

# Аналоговые устройства автоматики

Доцент, к.т.н. Куликов Виктор  
Владимирович

# 1. Введение.

## 1.1 Что такое электроника

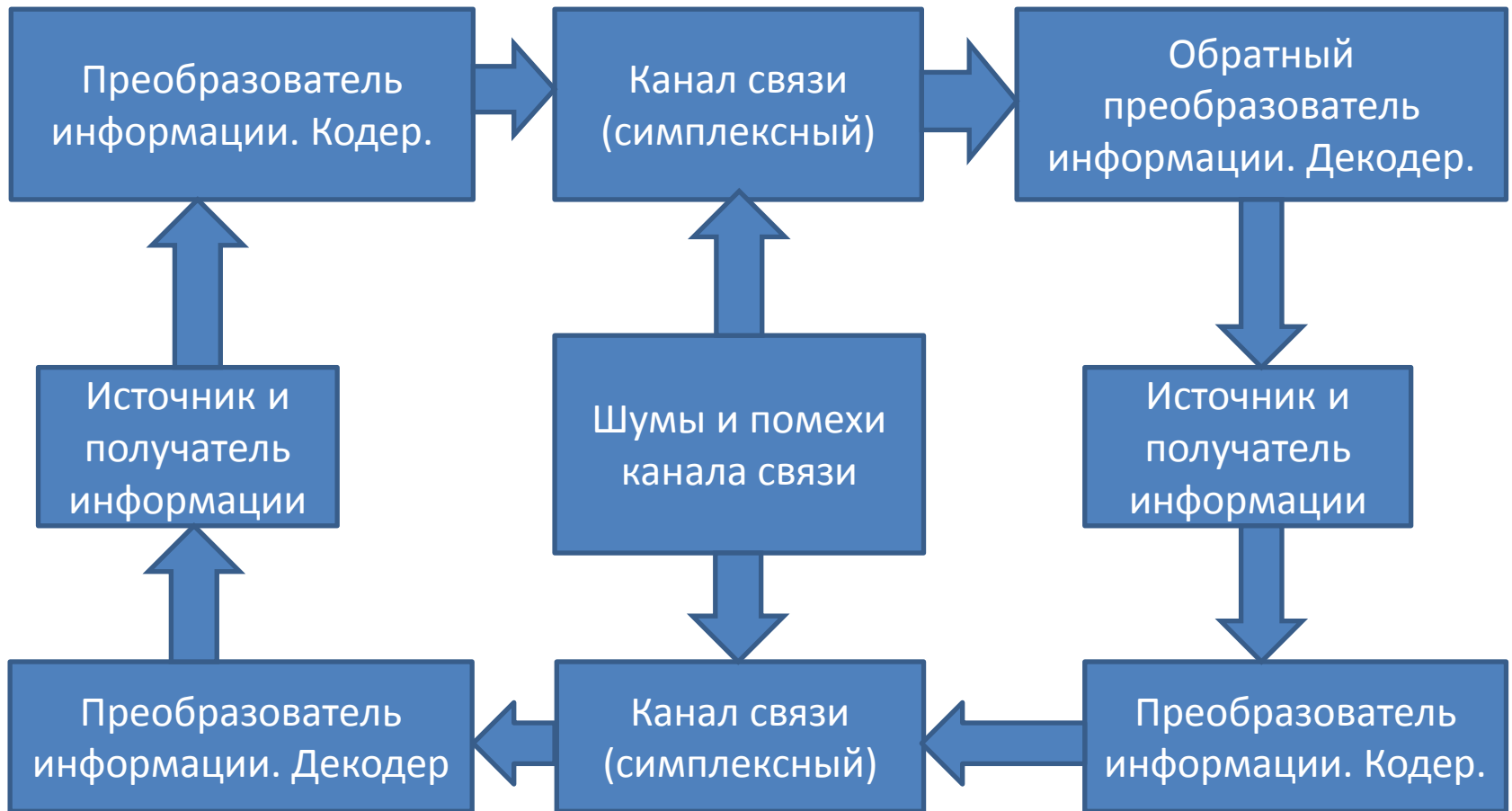
- Электроника - это наука, изучающая явления взаимодействия электронов и других заряженных частиц с электрическими, магнитными и электромагнитными полями, что является физической основой работы электронных приборов и устройств (вакуумных, газоразрядных полупроводниковых и других), используемых для передачи, обработки и хранения информации.
- Охватывая широкий круг научно-технических и производственных проблем, электроника опирается на достижения в различных областях знаний. При этом, с одной стороны, электроника ставит перед другими науками и производством новые задачи, стимулируя их дальнейшее развитие, и с другой – снабжает их качественно новыми техническими средствами и методами исследований.

