



# Синхронизация

– установление и поддержание  
определенных временных соотношений  
между 2+ процессами

# Синхронизация

- **установка и поддержание** определенных временных соотношений между 2+ процессами
- **процесс приведения к одному значению** одного или нескольких параметров разных объектов

# Синхронизация

- **установление и поддержание** определенных временных соотношений между 2+ процессами
- **процесс приведения к одному значению** одного или нескольких параметров разных объектов
- **приведение 2+ процессов к такому их протеканию, когда определенные стадии разных процессов совершаются в определенном порядке или одновременно**

# Синхронизация

— процедура согласования объектами времени выполнения ими процессов обработки или **передачи** данных

# Синхронизация

Синхронизация осуществляется:

- на физическом уровне — с помощью тактирования (тактирование задает единый стандарт дискретного времени для управления процессом передачи сигналов)
- на остальных уровнях — с помощью передачи специальных блоков данных, либо введением в заголовки блоков специальных полей (флагов)

# Синхронизация данных

— ликвидация различий между двумя копиями  
**данных**

(предполагается, что ранее эти копии были одинаковы,  
а затем одна из них или обе были независимо изменены)

# Синхронная передача данных

## Synchronous transmission

– Передача данных, основанная на согласовании таймеров передающего и принимающего устройств.

**Биты группируются в кадры (Frames).**

Для начала синхронизации и периодической проверки ее точности используются специальные символы.



# Синхронизация

**Такт**

Clock tick

— промежуток времени между  
последовательными сигналами  
синхронизации

# Синхронизация

**Тактовая частота**

Clock rate

— частота появления тактовых импульсов

Определяется временем между активными переходами сигнала с одного значения на другое

Измеряется в герцах (Гц, Hz)

# Синхронизация

– установление и поддержание  
определенных временных соотношений  
между 2+ процессами

Принимающая сторона должна знать:

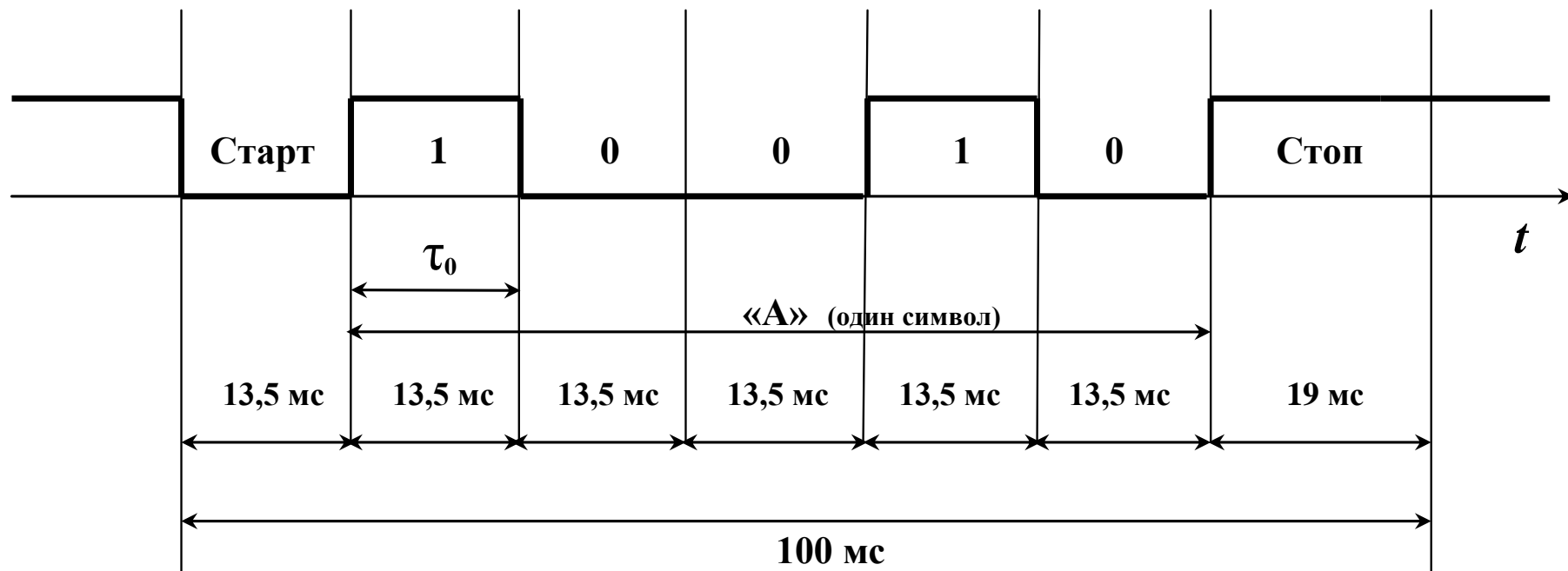
- 1)  $t_0$  – время (момент) начала приема
- 2)  $\Delta t$  – длительность единичного интервала

# Синхронизация

2 основных способа:

