

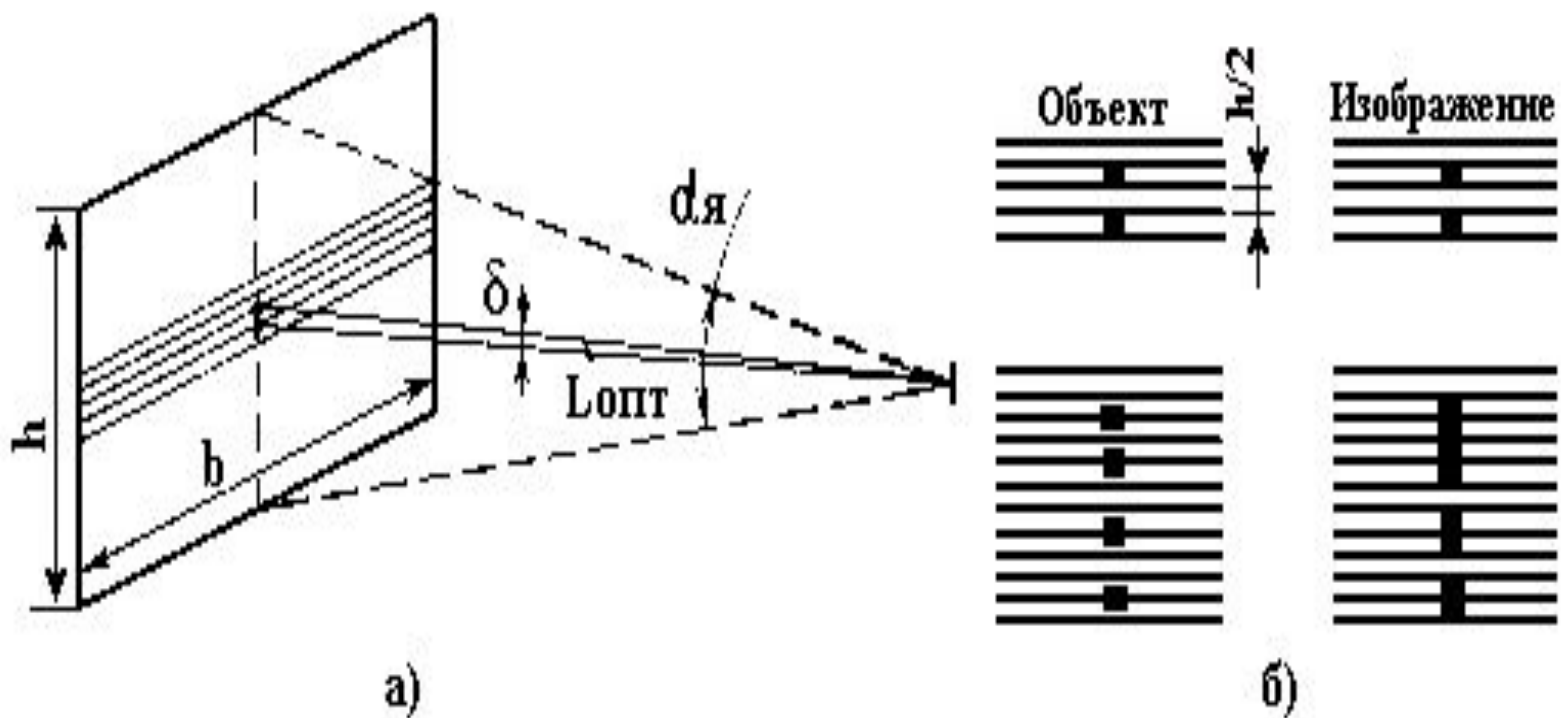
ПАРАМЕТРЫ  
ТЕЛЕВИЗИОННОГО  
ИЗОБРАЖЕНИЯ

- Различают **КООРДИНАТНЫЕ** (формат кадра, оптимальное расстояние наблюдения и число элементов разложения), **ВРЕМЕННЫЕ** (критическая частота пульсаций и частота кадров) и **ЯРКОСТНЫЕ** (максимальная яркость, средняя яркость – яркость адаптации, контраст и число полутонов – градаций яркости) параметры ТВ изображения.

## КООРДИНАТНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

- **Формат кадра.** Размер ТВ изображения должен удовлетворять условиям оптимального наблюдения изображений в пространственном угле ясного зрения. Исходя из его размеров – 16x120, выбирают формат кадра =  $4/3$ , что соответствует отношению ширины (b) экрана к высоте (h),

# Определение числа строк (а) и вертикальной четкости изображения (б)



- **Принимая разрешение глаза  $\approx 1$  минуте,** можно определить число регистрирующих информацию элементарных участков в поле ясного зрения:
- **$N_{я} = (\alpha_{г}/\delta)(\alpha_{в}/\delta) = (160 \times 60' / 1')(120 \times 60' / 1') =$   
**700 000****
- **где  $\alpha_{г}$  и  $\alpha_{в}$  в углы поля ясного зрения глаза в горизонтальной и вертикальной плоскости.**

## Оптимальное расстояние наблюдения (L)

Экспериментально установлено, что наилучшее восприятие изображение обеспечивается при **расстоянии до экрана = 4-5 высот экрана.**

$$L = (4-5)h$$

где L - расстояние до экрана (м),

h - высота экрана (м).

