

# Тема 7. Принципы формирования и передачи изображений

## План занятия

1. Общие сведения
2. Структуры СТЗ
3. Понятие о видеосигнале
4. Способы кодирования цвета

## 1. Основные понятия и определения

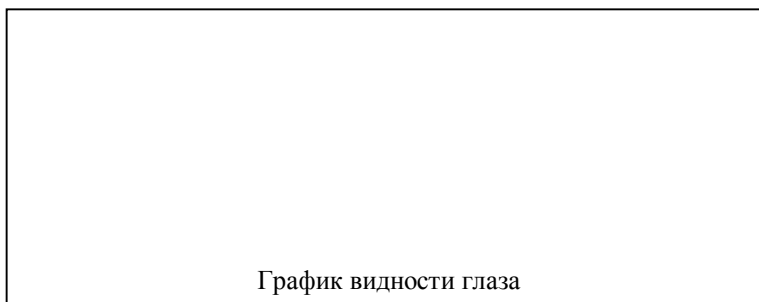
В системах технического зрения (СТЗ) под **изображением** объекта, понимают распределение **амплитуды** его двумерной функции **яркости**  $Y(x, y)$ .

### Яркость и контрастность

$Y =$	$C =$
-------	-------

### Оценка светового излучения

Действие видимого света на глаз зависит не только от физических параметров излучения, но и **спектральной чувствительности**  $S_c(\lambda)$  глаза



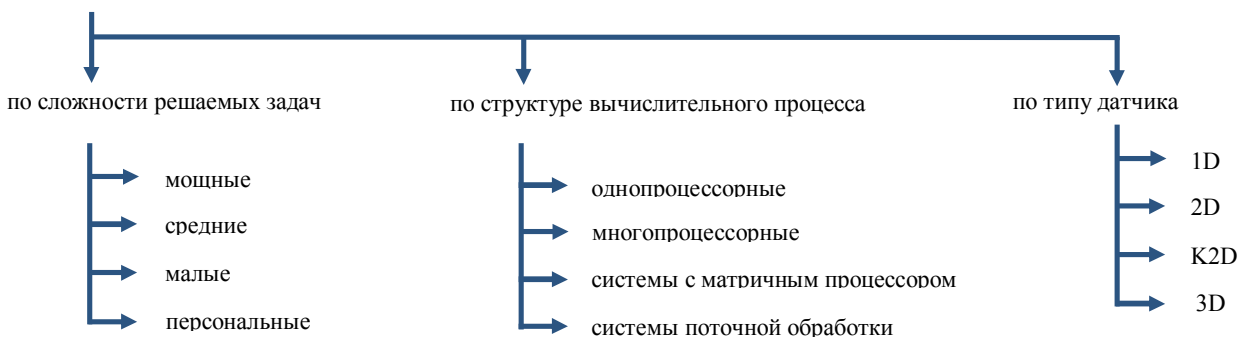
Наибольшую видность (световое ощущение)  $V_{max}$  глаз имеет к излучению с длиной волны  $\lambda = 0,555$  мкм

Световой поток	
Сила света	
Освещенность	

**Распознавание образов** – научное направление, связанное с разработкой принципов и построением систем, предназначенных для определения принадлежности данного объекта к одному из заранее выделенных классов объектов.

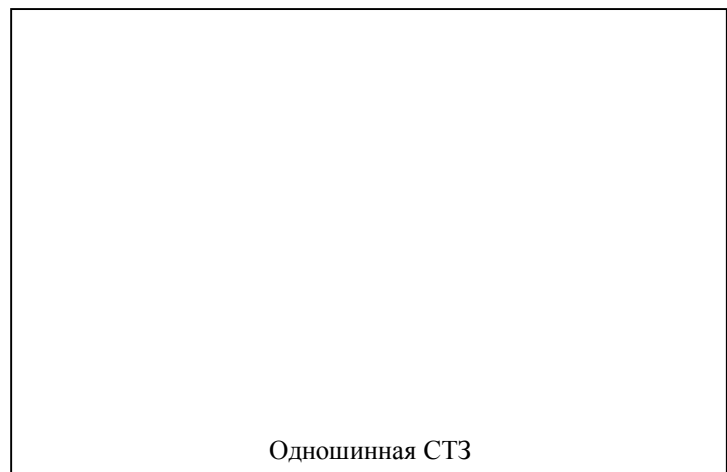
## 2. Структуры СТЗ

### Классификация СТЗ



### Основные задачи СТЗ работа

1. **ввод** (восприятие) информации, т. е. получение изображения рабочей сцены с помощью датчиков;
2. **предварительная обработка** изображения с использованием методов подавления шума;
3. **сегментация**, т. е. выделение на изображении одного или нескольких представляющих интерес объектов сцены;
4. **описание**, т. е. определение характерных параметров (размеров, формы и т. д.) каждого объекта, необходимых для его выделения на сцене;
5. **распознавание**, или идентификация, объекта, т. е. установление его принад-



- лежности к некоторому классу деталей, например к «болтам»;
6. **интерпретация**, т. е. выявления принадлежности объекта к группе распознаваемых, например: «на сцене есть несколько гаек».