## 2.2 Направления развития в электронике.

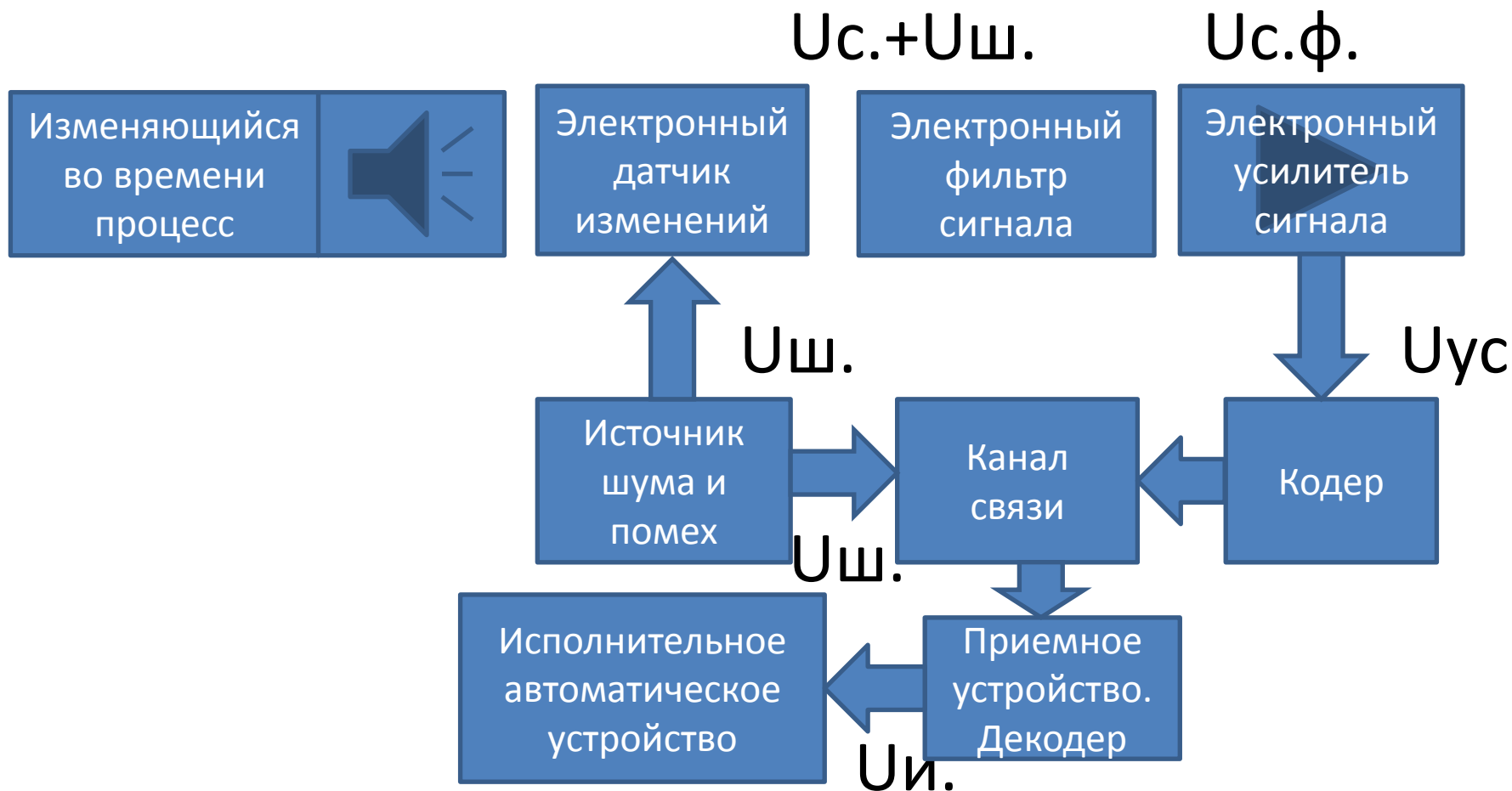
1. Создание функциональных блоков ( ФБ ) различного направления и технологией их производства, например, фильтры, усилители, компараторы, устройства памяти и т. д ;
2. Создание на их основе электронных приборов и различных видов аппаратуры, систем и комплексов, предназначенных для передачи хранения и обработки информации.

.