1) отдельный канал синхронизации

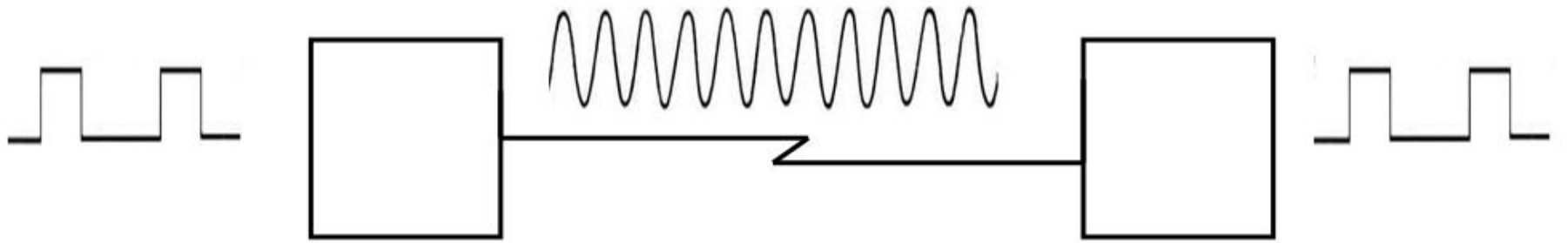
2) специальное кодирование

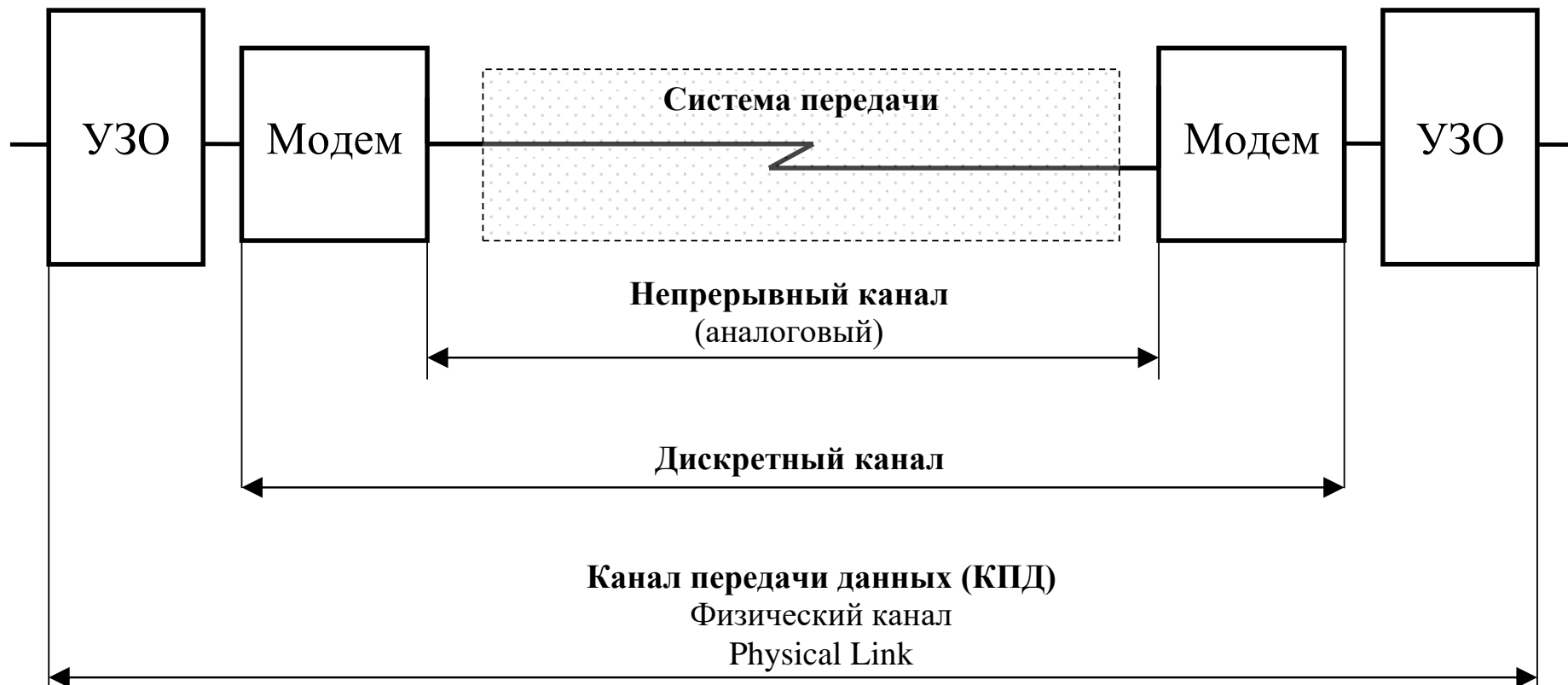


Старт-стопный (асинхронный) режим

SYN	
-----	--

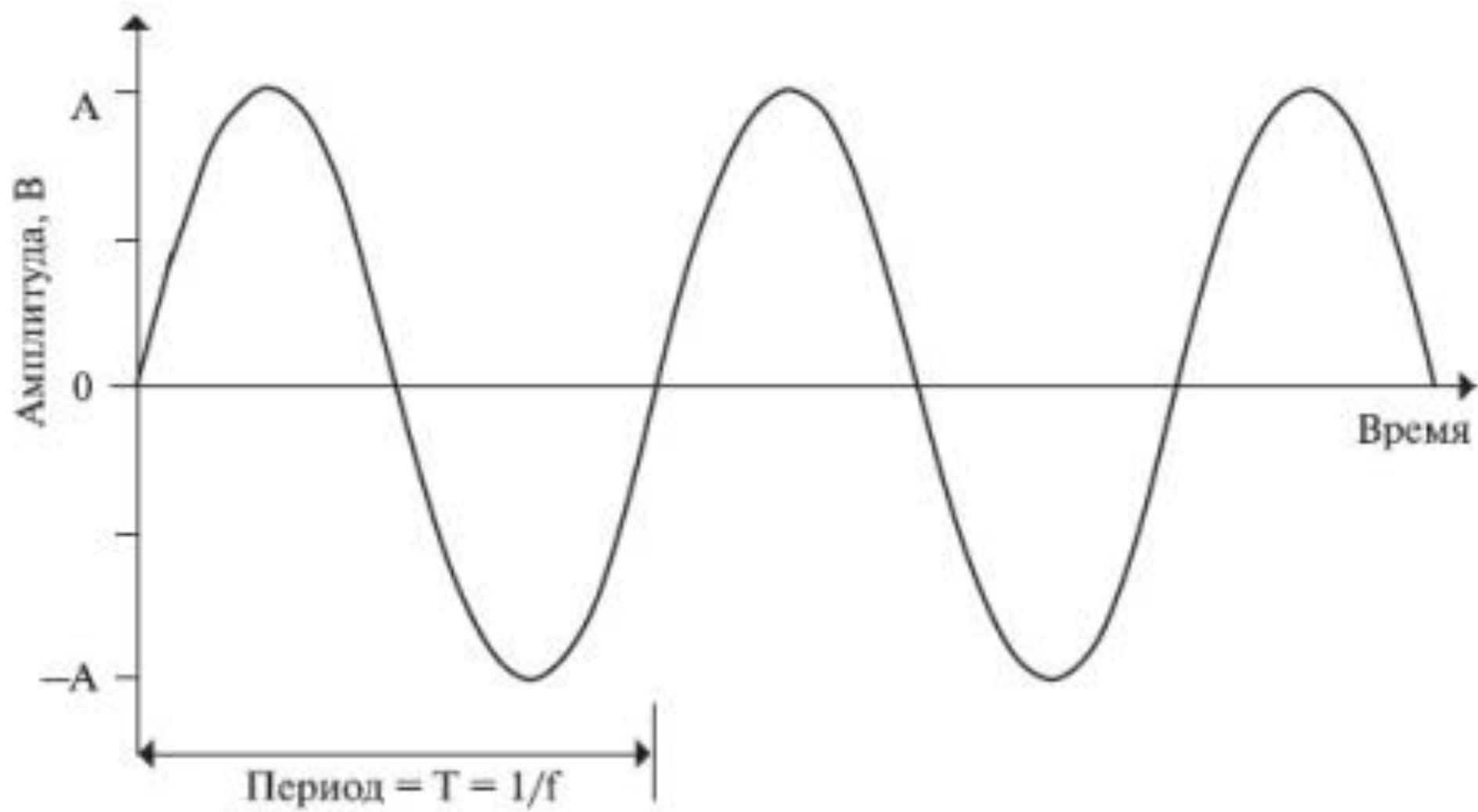
Синхронный режим

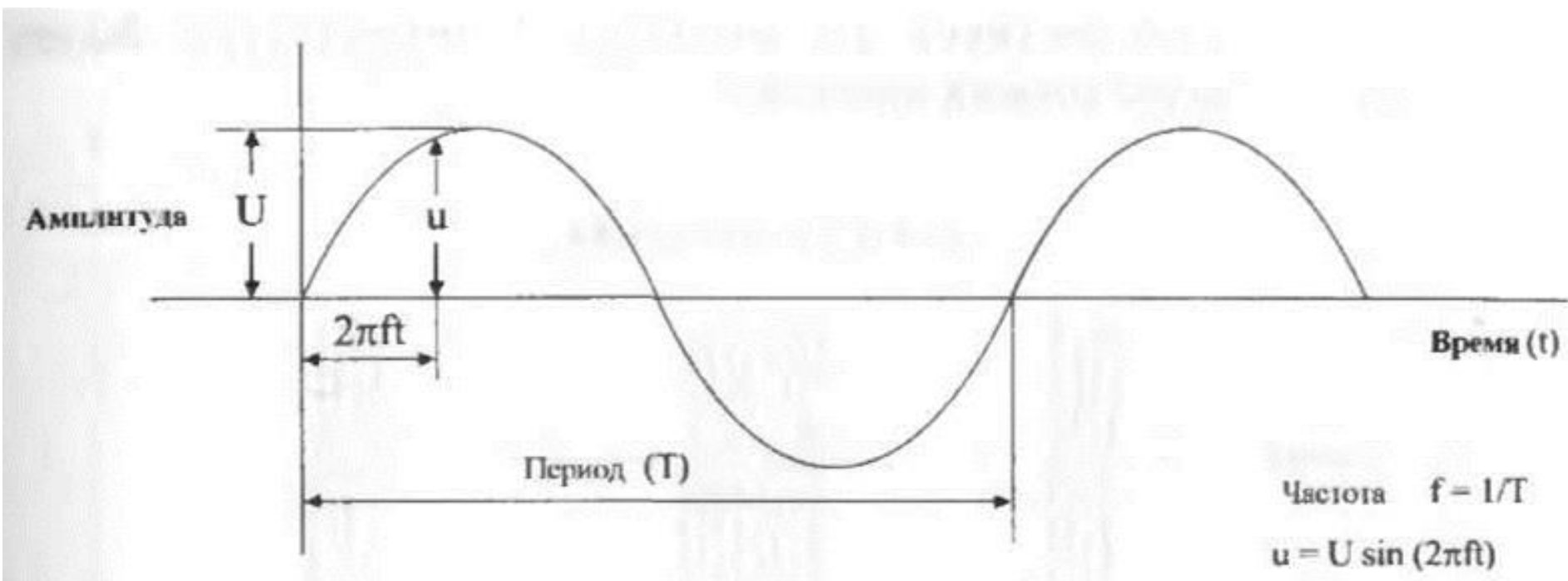




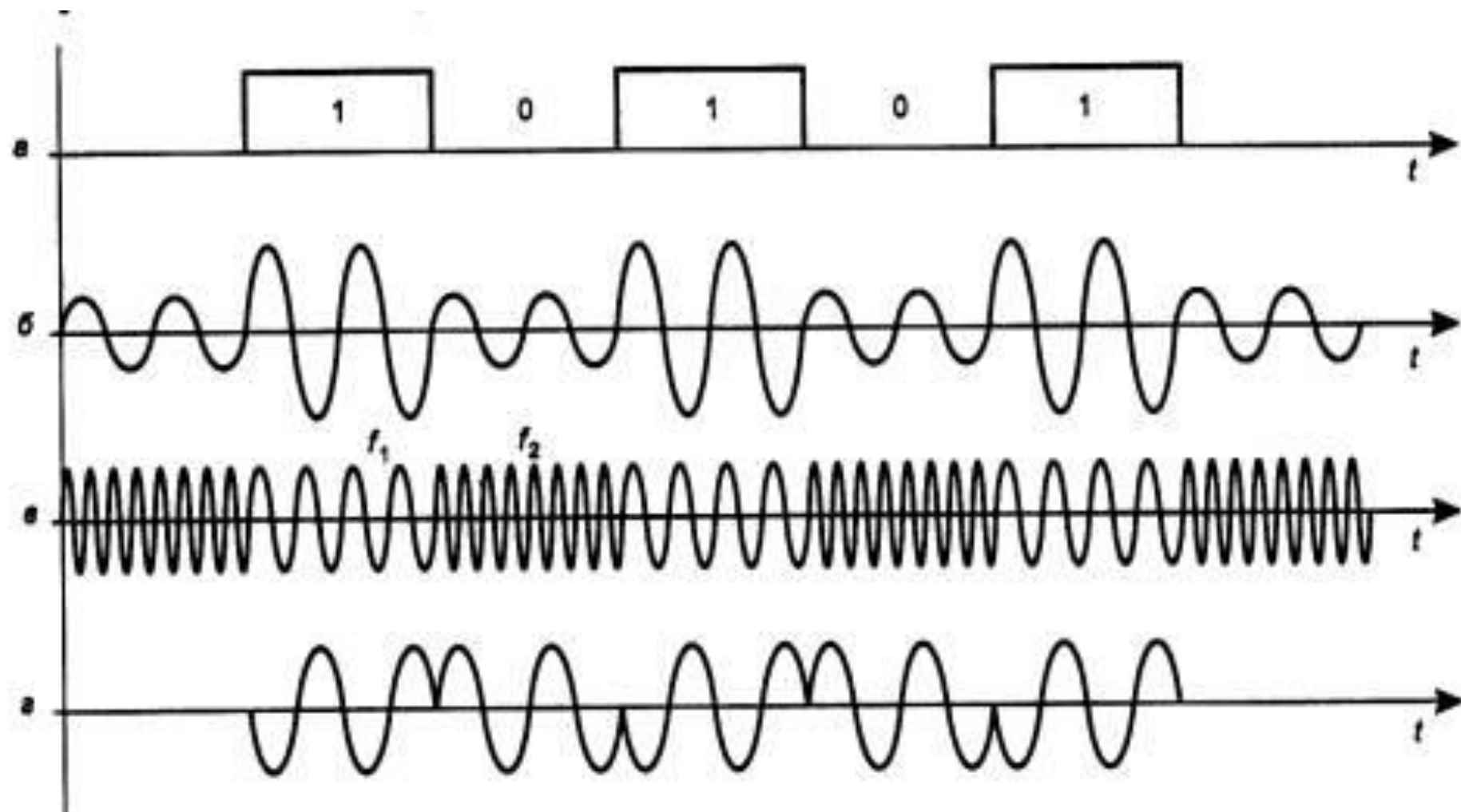
УЗО – Устройство защиты от ошибок







$$u(t) = U \sin(\omega t + \varphi)$$



# Модуляция

**Модуляция сигнала** — процесс изменения одного сигнала в соответствии с изменением другого сигнала.

# Модуляция

**Модуляция сигнала** — процесс изменения одного сигнала в соответствии с изменением другого сигнала.

Модуляция осуществляется для передачи данных с помощью электромагнитного излучения. Обычно модификации подвергается синусоидальный сигнал (несущая).