### 3. Понятие о видеосигнале

**Полным видеосигналом** называется совокупность сигнала изображения и служебных сигналов. **Сигнал изображения** является аналоговым многоуровневым сигналом и строится из сигналов **яркости** и **цветности**, **служебные сигналы** представляют собой набор **гасящих**, **синхронизирующих**, уравнивающих и других импульсов.

Траектория движения луча ( $a$ ) и графики кадрового и строчного отклоняющих сигналов ( $b$ )

При **чересстрочной** развертке кадр состоит из двух полей, при **прогрессивной** развертке – из одного. Длительность **строчного гасящего** импульса составляет 12 мкс или около 19 % периода строки  $T_c$ , длительность **кадрового гасящего** импульса — 1600 мкс или около 8 % периода полукадра  $T_{п}$ .

Развертка строк полного черно-белого видеосигнала

#### Основные параметры телевизионного сигнала

- число строк разложения в одном кадре
- число кадров в секунду
- формат кадра
- период развертки кадра
- период развертки полукадра (поля)
- период развертки строки

#### Частотный спектр телевизионного сигнала

Частота развертки полного кадра  $f_k = 1/T_k = 25$  Гц, частота развертки поля  $f_{п} = 2 \cdot f_k = 50$  Гц, а частота строчной развертки  $f_c = 1/T_c = 15\,625$  Гц.

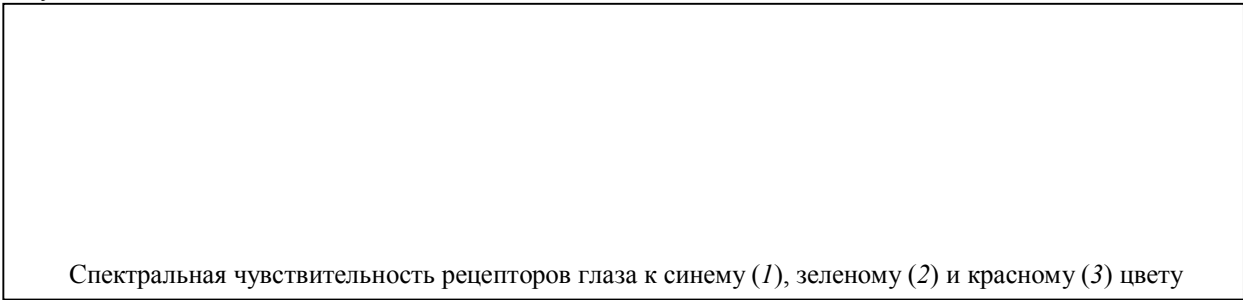
Спектр полного телевизионного сигнала

Номинальное число **элементов разложения**  $N$  по полю телекамеры  
Нижняя граничная частота  $f_n$  соответствует изображению, имеющему минимальное число изменений яркости, верхняя граничная частота  $f_v$  – максимальному.

При **чересстрочной** развертке ширина спектра составляет:

#### 4. Способы кодирования цвета

**Спектральная чувствительность глаза** (спектральная световая эффективность или видность) – это отношение светового потока «видимого» излучения с длиной волны монохроматического света к соответствующему потоку излучения



Под «абсолютно чёрным» телом понимают тело, поглощающее всё падающее на него электромагнитное излучение во всех диапазонах длин волн.

**Закон Стефана-Больцмана**



Белым называется цвет свечения абсолютно черного тела при температуре 6500 °С.