# Преобразование информации в канале связи: $U_c - U_{пр.с.} - (U_{пр.с.} + U_{ш}) - U^*c.$



# Электронная схема автоматической системы управления.



# Временное и частотное представление сигналов.

Возможны два представления сигнала:

$$f(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} F(\omega) e^{i\theta(\omega)} d\omega$$

временное, при котором  $f(t)$  выражается как функция времени, и

Но функция  $F(\omega)$  в общем случае комплексная:

$$F(\omega) = |F(\omega)| e^{i\theta(\omega)}$$

частотное, при котором определён спектр (т. е. амплитуды различных частотных составляющих). Преобразование Фурье служит инструментом, позволяющим представлять данный сигнал экспоненциальными составляющими. Функция  $F(\omega)$  есть прямое преобразование Фурье сигнала  $f(t)$ .  $F(\omega)$  представляет сигнал  $f(t)$  в частотной области. Временное представление определяет некоторый сигнал в каждый момент времени, тогда как частотное представление характеризует относительные амплитуды частотных составляющих сигнала. Любое из этих представлений полностью определяет сигнал.

Рассмотрим какая существует совокупность технических средств, необходимых для построения автоматических систем.

**По характеру обрабатываемого сигнала существуют следующие виды электронных устройств :**

- Аналоговые устройства (АУ);
- Цифровые (дискретные) устройства (ЦУ).
- Смешанные (ЦАП) и (АЦП) .

**По характеру используемых приборов электроника подразделяется :**

1. Вакуумная (радиолампы, рентгеновские трубки);
2. Твердотельная (полупроводники: диоды, транзисторы и т . п.)
3. Квантовая (различные генераторы и лазеры).

## Этапы развития электроники

1.1904-1950 – электровакуумные приборы;

2.1950-1960 – полупроводники;

3.1960-1980 – микросборки и СБИСы;

4. 980-2000 и далее – сверхбольшие интегральные схемы

1. первое поколение (1904 — 1950) характеризуется тем, что основу элементной базы электронных устройств составляли электровакуумные и газоразрядные приборы. К ним относятся электронные лампы, электронно-вакуумные трубки, газоразрядные индикаторы и др.;
2. второе поколение (1950 — начало 1960-х гг.) характеризуется применением дискретных полупроводниковых приборов (диодов, транзисторов, тиристоров и т.д.);
3. третье поколение (1960 — 1980) связано с бурным развитием микроэлектроники и созданием интегральных схем различной степени интеграции, а также микросборок. На этом этапе электронные устройства характеризуются резким увеличением надежности, уменьшением габаритных размеров, массы, энергопотребления;
4. четвертое поколение (с 1980-х гг. по настоящее время) характеризуется дальнейшей микроминиатюризацией электронных устройств с использованием больших и сверхбольших интегральных схем



