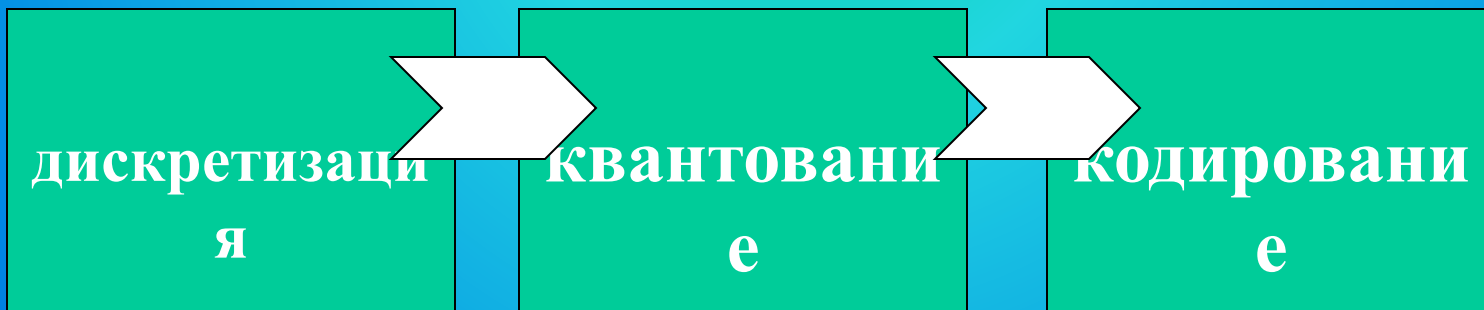


Аналого-цифровое преобразование ТВ-сигнала

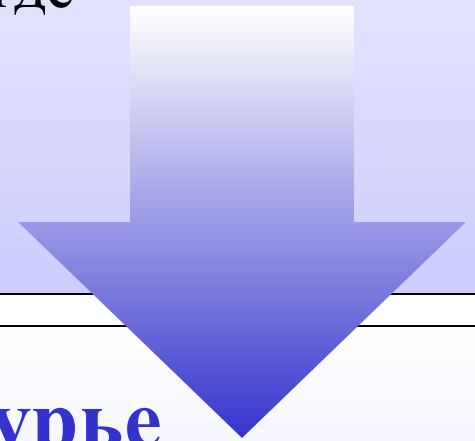


Исходный сигнал после дискретизации:

$$u(nT) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} u(t) \delta(t - nT), \text{ где}$$

$\delta(t)$ - дельта -функция;