**Формула цвета**



**Цветовые модели**



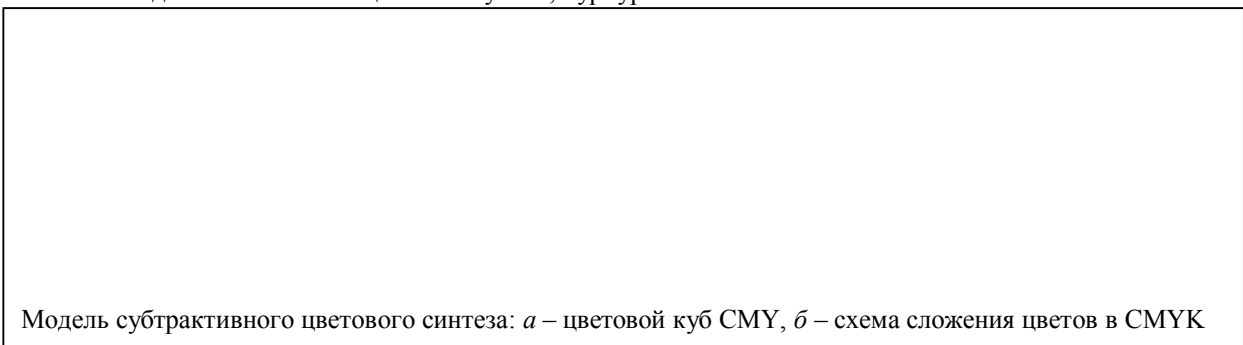
**Модель аддитивного цветового синтеза**

Согласно этой модели, известной как **цветовая модель RGB**, любой цвет получается наложением красного, зеленого и синего цветов спектра

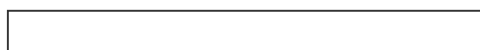


**Модель субтрактивного цветового синтеза**

Для описания **приемников света** применяют модель субтрактивного цветового синтеза **CMY**, основанная на использовании **дополнительных** цветов голубого, пурпурного и желтого



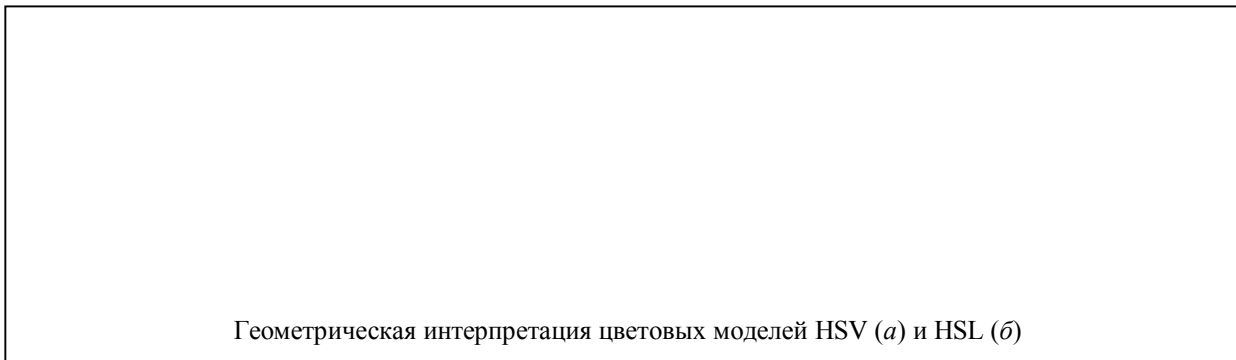
Преобразование цвета из системы CMY в систему RGB осуществляется с помощью следу-



ющего выражения:

## Перцепционная модель HSV (HSB) и цветовые модели HSL и HSI

В этих моделях осуществляется **раздельное** кодирование компонент яркости и цвета. Такое кодирование получило название **компонентного**.



### Телевизионные цветовые модели

При передаче цветных изображений в большинстве СТЗ применяются устройства аддитивного цветового синтеза, основанные на модели RGB. К ним относятся и телекамеры, и мониторы.

#### Классификация



### Телевизионная цветовая модель YUV

Цвет представляется как три компоненты — яркость  $Y$  и две цветоразностных



### Матрицы пересчета цветов

#### • аналоговые модели

YUV					YDbDr					YIQ				
$Y'$	0.299	0.587	0.114	$R$	$Y$	0.299	0.587	0.114	$R$	$Y$	0.299	0.587	0.114	$R$
$U$	-0.14713	-0.28886	0.436	$G$	$Db$	-0.450	-0.883	1.333	$G$	$I$	0.595716	-0.274453	-0.321263	$G$
$V$	0.615	-0.51499	-0.10101	$B$	$Dr$	-1.333	1.116	0.217	$B$	$Q$	0.211456	-0.522591	0.311135	$B$