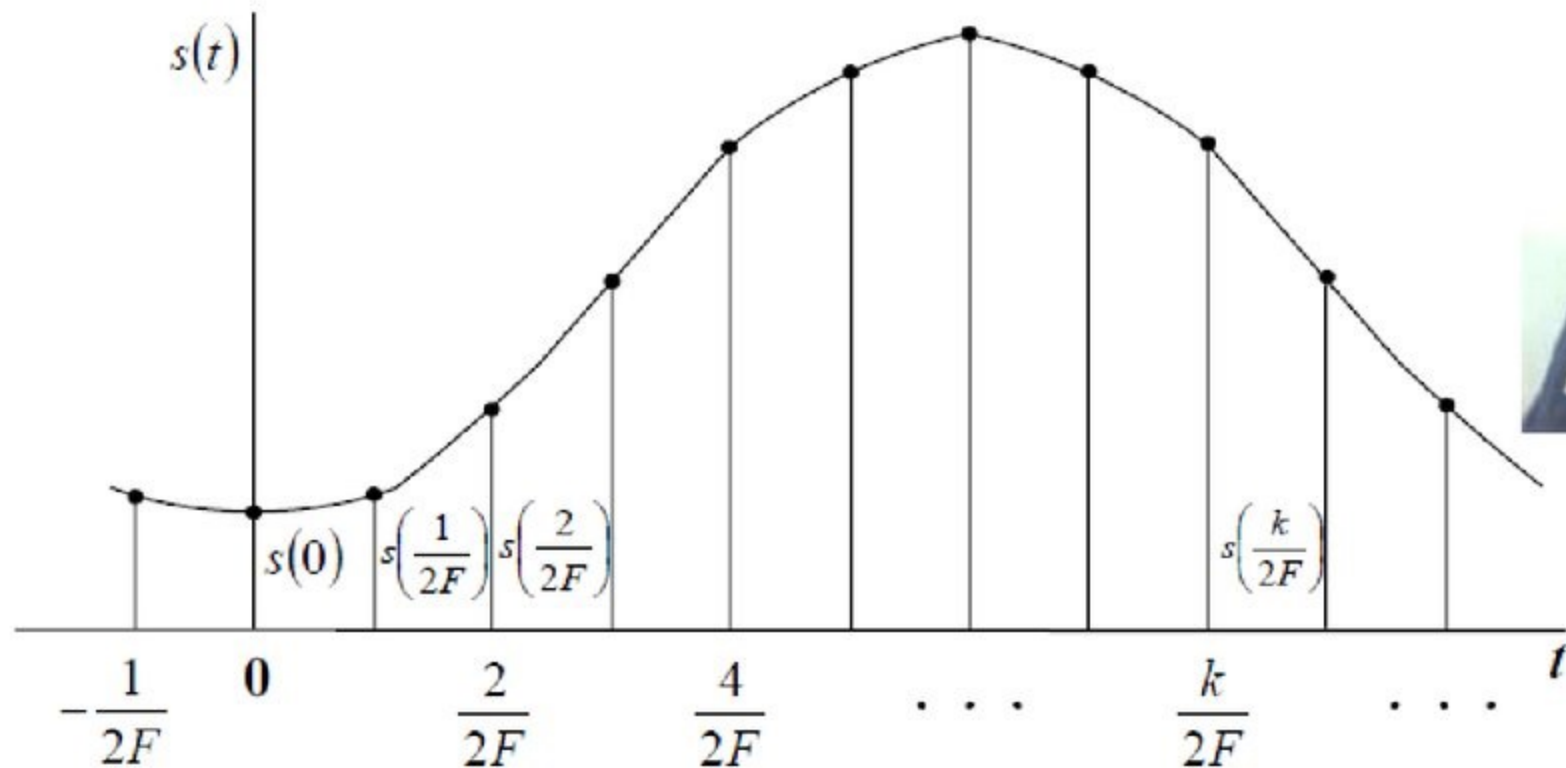
**Аналоговые ЭУ** предназначены для приема, преобразования и передачи сигналов, которые изменяются по закону непрерывной (аналоговой) функции.

- Аналоговые ЭУ отличаются простотой, быстродействием, однако имеют низкую помехоустойчивость и нестабильность параметров при воздействии внешних дестабилизирующих факторов, например температуры, влажности, времени и т.д.
- К аналоговым ЭУ относятся электронные и операционные усилители, коммутаторы, компараторы, стабилизаторы напряжения и т.д.

Цифровые электронные устройства были созданы для повышения помехоустойчивости устройств связи.

Переход от аналоговых устройств к цифровым устройствам и системам связи стал возможен на основании теоремы Котельникова.

# Теорема Котельникова



$$T = 1 / (2F_0)$$

# Теорема Котельникова

- **Теорема Котельникова** (в англоязычной литературе — теорема Найквиста — Шеннона или теорема отсчётов) гласит:
- Любая непрерывная функция  $s(t)$ , спектр которой ограничен частотой  $F_m$  полностью определяется последовательностью своих значений в моменты времени, отстоящие друг от друга на интервал

$$T_d = \frac{1}{2F_m} = \frac{\pi}{\omega_m} \quad (16)$$

Академик Котельников В.А. обосновал и способ точного восстановления аналогового сигнала по его отсчетам. Условие

$$\omega_m \leq \omega_d/2 \text{ или } \omega_d \geq 2\omega_m.$$

В этом случае возможно точное восстановление аналогового сигнала по его дискретным выборкам с помощью идеального ФНЧ с прямоугольной частотной характеристикой

$$P_{\omega_m}(j\omega) = \begin{cases} T_d, & |\omega| \leq \omega_d/2 \\ 0, & |\omega| > \omega_d/2 \end{cases} \quad (17)$$

