

Существенный объем новых данных присущ маловероятным сообщениям. Принято оценивать количество информации –  $J(a)$  логарифмом величины, обратной вероятности  $p(a)$ :

$$J(a) = \log_h \frac{1}{p(a)} = -\log_h p(a)$$

Чаще всего предполагается, что  $h=2$ :

$$J(a) = -\log_2 p(a)$$

# Информация, сообщение, сигнал (3)

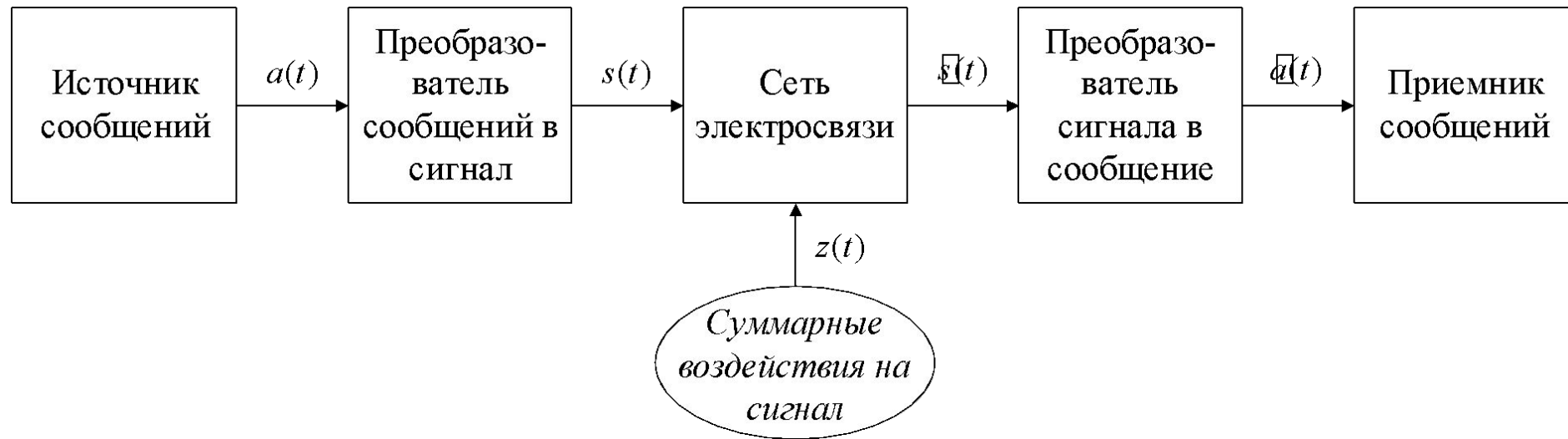
Оценим количество информации в слове из семи букв ( $n$ ) при условии, что алфавит содержит 32 буквы ( $m$ ). Будем считать, что все вероятности появления каждой буквы одинаковы. Тогда:

$$I(n) = \sum_{j=1}^n \log_2 \frac{1}{m} = n \log_2 m = 35$$

Энтропия источника  $H(a)$  сообщений определяется как математическое ожидание количества информации:

$$H(a) = - \sum_{j=1}^m p(a_j) \log_2 p(a_j)$$

# Передача сообщений через сеть (1)



Устройства преобразования сообщений, передаваемых в сетях телеграфной связи, в электрический сигнал представляют каждый знак (в основном, буквы и цифры) уникальной комбинацией импульсов и пауз одинаковой длительности. Импульс соответствует наличию напряжения на выходе преобразователя, а пауза – его отсутствию. Международный телеграфный код МТК-2 позволяет представить букву "А" в таком виде: 11000. В данном случае символ "1" указывает на передачу импульса, а "0" – на наличие паузы. Позднее был разработан семиэлементный телеграфный код – МТК-5. Он позволил расширить функциональные возможности телеграфной связи.



# Передача сообщений через сеть (2)

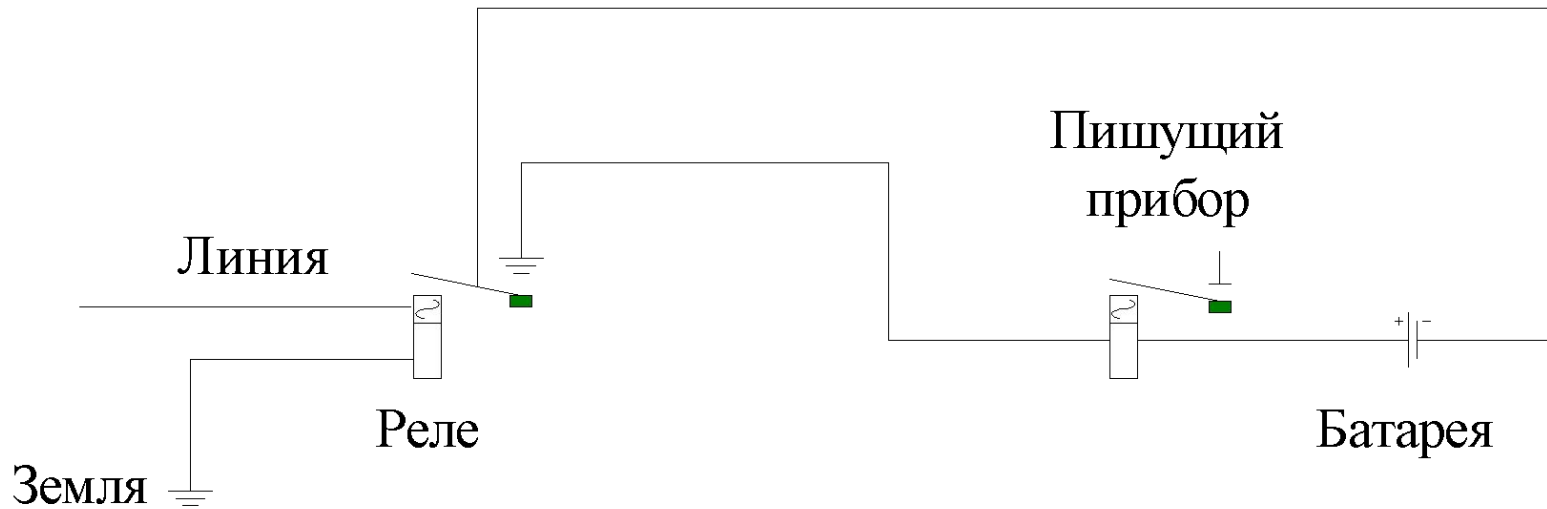
Устройство преобразования сигналов в сообщение позволяет получить совокупность букв и цифр, которая воспроизводится на печатающем устройстве или на экране монитора. Скорость телеграфирования  $V$  обратно пропорциональна длине импульса  $\tau$ :