#### • аналогово-цифровые модели

YPbPr					YCbCr					
$Y'$	0.299	0.587	0.114	$R'$	$Y'$	0	0.299	0.587	0.114	$R'_d$
$Pb$	-0.168736	-0.331264	0,5	$G'$	$Cb$	128	-0.168736	-0.331264	0,5	$G'_d$
$Pr$	0,5	-0,418688	-0,081312	$B'$	$Cr$	128	0,5	-0,418688	-0,081312	$B'_d$

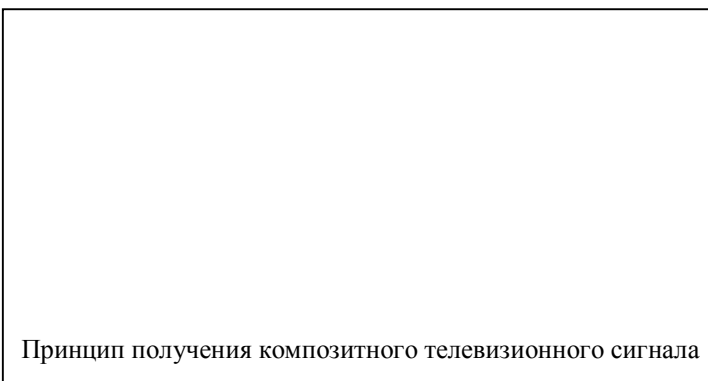
### Формы представления телевизионных сигналов



В системе цветного телевидения YUV цветовые сигналы  $U$  и  $V$  добавляются к яркостному сигналу путем модуляции специального гармонического сигнала (цветовой поднесущей) на частоте, лежащей в пределах спектра сигнала  $Y$ . Телевизионный видеосигнал представляет собой композицию трех сигналов  $Y$ ,  $U$ ,  $V$  и синхроимпульсов. Такой сигнал называют **композитным**.

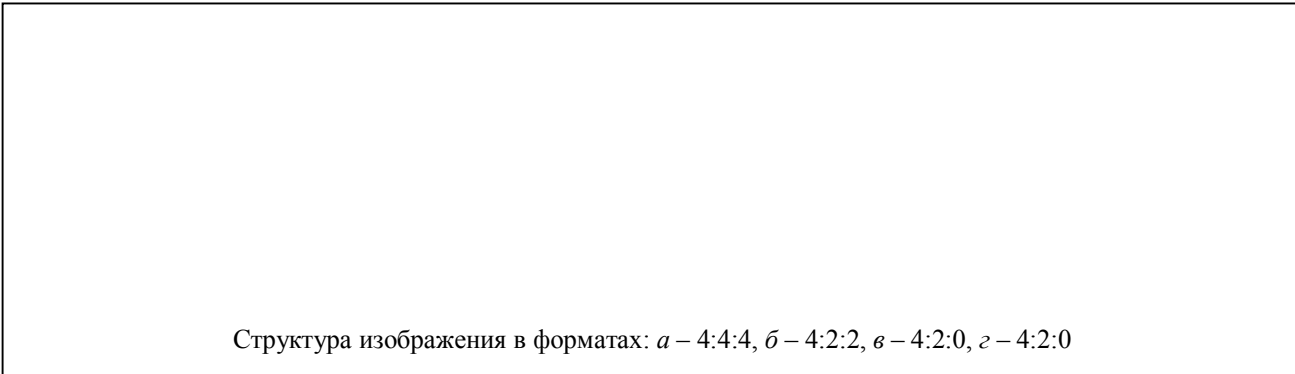
Сигналы яркости и цвета могут также передаваться раздельно по трем проводам:  $Y$  – сигнал яркости,  $Cb$  ( $Pb$ ) – сигнал синего и  $Cr$  ( $Pr$ ) – сигнал красного. Такое представление сигнала получило название **компонентного**.

Промежуточным вариантом является **S-Video**, при которой раздельно передаются видеосигнал  $Y$  (яркость с кадровой и строчной синхронизацией) и сигнал  $C$  (*color* – цветность с синхронизацией на поднесущей частоте). Сигналы передаются по **двум** линиям связи.



### Кодирование цвета в модели YCbCr

Для кодирования каждой точки в модели **YCbCr** требуется 3 фрагмента (**сэмпла**): Y, Cb, Cr. Первая цифра кода указывает, в скольких из 4 столбцов присутствует сэмпл Y. Вторая цифра указывает, сколько столбцов из 4 содержат сэмплы Cb и Cr в **нечетных** строках (в нечетных полукадрах), третья содержит такую же информацию, но только о **четных** строках (четных полукадрах).