T - период дискретизации

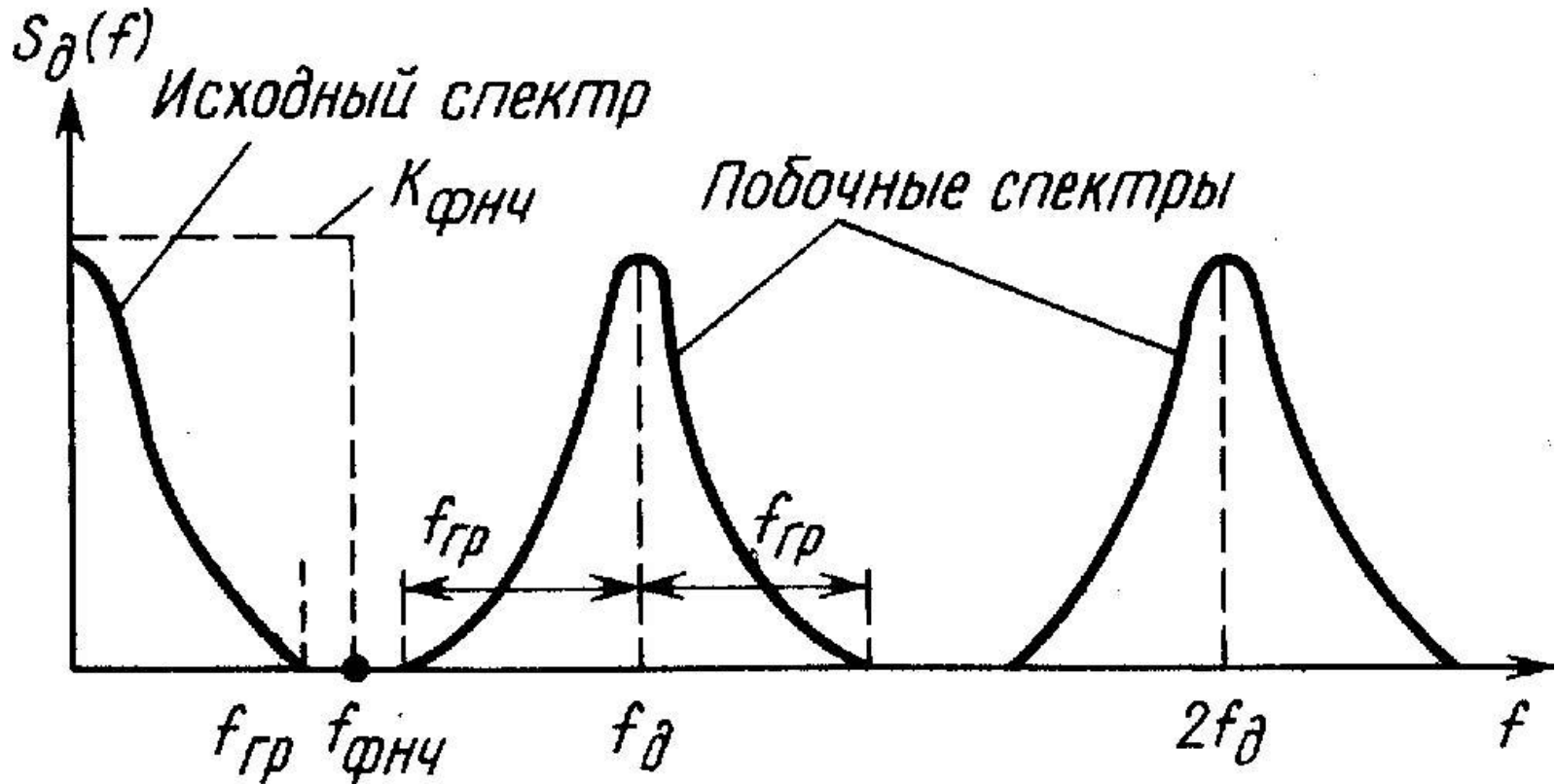


После преобразования Фурье

$$S_{\text{д}}(\mathbf{f}) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} S(\mathbf{f} - n\mathbf{f}_{\text{д}}), \text{ где } S(\mathbf{f}) \text{ и } S_{\text{д}}(\mathbf{f}) -$$

спектры исходной и дискретизированной функций

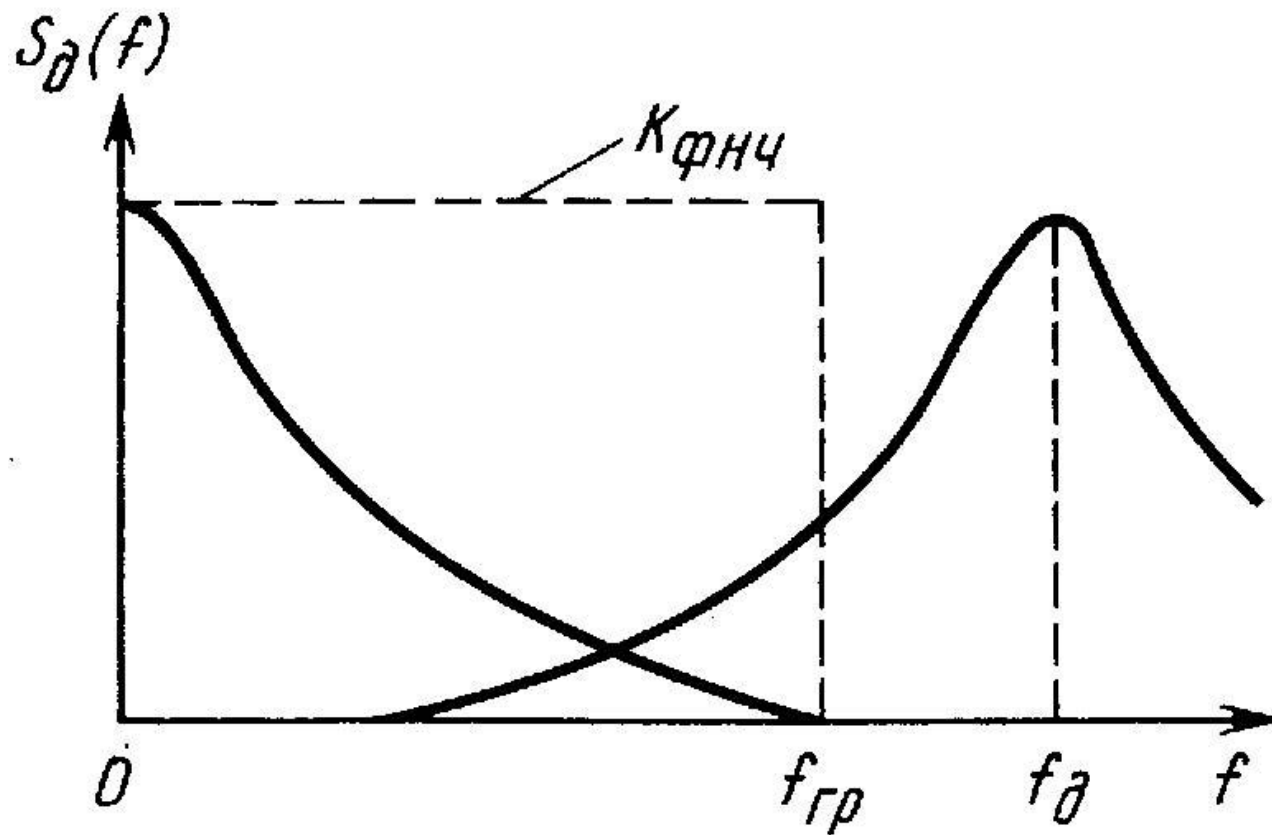
Спектр дискретизированного сигнала



При

$$\begin{cases} f_d \geq 2f_{\text{гран}} \\ f_{\text{гр}} < f_{\text{фнч}} < f_d - f_{\text{гр}} \end{cases}$$