$$V = \frac{1}{\tau}$$

Скорость передачи в телеграфии принято измерять в Бодах. Это название – признание заслуг французского изобретателя Жана Бодо, внесшего существенный вклад в развитие электросвязи. Стандартная скорость для телеграфного аппарата составляет 50 Бод. Это означает, что длина импульса составляет 20 мс.

# Основы телеграфии

Простейшая конструкция системы телеграфной связи:



Работа схемы очень проста. При получении сигнала из линии замыкается цепь реле. Контакт этого реле, в свою очередь, образует цепь для срабатывания пишущего прибора. В результате полученный (но не всегда – переданный) символ будет воспроизведен на используемом носителе информации. Символы будут различаться на основе используемых правил представления сообщений.

# Старые терминалы

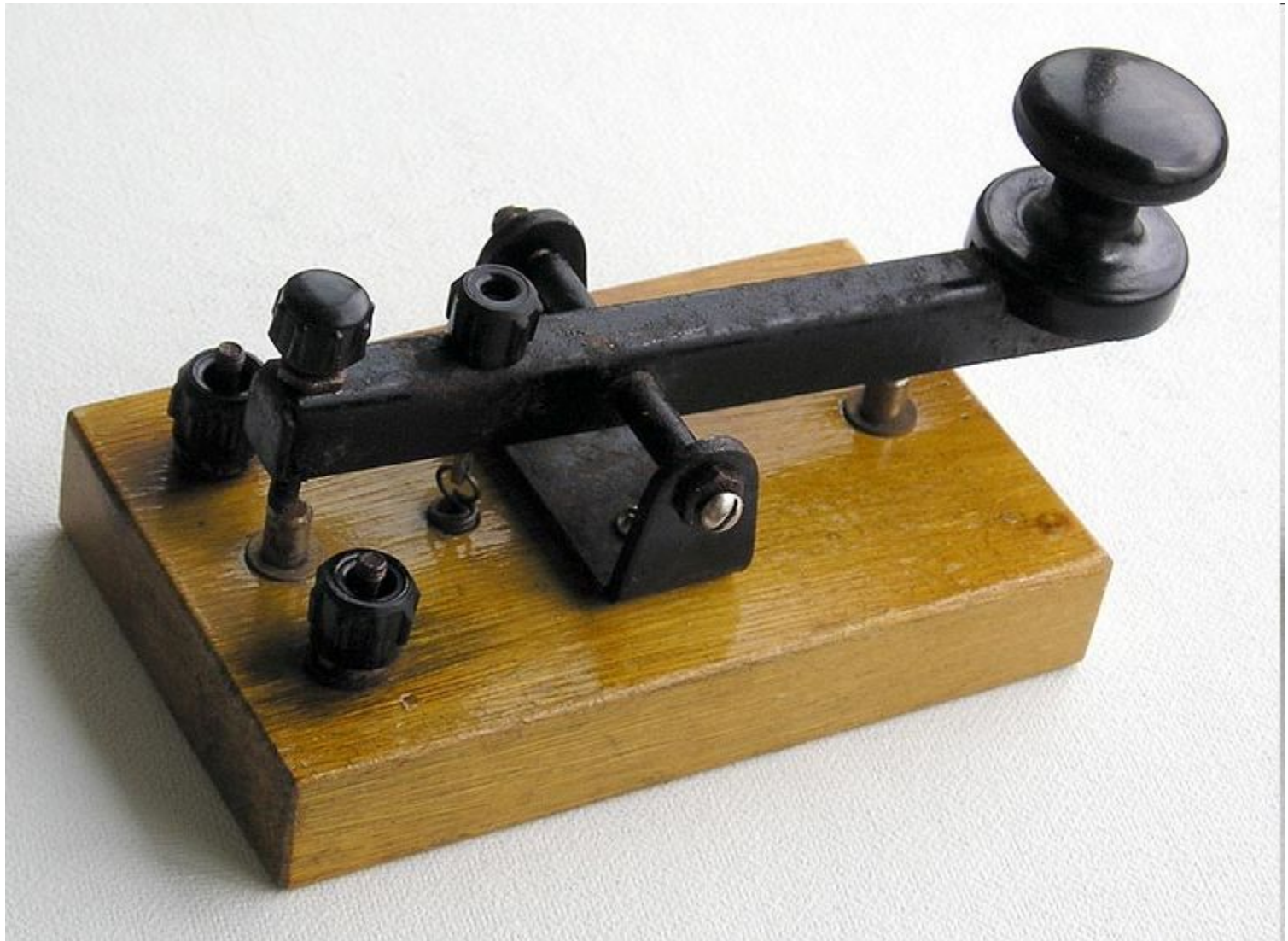
Оборудование "Телекс Т100" немецкой компании Siemens