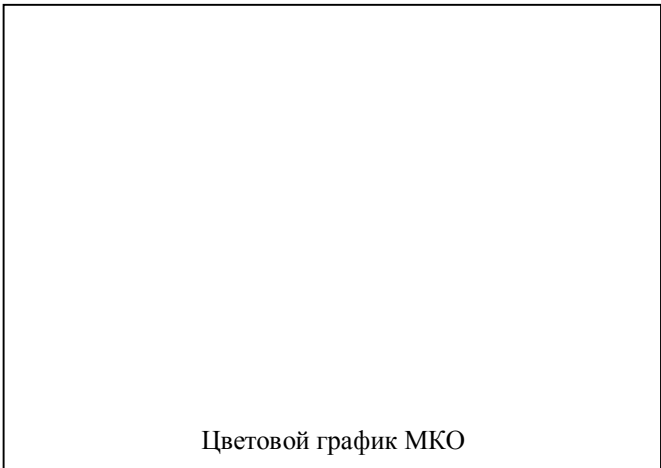
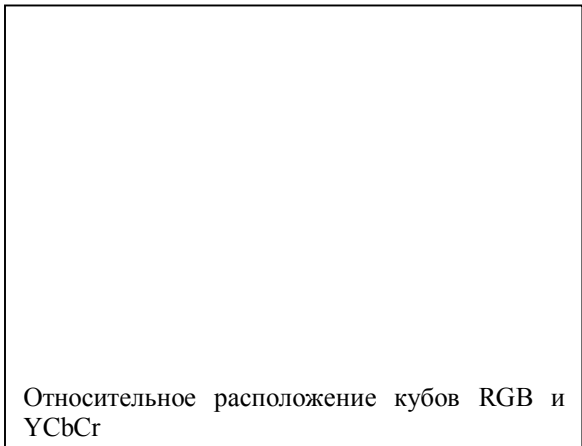


Формат 4:2:0 YCbCr является 12- битным. Именно он используется стандартами MPEG-1 и MPEG-2  
В модели YCbCr для хранения информации об одной точке в формате X:Y:Z отводится



### Сравнение моделей YCbCr и RGB

Пространство YCbCr шире пространства RGB

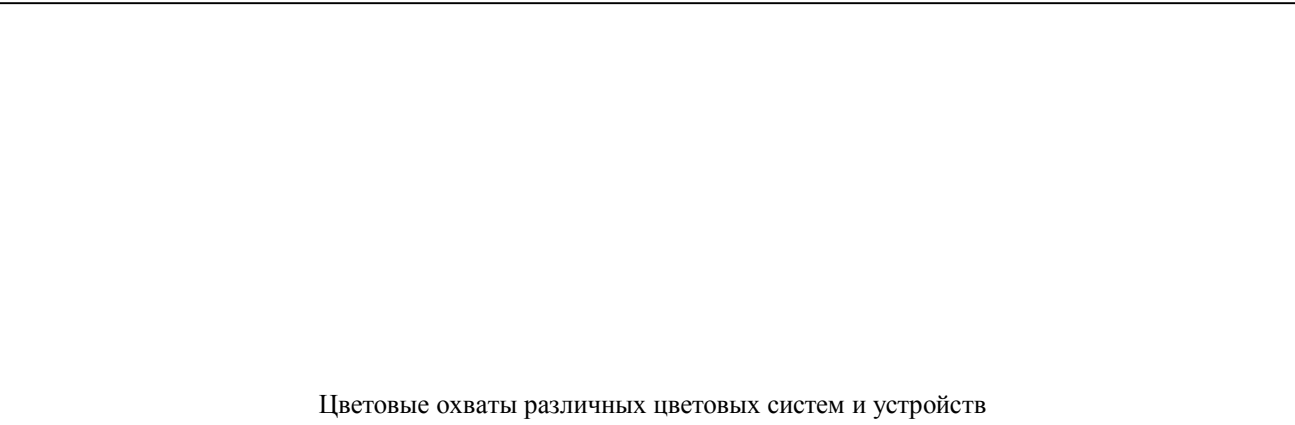


### Хроматическая диаграмма МКО и цветовая модель XYZ

Диаграмма представляет собой функцию трех переменных X, Y и Z, описывающих некоторые гипотетические основные цвета. Цветовая модель **XYZ** построена на основе **зрительных возможностей** «стандартного наблюдателя» и учитывает рекомендации МКО



### Цветовой охват устройства



## Формирование цвета в видеокамере

- Из трех первичных сигналов  $e_R, e_G, e_B$  изображения формируется сигнал яркости  $e_Y$ :