Модуля́ция [лат. modulatio мерность, размерность] — процесс изменения одного или нескольких параметров высокочастотного модулируемого колебания по закону информационного низкочастотного сообщения (сигнала). В результате спектр управляющего сигнала переносится в область высоких частот, ведь для эффективного вещания в пространство необходимо чтобы все приёмо-передающие устройства работали на разных частотах и «не мешали» друг другу. Это процесс «посадки» информационного колебания на априорно известную несущую.

Передаваемая информация заложена в управляющем сигнале. Роль переносчика информации выполняет высокочастотное колебание, называемое несущим. В качестве несущего могут быть использованы колебания различной формы (прямоугольные, треугольные и т. д.), однако чаще всего применяются гармонические колебания.

В зависимости от того, какой из параметров несущего колебания изменяется, различают вид модуляции (амплитудная, частотная, фазовая и др.).

Модуляция дискретным сигналом называется цифровой модуляцией или манипуляцией.



# Модуляция

3 основных метода:

– Амплитудная модуляция

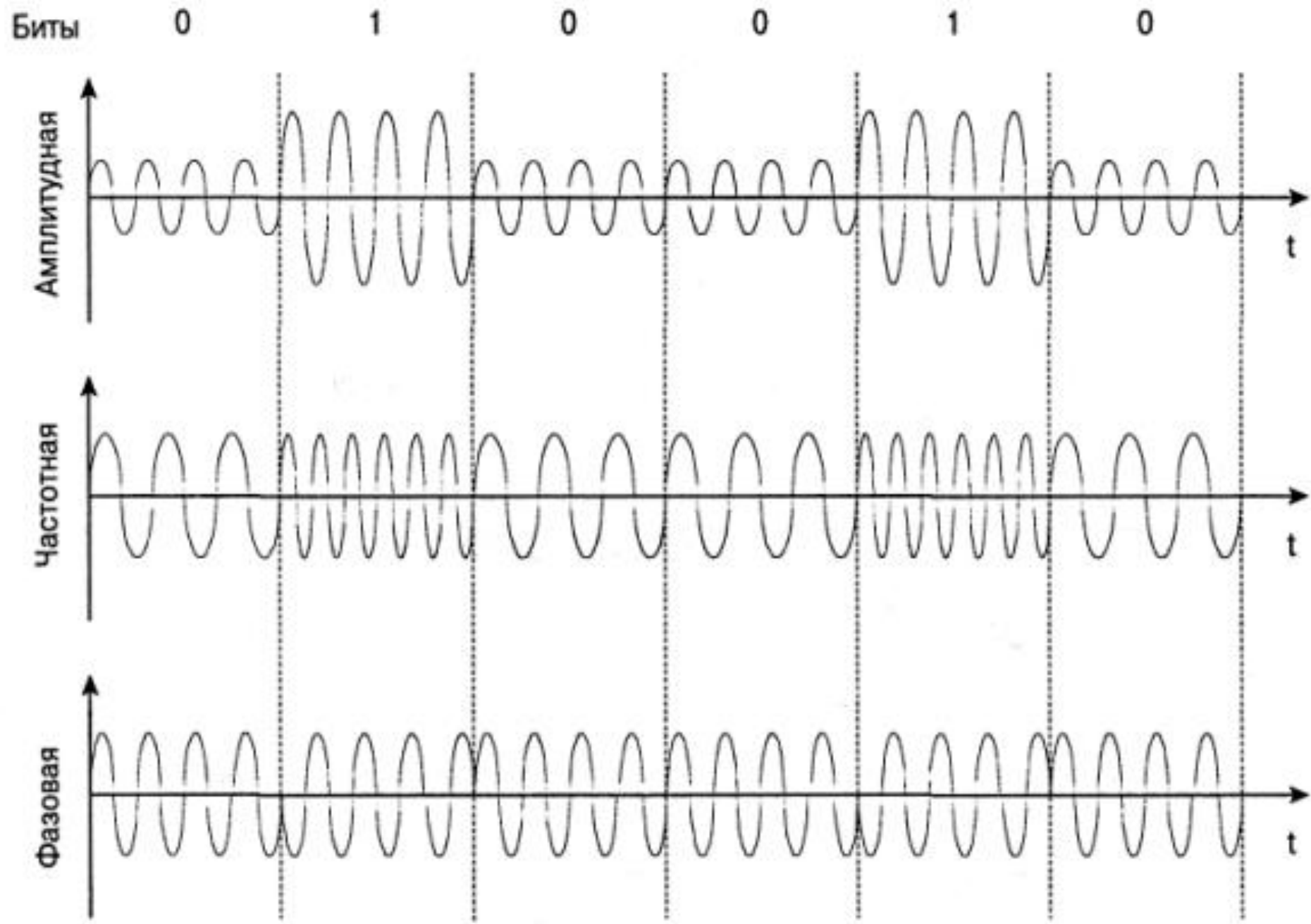
**Amplitude Shift Keying (ASK)**

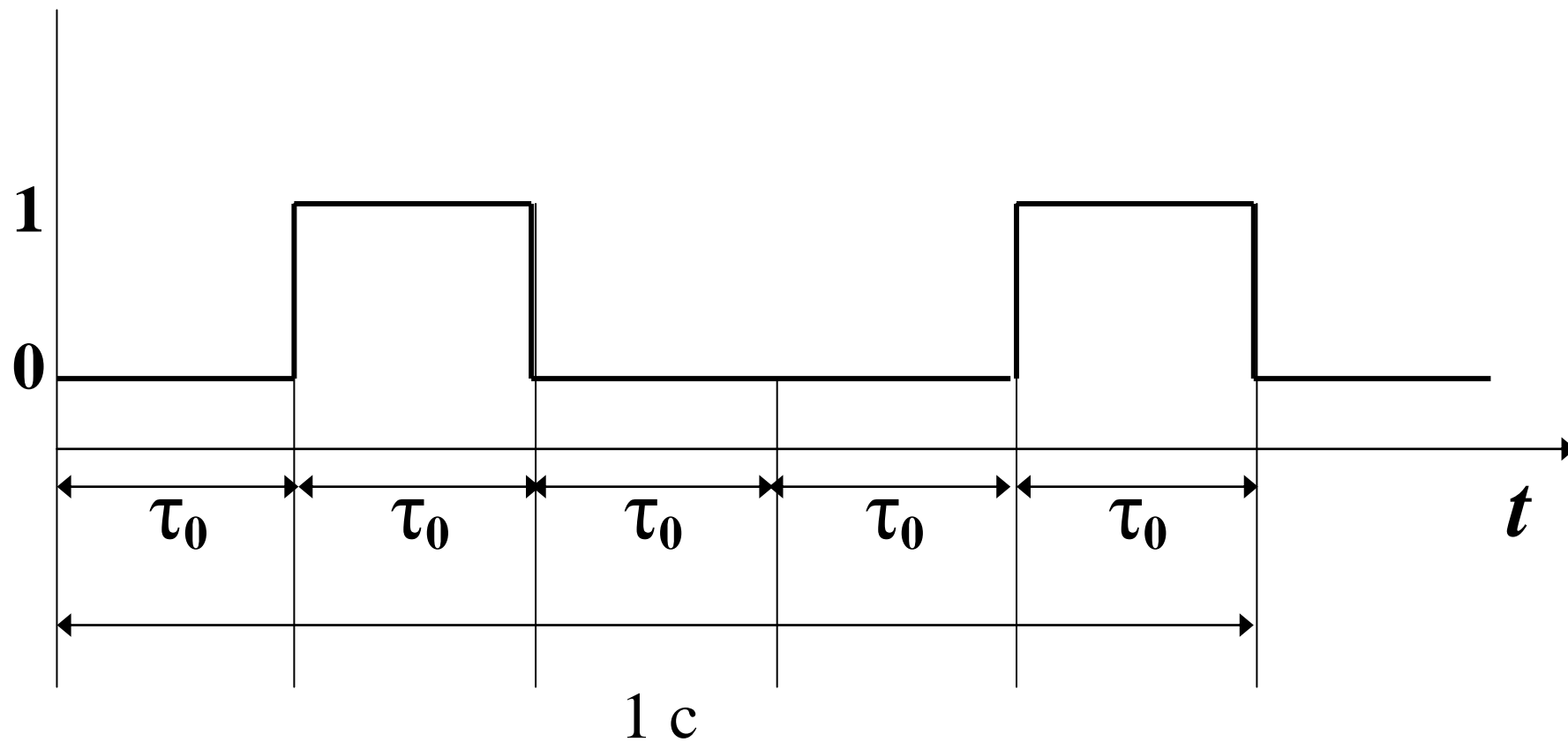
– Частотная модуляция

**Frequency Shift Keying (FSK)**

– Фазовая модуляция