# Прием телеграмм на ленту



# Телеграфный ключ



# Код Морзе

Знаки ко- да Морзе	Буквы		Знаки кода Морзе	Циф- ры	Знаки препинания и служебные сигналы
	рус.	лат.			
· · ·	А	Aa	· · · · ·	1	· · · · · (.) запятая
· · · ·	Б	Bb	· · · · ·	2	· · · · · (.) точка
· · · · ·	В	Vv	· · · · ·	3	· · · · · (;) точка с запятой
· · · · ·	Г	Gg	· · · · ·	4	· · · · · (:) двоеточие
· · · · ·	Д	Dd	· · · · ·	5	· · · · · (?) вопросительный знак
· · · · ·	Е	Ee	· · · · ·	6	· · · · · (№) номер
· · · · ·	Ж	Vv	· · · · ·	7	· · · · · („“) кавычки
· · · · ·	З	Zz	· · · · ·	8	· · · · · (') апостроф
· · · · ·	И	Ii	· · · · ·	9	· · · · · ( ) скобки
· · · · ·	К	Kk	· · · · ·	0	· · · · · (!) восклицательный знак
· · · · ·	Л	Ll			· · · · · (—) тире
· · · · ·	М	Mm			· · · · · Ждать
· · · · ·	Н	Nn			· · · · · Понял
· · · · ·	О	Oo			· · · · · ( / ) дробная черта
· · · · ·	П	Pp			· · · · · Знак раздела
· · · · ·	Р	Rr			· · · · · Перебой (исправление ошибки)
· · · · ·	С	Ss			· · · · · Сигнал о начале передачи (НП)
· · · · ·	Т	Tt			· · · · · Сигнал о готовности к приёму (ПО)
· · · · ·	У	Uu			· · · · · Начало действия
· · · · ·	Ф	Ff			· · · · · Знак окончания передачи
· · · · ·	Х	Hh			
· · · · ·	Ц	Cc			
· · · · ·	Ч	—			
· · · · ·	Ш	—			
· · · · ·	Щ	Qq			
· · · · ·	Ы	Yy			
· · · · ·	Ю	—			
· · · · ·	Я	—			
· · · · ·	Й	Jj			
· · · · ·	Ь, ь	Xx			
· · · · ·	Э	Ee			

## SOS

Сигнал SOS запрещается подавать, если нет неминуемой угрозы для жизни людей или судна на море. SOS подаётся без пауз между буквами:

« · · · — — — · · · »

(три точки, три тире, три точки), то есть как одна длинная буква. Хотя часто считается, что SOS является аббревиатурой от «Save our souls» (спасите наши души) или «Save our ship» (спасите наш корабль), на самом деле он был выбран из-за простоты передачи, к тому же передаётся не так как все аббревиатуры (отдельными буквами), а единой буквой.

# Международный телеграфный код

№ комбинации	Латинский алфавит	Буквы русского алфавита	Цифры, буквы, знаки препинания	Комбинации посылок				
				1	2	3	4	5
1	A	A	—	+	+	—	—	—
2	B	Б	?	+	—	—	+	+
3	C	Ц	:	—	+	+	+	—
4	D	Д	Кто там ⌘	+	—	—	+	—
5	E	Е	3	+	—	—	—	—
6	F	Ф	Э	+	—	+	+	—
7	G	Г	Ш	—	+	—	+	+
8	H	Х	Щ	—	—	+	—	+
9	I	И	8	—	+	+	—	—
10	J	Й	Ю (зв)	+	+	—	+	—
11	K	К	(	+	+	+	+	—
12	L	Л	)	—	+	—	—	+
13	M	М	·	—	—	+	+	+
14	N	Н	’ (зпт)	—	—	+	+	—
15	O	О	9	—	—	—	+	+
16	P	П	0	—	+	+	—	+
17	Q	Я	1	+	+	+	—	+
18	R	Р	4	—	+	—	+	—
19	S	С	’ (ап)	+	—	+	—	—
20	T	Т	5	—	—	—	—	+
21	U	У	7	+	+	+	—	—
22	V	Ж	=	—	+	+	+	+
23	W	В	2	+	+	—	—	+
24	X	Ь	/	+	—	+	+	+
25	Y	Ы	6	+	—	+	—	+
26	Z	З	+	+	—	—	—	+
27	Возврат каретки <			—	—	—	+	—
28	Перевод строки ≡			—	+	—	—	—
29	Буквы латинские			+	+	+	+	+
30	Цифры			+	+	—	+	+
31	Пробел			—	—	+	—	—
32	Буквы русские			—	—	—	—	—

Наибольшее применение получил 5-элементный равномерный код № 2, рекомендованный МСЭ в 1932 году. Приём и передача корреспонденции на телеграфных аппаратах в России производятся как на русском, так и на латинском алфавитах. Поэтому в качестве основного принят трехрегистровый код № 2 с русским и латинским алфавитами, отличающийся от двухрегистрового в основном добавлением русского алфавита и регистра для перевода аппарата на работу с русским алфавитом.