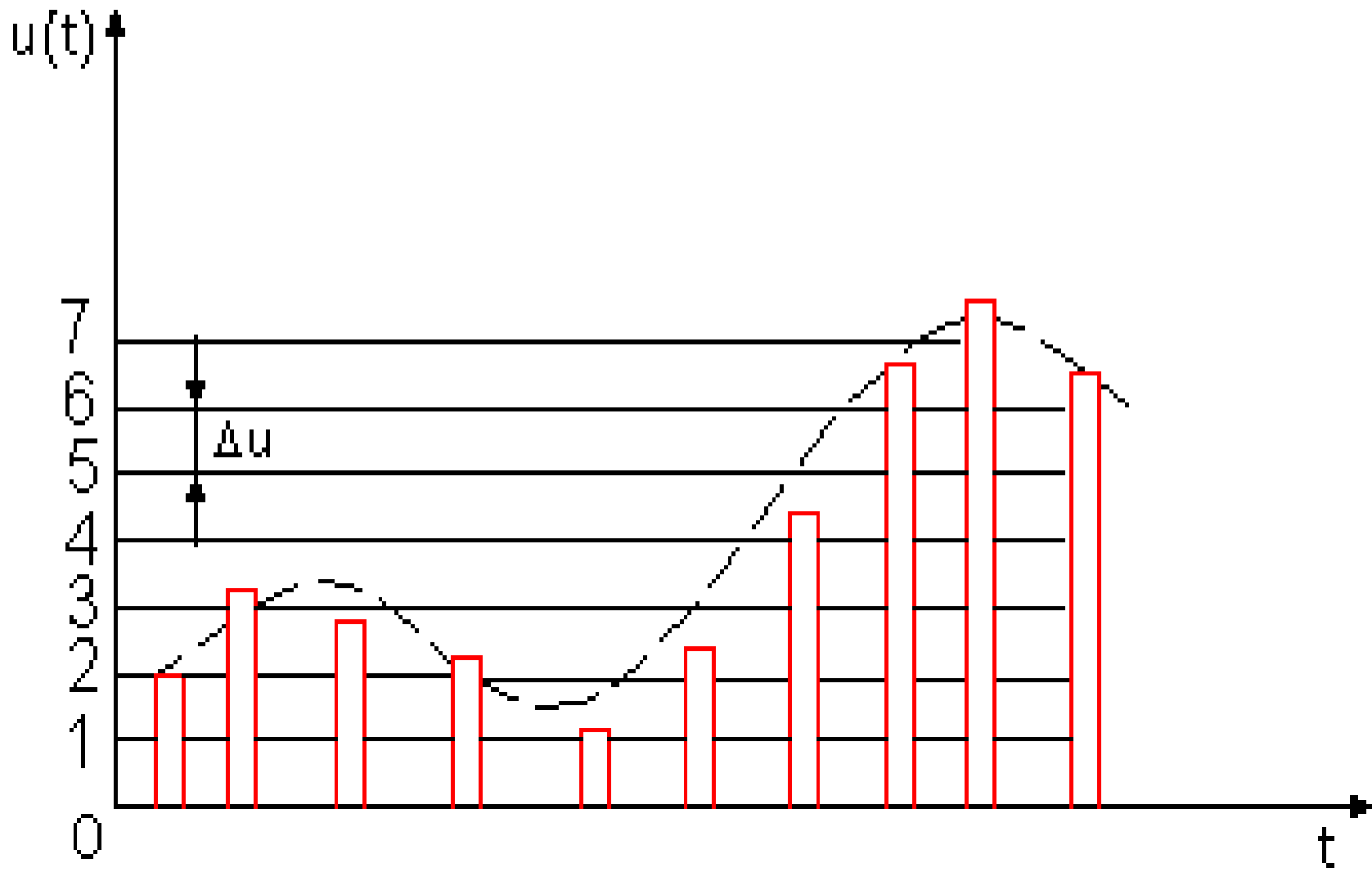
# ОСНОВЫ МНОГОКАНАЛЬНОЙ СВЯЗИ (4)

Теорема Котельникова (в ряде источников – Котельникова-Найквиста)

$$T_D \leq \frac{1}{2f_{max}} \quad \rightarrow \quad f_D \geq 2f_{max}$$

В России используется так называемая европейская цифровая иерархия систем с ИКМ. Ее основу составляет канал с пропускной способностью 64 кбит/с. Он также известен как основной цифровой канал (ОЦК). Величина 64 кбит/с определена из таких соображений:

- верхняя граница канала тональной частоты равна 3,4 кГц;
- следовательно,  **$f_D \geq 6,8$  кГц**, но для надежной передачи информации выбран номинал 8 кГц, то есть отсчеты берутся 8000 раз в секунду;
- каждый отсчет кодируется восемью битами, то есть в секунду передается 64000 битов.



## ***Существуют дискретные цифровые электронные устройства:***

***Дискретные ЭУ*** предназначены для приема, преобразования и передачи электрических сигналов, представленных в дискретной форме. Такие устройства отличаются высокой помехоустойчивостью, небольшой потребляемой мощностью и стоимостью. Различают импульсные и цифровые ЭУ.