**Число элементов разложения изображения может быть определено как произведение числа элементов по горизонтали на количество элементов по вертикале (строк разложения), или с учетом формата кадра**

$$N = k z^2 = 4/3 z^2$$

где ( $z$  – число строк по вертикали,  $kz$  – число элементов в строке), и должно соответствовать числу элементарных участков поля ясного зрения. Так между элементами изображения **700 000** должны воспроизводиться еще промежутки, то число элементов по крайней мере удваивается  $N \geq 2Nя$ . Тогда число строк разложения должно быть

$$z \geq 2\sqrt{Nя / k} = 2\sqrt{700000 \cdot 3/4} \approx 1400$$

- В настоящее время только ТВ системы высокой четкости (ТВЧ) приближаются к этим требованиям, но для этого требуется значительное увеличение пропускной способности каналов связи. Поэтому в стандарте вещательного ТВ, разработанного в конце 40 годов у нас в стране было принято **625** строк разложения, из-за необходимости сокращения передаваемой полосы частот.
- **Число строк разложения 625** определяет **номинальную четкость** ТВ изображения при которой обеспечивается **95%** максимальной четкости изображения. При этом различимость строчной структуры на оптимальном расстоянии рассматривания оказывается вблизи порога разрешающей способности глаза.



- **Четкость ТВ изображения** определяется максимально возможным числом мелких деталей, различимых в этом изображении. Она определяется в первую очередь разрешающей способностью устройств ТВ тракта. А она в свою очередь зависит от выбранного числа элементов (или строк) разложения, от качества работы передающих и приемных электроннолучевых трубок, от частотных и фазовых характеристик усилителей и др.

Воспроизводимая на экране четкость определяется в первую очередь числом элементов разложения. В существующем стандарте она в идеале равна:

$$kz2 = 4/3 \times 6252 = 520832$$

С учетом времени на обратный ход по строкам и кадрам  $\approx$  **400 тыс.** Но обычно для количественной характеристики четкости пользуются не количеством элементов разложения, а числом строк разложения, т.к. эти два параметра однозначно связаны. Естественно количество строк или элементов, необходимых для удовлетворительного воспроизведения изображения объекта зависит от характера объекта. Например, для передачи лица крупным планом требуется 120-150 строк, 2-3 человек в полный рост – 250-300, большого количества людей (хор, публика и т.д.) – 450-650.

# ВРЕМЕННЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Зрительное восприятие дискретно во времени. Одиночный световой импульс будет зарегистрирован глазом, если его длительность превышает определенную величину  $t_{кр}$ . Причем эта величина зависит от освещенности сетчатки, т.е.  $t_{кр} = \text{const}$ , и меняется от сотых долей секунды, при больших освещенностях, до десятых. После прекращения действия светового потока глаз как бы продолжает «видеть» источник с яркостью, спадающей по экспоненциальному закону.

**Критической частотой мельканий** называется минимальная частота повторения световых импульсов, при которой наблюдатель воспринимает их как непрерывное излучение. Она зависит от средней яркости поля наблюдения, размеров мелькающего участка и т.д. Для яркостей экранов современных ТВ критическая частота мельканий равна **46-48 Гц**.