# Фототелеграфия

Область науки и техники, охватывающая изучение теоретических основ *факсимильной связи*, разработку способов передачи неподвижных плоских изображений на расстояние по каналам связи и создание аппаратуры для реализации этих способов; исторически включается в *телеграфию* как один из ее разделов. В фототелеграфии решаются задачи, связанные с преобразованием оптических изображений в электрические сигналы и обратным преобразованием, с разработкой способов записи изображений, преобразованием аналоговой информации в дискретную, разработкой механических и электронных систем развёртки, оценкой искажений сигналов факсимильной информации при передаче последних и устранением таких искажений. Развитие фототелеграфии опирается на достижения электроники, радиотехники, электротехники, светотехники и других дисциплин. Перспективы ее развития связаны с совершенствованием *факсимильных аппаратов* (например, их оснащением автоматическими устройствами приёма и регистрации изображений), разработкой и внедрением аппаратуры для передачи цветных изображений, повышением скорости передачи факсимильной информации и т. д.



# Передача газетных полос



Для обеспечения своевременной доставки центральных газет была организована система децентрализации печатания газет. Около 70% тиража центральных газет печаталось в 40 городах страны с матриц, доставляемых самолетами. Однако даже самолеты не могли обеспечить достаточно быструю доставку матриц в отдаленные районы страны. Поэтому стала развиваться передача газетных полос в отдаленные города страны с помощью фототелеграфа по каналам связи. В СССР в 1971 году действовало 12 пунктов приема газетных полос по фототелеграфу. При фототелеграфном методе оттиск газетной полосы помещается в передающий аппарат, установленный в издательстве, и передается по каналам связи фотоэлектрическими импульсами к пунктам приема, где на приемных аппаратах получают фотокопии газеты на пленке.

# Время доставки сообщений

При выборе времени доставки сообщений учитывается множество факторов, которые связаны с техническими и экономическими соображениями. Важна также роль ценности информации.

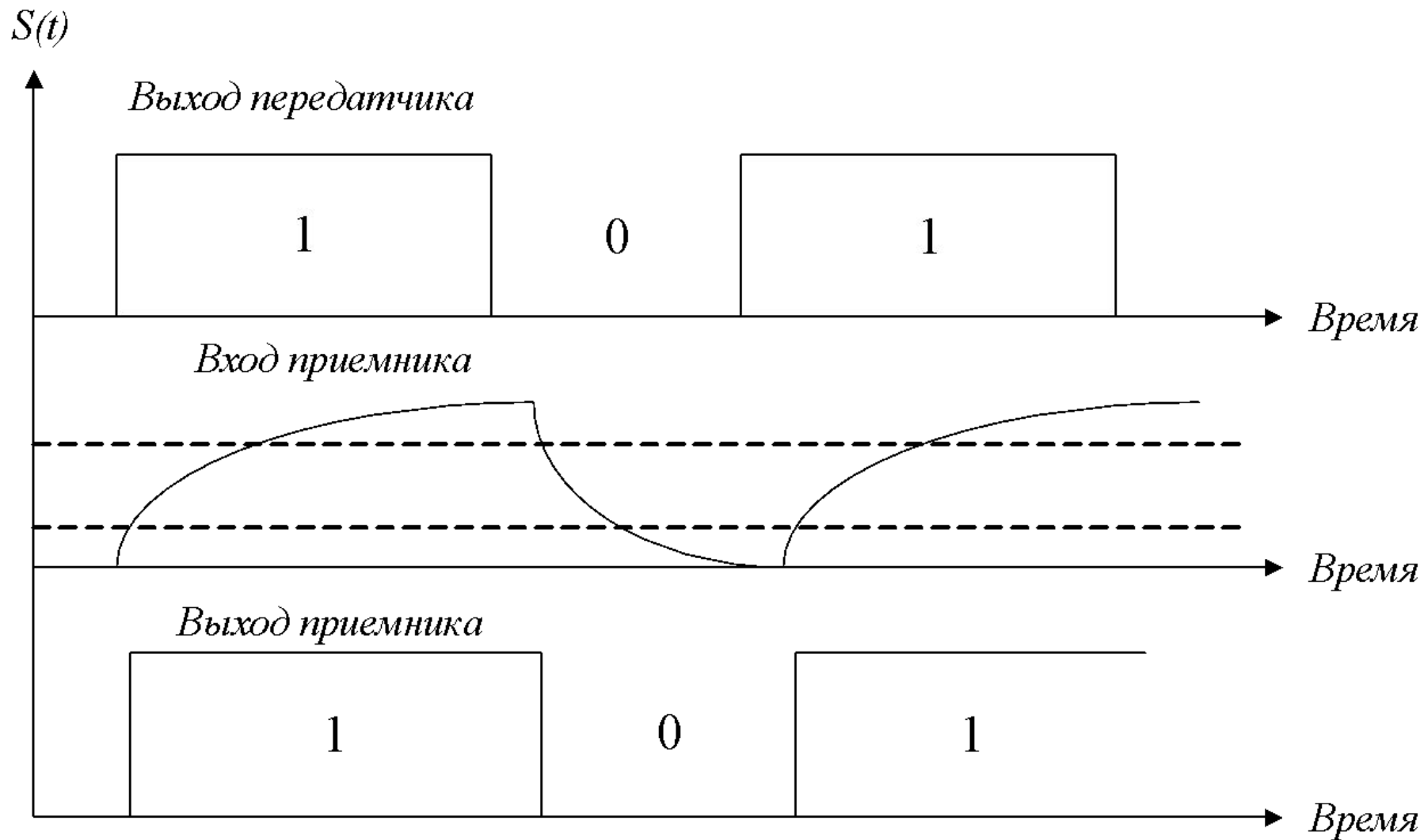
Определим две вероятности: достижения цели до ( $P_1$ ) и после получения информации ( $P_2$ ). Предполагается, что  $P_2 \geq P_1$ . Тогда ценность информации  $I$  можно определить следующей разностью:

