

# Критерии качества систем видеоэлектроники

Критерии качества – мера успешного выполнения основной задачи, стоящей перед системой, которые учитывают разнообразные тактико-технические, эксплуатационные и технико-экономические требования к данному виду аппаратуры наблюдения

## Группы критериев качества

- критерии качества сформированного изображения
- тактико-технические параметры и характеристики аппаратуры
- показатели эффективности достижения цели
- технико-экономические показатели

# Качество изображения в системах ВИДЕОЭЛЕКТРОНИКИ

## Показатели качества изображения

- разрешение (пространственное или угловое) аппаратуры
- контраст изображения
- число передаваемых уровней яркости или освещенности (уровней серого)
- оптическая передаточная функция
- модуляционная передаточная функция
- функция передачи контраста
- степень фокусировки изображения
- ...

# Качество изображения в системах

## Видеоэлектроники

Факторы, которые могут влиять на качество изображения

- в оптической системе – аберрации, виньетирование, боковые помехи от деталей оптической системы, эффект «Нарцисса»
- в фотоприемном устройстве – частичное заполнение площади полевой диафрагмы чувствительными элементами приемника излучения, изменение температуры излучателя, неоднородность чувствительности отдельных элементов приемника, насыщение ячеек считывания сигналов (зарядов) с отдельных элементов приемника, растекание зарядов
- в электронном тракте – последствия выборки, осреднения и квантования сигналов; фазовые эффекты, возникающие при выборке; неполная коррекция неоднородности параметров отдельных чувствительных элементов приемника; нелинейность чувствительности электронного тракта к изменению входного сигнала; погрешности аналого-цифрового преобразования и последующей реконструкции аналогового сигнала
- в системе отображения – потери в разрешении экрана при форматировании изображения по горизонтали и вертикали, недостаточное разрешение дисплея, дисторсия изображения, ограничение контраста

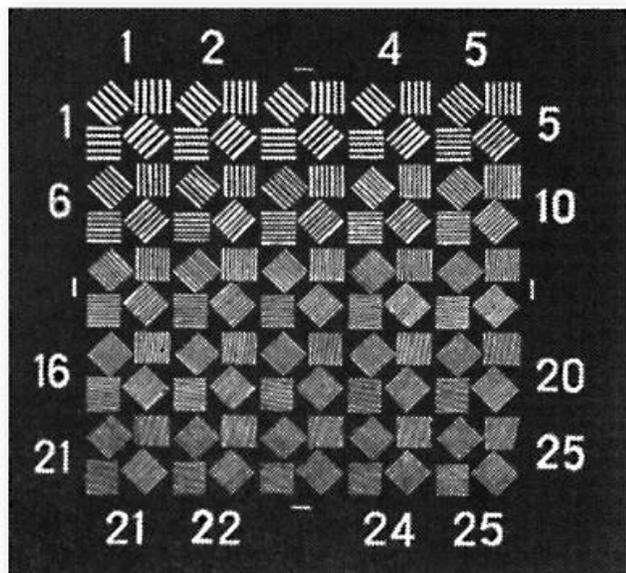
# Качество изображения в системах ВИДЕОЭЛЕКТРОНИКИ

Разрешение

Предельная разрешение СВ определяется визуально при наблюдении стандартного тест-объекта абсолютного контраста в условиях оптимальной освещенности и достаточного увеличения по последнему разрешаемому во всех направлениях квадранту