- Сигнал яркости передается непрерывно на каждой строке развертки во всей полосе частот видеосигнала, равной 6 МГц.
- Два первичных цвета  $e_R$  и  $e_B$ , передаются, а третий восстанавливается согласно выражению

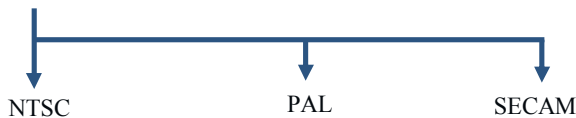
- Цветное изображение представляет собой композицию трех сигналов и служебных импульсов. Такой видеосигнал получил название **композитного**. Он является низкочастотным, причем составляющие яркости и цветности передаются по одному проводу.
- При приеме осуществляется декодирование сигналов.

## Системы цветного телевидения

При передаче цветного телевизионного сигнала используют три типа телевизионных систем:

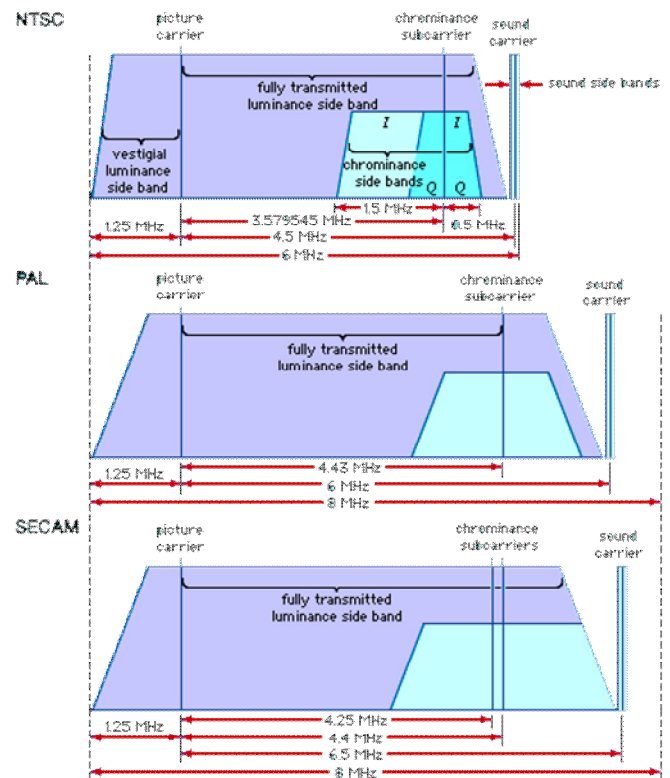
- аналоговые;
- системы высокой четкости;
- цифровые.

### Системы аналогового цветного телевидения



- В системе **NTSC** каждая телевизионная строка содержит сигнал яркости  $e_Y$  и два цветоразностных сигнала  $e_I$  и  $e_Q$ . Цветоразностные сигналы передаются путем **АМ** поднесущих на одной и той же частоте с фазовым сдвигом на  $90^\circ$ .
- В системе **PAL** используется аналогичная **АМ** цветоразностных сигналов  $e_U$  и  $e_V$  с фазовым сдвигом на  $90^\circ$ , но через строку дополнительно меняется знак амплитуды сигнала  $e_U$ .
- Основная особенность системы **SECAM** — поочередная (через строку), передача цветоразностных сигналов  $e_{Dr}, e_{Db}$  с дальнейшим восстановлением в декодере. При этом в отличие от PAL и NTSC используется **ЧМ** поднесущих частот. В России принята система SECAM D/K.

### Системы цифрового телевидения (DTV)



Цифровое телевидение — передача видео- и аудиосигнала от транслятора к телевизору, использующая **цифровую модуляцию** и **сжатие** для передачи данных

## Телевидение высокой четкости

**Телевидение высокой четкости (HDTV)** — система цифрового телевидения, поддерживающая стандарты разрешения 1080i и 720p, формат кадра 16:9, звук Dolby Digital 5.1

Обозначение формата	Разрешение по вертикали	Разрешение по горизонтали	Соотношение сторон	Тип развертки	Частота кадров
1080p	1080	1920	16:9	Прогрессивная	24
1080p	1080	1920	16:9	Прогрессивная	30
1080i	1080	1920	16:9	Чересстрочная	30
720p	720	1280	16:9	Прогрессивная	24
720p	720	1280	16:9	Прогрессивная	30
720p	720	1280	16:9	Прогрессивная	60