При $f_{\partial} < 2f_{гр}$ спектры перекрываются



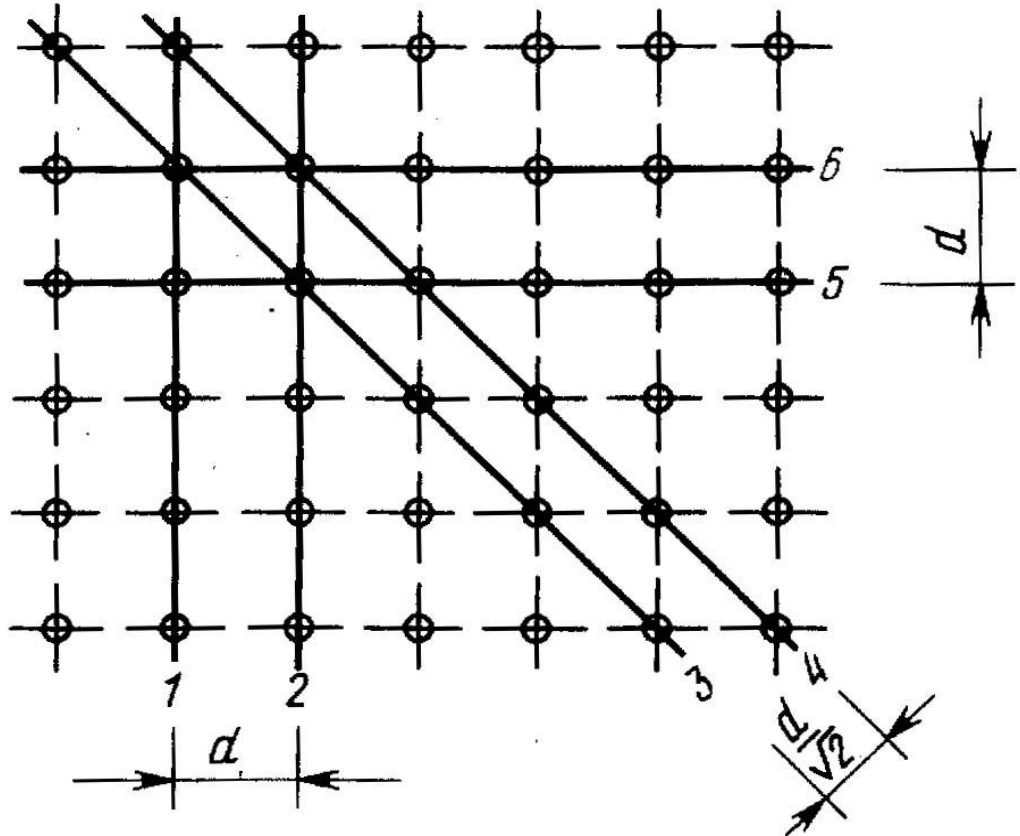
Если $f_{\text{отсч}} = n f_{\text{строк}}$, то

Ортогональная структура дискретизации

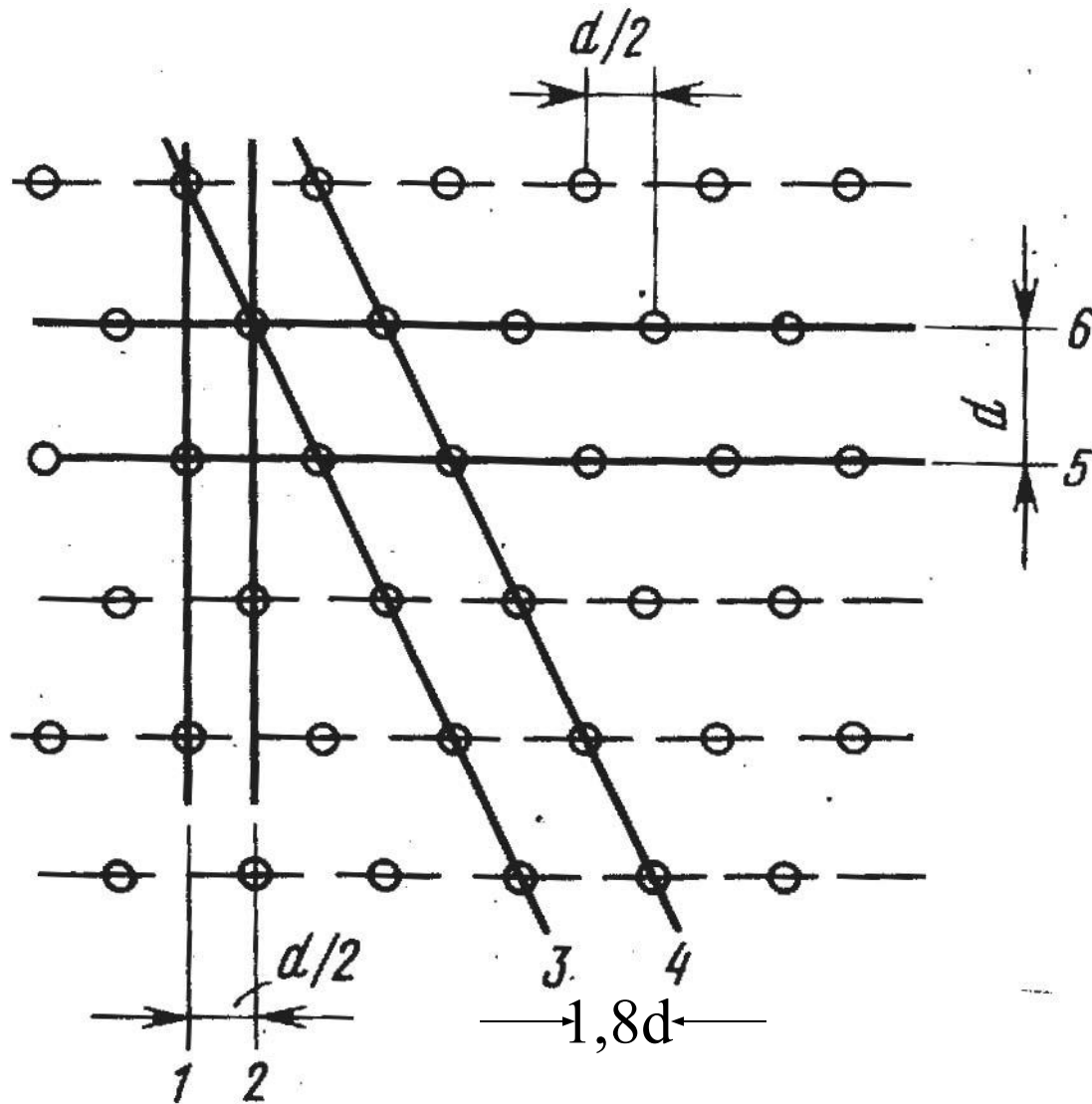
Если $f_{\text{д}} = 2f_{\text{гран}}$, то

