

Цифровые сигналы. Двоичные и десятичные системы

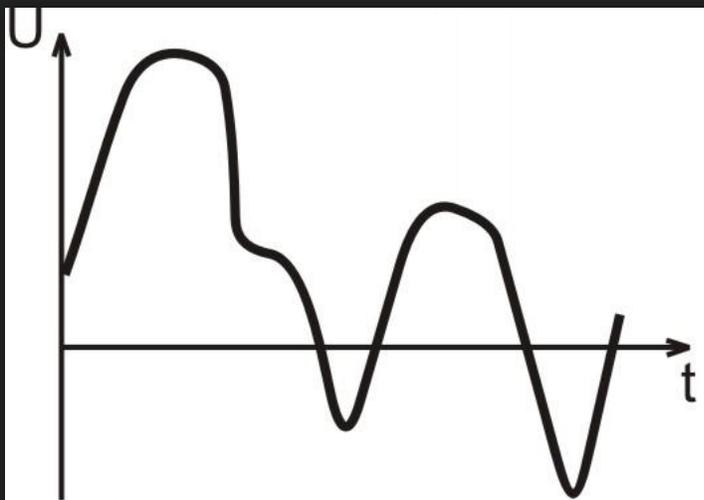
План.

- 1) Базовые определения сигналов
- 2) Аналоговый и цифровой сигналы
- 3) Виды цифровых сигналов
- 4) Элементы цифрового сигнала
- 5) Причины искажений цифровых сигналов
- 6) Искажение сигнала шумами и наводками
- 7) Преимущества цифровых сигналов
- 8) Недостатки цифровых сигналов
- 9) Двоичные и десятичные числа
- 10) Операции с двоичными числами
- 11) Список используемой литературы

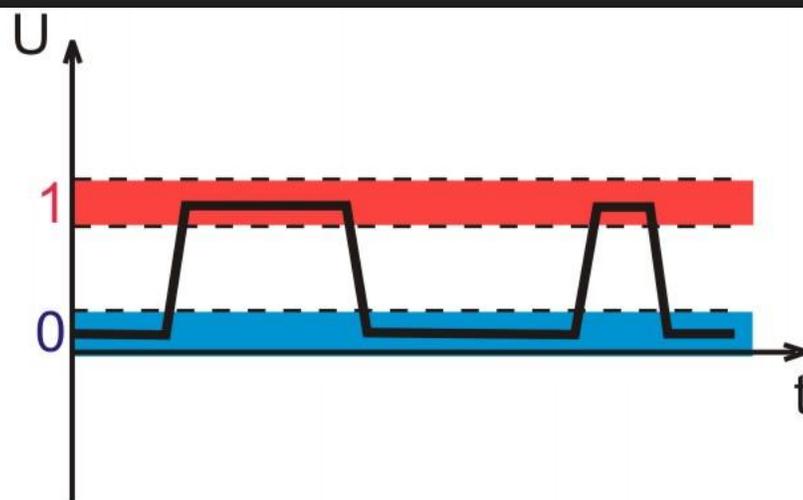
Базовые определения сигналов

- **Сигнал** — любая физическая величина (температура, давление воздуха, интенсивность света, сила тока и т.д.), изменяющаяся со временем.
- **Электрический сигнал** — электрическая величина (например, напряжение, ток, мощность), изменяющаяся со временем.
- **Аналоговый сигнал** — может принимать любые значения в определенных пределах. Устройства, работающие с аналоговыми сигналами, — аналоговые устройства. Аналоговый сигнал изменяется аналогично физической величине, т. е. непрерывно.
- **Цифровой сигнал** — может принимать только два значения. Причём разрешены некоторые отклонения от этих значений. Устройства, работающие с цифровыми сигналами, — цифровые устройства.

