

# 14.УСТРОЙСТВА ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ

## 14.1. Цифроаналоговые преобразователи

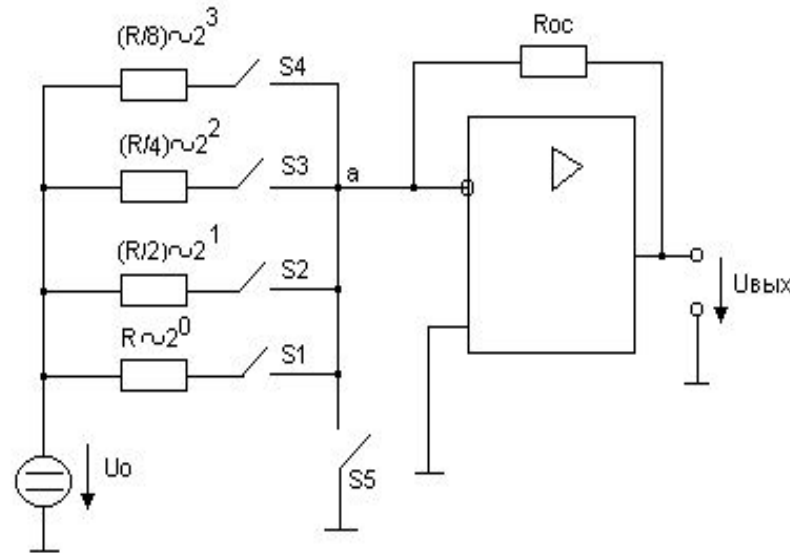


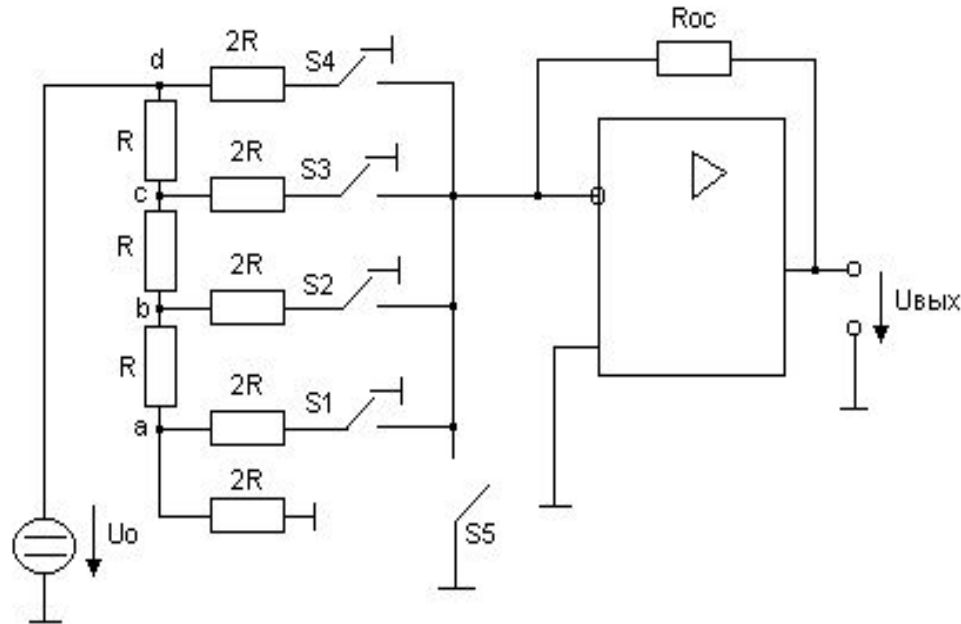
Схема ЦАП с суммированием весовых ТОКОВ

$$U_{\text{ВЫХ}} = -U_0 \frac{R_{\text{oc}}}{R} S1 - U_0 \frac{R_{\text{oc}}}{R/2} S2 - U_0 \frac{R_{\text{oc}}}{R/4} S3 - U_0 \frac{R_{\text{oc}}}{R/8} S4$$

$$U_{\text{ВЫХ}} = -U_0 \cdot (R_{\text{oc}}/R) \cdot (8S4 + 4S3 + 2S2 + S1)$$

$S_i$  ( $i = 1, 2, 3, 4$ ) принимает значение 1, если соответствующий ключ замкнут, и 0, если ключ разомкнут.

# ЦАП на основе резистивной матрицы R – 2R (матрицы постоянного сопротивления)



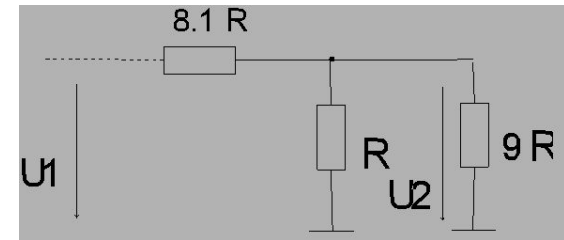
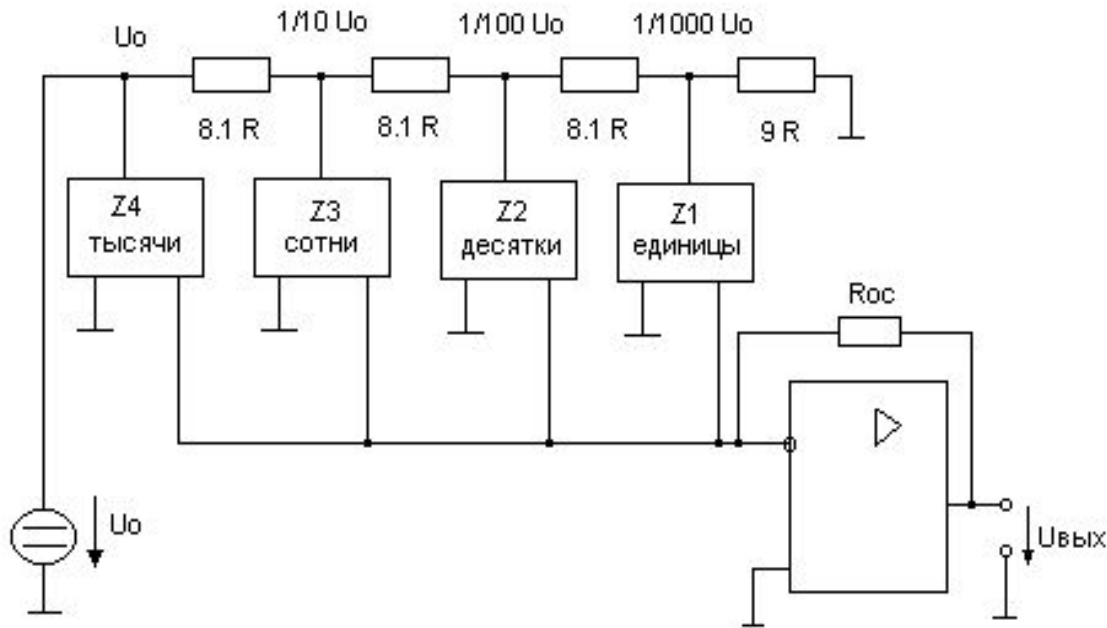
$$U_{\text{ВЫХ}} = -U_0 \cdot (R_{\text{OC}}/2R) \cdot S_4 - (U_0/2) \cdot (R_{\text{OC}}/2R) \cdot S_3 -$$