$$I = \log_2 P_2 - \log_2 P_1$$

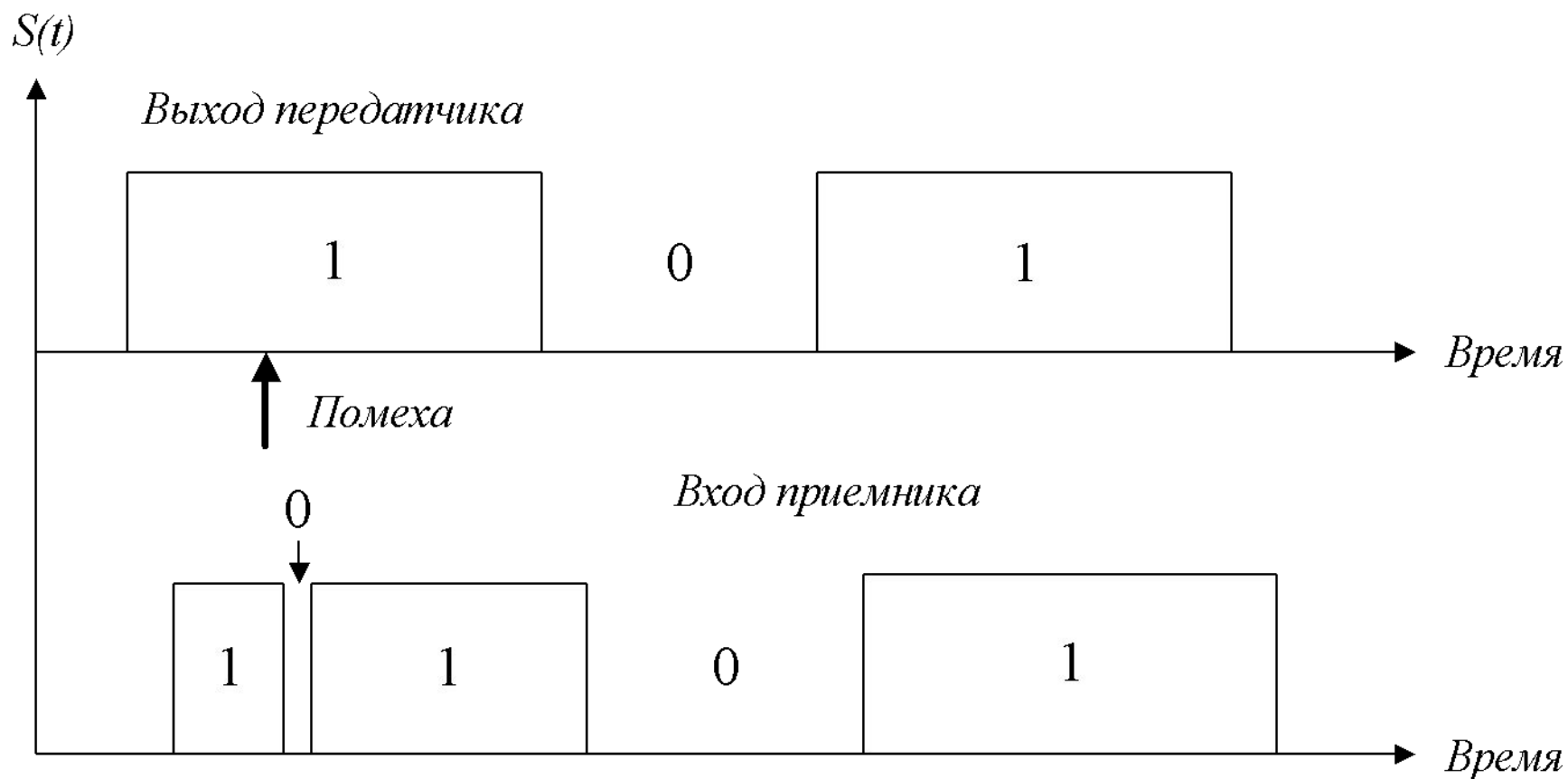
Так как  $P_2 \geq P_1$ , ценность информации будет неотрицательной величиной.

Ценность информации может также оцениваться через функции риска.