Импульсные устройства – это устройства преобразующие аналоговый сигнал в импульсную последовательность. К импульсным ЭУ относятся мультивибраторы, одновибраторы, триггеры, блокинг-генераторы, генераторы пилообразного напряжения и т. д.

***В цифровых ЭУ*** происходит кодирование сигнала, т. е. преобразование его в определенную последовательность однотипных импульсов.

Цифровые ЭУ в настоящее время получили очень широкое распространение благодаря высокой надежности, помехоустойчивости, возможности длительного хранения информации без ее потери; энергетической совместимости и интегральной технологичности элементной базы.

К цифровым ЭУ относятся логические элементы, триггеры, регистры, счетчики, дешифраторы, шифраторы, мультиплексоры, демультимплексоры, сумматоры и т.д.

# Комбинированные электронные устройства.

В ряде ЭУ имеет место аналоговая и дискретная (цифровая) информации. Такие устройства относятся к комбинированным ЭУ. К комбинированным ЭУ относятся: аналого-цифровые преобразователи и цифро-аналоговые преобразователи, системы автоматического управления и связи.

Промышленность выпускает все функциональные электронные узлы, необходимые для создания устройств измерительной и вычислительной техники, а также систем автоматики.



Промышленность выпускает все функциональные электронные узлы, необходимые для создания устройств измерительной и вычислительной техники, а также систем автоматики.

- **Виды исполнений микросхем:**

- 1. Россия:*

- Гражданская;
- Военная;
- Космическая.

- 2. Европа и США:*

- Коммерциал;
- Индастриал;
- Милитари.

## 2. Компоненты электронных устройств.

Компоненты электронных устройств условно можно подразделить на две группы: пассивные и активные.

К пассивным компонентам относятся резисторы, конденсаторы, индуктивности, трансформаторы, дроссели, переключатели и другие, которые обеспечивают заданные режимы работы электронных схем.

К активным относятся электровакуумные приборы, полупроводниковые приборы и другие, которые усиливают, преобразуют, генерируют электрические сигналы.

Отдельную группу электронных компонентов составляют интегральные схемы, в состав которых входят как активные, так и пассивные компоненты.

Каждому электронному компоненту изготовитель присваивает определённый артикул (Part Number: буквенно-цифровой код), структура которого зависит от типа компонента.

Не существует единого стандарта, но большинстве случаев артикул компонента выглядит следующим образом:

SN74HCT32DR

**Префикс**

Обычно содержит обозначение производителя. Например, префикс Texas Instruments для большинства компонентов – SN

**Функция**

Указывает на функциональное содержание компонента

**Суффикс А**

В данном артикуле определяет тип корпуса компонента

**Суффикс В**

Обычно указывает на тип внешней упаковки компонента. Например, R – суффикс упаковки “Tape and Reel”

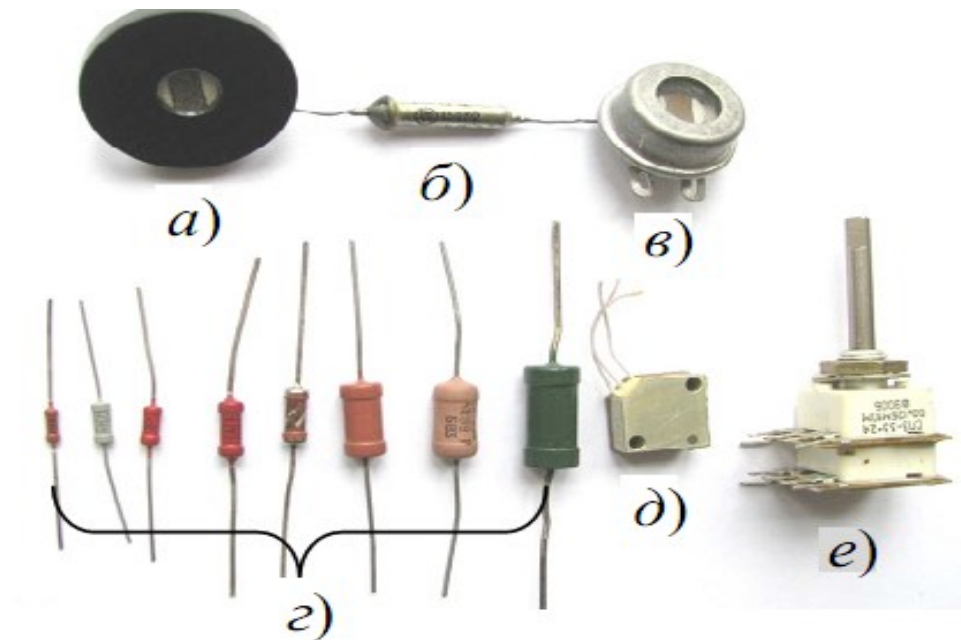
# СТРУКТУРА АРТИКУЛА (PART NUMBER) КОМПОНЕНТА

