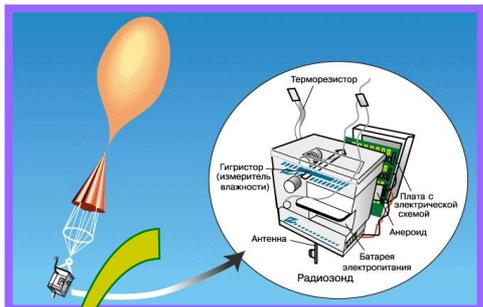


ЦИФРОВЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ



СОДЕРЖАНИЕ ТЕМЫ

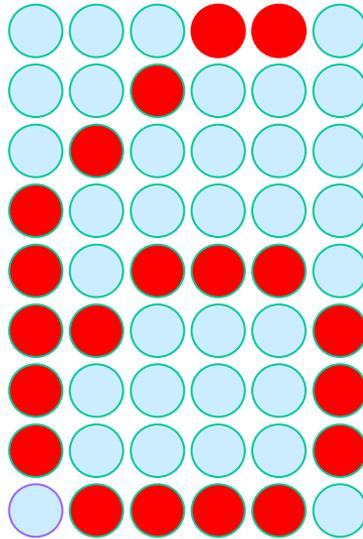
- **1. Информация. Основные определения, свойства. Цифровые коды.**
- **2. Малые интегральные схемы «И» «ИЛИ», «НЕ».**
- **3. Основы логической алгебры. Составление цифровых электронных схем.**
- **4. Средние интегральные схемы.**
- **5. Цифроаналоговые преобразователи.**
- **6. Аналого-цифровые преобразователи.**
- **7. Устройства для хранения информации**

Цифровые измерительные приборы.



Цифровой индикатор из трех разрядов. Каждый разряд на основе семи элементов

Цифровые измерительные приборы.



Матричный индикатор из 54 точечных элементов

Цифровые измерительные приборы.

Аналоговые приборы - это приборы, оканчивающиеся стрелочным указателем. В них используется *аналоговый сигнал*.

Аналоговый сигнал - это сигнал, который может принимать любое значение в используемых пределах.

Цифровые приборы - это приборы, оканчивающиеся световым или иным индикатором, состоящим из отдельных элементов. В них используется *цифровой сигнал*.

Цифровой сигнал — это сигнал, состоящий из импульсов, амплитуда которых может принимать только два разрешённых значения (высокий и низкий уровень, 0 или 1)

1. Информация. Основные определения, свойства. Цифровые коды.

Информация – это совокупность сведений, отражающих наши знания о предмете, объекте, процессе и т.п. Информация передается в виде *сообщения*.

Сообщение – это информация, передаваемая по каналам связи (*движущаяся информация*). Сообщение передается с помощью *сигнала*.

Сигнал – это любая физическая величина (ток, свет, звук и т.п.), изменяющаяся в соответствии с измеряемой величиной.

1. Информация. Основные определения, свойства. Цифровые коды.

Основные требования к единицам измерения информации

1. Универсальность. Единицы измерения должны быть применимы к *любой* информации
2. Аддитивность. При увеличении сообщения в n раз количество передаваемой информации также должно возрасти в n раз.

Самый малый элемент информации – ответ на вопрос, допускающий только два варианта – «да» или «нет». Такая единица называется **1 бит.**

$$1 \text{ байт} = 8 \text{ бит}$$

$$1 \text{ Кбайт} = 2^{10} \text{ байт}$$

$$1 \text{ Мбайт} = 2^{20} \text{ байт}$$

$$1 \text{ Гбайт} = 2^{30} \text{ байт}$$

1. Информация. Основные определения, свойства. Цифровые коды.

Для того, чтобы измерить количество информации в сообщении, его следует разбить на самые малые «да-нет» элементы.

Количество информации, содержащееся в сообщении о каком-либо событии, связано с вероятностью осуществления этого события. Чем меньше вероятность, тем больше количество информации.

1. Информация. Основные определения, свойства. Цифровые коды.