# Сигналы в разных точках сети

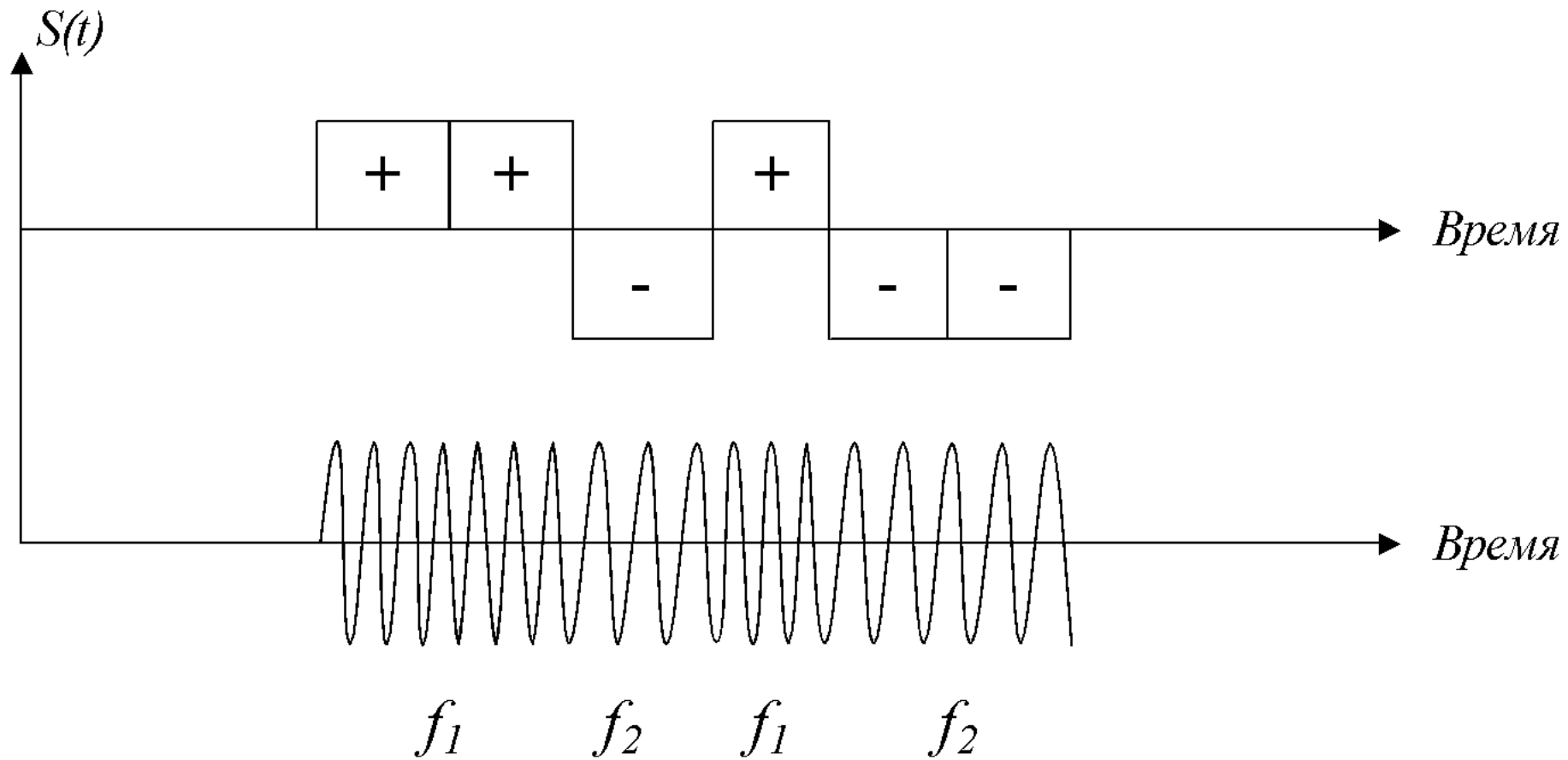


# Влияние помех



При передаче первой единицы в линию попала столь существенная помеха, что на входе приемной части аппаратуры телеграфной связи вместо одной единицы была зафиксирована последовательность "1 – 0 – 1".

# Тональное телеграфирование



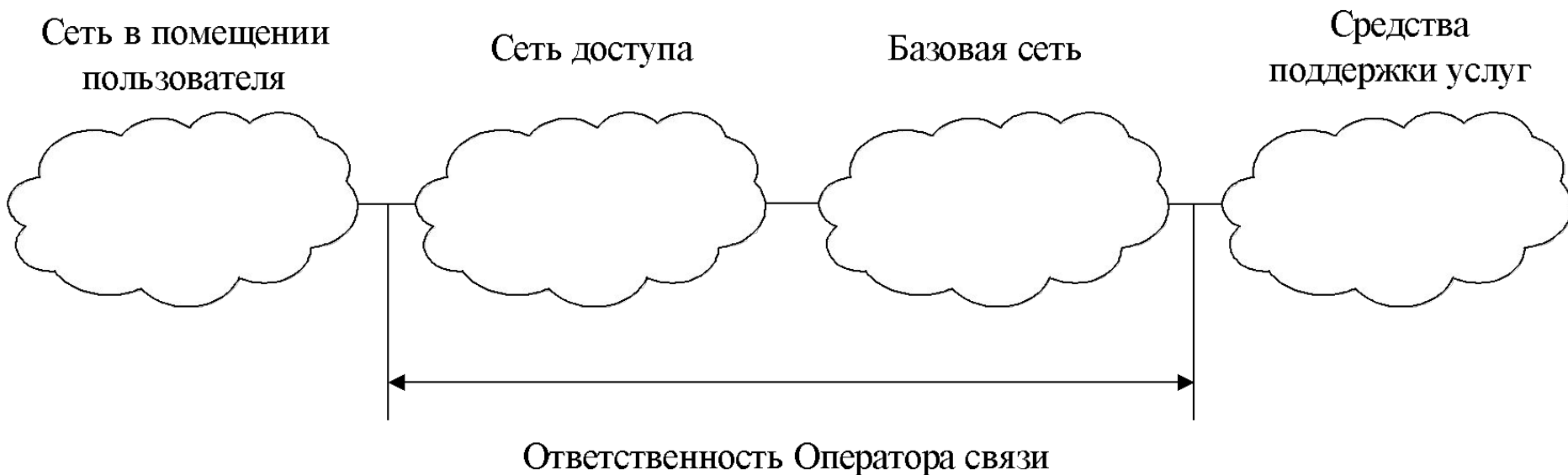
# Информация и сообщение

Сети телеграфной связи могут классифицироваться различными способами. С точки зрения Оператора связи чаще всего используется такая классификация:

- телеграфная сеть общего пользования (ТГОП);
- абонентское телеграфирование.