$$- (U_0/4) \cdot (R_{\text{OC}}/2R) \cdot S_2 - (U_0/8) \cdot (R_{\text{OC}}/2R) \cdot S_1,$$

$$U_{\text{ВЫХ}} = -U_0 \cdot (R_{\text{OC}}/16R) \cdot (8S_4 + 4S_3 + 2S_2 + S_1)$$

$S_i$  ( $i = 1, 2, 3, 4$ ) принимает значение 1, если соответствующий ключ замкнут, и 0, если ключ разомкнут.

# Схему ЦАП для преобразования двоично-десятичных чисел



$$U_2 = U_1 \cdot (R // 9R) / (8,1R + R // 9R)$$

$$R // 9R = (R \cdot 9R) / (R + 9R) = 0,9R$$

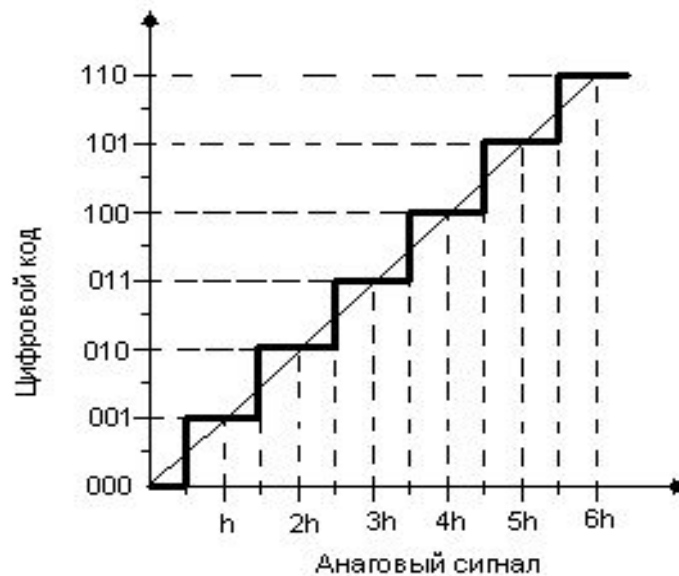
Следовательно

$$U_2 = 0,1 \cdot U_1$$

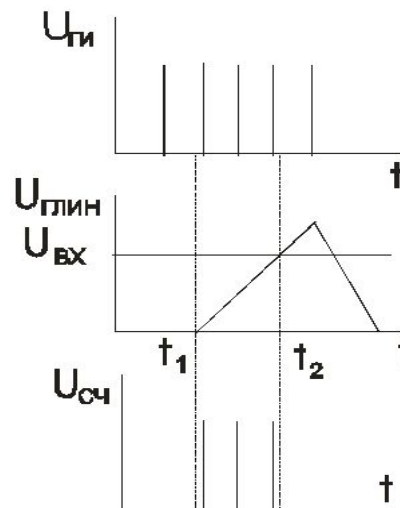
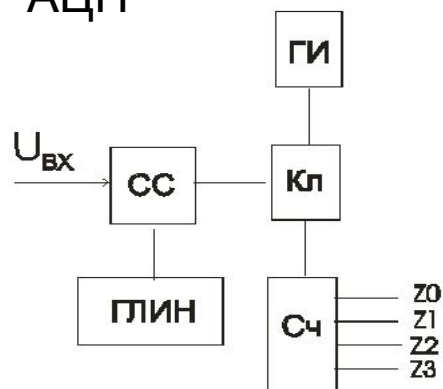
о,

С учетом этого получим  $U_{вых} = -U_0 \cdot (R_{oc} / 16R) \cdot 10^{-3} \cdot (10^3 \cdot Z_4 + 10^2 \cdot Z_3 + 10^1 \cdot Z_2 + Z_1)$