**Phase Shift Keying (PSK)**





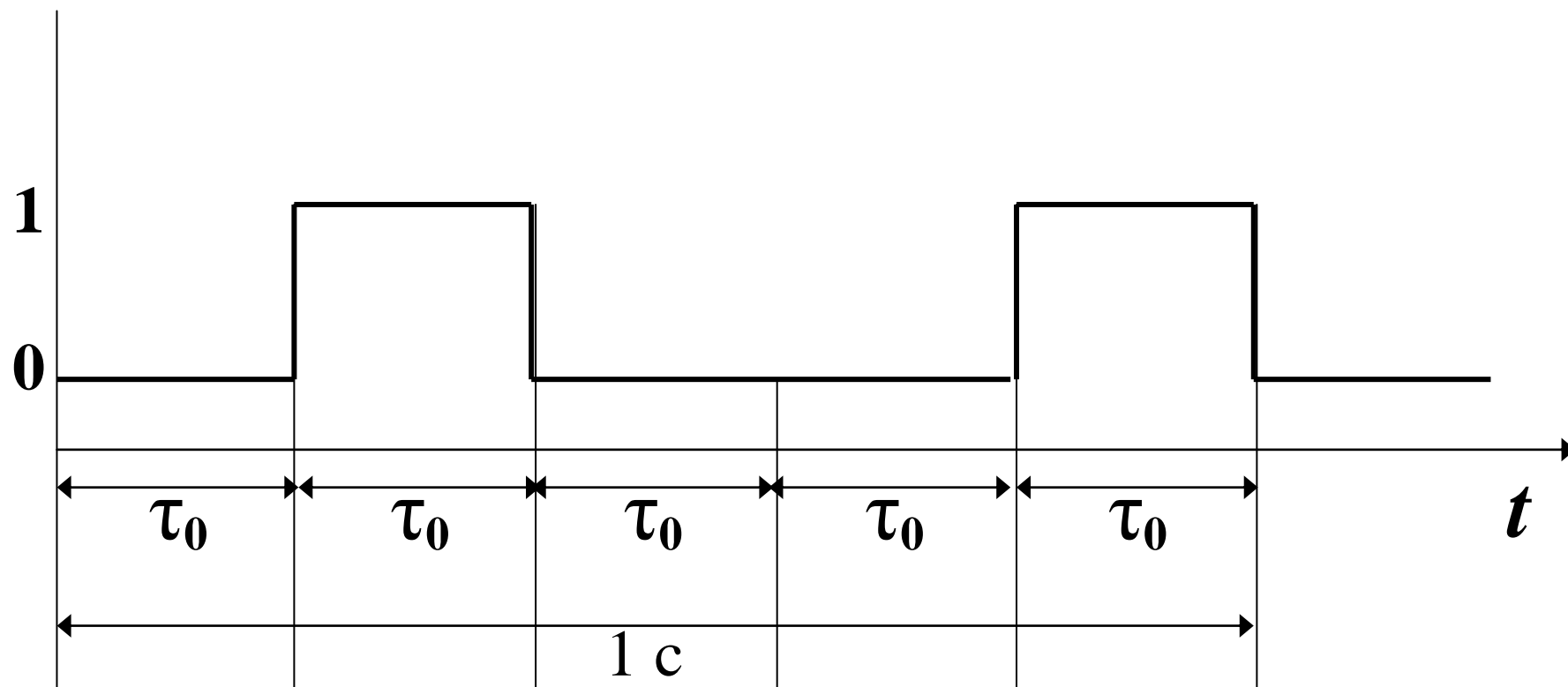
**Едини́чный интервал** –  $\tau_0$   
– минимальный значащий интервал

# Единичный элемент сигнала

— элемент сигнала, имеющий длительность  $\tau_0$

[Единичный элемент сигнала — «самый короткий элемент» сигнала, с помощью которого можно передать какое-либо значение (0/1)]

$$[\tau_0] = [\text{с/единичный элемент}]$$

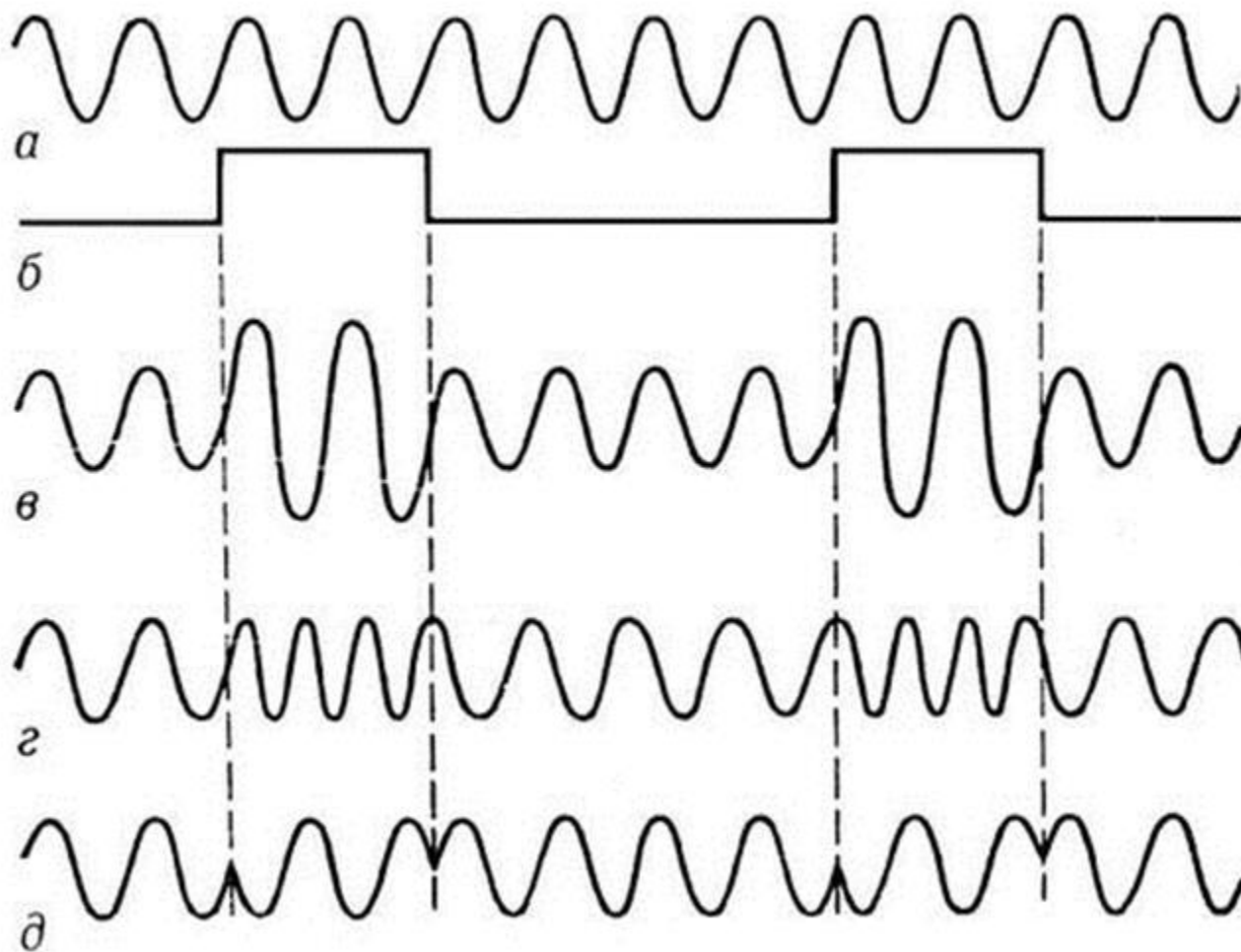


## Едини́чный элемент сигнала

— элемент сигнала, имеющий длительность  $\tau_0$

$\tau_0$  — длительность *единичного*  
*элемента* цифрового сигнала  
(единичный интервал)

Единичный элемент цифрового сигнала →  
«Фрагмент» (несколько периодов) аналогового сигнала:



# Изохронный сигнал

— сигнал, для которого любой значащий интервал кратен  $\tau_0$

[синхронная передача]

# Анизохронный сигнал

— сигнал, элементы которого могут иметь **любую** **длительность**  $\tau_c$  при условии  $\tau_c \geq \tau_{0 \min}$

— интервалы между анизохронными сигналами — произвольные

[анизохронные сигналы могут отстоять друг от друга по времени на произвольном расстоянии]

[асинхронная — стартстопная — передача]



# Скорость модуляции – В

(Скорость телеграфирования)

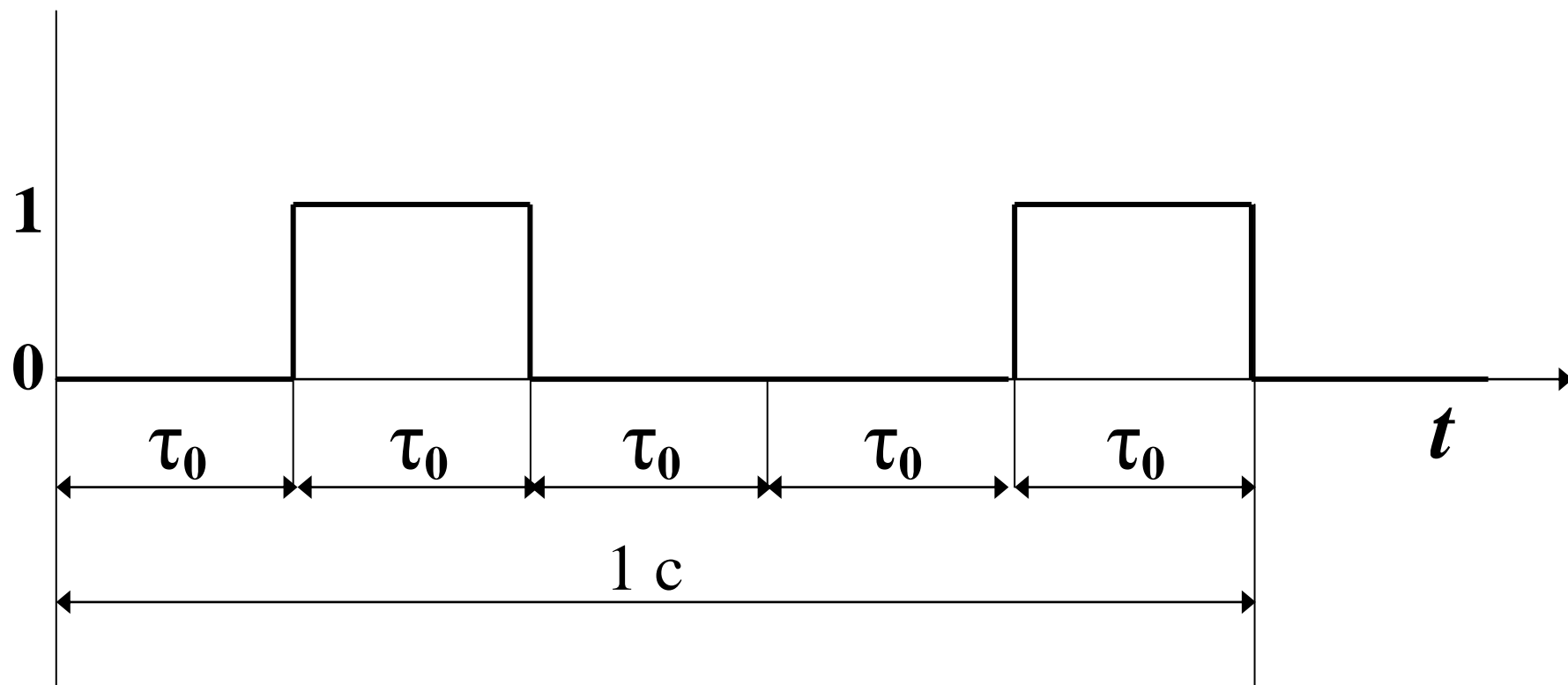
Характеризует **скорость передачи сигналов**