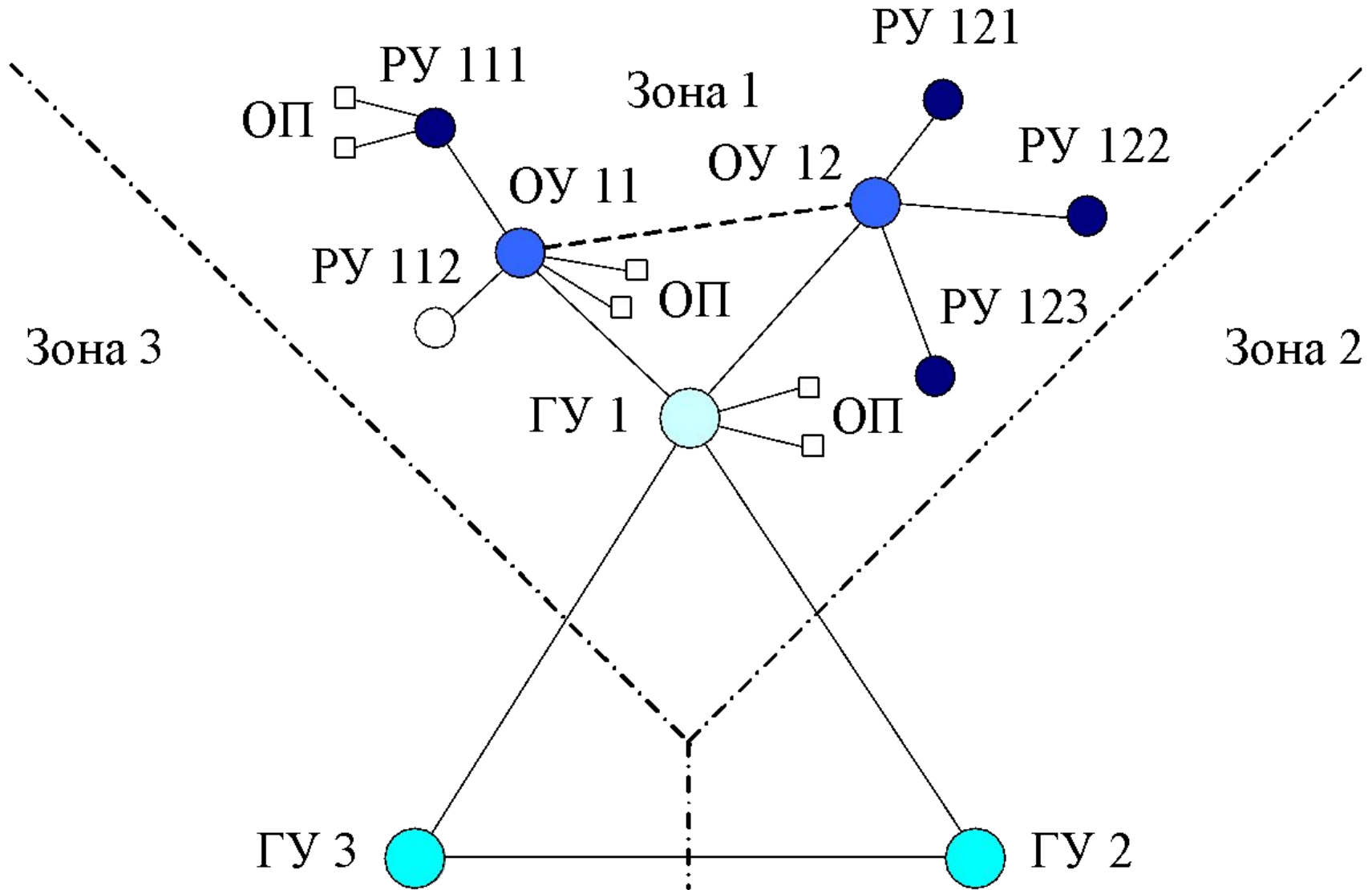
В сети АТ используется закрытая шестизначная система нумерации. Номер записывается в таком виде: *ABCabc*. Первые три символа определяют номер узла. Следующие три символа идентифицируют терминал в сети АТ.

# Телекоммуникационная система



Эта модель предложена МСЭ для сетей электросвязи любого вида, хотя была разработана, в основном, для концепции «Глобальная информационная инфраструктура»