Рабочее разрешение СВ определяется в неоптимальных условиях наблюдения

Штриховая мира ГОИ

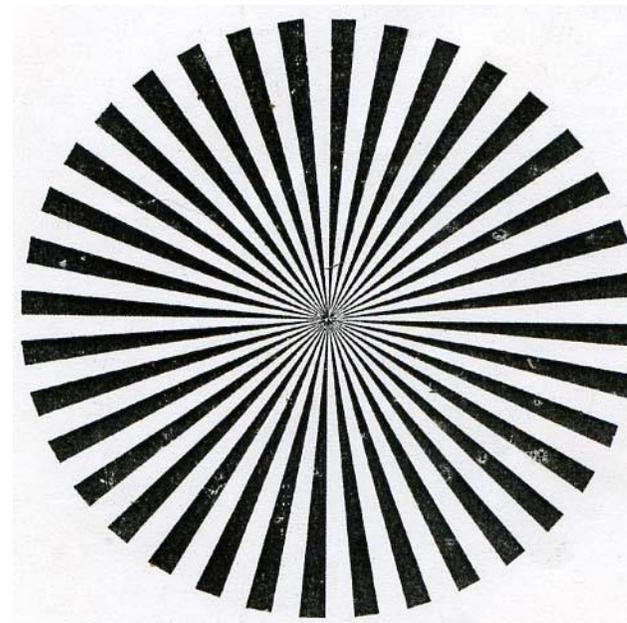


Разрешение,  
штр/мм

$$N_i = \frac{60^{i-1}}{B}$$

$i$  – номер  
квадранта  
 $B$  – база миры

Радиальная мира



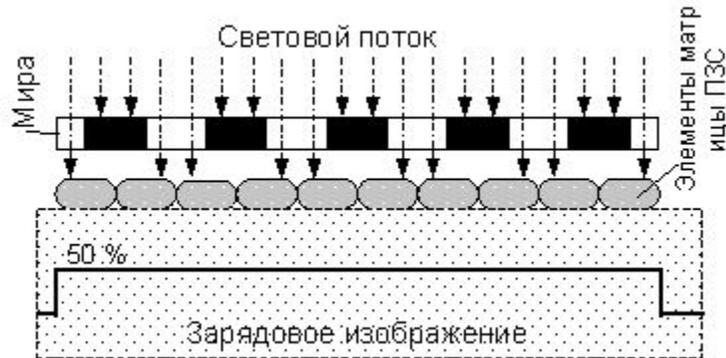
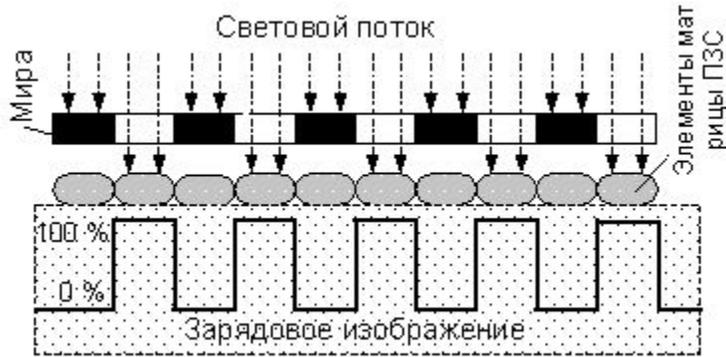
Разрешение,  
штр/мм

$$N = \frac{m}{\pi d}$$

$m$  – число пар  
секторов  
 $d$  – диаметр  
кружка  
размытия

# Качество изображения в системах ВИДЕОЭЛЕКТРОНИКИ

## Разрешение в случае дискретизации изображений



$$N_{\text{ид}} = \frac{n_{\text{стр}}}{2h} = \frac{\sqrt{n_{\text{стр}}^2}}{2h} = \frac{\sqrt{\frac{n_{\text{стр}} n_{\text{стб}}}{k_{\phi}}}}{2h} = \frac{1}{2h} \sqrt{\frac{M_{\Pi}}{k_{\phi}}}$$

$n_{\text{стр}} n_{\text{стб}}$  – произведение числа строк и столбцов матрицы, равное  $M_{\Pi}$

$h$  – высота кадра

$k_{\phi}$  – коэффициент формы кадра, равный отношению ширины к высоте

Разрешение фотоматериалов:

70 – 300 мм<sup>-1</sup> – обычные

2000 мм<sup>-1</sup> – специальные для

голографии

# Качество изображения в системах ВИДЕОЭЛЕКТРОНИКИ

## разрешение сложной системы

$$\frac{1}{N_{\text{общ}}^a} = \frac{1}{N_1^a} + \frac{1}{N_2^a} + \dots + \frac{1}{N_k^a}$$

$a = 1 \div 2$

Для приборов ночного  
видения

$$\frac{1}{N_{\text{ПНВ}}^2} = \frac{1}{N_{\text{об}}^2} + \frac{1}{N_{\text{ЭОП}}^2} + \frac{1}{N_{\text{ок}}^2}$$

$$\frac{1}{N_{\text{ЭОП}}^2} = \frac{1}{N_{\text{ЭО}}^2} + \frac{1}{N_{\text{МКП}}^2} + \frac{1}{N_{\text{пр}}^2} + \frac{1}{N_{\text{э}}^2}$$