Для того, чтобы измерить количество информации, заключенное в непрерывно меняющемся сигнале, заменим непрерывный сигнал квантованным (рис. 1.1).

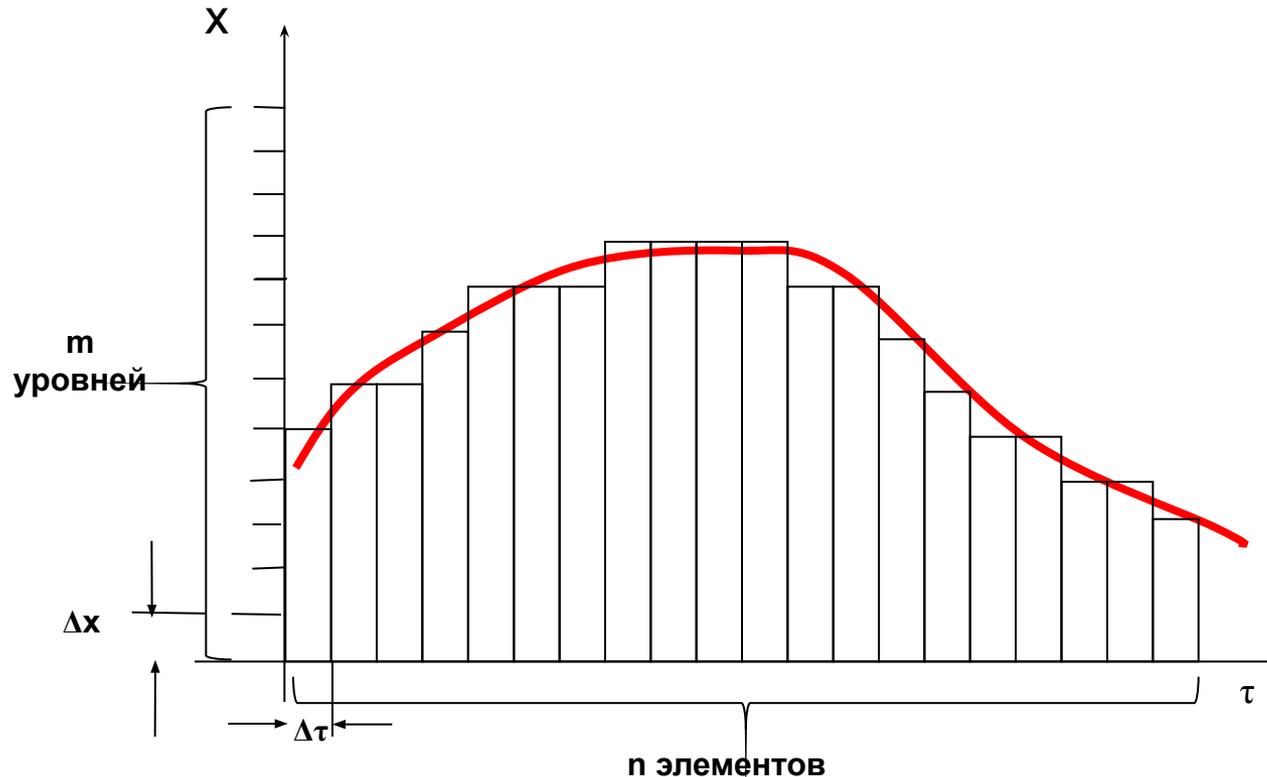


Рис. 1.1.

Величины Δx и $\Delta\tau$ выбираются из требования необходимой точности и частоты измерений.

1. Информация. Основные определения, свойства. Цифровые коды.

Оценим количество возможных различных сообщений (N), которые могут быть переданы сигналом, состоящим из n элементов и квантованным на m уровнях.

Если:	$n=1, m=2$	то:	$N=2 (=2^1)$
	$n=1, m=3$		$N=3 (=3^1)$
	$n=1, m=m$		$N=m (=m^1)$
	$n=2, m=2$		$N=4 (=2^2)$
	$n=2, m=m$		$N=m^2$
	$n=n, m=m$		$N=m^n$

Это число (N) нельзя взять в качестве меры информации, содержащейся в сообщении, т.к. оно не отвечает требованию аддитивности.