число отсчетов =

= числу элементов.



Шахматная структура дискретизации



$$f_{\text{д}} = n (f_{\text{стр}}/2)$$

$f_d(E_Y) = 13,5 \text{ МГц}$ (по т. Котельникова),

$f_d(E_{R-Y}; E_{B-Y}) = 6,75 \text{ МГц}$

Данный формат обозначается-

4:2:2.

В каждой строке есть оба цветоразностных сигнала.

Число отсчетов:

- E_Y в строке - 864 (Тса- 720);

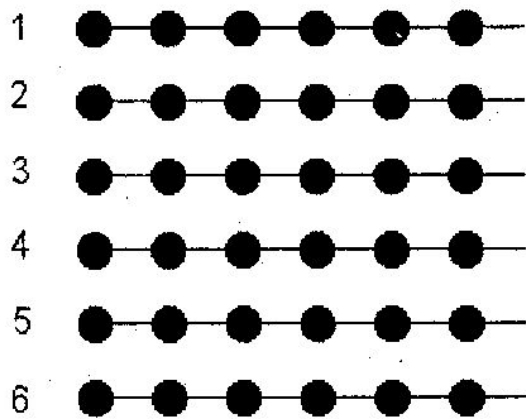
- $E_{R-Y}; E_{B-Y}$ по 432 (Тса-360).

Эти количества - промежуточные между *SECAM* и *NTSC* т. о., при разработке

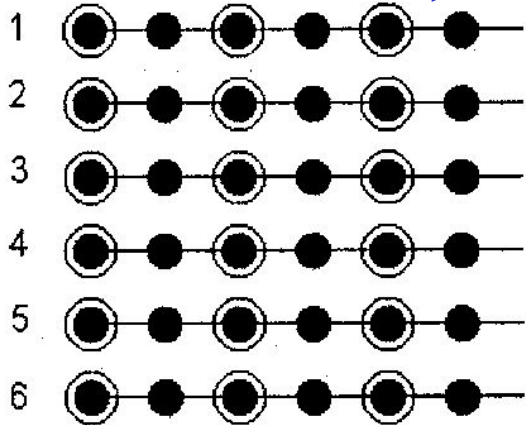
Рекомендации 601 ITU - компромисс:

Z_A (для SECAM- 625) = 576.

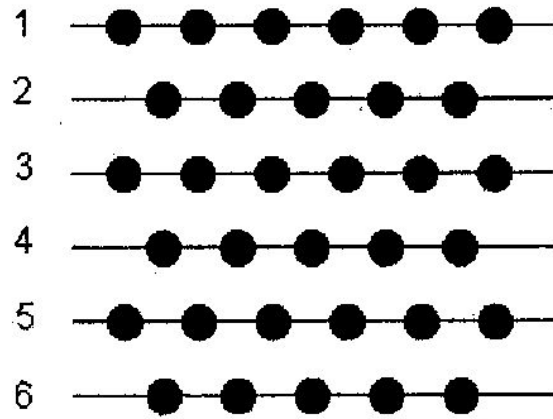
$N_k = 414720$.



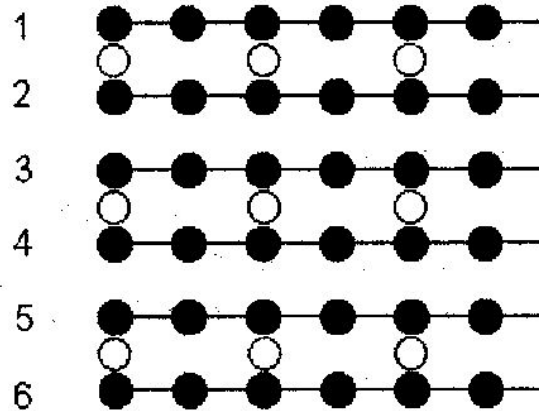
4:2:2;



в)



4:2:0



г)

● - отсчёты сигнала яркости
○ - отсчёты цветоразностных сигналов

4:2:0

$f_{\text{д}}$ цветоразностных сигналов в 2 раза ниже $f_{\text{д}}$ яркостного сигнала, они передаются в каждой 2-ой строке.

Отсчеты цветоразностных сигналов- матрица 360x288 эл.

4:1:1

оба цветоразностных сигнала передаются в каждой строке, их частоты дискретизации в 4 раза меньше частоты дискретизации сигнала яркости, и равны 3,375 МГц. Число элементов каждого цветоразностного сигнала такое как для 4:2:0.