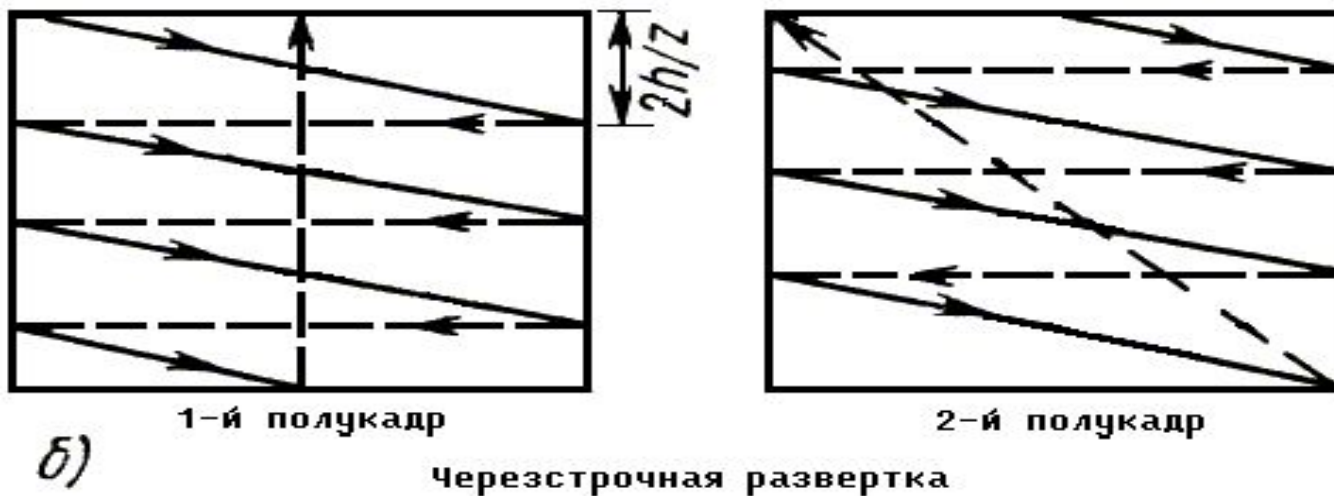
Опытным путем (из практики кино) установлено, что для получения плавного движения изображений движущихся объектов достаточно предавать **16-24** фазы их движения в секунду. В телевидении у нас принята частота смены кадров **50 Гц**, которая перекрывает и критическую частоту мельканий (46-48), и критическое число фаз движения (16-24). Эта частота была выбрана с учетом ее равенства частоте промышленной сети с целью уменьшения заметности характерных помех от электросети – динамических искажений геометрии (искривление вертикальных краев изображения) и яркости (крупные горизонтальные светлые и темные полосы).

Но при такой частоте кадров и числе строк разложения **625 (прогрессивная развертка)**, полоса частот ТВ сигнала получается **около 13 МГц**, что 40-е годы заняло бы половину коротковолнового диапазона, используемого тогда для ТВ вещания. Поэтому для уменьшения требуемой полосы частот канала было решено использовать **чересстрочную развертку**, в которой ТВ кадр передается за **2 полукадра (поля – четного и нечетного)** в каждом из которых передается **половина строк (312.5)**, как показано на рис.3.2(б). Причем, в первом полукадре происходит развертка нечетных строк, а во втором – четных.

**Частота полей выбирается равной 50 Гц, а полный кадр имеет частоту 25 Гц** и хотя в каждом полукадре разворачивается лишь 312,5 строк, за счет инерционности зрения изображения двух полукадров воспринимается слитно как один кадр с 625 строками.

**При этом полоса частот канала снижается до 6.5МГц.**

# Принцип построчной (а) и чересстрочной развертки (б)



## ЯРКОСТНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ТВ ИЗОБРАЖЕНИЯ

**Контрастом называют отношение яркости самого яркого участка к яркости самого темного.** Этот важный параметр характеризует диапазон изменения яркости. Хорошая контрастность делает изображение более естественным и увеличивает его разборчивость. Для примера, контрастность обычного ландшафта около 100, ландшафта в яркий солнечный день – 1000, внутри помещения при освещении – 20-60, мелкие детали на экране ТВ – 5-8, крупные – до 30-40. Однако, глаз не способен обнаружить сколь угодно малые приращения яркости.

**Контрастная различительная способность** глаза так же дискретна, как и его разрешающая способность. Она ограничивается собственными шумами зрительной системы и квантовыми флуктуациями света. Минимальное значение яркости светового пятна, обнаруживаемое глазом на черном фоне называют **абсолютным порогом световой чувствительности.**

На практике мы наблюдаем детали на каком-то фоне, яркость которого  **$V_f$**  также меняется. Экспериментально было установлено, что минимальное различимое приращение яркости  $\Delta L$  зависит от величины начальной яркости – чем выше яркость фона, тем большее приращение может быть замечено.

Отношение  $\Delta V/V_f$  называется **дифференциальным порогом** или **пороговым контрастом**.

При заданном контрасте зритель может воспринять вполне определенное количество ступеней изменения яркости – **полутонов**, или **градаций яркости**. Экспериментально установлено, что человеческий глаз воспринимает от **80** до **130** градаций яркости.



В природе, окружающей человека, яркость изменяется в очень больших пределах: слабо различимая человеческим глазом яркость составляет  $0,1 \text{ кд/м}^2$ , слепящая яркость, которую еще можно с трудом терпеть, например, нити накаливания –  $10^7$ . Таким образом **диапазон изменения яркости составляет  $10^8$** . Зрительная система неспособна одновременно воспринять весь этот диапазон и сужает его на сетчатке благодаря **адаптации** – приспособлению к различным яркостям за счет непроизвольного **изменения размеров зрачка (быстрая адаптация) и выработки глазного пурпура – нейтрального поглощающего фильтра на поверхности сетчатки (медленная, инерционная адаптация)**. Эта способность зрения описывается хорошо экспериментально подтвержденным законом **Вебера-Фехнера**, согласно которому ощущение от изменения яркости пропорционально логарифму этого изменения. Т.е. при изменении яркости от  $0,1$  до  $10^7$  ощущение будет меняться лишь в 18 раз ( $\ln 10^8 = 18,4$ ).