

# Цифровые устройства и микропроцессоры

## Лекция 1.

Аналоговые и цифровые сигналы. Логические уровни. Запас помехоустойчивости.

Дискретизация и квантование сигналов. Критерии выбора оптимальных параметров.

Представление чисел в различных системах счисления.

Основные логические операции. Таблицы истинности.  
Обозначения логических элементов.

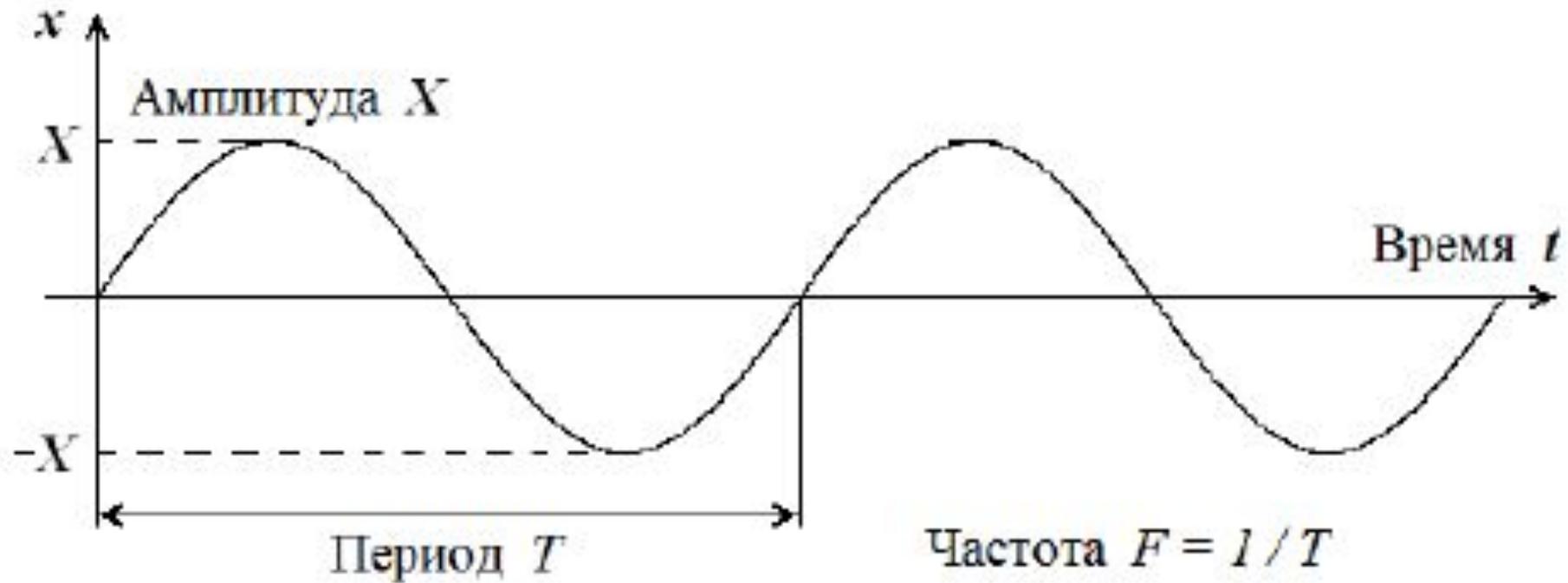


# Аналоговые и цифровые сигналы. Логические уровни.

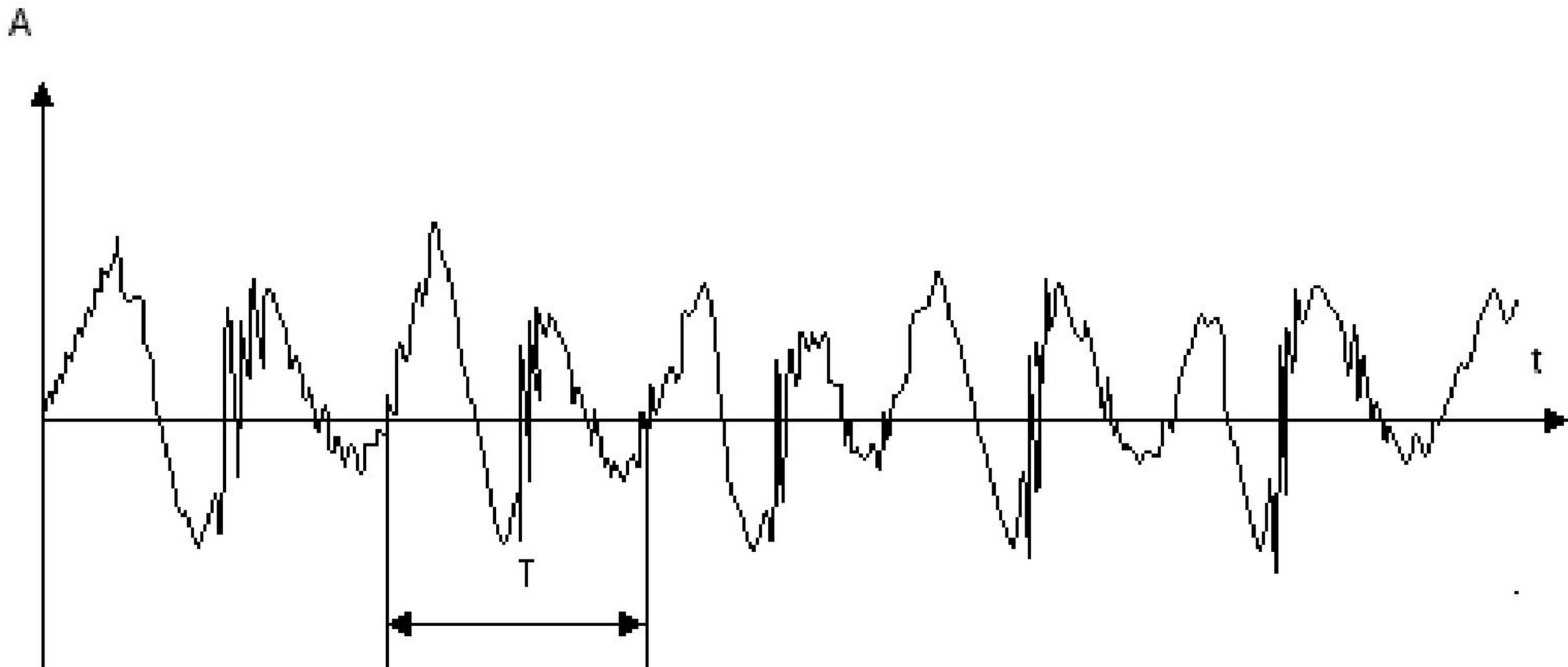
## Запас помехоустойчивости.

Устройства: аналоговые, импульсные, цифровые. Бит информации – лог. 0 или 1.