Аналоговый и цифровой сигналы



Аналоговый сигнал

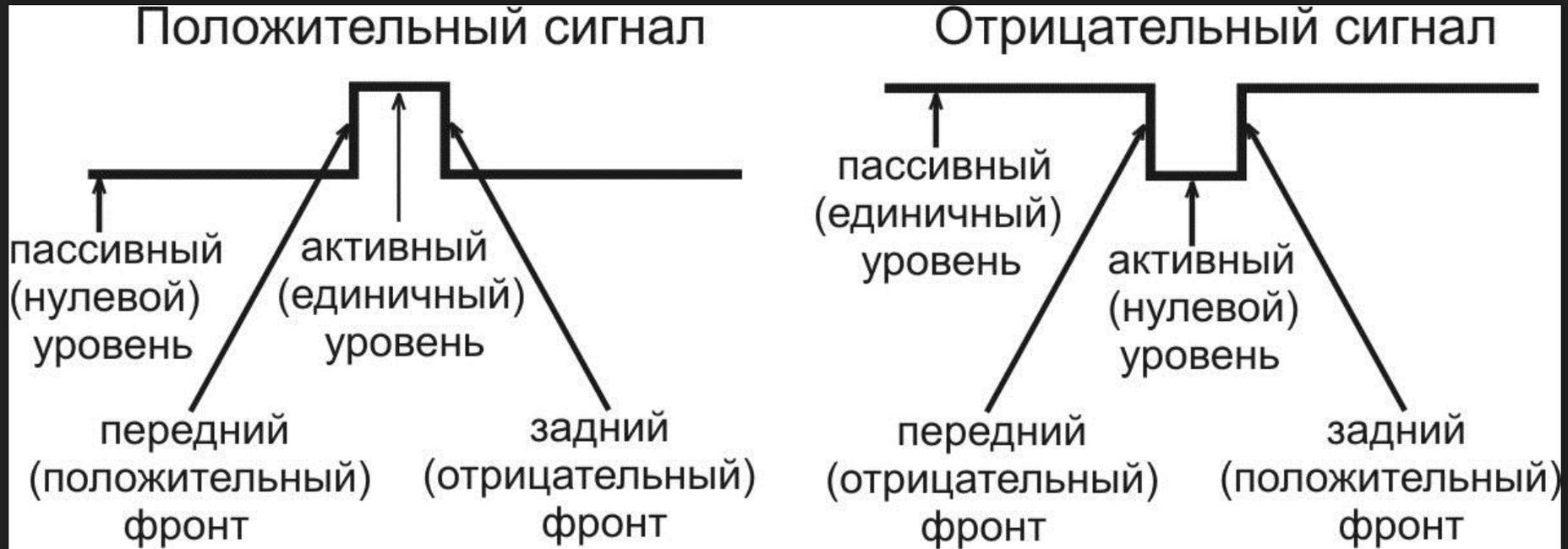


Цифровой
(двухуровневый) сигнал

Виды цифровых сигналов

- **Одиночные цифровые сигналы:**
 - Разрешающие/запрещающие сигналы;
 - Сигнализирующие сигналы (флаги);
 - Синхронизирующие сигналы (определяющие момент времени выполнения операции).
- **Сгруппированные (шинные) цифровые сигналы (коды):**
 - Коды выборки аналоговых сигналов;
 - Коды адресации устройств (выбора нужного устройства);
 - Коды команд (инструкций);
 - Коды данных.