# Аналого-цифровые преобразователи (АЦП)

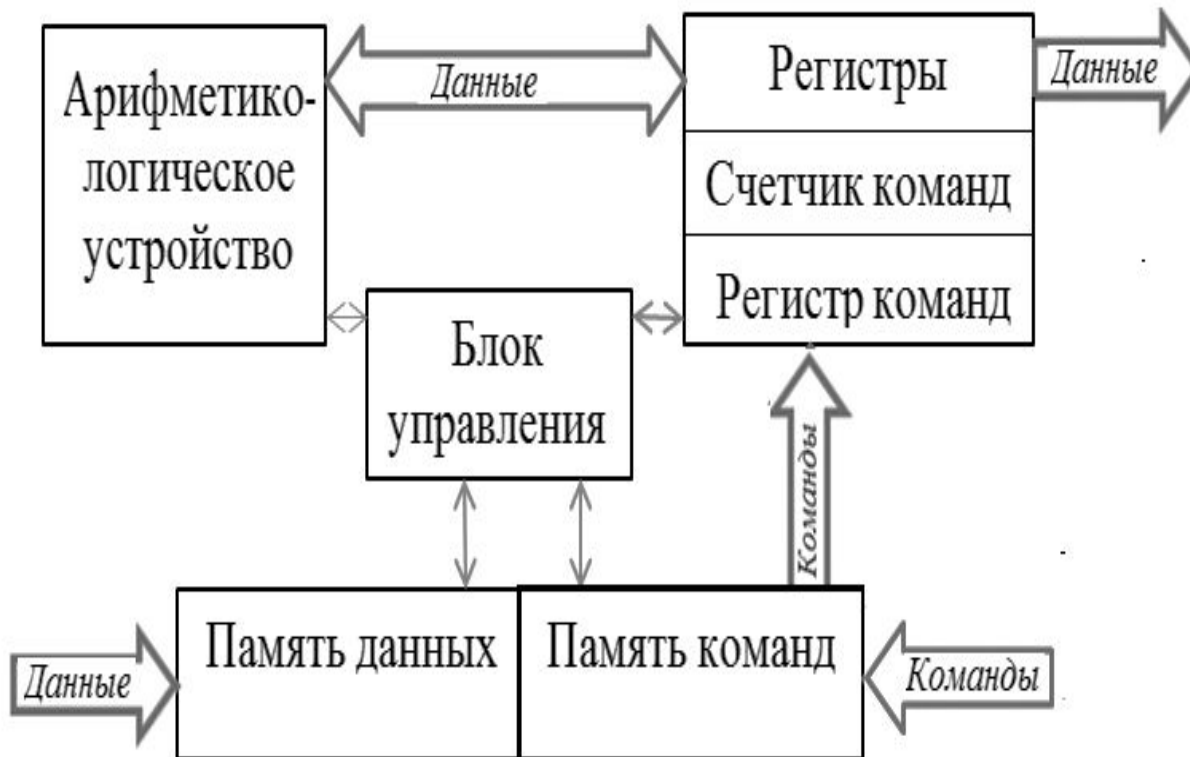


## Принцип действия АЦП

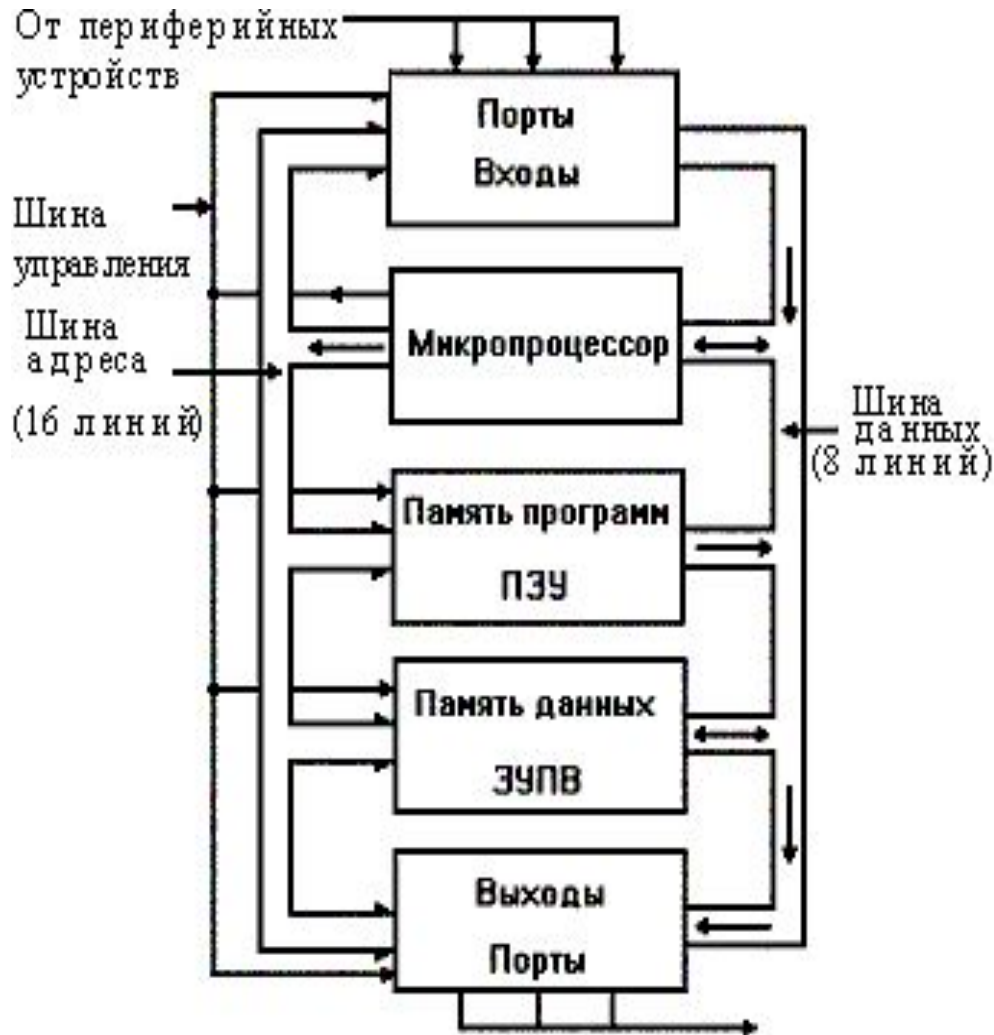


# Микропроцессоры

Схема процессора в упрощенном варианте



# Небольшая вычислительная система на основе микропроцессора



# РАДИОПЕРЕДАЮЩИЕ И РАДИОПРИЕМНЫЕ УСТРОЙСТВА

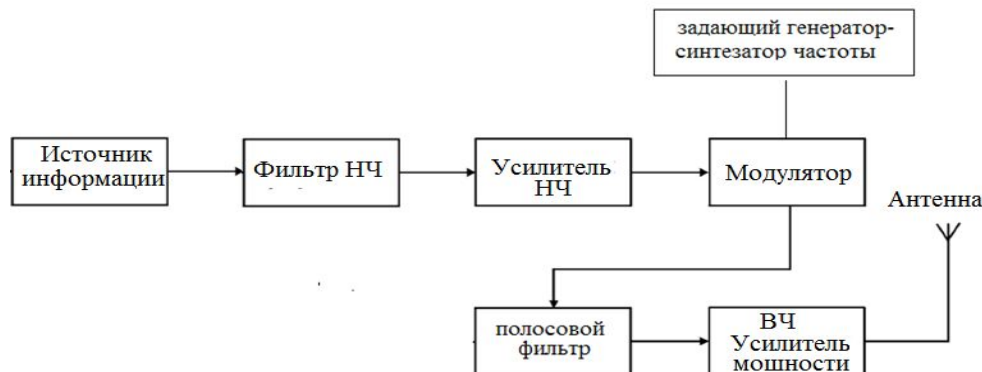
## Назначение, классификация и основные параметры радиопередатчиков