4:4:4

оба цветоразностных передаются в каждой строке и дискретизируются с частотой яркостного сигнала.

Квантование

округление каждого отсчета до ближайшего уровня



Ошибка квантования - случайная величина, называется *шумом квантования*.

Проявляется: 1) изображения мелких деталей -
случайные изменения яркости /цвета.

2) На участках с плавным изменением яркости
- ложные контуры, где пересекается граница
смежных интервалов квантования.

Количество уровней квантования определяется:

Пороговым превышением яркости- $\square B_0 \text{ пор}$

объекта над фоном,
при котором объект различается

и подчиняется

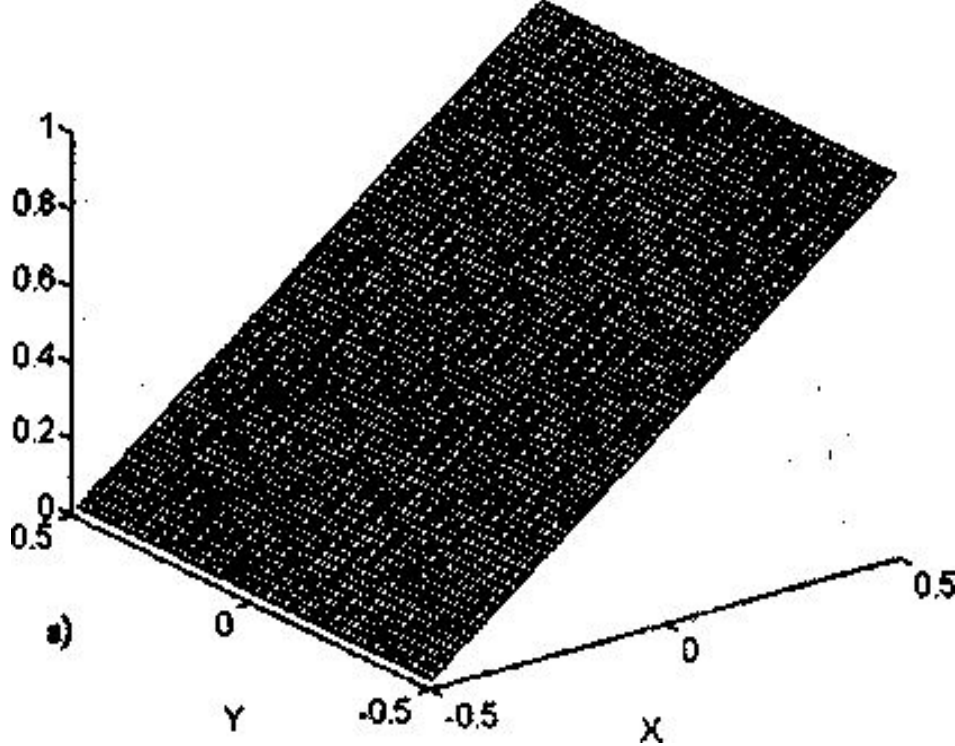
закону Вебера-Фехнера

$$\square B_0 \text{ пор} / B_0 = k,$$

где $k = 0,015 \dots 0,02$; B_0 - яркость фона.