$N_{\text{об}}$  – разрешение объектива

$N_{\text{ок}}$  – разрешение окуляра

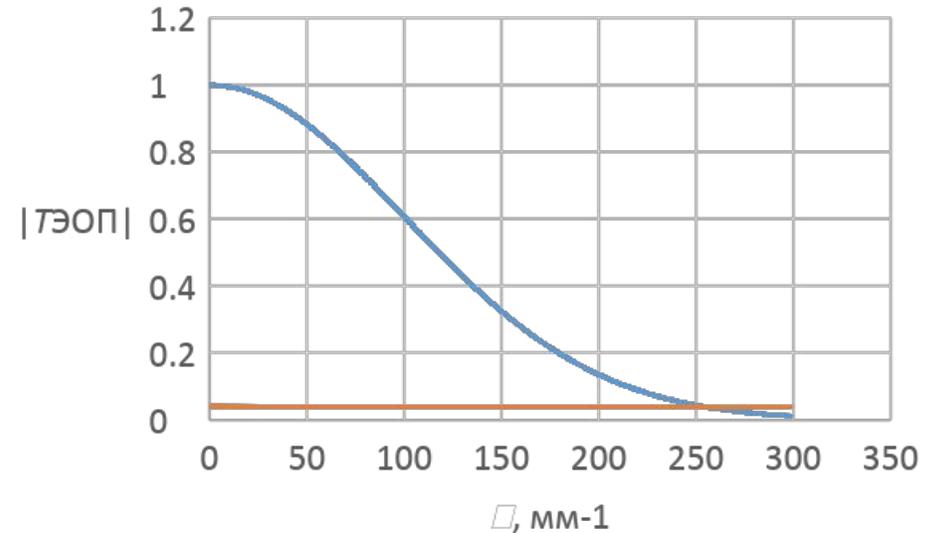
$N_{\text{ЭОП}}$  – разрешение ЭОП

$N_{\text{ЭО}}$  – разрешение электронной оптики

$N_{\text{МКП}}$  – разрешение микроканальной пластины

$N_{\text{пр}}$  – разрешение промежутка

$N_{\text{э}}$  – разрешение экрана



$$|T_{\text{ЭОП}}| = \exp(-r_{\text{ЭОП}}^2 \omega^2 / 2)$$

$$0,03 \div 0,05 = \exp(-r_{\text{ЭОП}}^2 (2\pi N_{\text{ЭОП}})^2 / 2)$$

# Качество изображения в системах видеоэлектроники

## Разрешение

### Преимущество

- оценивает качество одним числом
- учитывает в себе совместное действие многих факторов
- для систем с высоким разрешением – при обнаружении деталей изображения (в астрономии, спектроскопии и др.) является показателем, определяющим работоспособность системы
- простота измерения

### Недостаток

- субъективность визуального определения, которая зависит от тренированности, внимания и прилежности наблюдателя
- сложность изготовления микровысокочастотных пространственных частот с требуемым качеством
- предельная частота, соответствующая разрешению, иногда намного выше частот, которые должны реально учитываться при воспроизведении изображения

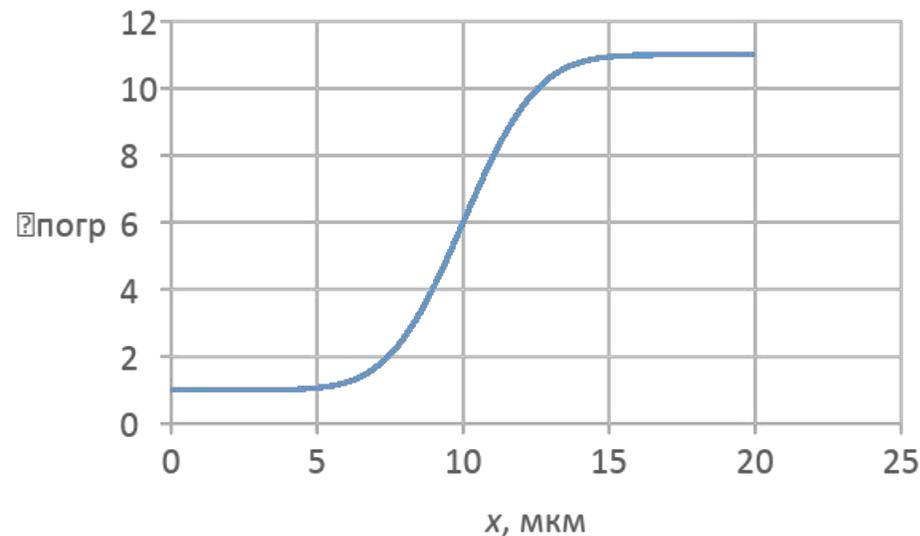
# Качество изображения в системах ВИДЕОЭЛЕКТРОНИКИ