Радиопередатчики) предназначены для:

- формирования колебаний несущей частоты;
- модуляции их по закону передаваемого сообщения
- излучения полученного радиосигнала в пространство или передачи его по физическим линиям связи.

Радиопередающие устройства классифицируют:

- 1) По назначению: вещательные (радиовещательные, телевизионные), связные, радиолокационные, навигационные, телеметрические и др.
- 2) По диапазону рабочих волн (километровые, гектометровые, декаметровые, метровые и т.д.).
- 3) По средней излучаемой мощности передаваемых сигналов:
- 4) По виду модуляции сигнала.
- 5) По условиям эксплуатации: стационарные, бортовые (космические, корабельные, самолетные, автомобильные) и переносные (портативные).



# Технические показатели радиопередатчиков

Определяются рядом параметров, в зависимости от назначения:

1. Диапазон частот несущих колебаний  $f_1, \dots, f_N$ .
2. Количество рабочих частот  $N$  внутри этого диапазона.
3. Шаг сетки рабочих частот, определяемый согласно выражению

$$\Delta f_{\text{ш}} = (f_N - f_1) / (N - 1), \text{ где } N \geq 2.$$

*Радиопередатчик может работать на любой из фиксированных частот внутри диапазона  $f_1, \dots, f_N$ .*

4. *Нестабильность частоты несущих колебаний. Различают абсолютную и относительную нестабильность частоты.*

5. Выделенная полоса частот излучения.

6. Выходная мощность несущих колебаний .

7. Суммарная мощность, потребляемая передатчиком от источника или блока питания по всем цепям.

8. Коэффициент полезного действия или промышленный КПД – определяется как отношение выходной мощности радиопередатчика к потребляемой им мощности.

9. Вид модуляции и определяющие его параметры.

10. Параметры передаваемого сообщения.

11. Параметры, характеризующие допустимые искажения передаваемого сообщения.

12. Побочные излучения радиопередатчика



# Радиоприемные устройства. Назначение, классификация и основные параметры

Основным задачам радиоприема относятся:

1. *обнаружение сигнала* – принятие решения о его наличии или отсутствии;
2. *различение сигналов* – принятие решения о том, какой из возможных сигналов принят;
3. *измерение параметров сигнала*;
4. *фильтрация сигнала* – принятие решения относительно формы модулирующего колебания;
5. *разрешение сигналов* – решение одной из задач радиоприема, сформулированных выше, при одновременном действии нескольких сигналов;
6. *распознавание образов* – принятие решения относительно источника сигнала по характеристикам сигнала.

Приемники классифицируют:

1) По основному функциональному назначению радиоприемные устройства делят на профессиональные и вещательные.

2) По диапазону рабочих частот, т.е. области частот настройки, в пределах которой обеспечиваются все другие электрические характеристики приемника.

3) По виду модуляции принимаемого сигнала классификация производится на приемники:

- амплитудно-модулированных сигналов;
- частотно-модулированных сигналов;
- фазомодулированных сигналов;
- однополосных сигналов;
- импульсно-модулированных сигналов.
- цифровых сигналов

4) По условиям эксплуатации (стационарные, бортовые и переносные).

# Основные показатели радиоприемников

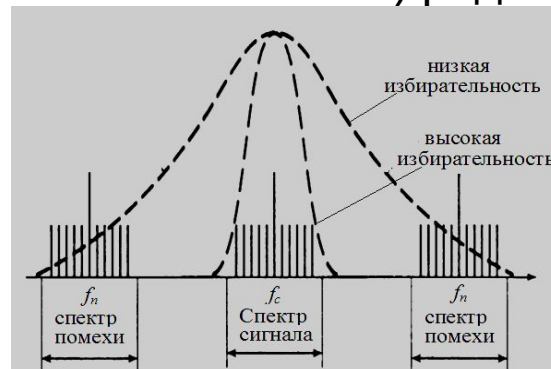
*Чувствительность - способность приемника принимать слабые сигналы*

На практике используют два понятия:

- предельная чувствительность – минимальная мощность  $P_c$  мин или напряжение  $U_c$  мин на входе приемника, при которых отношение сигнал/шум на выходе линейной части РПрУ равняется единице ( $P_c/P_{ш}=1$  или  $U_c/U_{ш}=1$ );

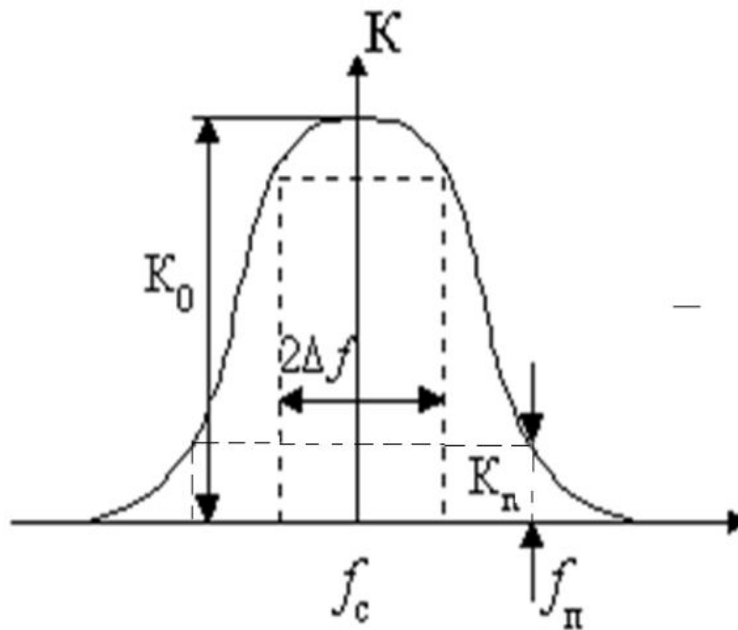
- реальная (пороговая) чувствительность – минимальная мощность или напряжение на входе приемника, при которых обеспечивается заданное качество приема (заданное отношение сигнал/шум на выходе линейной части РПрУ).