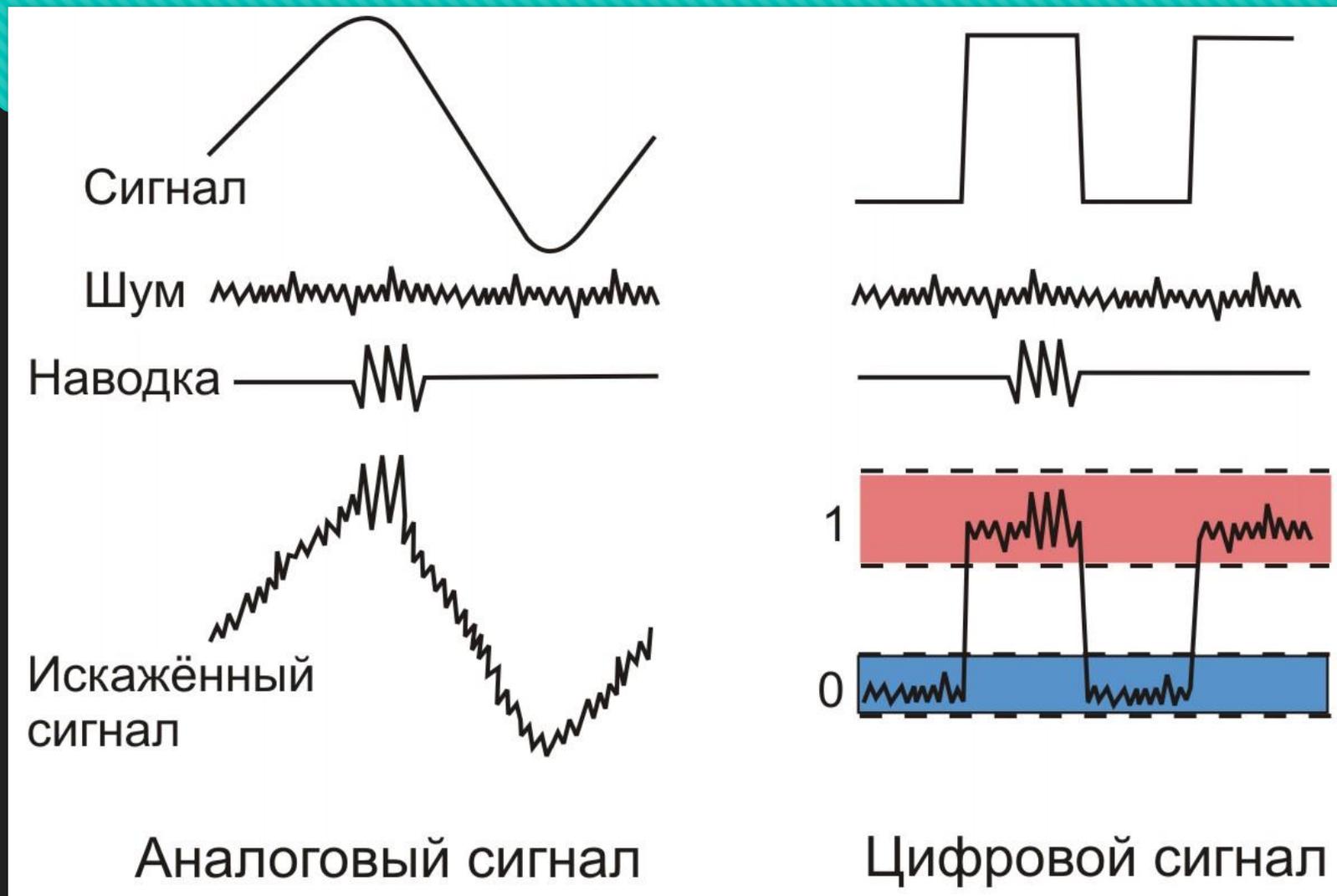
Элементы цифрового сигнала



Причины искажений цифровых сигналов

- Несовершенство характеристик элементов аппаратуры;
- Шумы (слабые хаотические сигналы, вырабатываемые любым электронным компонентом);
- Наводки, помехи (сигналы, вызываемые внешними электромагнитными полями — радиопередача, трансформаторы, взаимовлияние цепей и т.д.);
- Старение элементов — изменение характеристик со временем;
- Внешние физические воздействия: температура, влажность, давление, вибрация и т.д.
- Паразитные эффекты (утечки, ёмкости, индуктивности, сопротивления).

Искажения сигналов шумами и наводками



Преимущества цифровых сигналов

- Более сложная и многоступенчатая обработка, чем в случае аналоговых сигналов;
- Длительное хранение без потерь с возможностью многократного копирования без искажений;
- Качественная передача на большие расстояния без искажений;
- Цифровые устройства проще отлаживать, они меньше подвержены старению;
- Поведение цифровых устройств всегда можно точно рассчитать и предсказать;
- Цифровые устройства проще проектировать, отлаживать, тестировать.