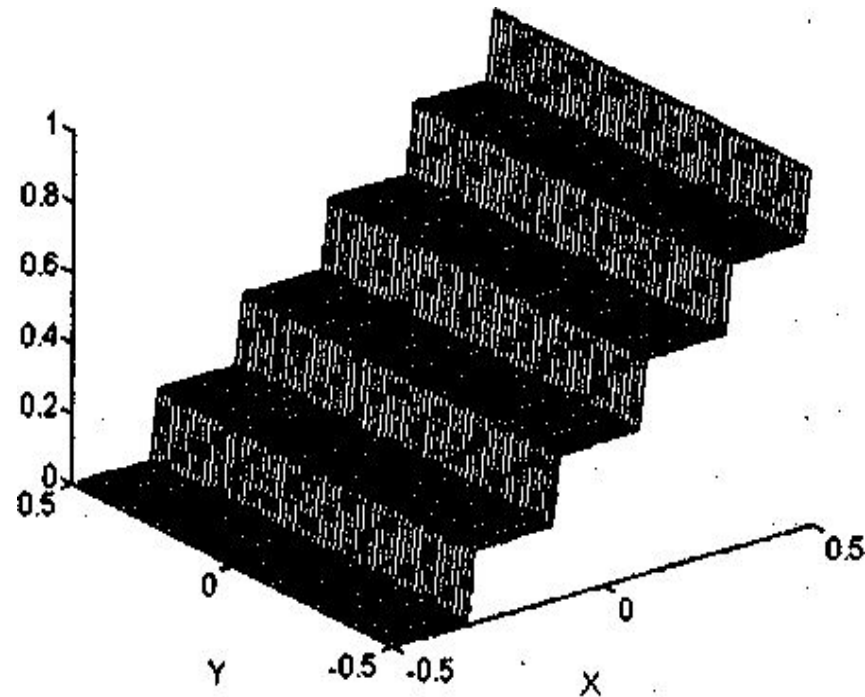
!!! с ростом яркости фона

растет и порог $\square B_0 \text{ пор}$



Исходное
распределение яркости

распределение яркости
после квантования



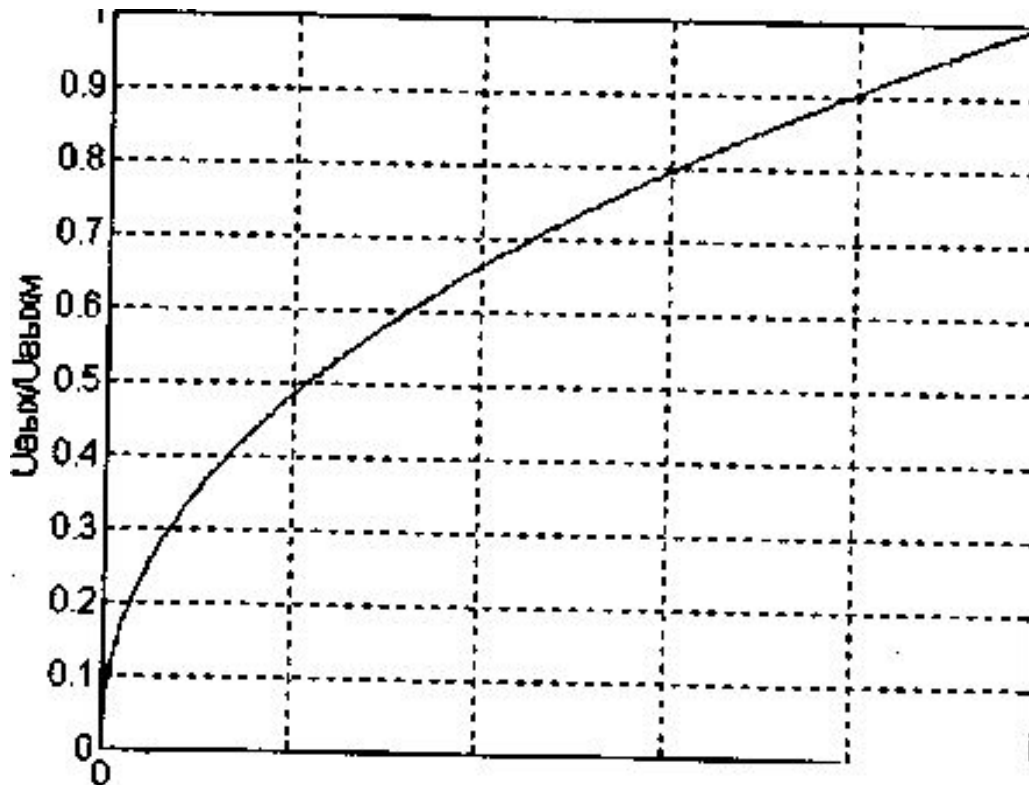
Равномерное квантование тв-сигнала **!!!не наилучшее.**

При значениях, близких к уровню черного, шаг квантования д.б меньше.

**Вместо переменного шага квантования
выполняют - γ -коррекцию, т.о.:**

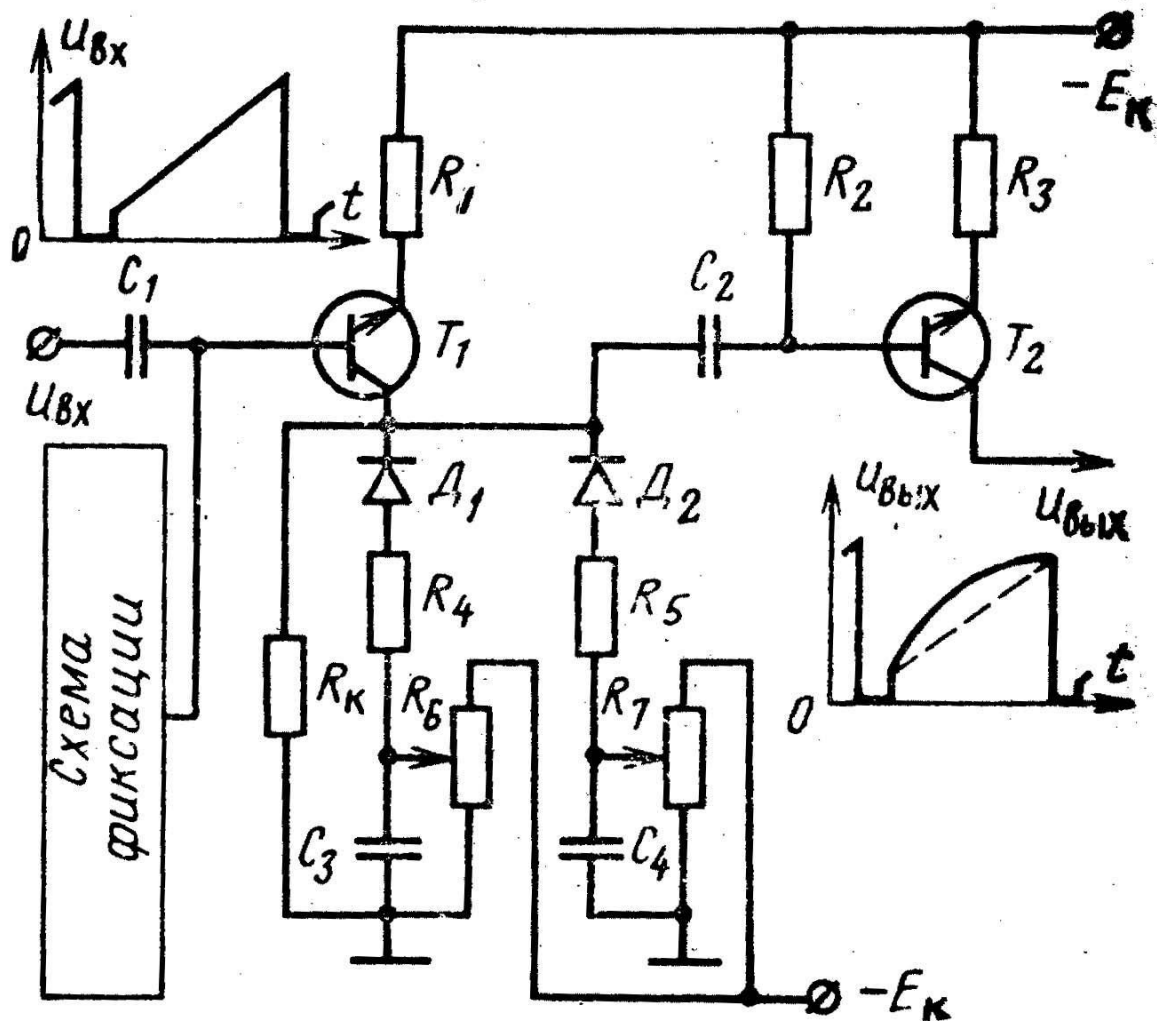
- уменьшается влияние ошибок квантования при малых уровнях яркости.
- корректируется нелинейность передаточной характеристики кинескопа и обеспечивается оптимальная характеристика всего тракта «от света до света».