*Избирательностью (селективностью) радиоприемного устройства*



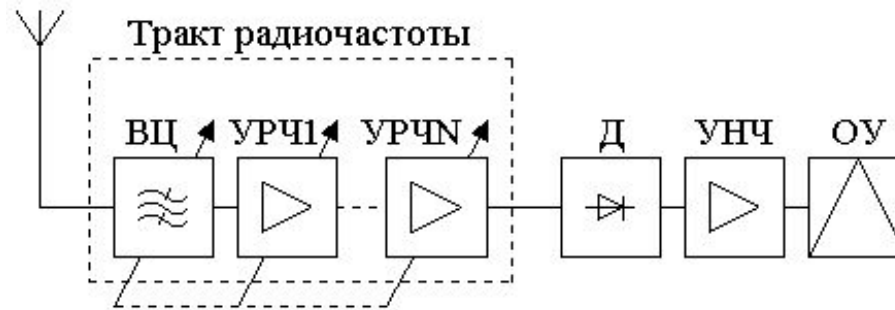
## Избирательность по соседнему каналу

$$S = K_0 / K_n.$$



Резонансная характеристика  
приемника

# Структурные схемы радиоприемников



## Структурная схема приемника прямого усиления

**Входная цепь (ВЦ)** выделяет полезный сигнал из колебаний, наводимых в антенне от различных радиопередатчиков и других источников электромагнитных колебаний, и ослабляет мешающие сигналы.

**Усилитель радиочастоты (УРЧ)** усиливает поступающие из входной цепи полезные сигналы и обеспечивает дальнейшее ослабление сигналов мешающих станций.

**Детектор (Д)** преобразует модулированные колебания радиочастоты в колебания, соответствующие передаваемому сообщению: звуковому, телеграфному и др.

**Усилитель низкой частоты (УНЧ)** усиливает протектированный сигнал по напряжению и мощности до величины, достаточной для приведения в действие оконечного устройства (громкоговорителя, реле, приемной телевизионной трубки и др.).

**Оконечное устройство (ОУ)** преобразует электрические сигналы в исходную информацию (звуковую, световую, буквенную и др.).

# Супергетеродинный приемник



Структурная схема супергетеродинного приемника

**Недостатком супергетеродинных приемников является** наличие в них побочных каналов приема, главным из которых является зеркальный.

# Современные радиопередающие и радиоприемные устройства и тенденции развития аналоговых и цифровых систем передачи

**Радиопередающие устройства** используются в системах телевизионного и радиовещания, телекоммуникации, радиолокации, радионавигации.

В области телекоммуникаций и вещания можно выделить основные непрерывно возрастающие требования к системам передачи информации:

- обеспечение помехоустойчивости в перегруженном радиоэфире;
- повышение пропускной способности каналов;
- экономичность использования частотного ресурса при многоканальной связи;
- улучшение качества сигналов и электромагнитной совместимости.

Основные области применения цифровых технологий формирования и обработки сигналов в радиопередающих устройствах выделяю такие, как:

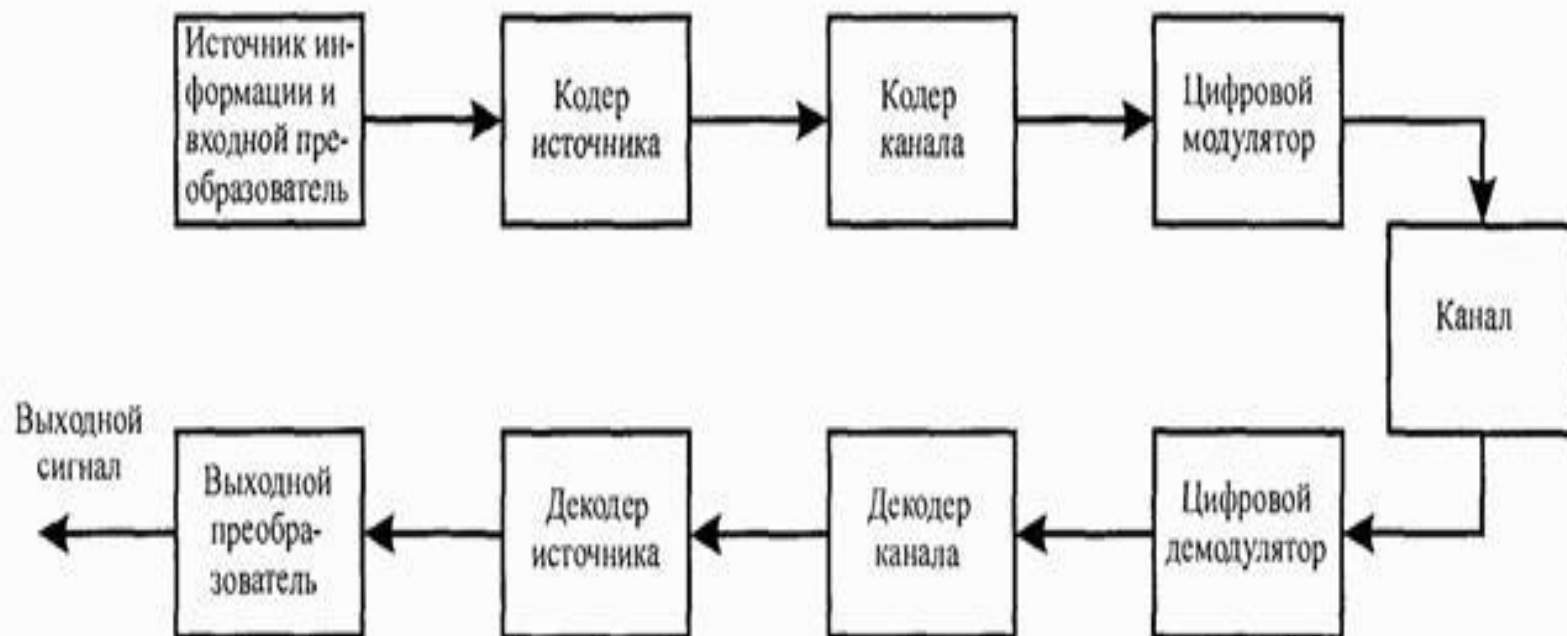
1. Преобразование передаваемых сообщений (входных аналоговых сигналов) в цифровые и формирование передаваемых цифровых потоков (кодирование, шифрование, формирование пакетов и групповых сигналов в соответствии с видом сигнала и конкретным стандартом цифрового кодирования, которые далее могут передаваться, в зависимости от назначения передатчика, с использованием цифровых или аналоговых видов модуляции.