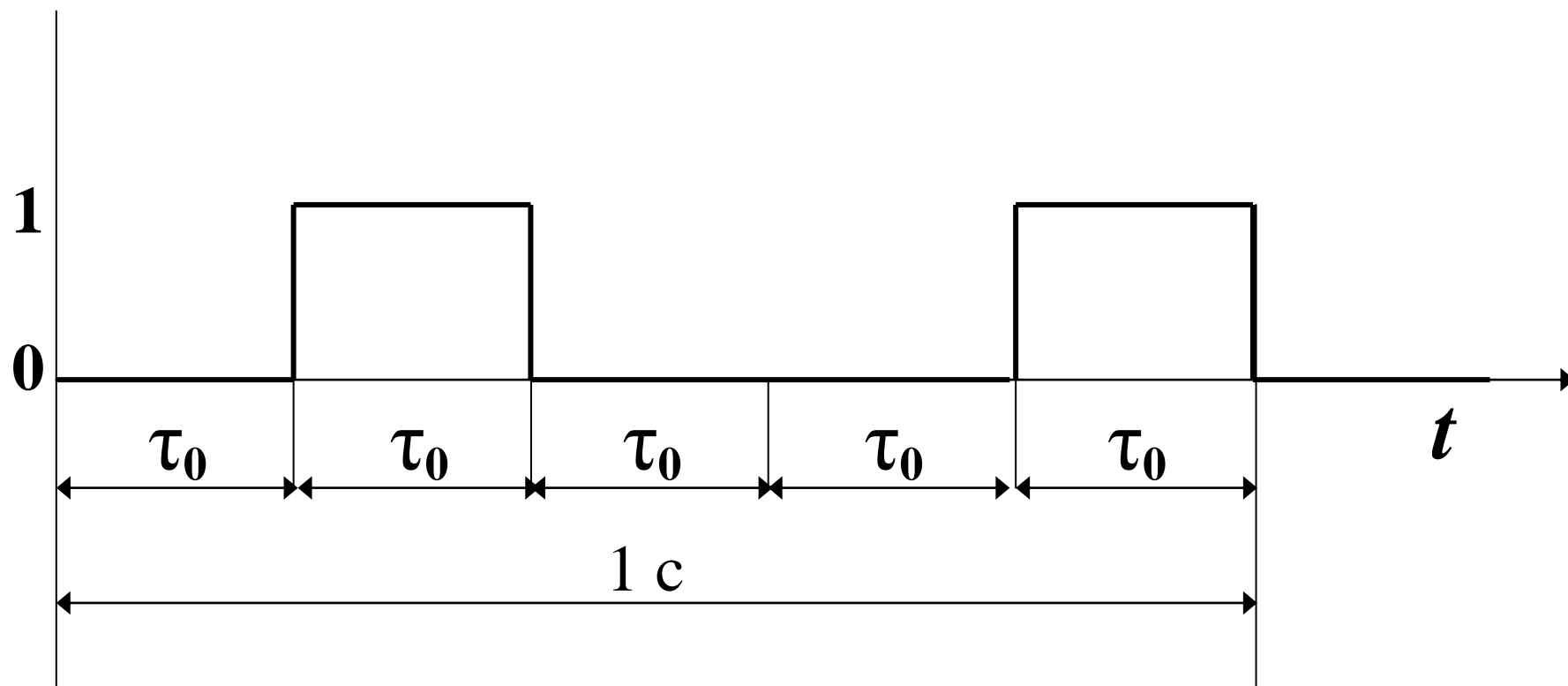
$$B = \frac{1}{\tau_0} \text{ [Бод]}$$

Emile Baudot – создатель телеграфного кода (код Бодо)