<b>Изготовитель</b>	<b>Префикс</b>	<b>Изготовитель</b>	<b>Префикс</b>
Avago Technologies	HLMP	Microchip	PIC
AMD	AM	Micron	MT
Analog Devices	AD	National Semiconductor (TI)	LM
Atmel	AT	ON Semiconductor	MC, N
Cypress Semiconductor	CY	Pericom Semiconductor	PI
Maxim Integrated/Dallas Semiconductor	DS, MAX	NXP	NE, TDA
Fairchild Semiconductor	MM, NDS	Renesas Technology	HM, UPD
Hynix Semiconductor	HY	Linear Technology	LT, LTC
IDT	IDT	Sharp	LH
Infineon	PEB	ST Microelectronics	ST
Intel	TN	Toshiba	TC
Intersil	ISL	Vishay Siliconix	Si
International Rectifier	IR	Winbond	W
ISSI	IS	Xilinx	XC, XA

# Соответствие английских и русских названий русских компонентов.

По-английски	По-русски	По-английски	По-русски
Microprocessors	Микропроцессоры	RF (Radio Frequency) components	Радиочастотные компоненты
Motors	Двигатели	Sensors	Датчики
Optocouplers	Оптопары	Smart cards	Смарт-карты
Oscillators	Осцилляторы	Speakers	Динамики
Potentiometers	Потенциометры	Switches	Переключатели
Power supplies	Источники питания	Thermistors (PTC, NTC)	Термисторы
Receivers	Приёмники	Transformers	Трансформаторы
Regulators (Voltage Regulators)	Регуляторы напряжения	Transistors	Транзисторы
Relays	Реле	Trimmers	Подстроечные элементы
Resistors	Резисторы	Varistors	Варисторы
Resistor Networks, Resistor Arrays	Резисторные сборки	Wires	Провода

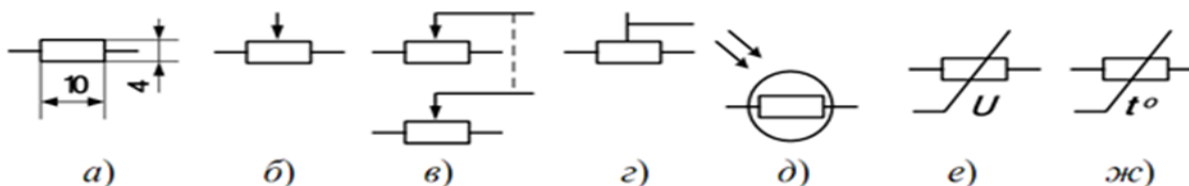
**2.1 Резистор-** устройство на основе проводника с нормированным постоянным или регулируемым активным сопротивлением, используемое в электрических цепях для обеспечения требуемого распределения токов и напряжений между отдельными участками цепи.



Внешний вид некоторых видов резисторов: а, в – фоторезисторы; б – терморезистор; г – непроволочные постоянные резисторы общего назначения различной мощности; д – подстроечный резистор; е – сдвоенный переменный резистор

## Условно-графические обозначения резисторов в соответствии с ГОСТ 2.728–74:

а – резистор постоянный; б – резистор переменный; в – резистор переменный сдвоенный; г – резистор подстроечный; д – фоторезистор; е – варистор; ж – терморезистор