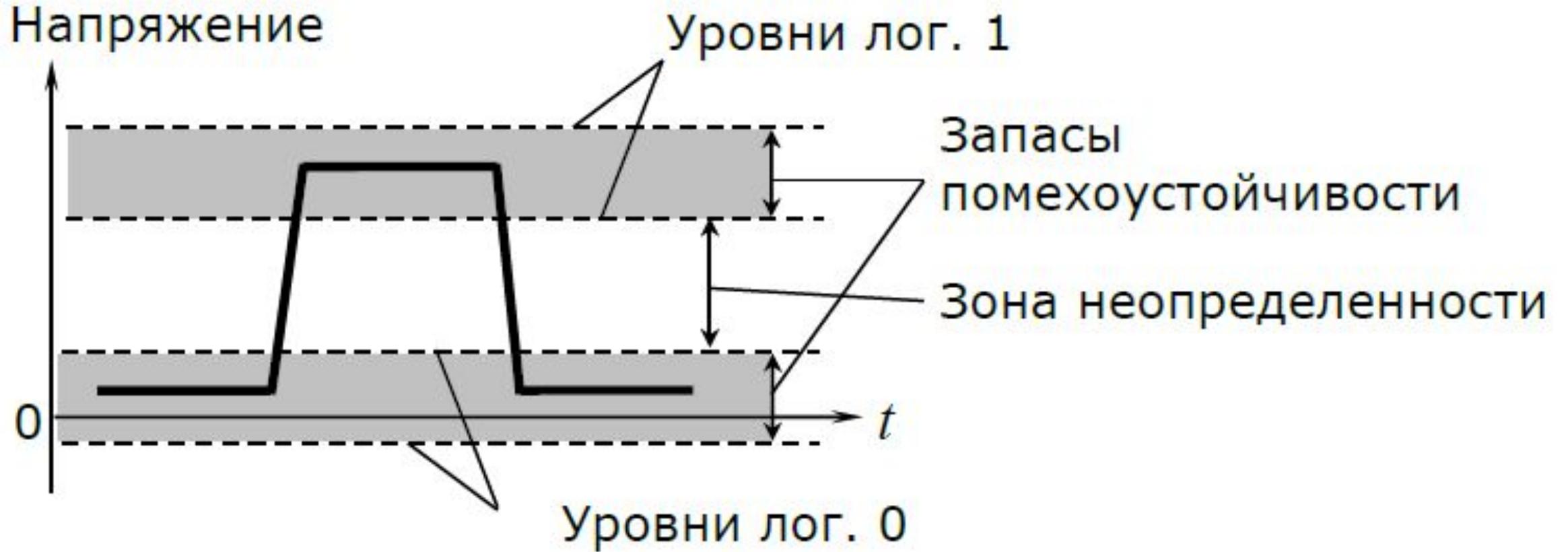
Аналоговый гармонический сигнал



Аналоговый сигнал сложной формы (например, звуковой)