$\gamma = 0,42...0,48$ - показатель гамма-коррекции.
Передаточная характеристика для $\gamma = 0,45$



$$\left(\frac{U_{\text{ВЫХ}}}{U_{\text{ВЫХ М}}} \right) = \left(\frac{U_{\text{ВХ}}}{U_{\text{ВХ М}}} \right)^\gamma$$

Увеличивает количество передаваемых градаций в области темных тонов



По Рекомендации ITU 601 :

- число разрядов квантования $n = 8$
- число уровней квантования $N_{\text{кв}} = 2^8 = 256$.

Уровень **черного** E_y - **16**-й уровень квантования,
уровень **белого** **235**-й уровень.

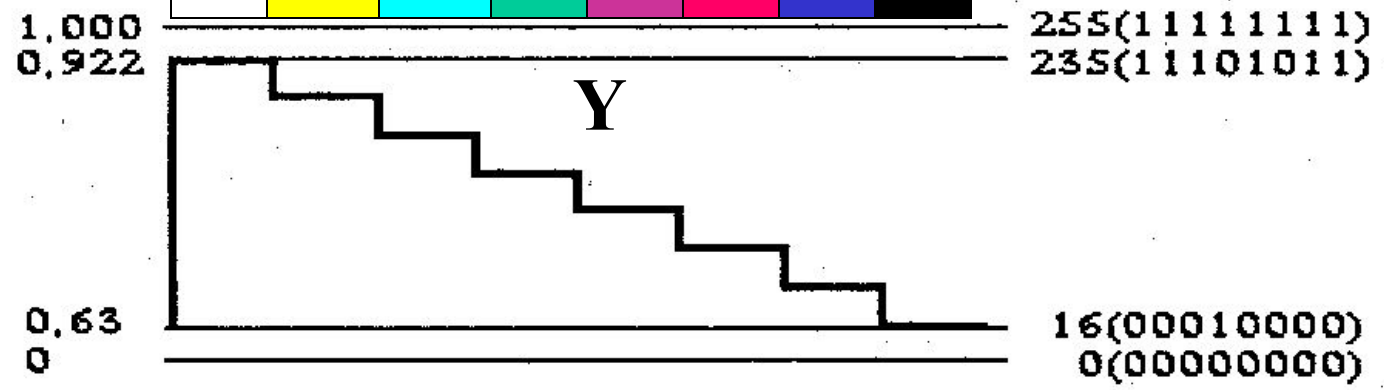
16 снизу }
20 сверху } уровней квантования

резервные зоны при выходе аналогового **E_y**
за пределы номинального диапазона.

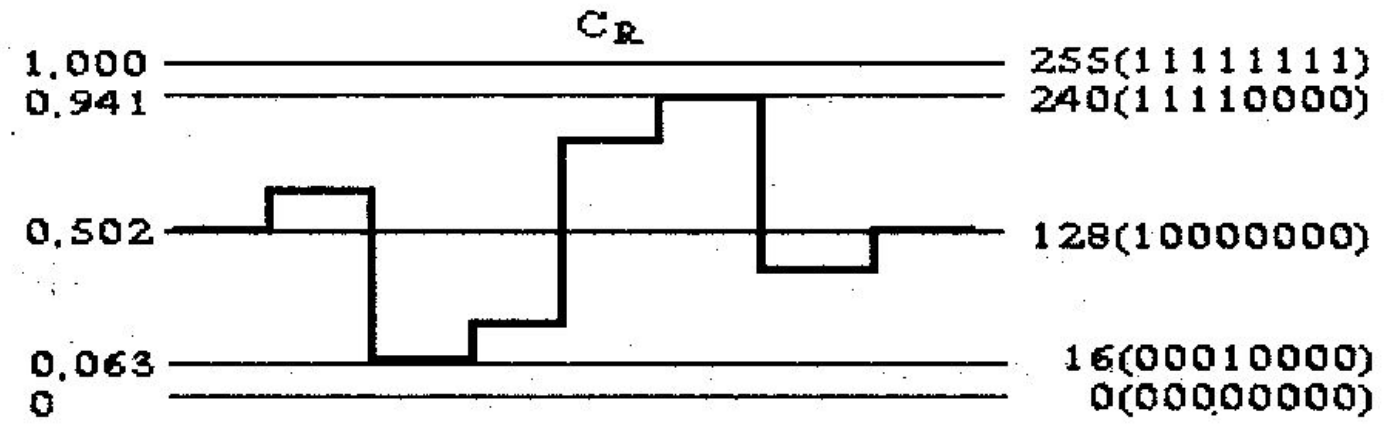
- **0**-м и **255**-м уровнях - **сигналы синхронизации**.