➔ Название  $\tau_0$  – **бодовый интервал**

В – количество единичных элементов, передаваемых за 1 с



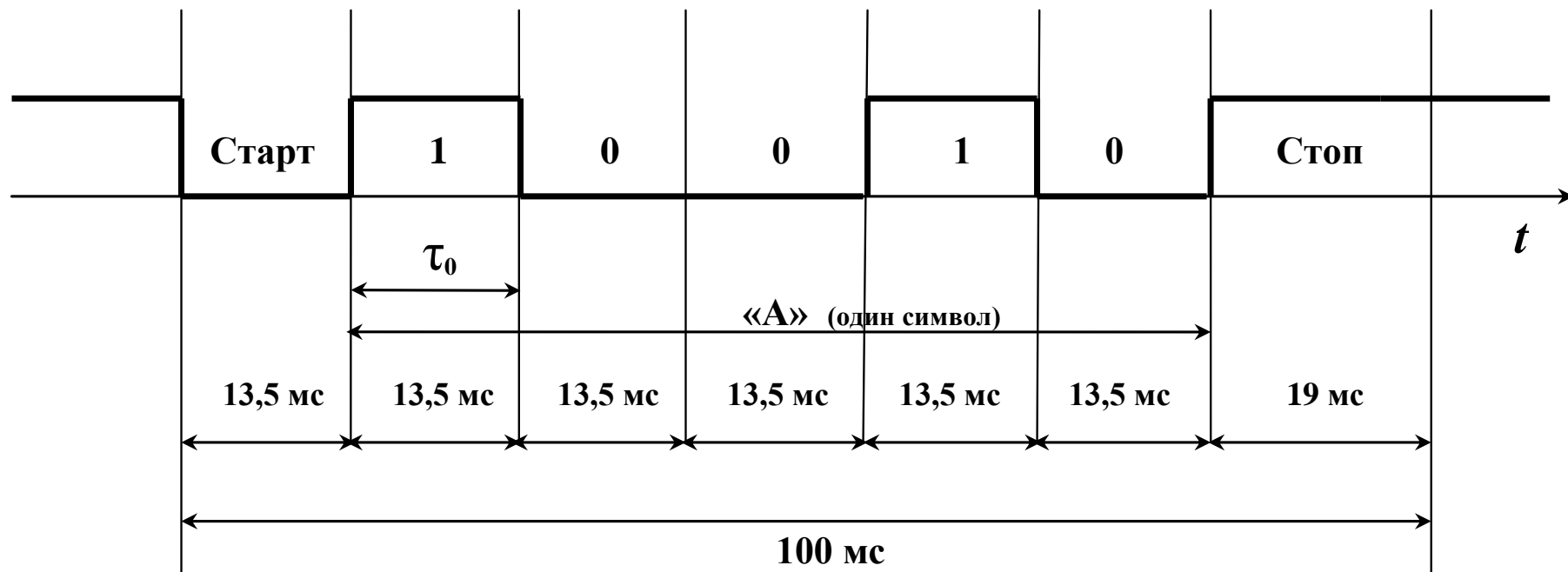


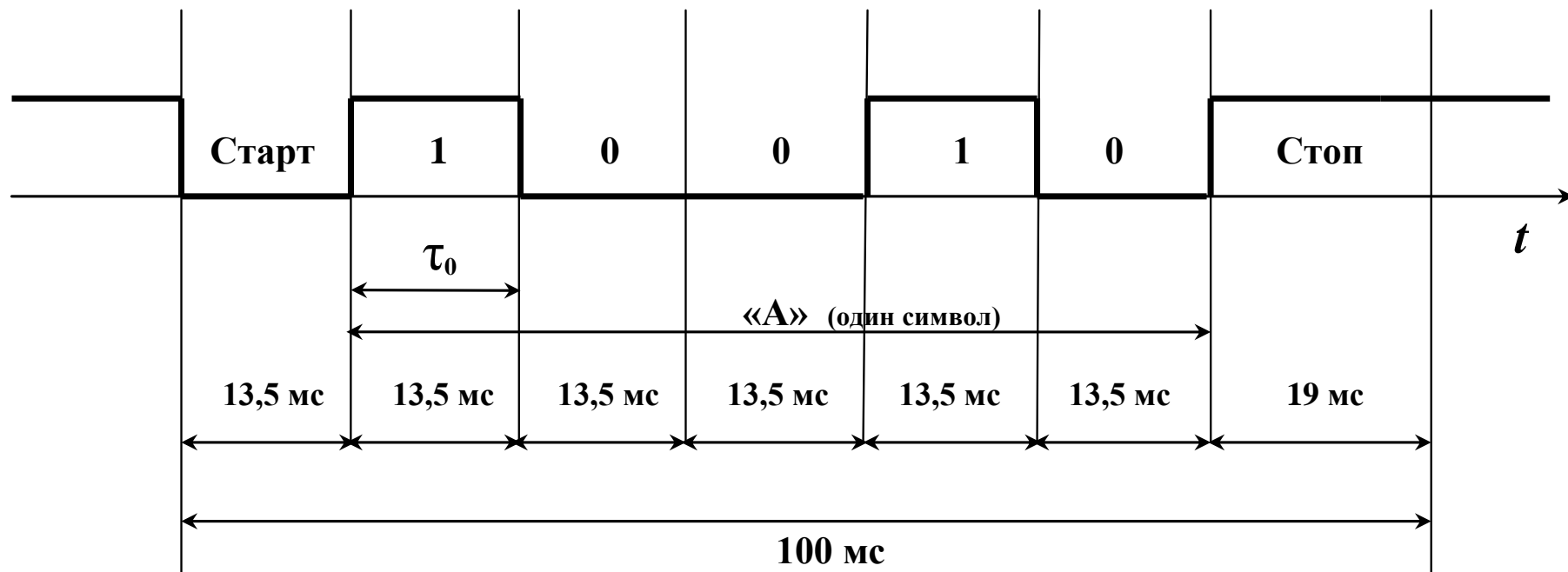
**B = ?**

**Скорость передачи информации – R**

**[бит/с]**

**[bits per second – bit/s – bps]**





**B = ?**

**R = ?**

# Формула Хартли-Шеннона

Теоретически возможная скорость передачи информации **в реальном канале:**

$$R_{\max} = F \log_2 (1 + S/N)$$

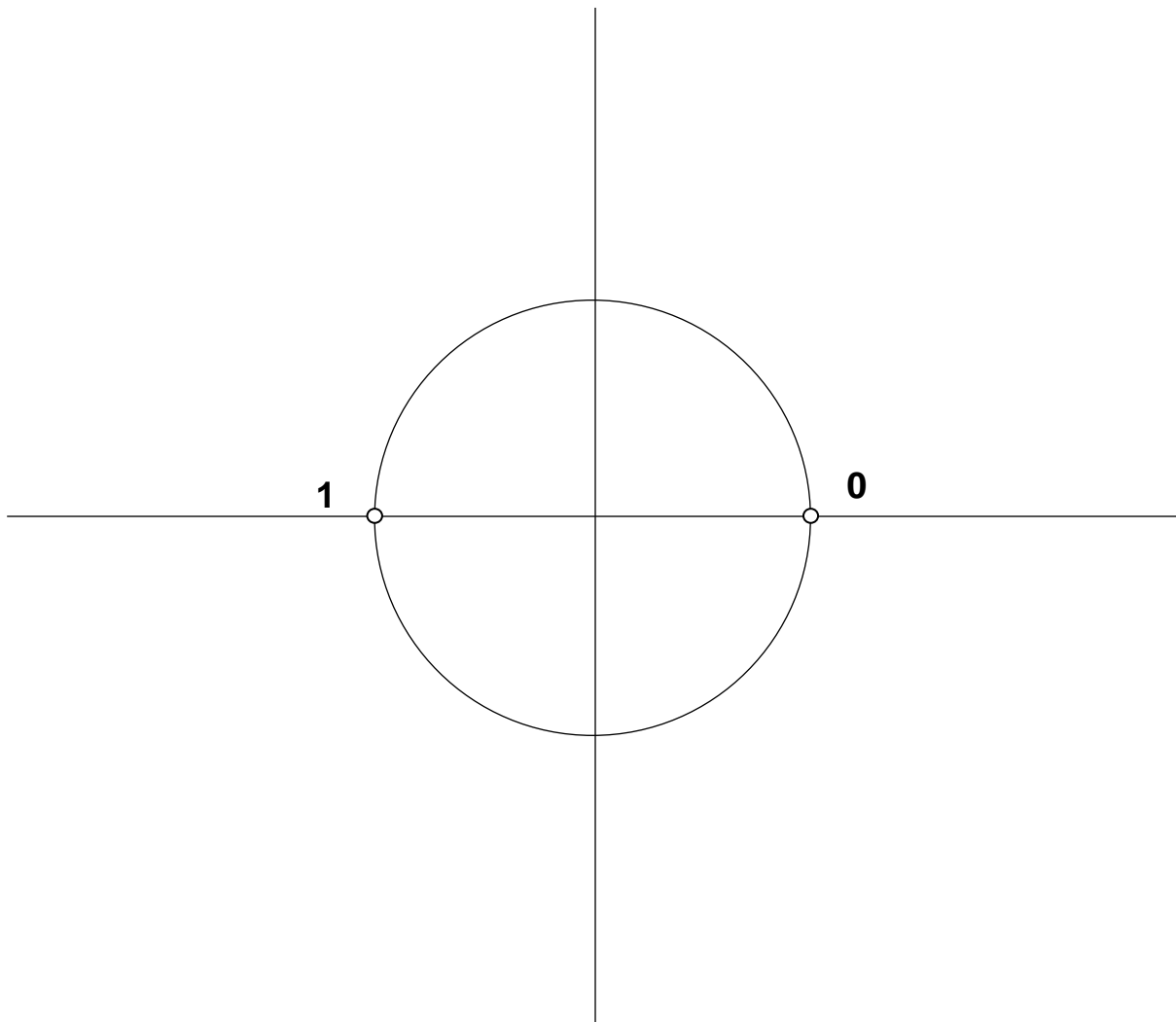
**F** – ширина полосы пропускания канала [Hz]

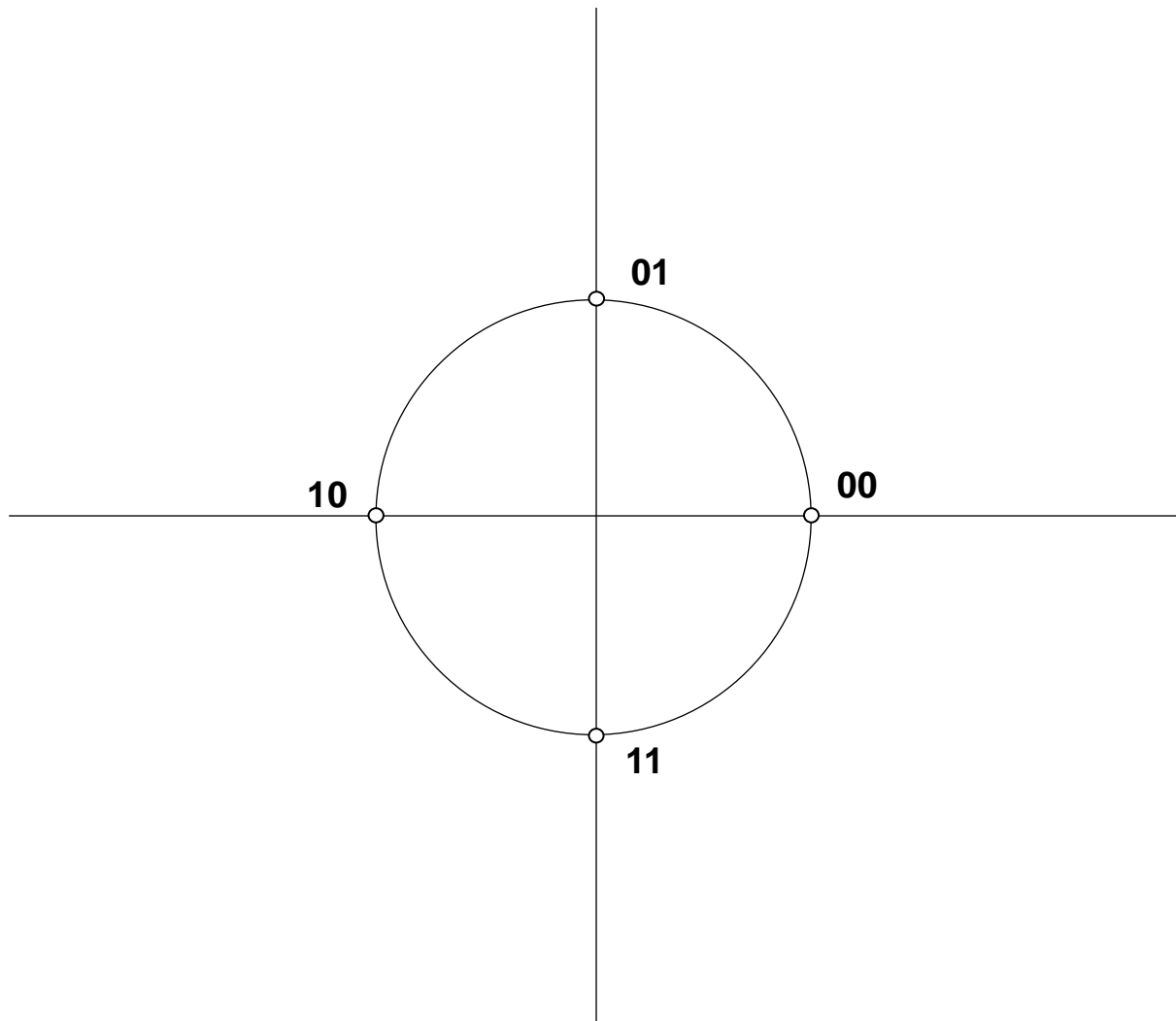
**S/N** – отношение «сигнал/шум» [dB]