# Логические уровни

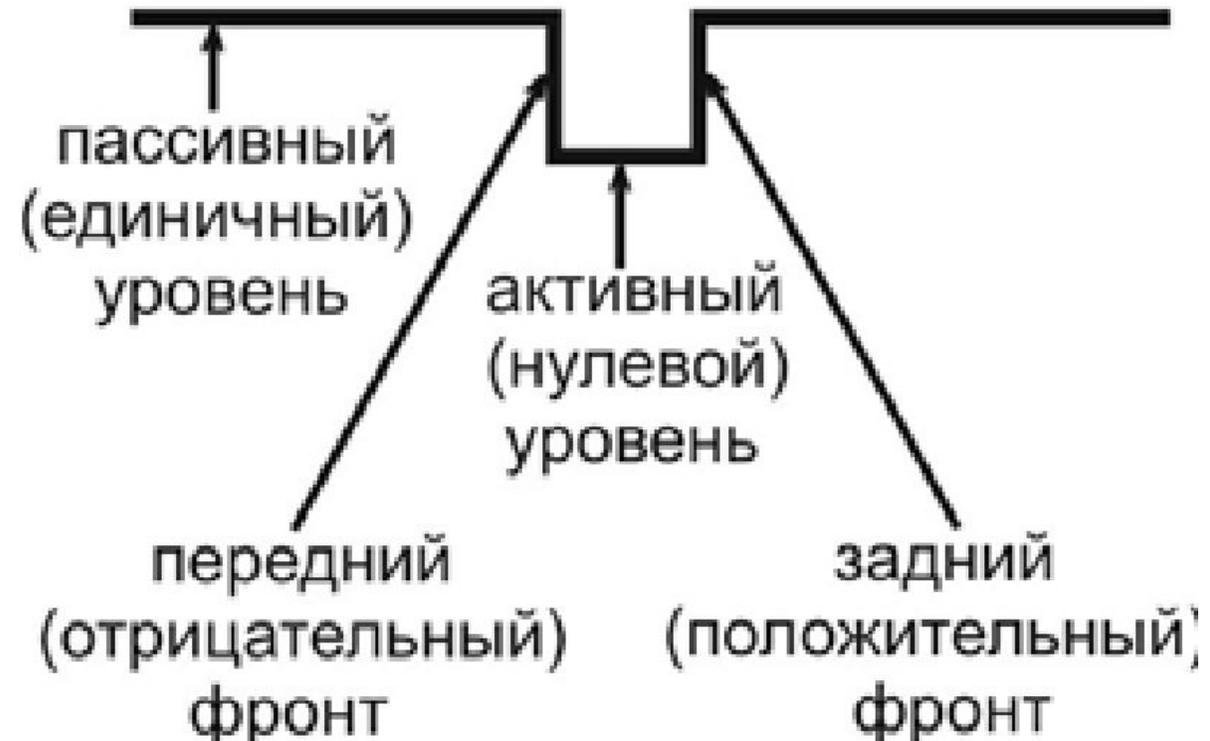


# Типы логических уровней

## Положительный сигнал



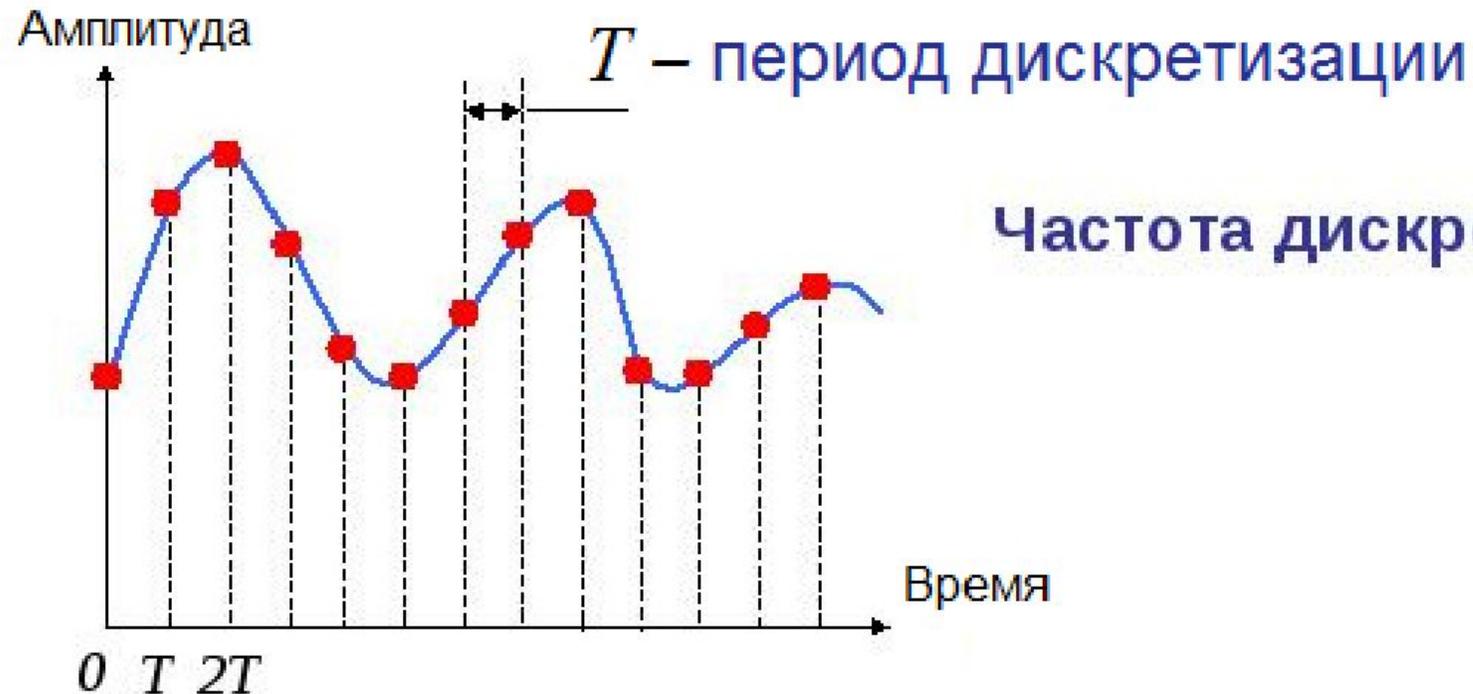
## Отрицательный сигнал



# Дискретизация и квантование

Дискретизация по времени

Значения сигнала сохраняются в моменты  $0, T, 2T, \dots$



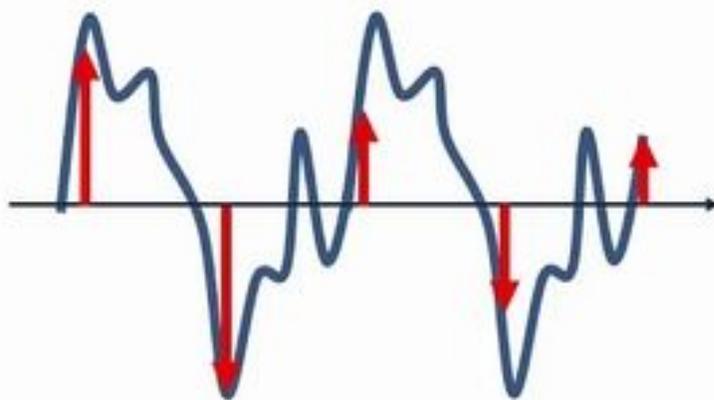
Частота дискретизации:  $F_S = \frac{1}{T}$



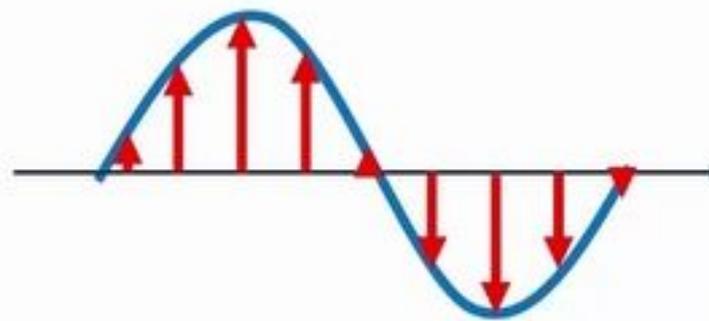
# Теорема Котельникова

Сигнал с ограниченным спектром можно точно восстановить по его дискретным отсчётам, если частота этих отсчётов (частота дискретизации) превышает максимальную частоту сигнала минимум в два раза.