2. Цифровые методы модуляции ВЧ сигналов и в перспективе использование универсальных цифровых квадратурных модуляторов, пригодные для формирования произвольных видов модуляции.

3. Синтез частот и управление частотой, которые также часто совмещены с процессом модуляции

4. Цифровые системы автоматического регулирования и управления передатчиками, индикации и контроля, в том числе сопряжения передатчика с компьютером, пользовательского интерфейса и цифрового дистанционного управления.

# структурную схему современных систем связи, ТВ и передачи данных



# ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ ЦИФРОВЫХ СИСТЕМ ТВ

Преимущества цифровых методов передачи ТВ сигналов по сравнению с аналоговыми заключаются в следующем:

- возможность широкого применения электронных запоминающих устройств, причём качество цифровых сигналов почти не зависит от времени их хранения;
- отношение сигнал-шум почти не зависит от числа выполняемых с цифровыми ТВ сигналами операций;
- выходной сигнал цифровых ТВ трактов не зависит от стабильности их коэффициентов усиления;
- в значительно меньшей степени проявляются нелинейные искажения;
- возможность применения методов электронно-вычислительной техники при кодировании, преобразовании и анализе ТВ изображения.

## Стандарты аналогового ТВ

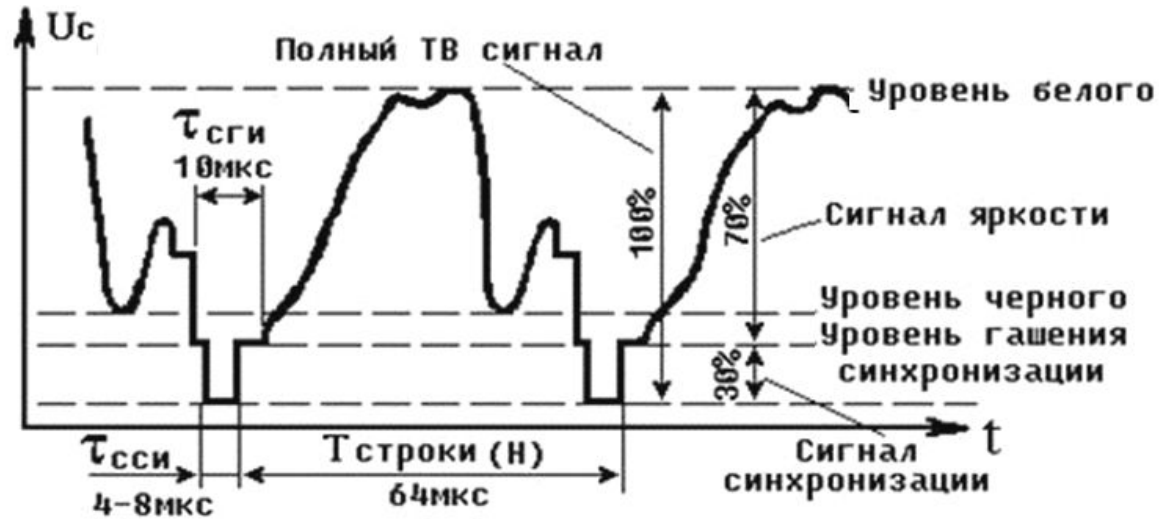
**NTSC (National Television Standards Committee).** Стандарт обеспечивает разрешение в 525 строк, обновляется с частотой 30 кадров в секунду (вернее, 60 полукадров (полей) с учетом чересстрочной развертки). Основной недостаток NTSC — высокая чувствительность к искажениям сигнала на уровне канала передачи. В настоящее время этот стандарт используется в большинстве стран Северной и Южной Америки и некоторых азиатских государствах.

**PAL (Phase Alternation Line)** — используемый практически во всем мире стандарт. Его главное преимущество перед американской разработкой — высокая стабильность информации об оттенке изображения. Сигнал имеет разрешение 625 строк при 25 кадрах в секунду (50 полей).

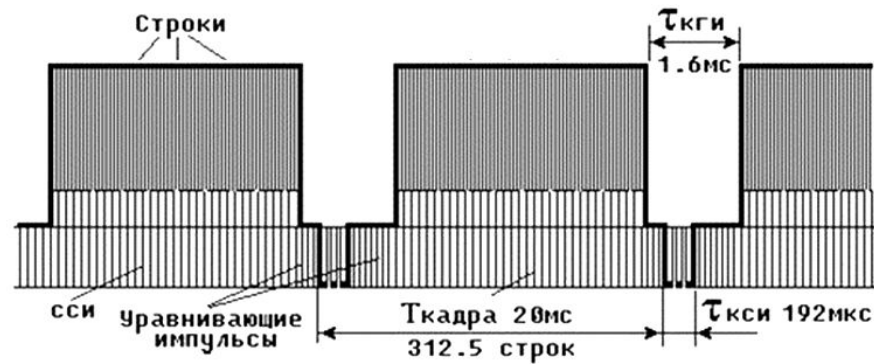
**SECAM (Sequential Color With Memor)** Этот стандарт, как и PAL, имеет большое вертикальное разрешение (625 строк). При этом передача двух цветоразностных сигналов производится последовательно, а сигнал яркости — непрерывно, что позволяет получать устойчивый оттенок и стабильную насыщенность изображения.