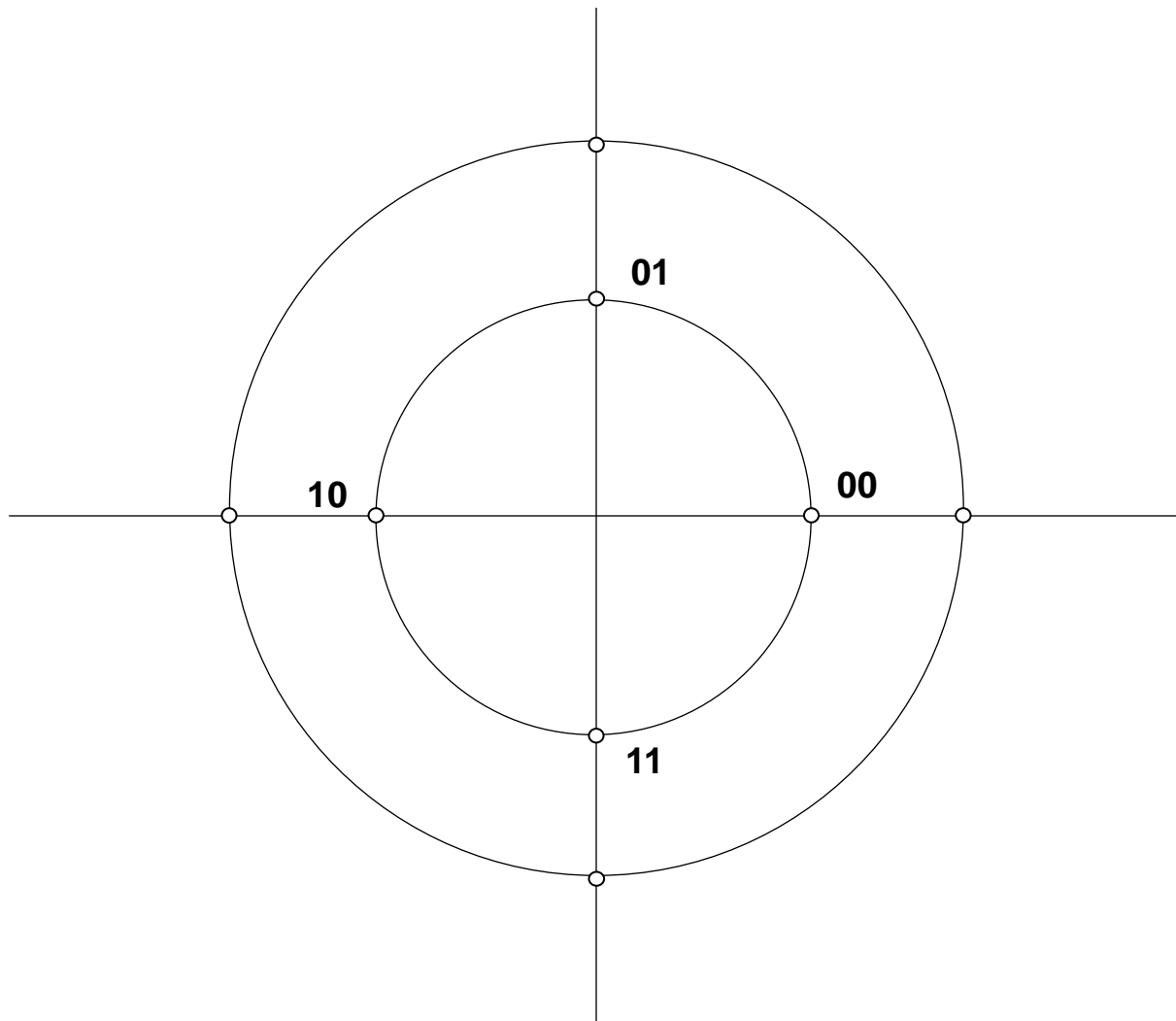
# Quadrature Amplitude Modulation (QAM)

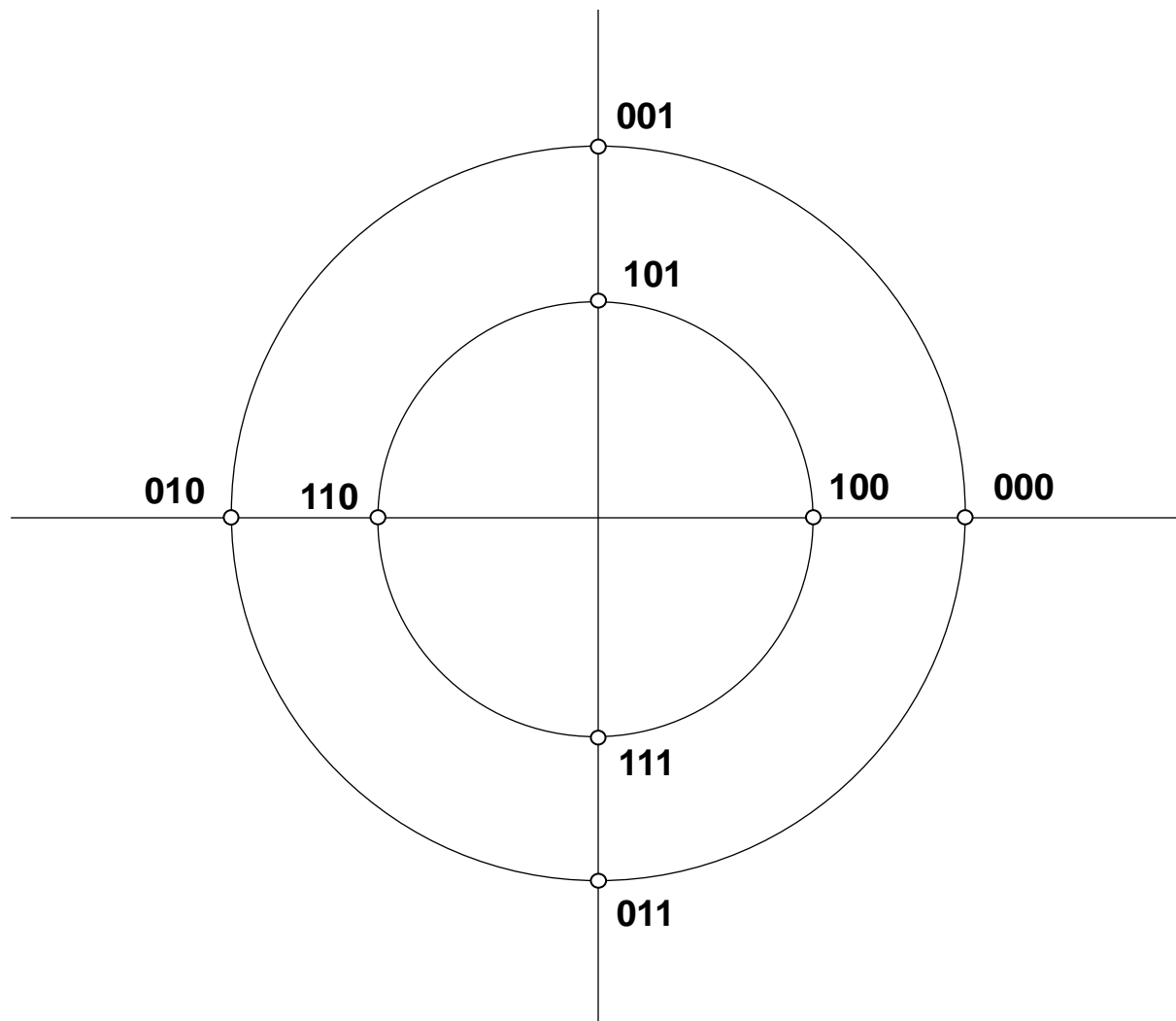
Квадратурно-амплитудная модуляция (КАМ) –  
сочетание амплитудной и фазовой модуляции

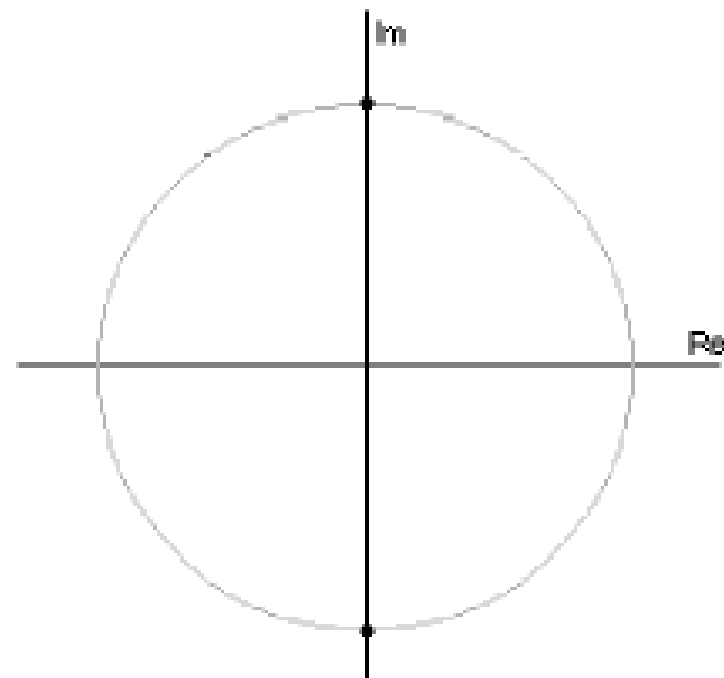
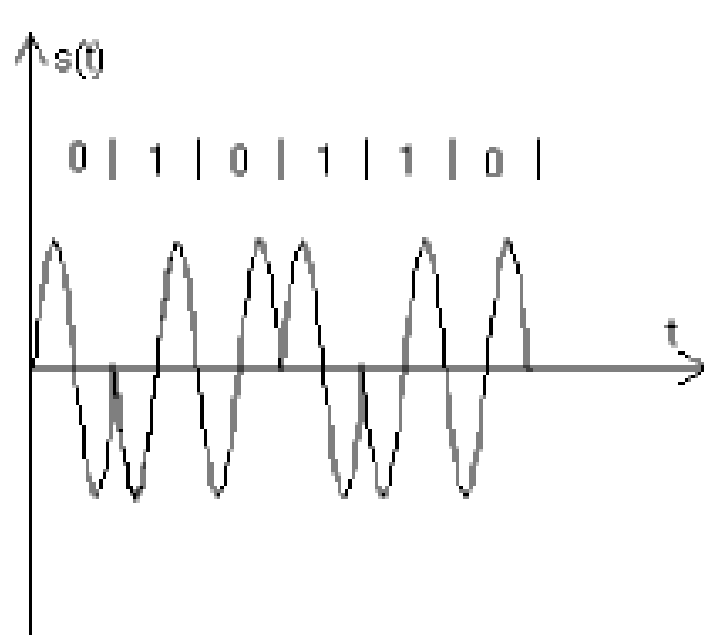