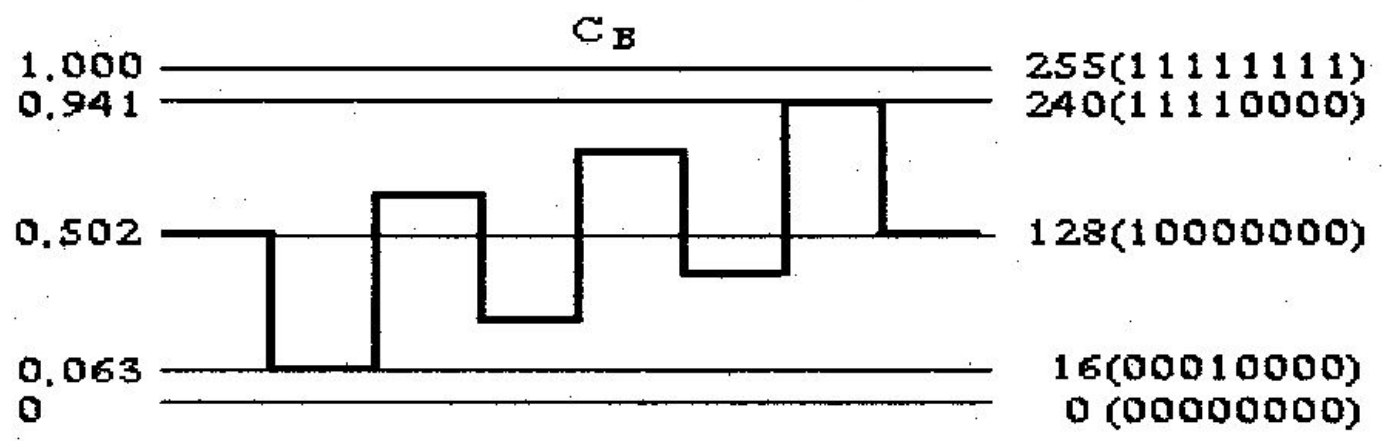
a)



b)



B)



АЦП :

$$Y = 219E'_y + 16, \text{ где}$$

E'_y — аналоговый сигнал яркости (0 ... 1) В

Y — цифровой сигнал яркости (16... 235)

У цветоразностных сигналов резервные зоны - по 16 уровней квантования сверху и снизу.

На АЦП - компрессированные цветоразностные сигналы:

$$E_{cr} = 0,713E'_{R-Y}, E_{cb} = 0,564E'_{B-Y},$$

$$C_R = 224E_{cr} + 128 \square 160 E'_{r-y} + 128;$$

$$C_b = 224 E_{cb} + 128 \square 126 E'_{B-Y} + 128$$

128-й уровень квантования - цветоразностные сигналы = 0.

Синхронизация ЦТС

В конце СГИ - синхросигнал начала активной строки - **(НАС)**

в начале СГИ - синхросигнал конца активной строки- **(КАС)**.

НАС и КАС содержат по 4 байта:

- Первый байт - из 8 двоичных единиц (255),
- следующие два байта = 0.
- четвертый байт - информация о поле (чет/нечет), и защита от ошибок.

**2 варианта
формирования
ЦТС**

Кодирование

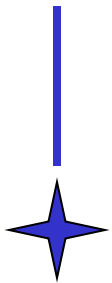
В DVB - код Рида-Соломона (внешнее кодирование),

записывается **(204, 188, 8)**;

где **204** - байт в пакете + проверочные символы,

188 - байт в пакете транспортного потока MPEG-2,

8 - min расстояние между допустимыми кодовыми комбинациями.



Эффективность корректирующего кода:

$$K_{\text{кк}} = 10 \lg \left(\frac{\underline{E}_1^* / \underline{N}_0}{\underline{E}_1 / \underline{N}_0} \right) ; [\text{дБ}], \quad \text{где}$$

\underline{E}_1 - энергия сигнала на 1 бит информации;

\underline{N}_0 - мощность шума на 1 Гц полосы частот;

$\underline{E}_1 / \underline{N}_0$ и $\underline{E}_1^* / \underline{N}_0$ - отношения при использовании кода и без него, при одинаковой частоте ошибок.

$K_{\text{кк}}$, (обычно 3...7Дб) - ухудшение с/ш при сохранении частоты ошибок.

Композит или компонент

компонентный (или *раздельный*):

если АЦП яркостного и цветоразностных сигналов раздельное, а затем они объединяются в единый поток.

Компонентное кодирование
приспособлено для студийной аппаратуры.

Для АЦП ПЦТВС (NTSC, PAL или SECAM) - *компонентное кодирование*, используемое также:

- в системах цифровой записи на магнитный носитель;
- в цифровых преобразователях ТВ - стандартов;
- в блоках цифровой обработки в телевизорах.