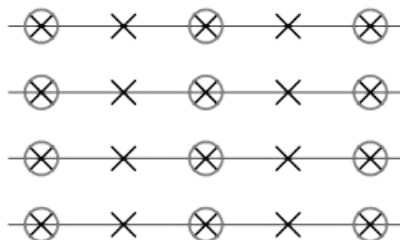
# Общую структуру ТВ сигнала рассмотрим на примере сигнала СЕКАМ



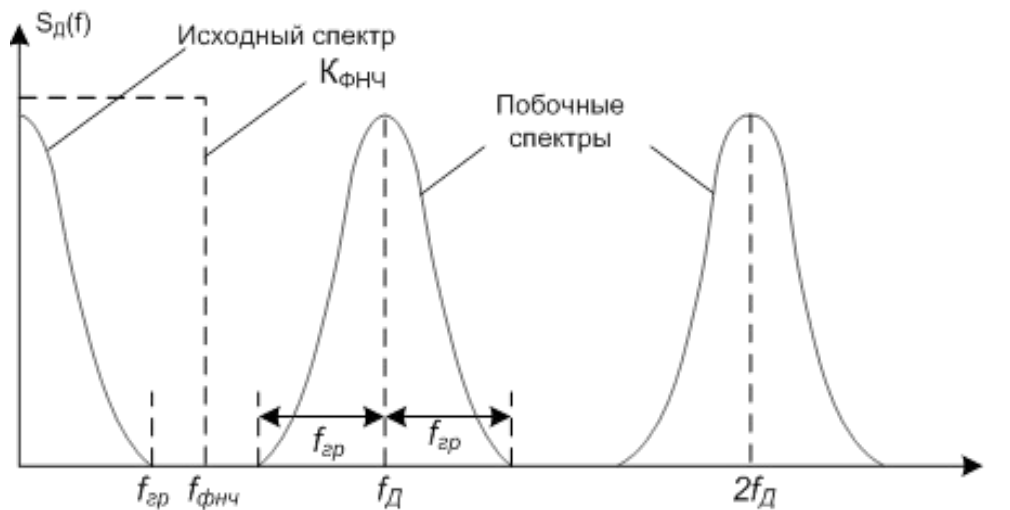
Форма ТВ сигнала вместе с кадровыми синхроимпульсами



# Дискретизация ТВ сигнала при цифровом кодировании



Ортогональная структура дискретизации  
(X – отсчеты сигнала яркости; O – отсчеты сигнала цветности)