1. Информация. Основные определения, свойства. Цифровые коды.

Для удовлетворения требованию аддитивности число N следует прологарифмировать:

$$J = \log_a N \quad (1.1)$$

J – количество информации,

a – неизвестное (пока) основание логарифма.

Тогда:

$$J = \log_a N = n \log_a m \quad (1.2)$$

Чтобы узнать основание логарифма, выделим единичный элемент информации:

При: $n = 1, m = 2$ $J = 1$ бит.

$$1 = 1 \cdot \log_a 2 \quad \Longrightarrow \quad a = 2$$

1. Информация. Основные определения, свойства. Цифровые коды.

Тогда:

$$J = n \log_2 m \quad (1.3)$$

Следствия из определения.

При $n=1$, $m=1$ сообщение известно заранее. Тогда:

$$J = 1 \cdot \log_2 1 = 0$$

1. Если сообщение известно заранее, то оно не несет информации.

При абсолютно точном непрерывном измерении $\Delta x \rightarrow 0$, $\Delta \tau \rightarrow 0$.
Тогда $m \rightarrow \infty$ и $n \rightarrow \infty$. Следовательно, $J \rightarrow \infty$.

2. Абсолютно точное измерение непрерывной величины включает в себе бесконечно большую информацию. Следовательно, оно невозможно.

1. Информация. Основные определения, свойства. Цифровые коды.

Формула (1.3) применима только при **равной вероятности** значения каждого из m уровней квантования.

Если имеется m событий, причем вероятность i -го события составляет P_i , то для расчета информации при осуществлении одного из них применяется **формула Шеннона**:

$$J = \sum_{i=1}^m P_i \cdot \log_2 \frac{1}{P_i} \quad (1.4)$$

Ни одна из этих формул не учитывает значимости (важности) события для конкретного человека или сообщества.

1. Информация. Основные определения, свойства. Цифровые коды.

Рис. 7.1.1 построен для измеряемой величины. Но при этом передаваемый сигнал может быть квантован на меньшем количестве уровней.

При использовании десятичной системы счисления сигнал квантован на **10** уровнях:

$$2013 = 2 \cdot 10^3 + 0 \cdot 10^2 + 1 \cdot 10^1 + 3 \cdot 10^0$$

$$x = a_1 \cdot 10^{n-1} + a_2 \cdot 10^{n-2} + \dots + a_{n-1} \cdot 10^1 + a_n \cdot 10^0 \quad (1.5)$$

Где $a_i = 0, 1, 2, 3, \dots, 9$.

Можно воспользоваться любой системой счисления. Тогда каждое значение **X** передается несколькими элементами (разрядами).

1. Информация. Основные определения, свойства. Цифровые коды.

Проще всего технически реализовать двоичную систему счисления.

$$x = a_1 \cdot 2^{n-1} + a_2 \cdot 2^{n-2} + \dots + a_{n-1} \cdot 2^1 + a_n \cdot 2^0 \quad (1.6)$$

Где $a_i = 0; 1$.

Например: $5 = 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 101_{(2)}$

Такая передача получила название **двоичный код**.

Количество передаваемой информации равно количеству элементов двоичного кода.

Поскольку «2» - это число уровней квантования сигнала, а не измеряемой величины X , то **точность измерения и передачи измеряемой величины остается прежней**.

1. Информация. Основные определения, свойства. Цифровые коды.

Техническая реализация – будем передавать короткие импульсы высокого уровня (1) или низкого уровня (0):

Алгебраическая запись:

$$5 = 101$$

Техническая реализация:



Такая передача и называется **цифровой формой передачи сигнала.**

1. Информация. Основные определения, свойства. Цифровые коды.

Контрольный вопрос.

Какое максимальное количество информации может содержать изображение, составленное из 100 пикселей, каждый из которых допускает 256 цветовых градаций?:

- 1. 100 бит**
- 2. 256 бит**
- 3. 80 бит**
- 4. 800 бит**