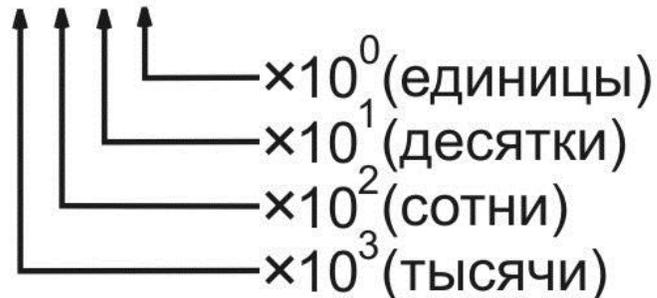
Недостатки цифровых сигналов

- Принципиально меньшее предельное быстродействие цифровых устройств по сравнению с аналоговыми;
- Информационная ёмкость цифрового сигнала гораздо меньше, чем аналогового, поэтому для замены одного аналогового сигнала требуется несколько цифровых сигналов (от 4 до 16) — код;
- Для связи с реальным миром требуются преобразователи аналоговых сигналов в цифровые (на входе, АЦП) и цифровых сигналов в аналоговые (на выходе, ЦАП);
- При простом алгоритме обработки цифровые устройства гораздо сложнее аналоговых.

Двоичные и десятичные числа

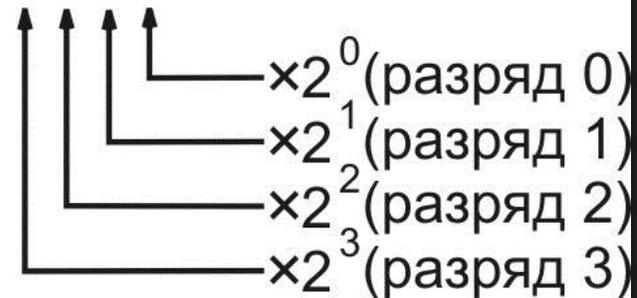
Десятичное число

1059



Двоичное число

1011



10-число	2-число	10-число	2-число
0	0	8	1000
1	1	9	1001
2	10	10	1010
3	11	11	1011
4	100	12	1100
5	101	13	1101
6	110	14	1110
7	111	15	1111

Операции с двоичными числами

Арифметические операции

Сложение

$$\begin{array}{r} 0111 \\ + 1011 \\ \hline 10010 \end{array}$$

Вычитание

$$\begin{array}{r} 10010 \\ - 0111 \\ \hline 1011 \end{array}$$

Дополнительный код: 1011

Пример:

$$5 = 0101$$

$$-5 = 1011$$

Сумма:

$$\begin{array}{r} 0101 \\ + 1011 \\ \hline 0000 \end{array}$$

← Старший (знаковый разряд)

0 - положительные числа

1 - отрицательные числа

Перенос игнорируется

Логические (побитные) операции

И (&)

$$\begin{array}{r} 1100 \\ 1010 \\ \hline 1000 \end{array}$$

ИЛИ

$$\begin{array}{r} 1100 \\ 1010 \\ \hline 1110 \end{array}$$

\oplus

$$\begin{array}{r} 1100 \\ 1010 \\ \hline 0110 \end{array}$$

НЕ

$$\begin{array}{r} 1100 \\ 0011 \end{array}$$

Почему люди пользуются десятичной системой, а компьютеры — двоичной?

Люди предпочитают десятичную систему, вероятно, потому, что с древних времен считали по пальцам, а пальцев у людей по десять на руках и ногах. Не всегда и не везде люди пользуются десятичной системой счисления. В Китае, например, долгое время пользовались пятеричной системой счисления.

А компьютеры используют двоичную систему потому, что она имеет ряд **преимуществ перед другими системами:**

для ее реализации нужны **технические устройства с двумя устойчивыми состояниями** (есть ток — нет тока, намагничен — не намагничен и т.п.), а не, например, с десятью, — как в десятичной; представление информации посредством только двух состояний **надежно** и **помехоустойчиво**; возможно **применение аппарата булевой алгебры** для выполнения логических преобразований информации;
двоичная арифметика намного проще десятичной.

Список используемой литературы

- 1) **Кандидат технических наук, доцент Новиков Юрий Витальевич / Введение в цифровую электронику / Лекция 1. Аналоговые и цифровые сигналы.**