## Критерии качества на основе пограничной кривой

Объективный метод оценки качества изображения с точки зрения его резкости непосредственно связан с измерением кривой пространственного распределения яркости на краю изображения экрана – так называемой пограничной кривой

$H(x) = Q\{U(x)\}$  – реакция на единичный скачок яркости – переходная характеристика

$L_{\text{погр}}(x) = Q\{L_a U(x) + L_\phi\}$  – реакция на скачок яркости  $L_a$  от уровня  $L_\phi$  – пограничная кривая



### Примеры критерия качества

$$C_{\text{max}} = \left( \frac{dL_{\text{погр}}}{dx} \right)_{\text{max}}$$

$$C_{\text{КВ}} = \frac{1}{L_{\text{max}} - L_{\text{min}}} \int_{-\infty}^{\infty} \left( \frac{dL_{\text{погр}}}{dx} \right)^2 dx$$

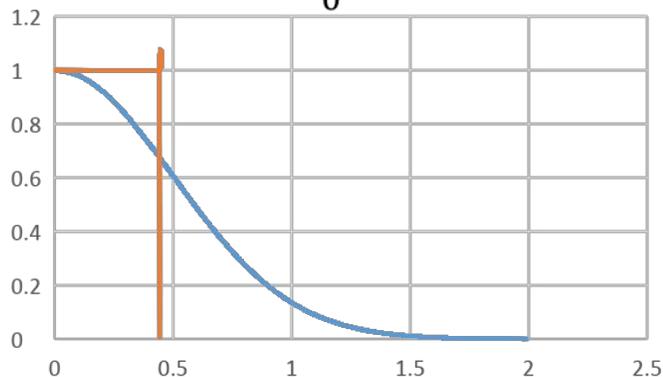
# Качество изображения в системах ВИДЕОЭЛЕКТРОНИКИ

## Критерии качества на основе модуляционной передаточной функции

Значения ФПК, обеспечиваемые системой на пространственных частотах в плоскости изображения  $30 \text{ мм}^{-1}$ ,  $40 \text{ мм}^{-1}$ ,  $50 \text{ мм}^{-1}$  или  $120 \text{ мм}^{-1}$

Эквивалентная полоса пропускания

$$N_{\text{э}} = \int_0^{\infty} |T(\omega)|^2 d\omega$$

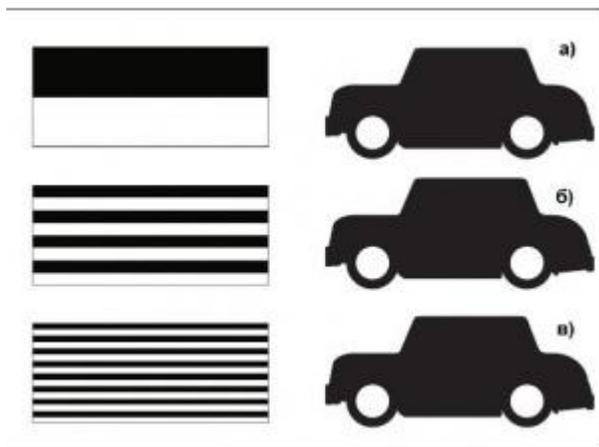


Эквивалентная полоса пропускания с весовой функцией

$$N_{\text{э}} = \int_0^{\infty} |T(\omega_x, \omega_y)| |T_{03}(\omega_x, \omega_y)| d\omega_x d\omega_y$$

# Показатель эффективности систем видеоэлектроники Критерий Джонсона

Зависимость между числом разрешаемых периодов эквивалентной миры  $N$ , укладываемых на критическом размере наблюдаемого объекта, и вероятностью решения задач наблюдения. Критическим называется размер, вдоль которого ведется анализ изображения объекта для выявления его характерных признаков. Эквивалентной штриховой мирой называют миру прямоугольной формы, ширина которой равна критическому размеру объекта, а длина соответствует его размеру в направлении, перпендикулярном критическому. Один период эквивалентной миры содержит два штриха равной толщины – темный и светлый.



Решаемая задача	Число разрешаемых штрихов, требуемых для обеспечения 50%-ной вероятности правильного решения
Обнаружения	$1,0 \pm 0,25$
Определение ориентации	$1,4 \pm 0,35$
Различение	$4,0 \pm 0,8$
Опознавание	$6,4 \pm 1,5$