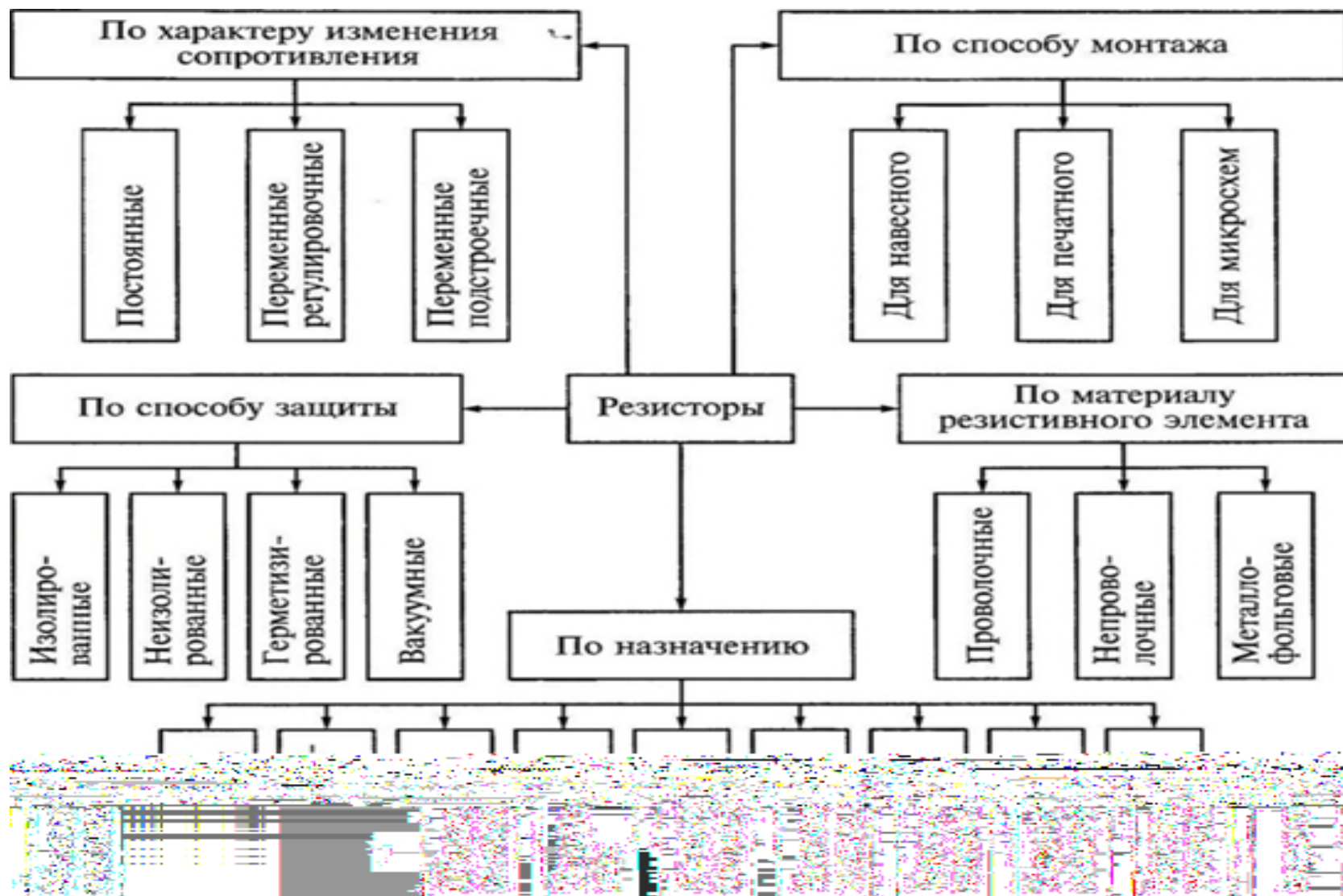


### Параметры и характеристика для постоянных резисторов указываются в следующей последовательности:

- номинальная мощность рассеяния в ваттах (ГОСТ 24013–80 для постоянных и ГОСТ 10318–80 для переменных резисторов);
- номинальное сопротивление с указанием единицы измерения; допуск на отклонение сопротивления в процентах;
- группа по уровню шумов;
- функциональная характеристика (для переменных резисторов)



Классификация резисторов. Общая классификация резисторов приведена на слайде и составлена по ряду признаков, присущих многим изделиям электронной техники: назначению, способу защиты, характеру изменения сопротивления.





# Сокращенное условное обозначение

## резисторов состоит из следующих элементов:

- *первый элемент* – буква или сочетание букв, обозначающее подкласс резисторов (Р - резисторы постоянные; РП – резисторы переменные, НР – набор резисторов);
- *второй элемент* – цифра, обозначающая группу резисторов по материалу резистивного элемента (1 – непроволочные; 2 – проволочные);
- *третий элемент* – регистрационный номер конкретного типа резистора.
- Далее для постоянных резисторов указывается номинальная мощность рассеивания, номинальное сопротивление и буквенное обозначение единиц измерений (Ом, кОм, МОм, ГОм), допустимое отклонение сопротивления в процентах, группа по уровню шумов и ТКС.
- Например, Р1-4-0,25-10 кОм +5 % А-Б-В ОЖО.467.157 ТУ - постоянный непроволочный резистор с регистрационным номером 4, номинальной мощностью 0,25 Вт, номинальным сопротивлением 10 кОм и допуском  $\pm 5\%$ , группа по уровню шумов А, группа ТКС – Б, всеклиматического исполнения В.