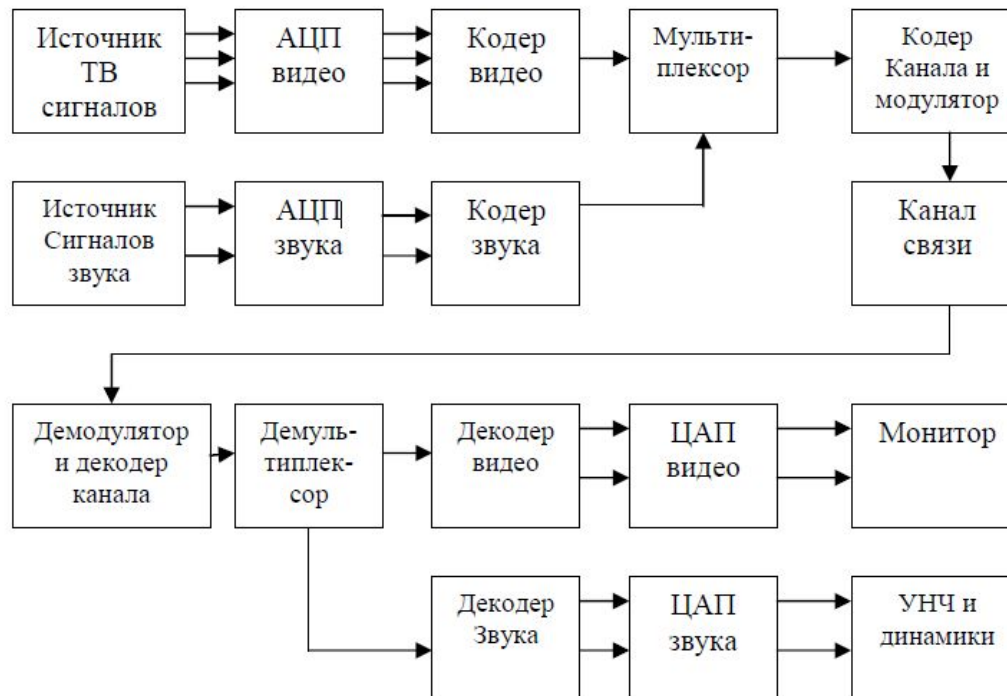
Спектр сигнала после  
дискретизации

# Особенности передачи ТВ сигналов по каналам связи

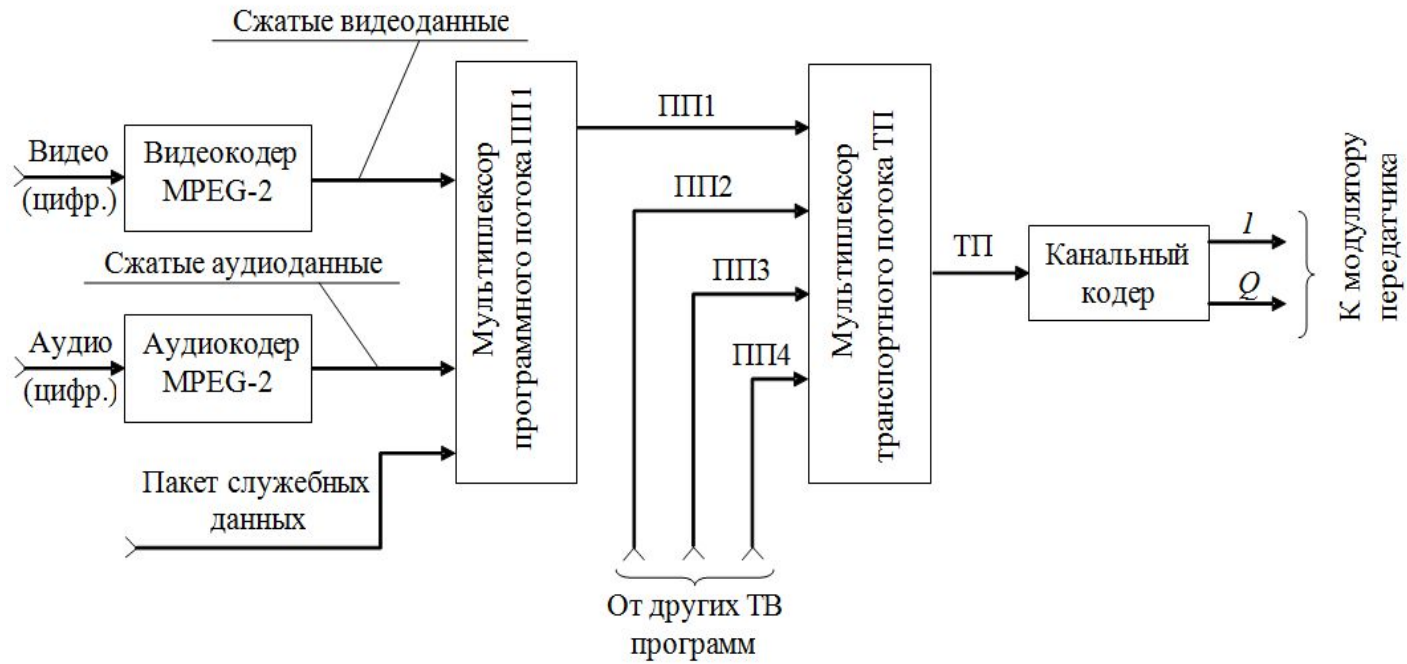
Цифровой телевизионный сигнал получается из аналогового телевизионного сигнала путём преобразования его в цифровую форму. Это преобразование включает следующие три операции:

1. Дискретизация во времени, т.е. замену непрерывного аналогового сигнала последовательностью его значений в дискретные моменты времени – отсчётов или выборок.
2. Квантование по уровню, заключающееся в округлении значения каждого отсчёта до ближайшего уровня квантования.
3. Кодирование (оцифровку), в результате которого значение отсчёта представляется в виде числа, соответствующего номеру полученного уровня квантования.

## Общие принципы построения системы цифрового телеѐ

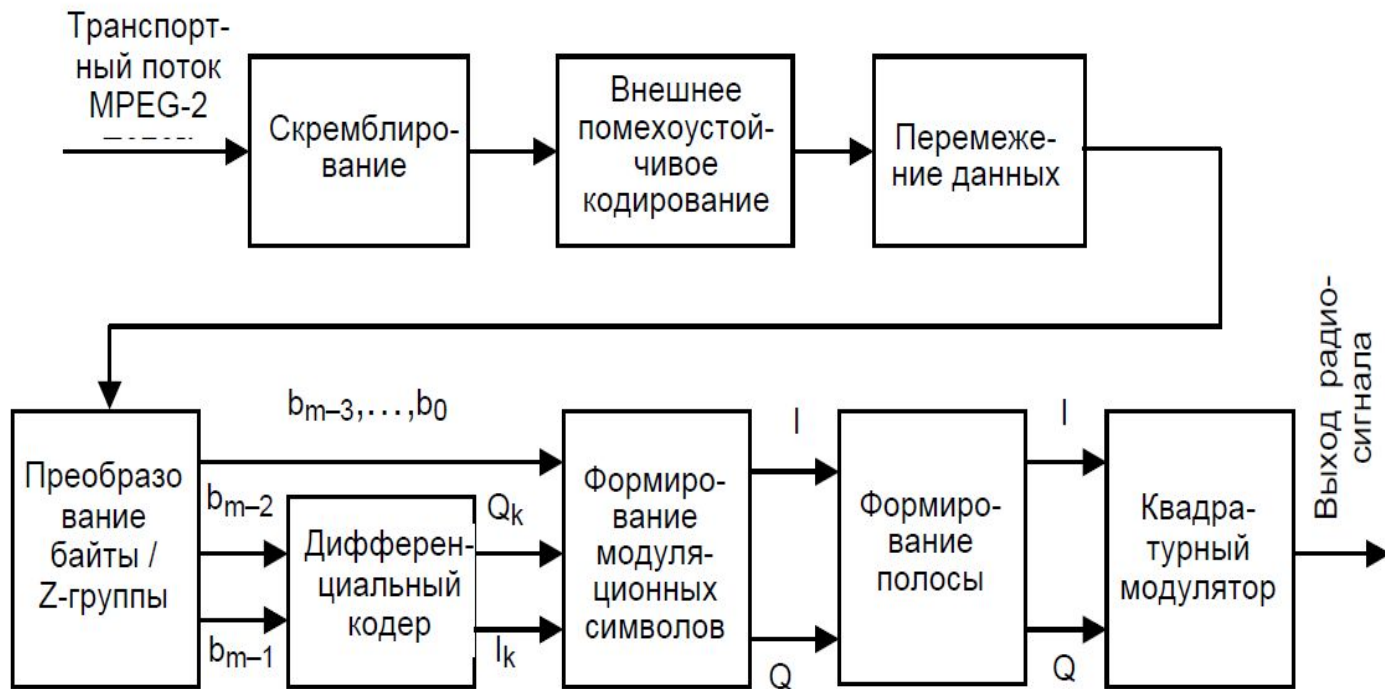


# Методы канального кодирования и системы передачи цифрового ТВ



Тракт формирования MPEG сигнала

# Тракт формирования сигнала цифрового ТВ стандарта DVB-C



$m = 4$  для 16-КАМ,  $m = 5$  для 32-КАМ,  $m = 6$  для 64-КАМ.

# Тракт формирования сигнала цифрового ТВ стандарта DVB-T