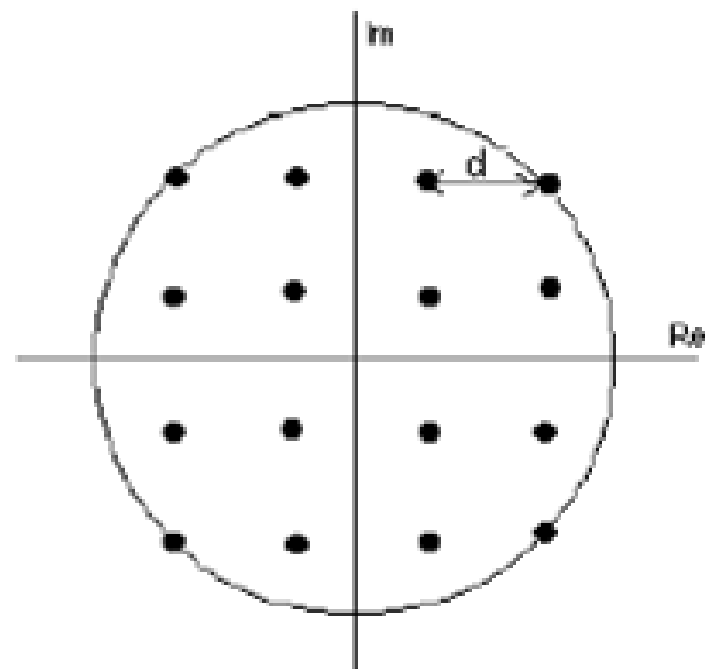
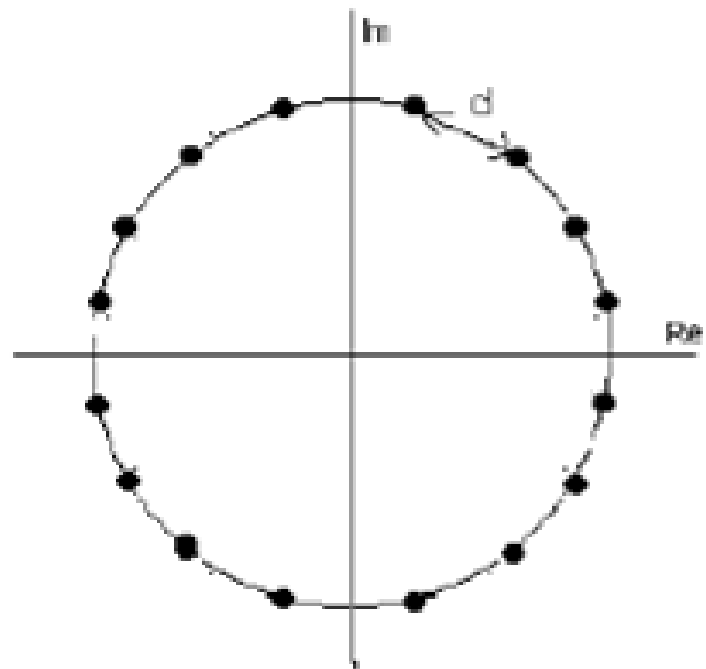












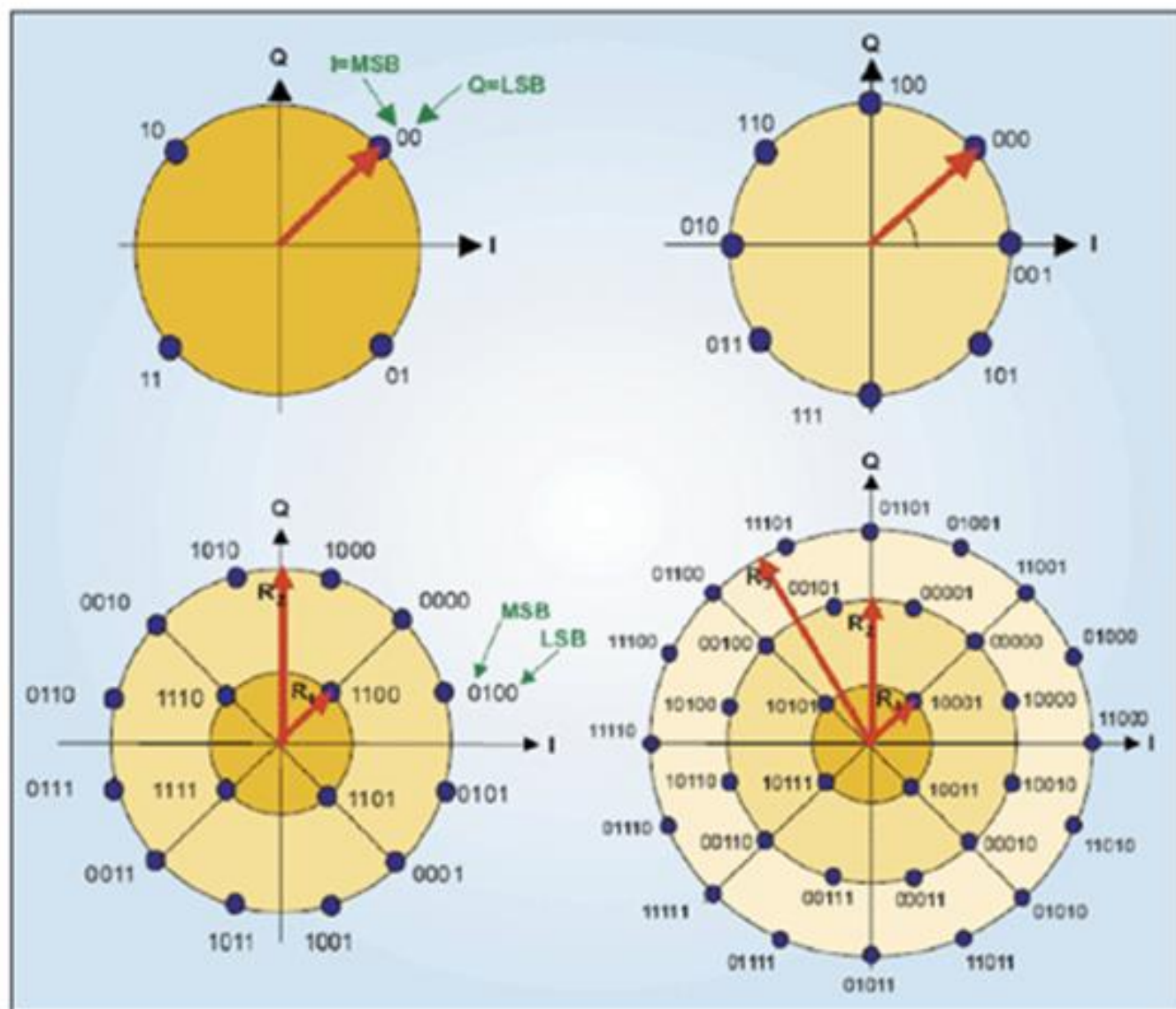
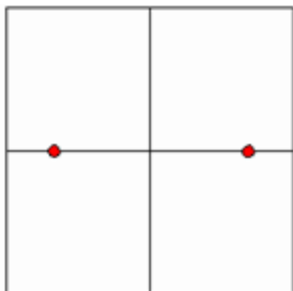


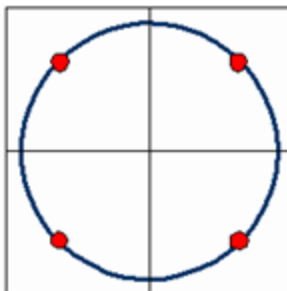
Рис. 1. Созвездия модуляций, применяемые в стандарте DVB-S2.



BPSK

1 бит/символ

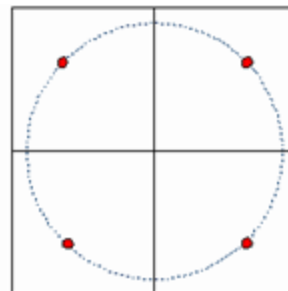
$S_{\text{симв}} = S_{\text{бит}}$



MSK, GMSK

1 бит/символ

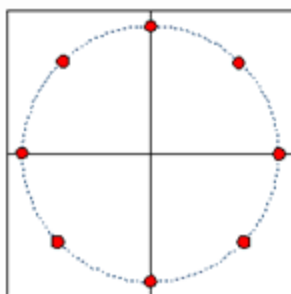
$S_{\text{бит}} = S_{\text{симв}}$



QPSK

2 бит/символ

$S_{\text{симв}} = 1/2 S_{\text{бит}}$



8PSK

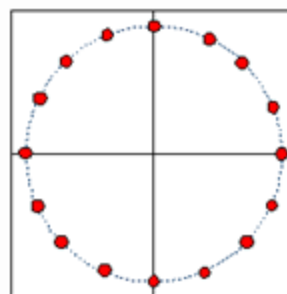
3 бит/символ

$S_{\text{симв}} = 1/3 S_{\text{бит}}$

PI/4 DQSK

2 бит/символ

$S_{\text{симв}} = 1/2 S_{\text{бит}}$



16PSK

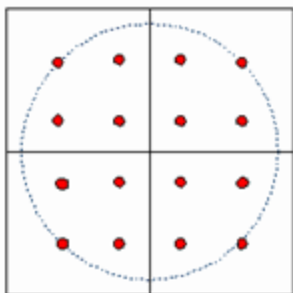
4 бит/символ

$S_{\text{симв}} = 1/4 S_{\text{бит}}$

EDGE

3 бит/символ

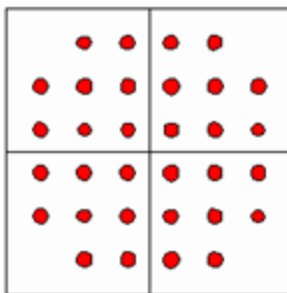
$S_{\text{симв}} = 1/3 S_{\text{бит}}$



16QAM

4 бит/символ

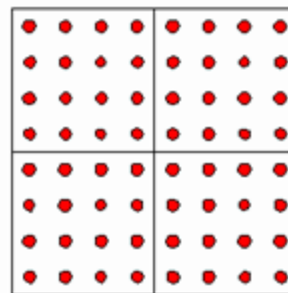
$S_{\text{симв}} = 1/4 S_{\text{бит}}$



32QAM

5 бит/символ

$S_{\text{симв}} = 1/5 S_{\text{бит}}$



64QAM

6 бит/символ

$S_{\text{симв}} = 1/6 S_{\text{бит}}$