$$f_s \geq 2f_{max}$$



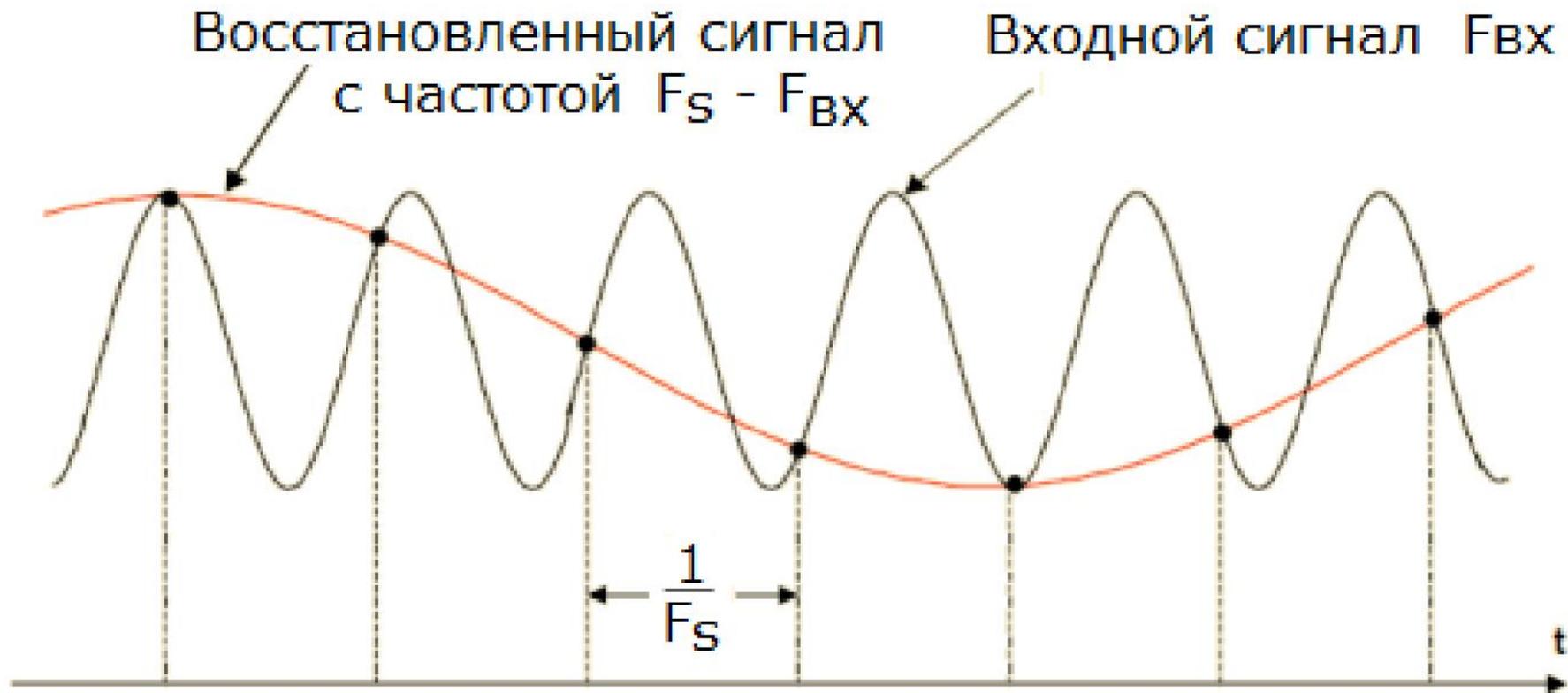
*Однозначное восстановление сигнала невозможно!*



*Однозначное восстановление сигнала возможно*



Пример выбора низкой частоты дискретизации (эффект наложения спектров):