# Сети телеграфной связи



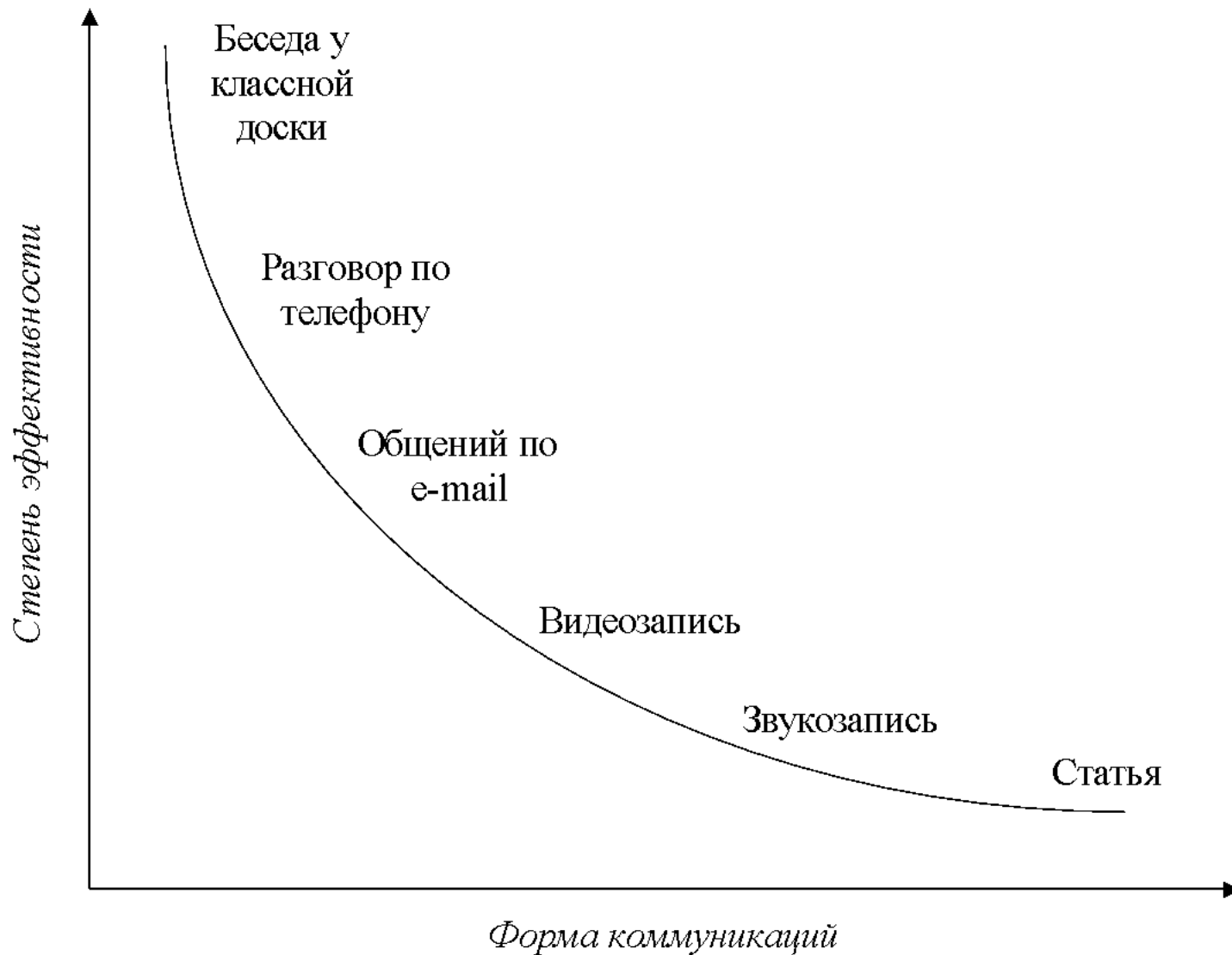


# Коммутация в телеграфии

Первые сети телеграфной связи использовали передачу сообщений с переприемами, что очень напоминало метод коммутации сообщений. Затем началась автоматизация ТГОП, которая использовала технологию "коммутация каналов". Для телеграфии такой способ распределения информации малоэффективен. Тем не менее, методы коммутации пакетов еще не нашли практического воплощения.

В последней четверти XX века началось радикальное изменение технологии коммутации в телеграфной сети. Сначала были использованы новые методы коммутации сообщений. Затем стало очевидным, что лучше всего ориентироваться на коммутацию пакетов. Для ТГОП и АТ такой подход оказался важным еще по одной причине. Телеграфия стала "вытесняться" другими видами связи. С другой стороны, данный вид коммуникаций оставался очень важным как средство документальной связи. По этим причинам целесообразно максимально интегрировать сети телеграфной связи в единую телекоммуникационную систему.

# Эффективность коммуникаций



# Перспективы развития телеграфии (1)

Основная причина кризиса телеграфии заключается в отставании ее возможностей от уровня современных требований к услугам документальной электросвязи. Это обстоятельство усугубляется наличием на телеграфных сетях морально устаревшего и исчерпавшего срок службы оборудования, а также серьезной конкуренцией со стороны интенсивно развивающихся современных и более привлекательных для потребителей таких видов документальной связи: передача данных, электронная почта, факсимильная связь.

Снижение спроса на услуги телеграфной связи и рост потребностей на современные услуги документальной электросвязи является общемировой тенденцией. Во многих странах проблема поддержки услуг ТГОП и АТ решается различными способами. Например, в Нидерландах телеграфная связь прекратила работу в 2004 году. В январе 2006 года старейший американский национальный оператор Western Union объявил о полном прекращении обслуживания населения по отправке и доставлению телеграфных сообщений. В то же время в Канаде, Бельгии, Германии, Швеции, Японии некоторые компании все еще поддерживают сервис по отправлению и доставке традиционных телеграфных сообщений.

# Перспективы развития телеграфии (2)

Телеграфная связь появилась более 170 лет назад. До начала 90-х годов она была единственным видом документальной связи, доступным широкому кругу потребителей. Однако в 1992 г. наметился кризис: если в 1991 г. в России телеграфный обмен составлял 200 млн. телеграмм, то в 2009 г. было отправлено порядка 13 млн. телеграмм. Телеграфная связь сначала теряла доходы, а затем и вовсе стала убыточной. Убытки в последние годы удается сокращать за счет роста тарифов, однако компенсировать их полностью вряд ли удастся. Так, по данным Минкомсвязи, в 2009 г. доходы от передачи телеграмм компенсировали лишь 33% расходов, связанных с предоставлением услуги.

Сегодня в документообороте именно заверенная телеграмма является юридическим документом, а с учётом особенностей территории нашей страны телеграфная связь имеет ещё и стратегическое значение для государственного управления в условиях чрезвычайных ситуаций. Кроме того, в последнее время при общем снижении числа телеграмм значительно увеличилось количество правительственных телеграмм, а также расширился перечень лиц, имеющих право их отправки. Иначе говоря, телеграфная связь России нужна. Но каким образом ее сохранить, каковы могут быть направления ее развития, как провести ее модернизацию и дать "вторую жизнь" телеграфной связи?

**Вопросы?**