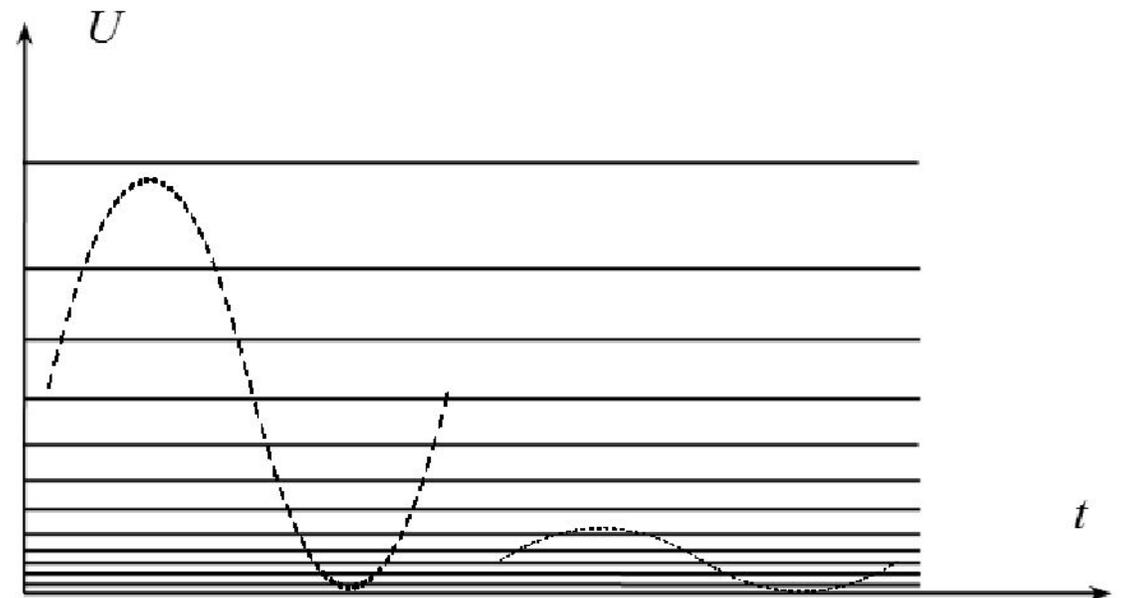
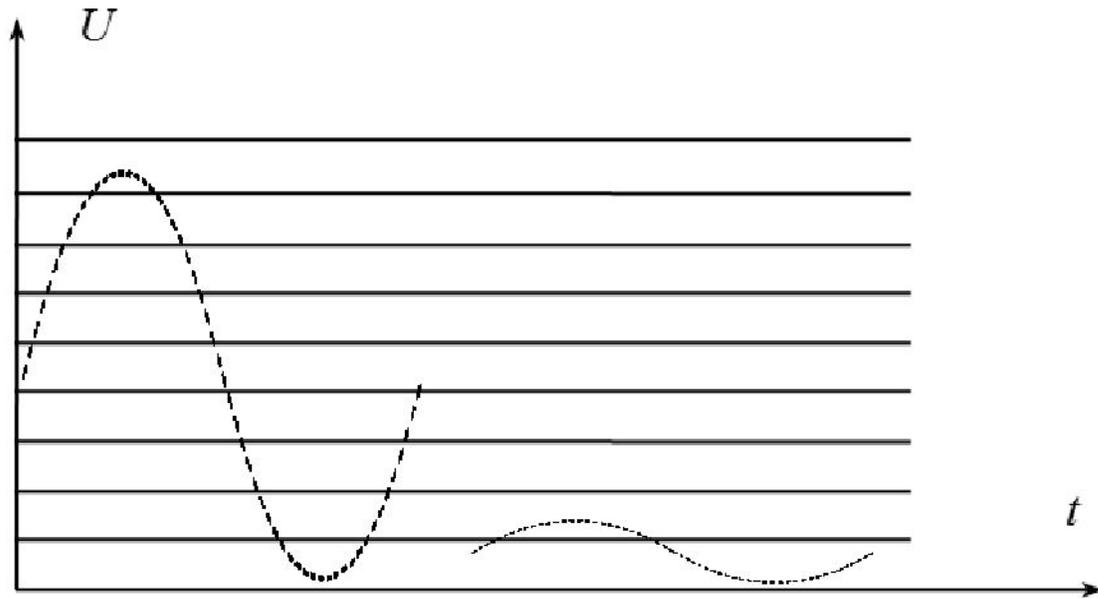
# Квантование по амплитуде

Выбор количества уровней квантования:

1. Исходя из требуемой точности представления амплитуды.
2. Исходя из динамического диапазона сигнала.
3. При учете шумов квантования – исходя из требуемого отношения сигнал/шум



Квантование: равномерное и с переменным шагом. При неравномерном квантовании относительная ошибка шума квантования практически постоянная при изменении уровня входного сигнала.



# Представление чисел в различных системах счисления

## Системы счисления

Десятичная система			8- ричная	16- ричная	Двоичная система
Без знака	Со знаком, 1 байт	Со знаком, 2 байта			
0	0	0	0	0	0000
1	1	1	1	1	0001
2	2	2	2	2	0010
3	3	3	3	3	0011
4	4	4	4	4	0100
5	5	5	5	5	0101
6	6	6	6	6	0110
7	7	7	7	7	0111
8	8	8	10	8	1000
9	9	9	11	9	1001
10	10	10	12	A	1010
11	11	11	13	B	1011
12	12	12	14	C	1100
13	13	13	15	D	1101
14	14	14	16	E	1110
15	15	15	17	F	1111
16	16	16	20	10	1 0000
126	126	126	176	7E	0111 1110
127	127	127	177	7F	0111 1111
128	-128	128	200	80	1000 0000
129	-127	129	201	81	1000 0001
254	-2	254	376	FE	1111 1110
255	-1	255	377	FF	1111 1111
256		256	400	100	1 0000 0000
257		257	401	101	1 0000 0001
4095		4095	7777	FFF	1111 1111 1111
4096		4096	10000	1000	1 0000 0000 0000
32766		32766	77776	7FFE	0111 1111 1111 1110
32767		32767	77777	7FFF	0111 1111 1111 1111
32768		-32768	100000	8000	1000 0000 0000 0000
32769		-32767	100001	8001	1000 0000 0000 0001
65534		-2	177776	FFFE	1111 1111 1111 1110
65535		-1	177777	FFFF	1111 1111 1111 1111

Примеры перевода:

$1001 \ 1110 \ 1000 \ 0100$  — двоичная  
 $\underbrace{\quad}_9 \ \underbrace{\quad}_E \ \underbrace{\quad}_8 \ \underbrace{\quad}_4$  — 16-ричная

$$101110_2 = 1 \cdot 2^5 + 0 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0 = 46_{10}$$

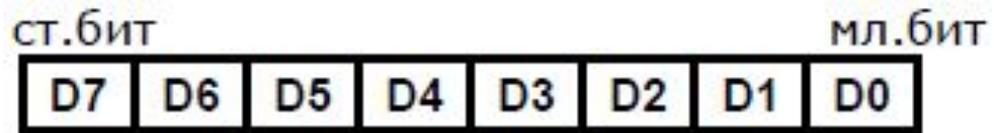
$$4BC_{16} = 4 \cdot 16^2 + 11 \cdot 16^1 + 12 \cdot 16^0 = 1212_{10}$$



Однобайтовое число (байт):

Число комбинаций –  $2^N$  (N – разрядность двоичного кода).

Без знака:



Диапазон:  $0 \dots 255_{10}$

Со знаком в дополнительном коде:



Диапазон:  $-128 \dots 127_{10}$

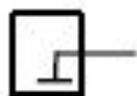


# Логические операции

Логические функции одной переменной:

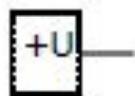
X	Y
0	0
1	0

Постоянный 0



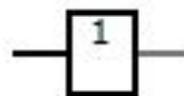
X	Y
0	1
1	1

Постоянная 1



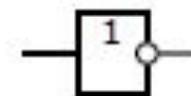
X	Y
0	0
1	1

Повторение  
 $Y = X$



X	Y
0	1
1	0

Инверсия (операция НЕ)  
 $Y = \bar{X}$



Наиболее часто используемые функции двух переменных:

Функция	Математич. запись	Таблица истинности	Логический элемент															
<b>Логическое умножение,</b> конъюнкция, операция "И"	$y = x_1 \wedge x_2$ или $y = x_1 \& x_2$	<table border="1"> <thead> <tr> <th><math>x_1</math></th> <th><math>x_2</math></th> <th><math>y</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	$x_1$	$x_2$	$y$	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	
$x_1$	$x_2$	$y$																
0	0	0																
0	1	0																
1	0	0																
1	1	1																
<b>Логическое сложение,</b> дизъюнкция, операция "ИЛИ"	$y = x_1 \vee x_2$	<table border="1"> <thead> <tr> <th><math>x_1</math></th> <th><math>x_2</math></th> <th><math>y</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	$x_1$	$x_2$	$y$	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	
$x_1$	$x_2$	$y$																
0	0	0																
0	1	1																
1	0	1																
1	1	1																
<b>Неравнозначность,</b> сложение по модулю 2, операция "исключающее ИЛИ"	$y = x_1 \oplus x_2$ или $y = x_1 \nabla x_2$	<table border="1"> <thead> <tr> <th><math>x_1</math></th> <th><math>x_2</math></th> <th><math>y</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	$x_1$	$x_2$	$y$	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	
$x_1$	$x_2$	$y$																
0	0	0																
0	1	1																
1	0	1																
1	1	0																

