

## **Лекция 13**

# **Аналоговые сигналы вещательного телевидения**

---

# Рассматриваемые вопросы

- 1 Аналоговые сигналы вещательного телевидения
- 2 Аналоговые системы цветного телевидения

# 1 Аналоговые сигналы вещательного телевидения

В системах черно-белого вещательного телевидения используется **полный телевизионный сигнал (ПТС)** и сигнал звукового сопровождения.

В системах цветного вещательного телевидения полный телевизионный сигнал вместе с сигналом цветности образуют **полный цветовой телевизионный сигнал (ПЦТС)**.

В радиоканалах вещательного телевидения **ПТС** и **ПЦТС** преобразуются в **радиосигналы**.

**Полный телевизионный сигнал** представляет собой совокупность **сигнала яркости**, гасящих и синхронизирующих импульсов. Параметры полного телевизионного сигнала нормированы ГОСТ 7845-92.

# Аналоговые сигналы вещательного телевидения

**Сигнал яркости** несет информацию о яркости передаваемого телевизионного изображения, является многоуровневым аналоговым сигналом, передается во время прямого хода развертки.

Свет по своей природе униполярный, так как яркость не может быть отрицательной величиной.

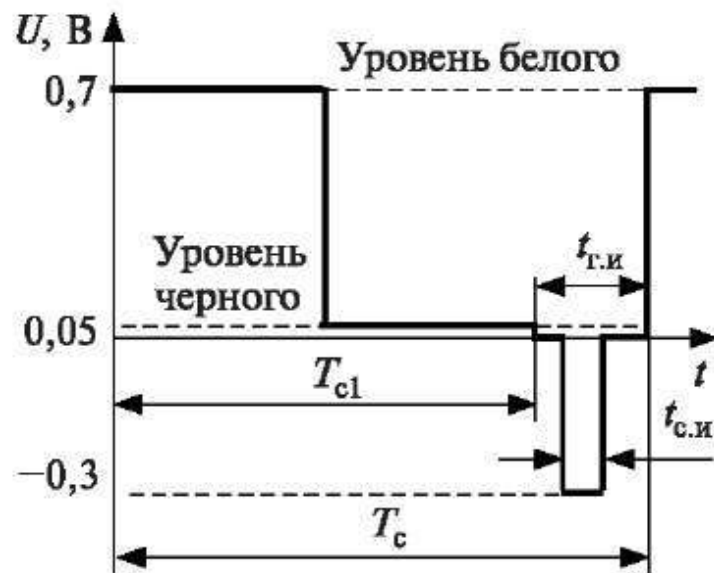
Поэтому сигнал яркости также является униполярным, имеет постоянную составляющую, пропорциональную средней яркости (освещенности) объекта.

Уровень сигнала, соответствующий максимальной яркости объекта, называют **уровнем белого**.

Уровень сигнала, соответствующий минимальной яркости объекта, называют **уровнем черного**.

# Аналоговые сигналы вещательного телевидения

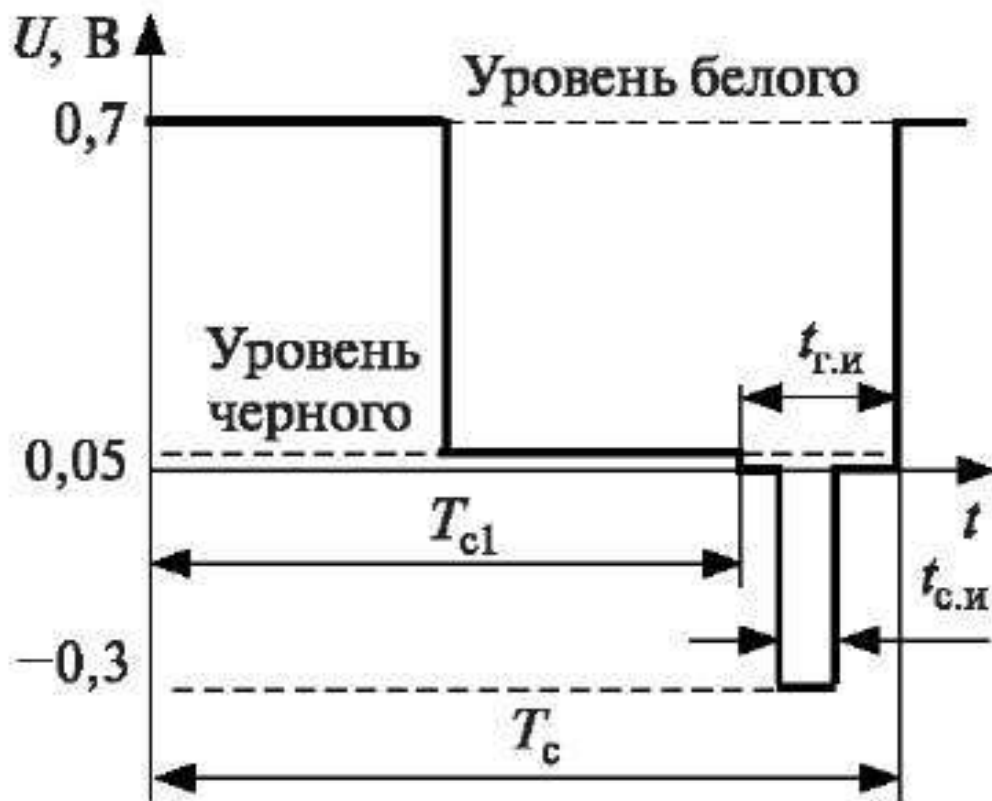
Если уровню белого соответствует максимальное значение напряжения сигнала, то полярность такого сигнала называется **положительной**, а сигнал — **позитивным**.



Временная диаграмма полного телевизионного сигнала на интервале одной строки

## Аналоговые сигналы вещательного телевидения

Если уровню белого соответствует минимальное значение напряжения сигнала, то полярность такого сигнала называется **отрицательной**, а сигнал — **негативный**.



Разность между максимальным и минимальным значениями напряжения сигнала яркости называют **размахом сигнала яркости**.

# Аналоговые сигналы вещательного телевидения

**Гасящие и синхронизирующие импульсы** — периодические, детерминированные сигналы передают во время обратного хода строчной и кадровой разверток.

**Гасящие импульсы (ГИ)** обеспечивают незаметное движение луча по экрану преобразователей свет-сигнал и сигнал-свет.

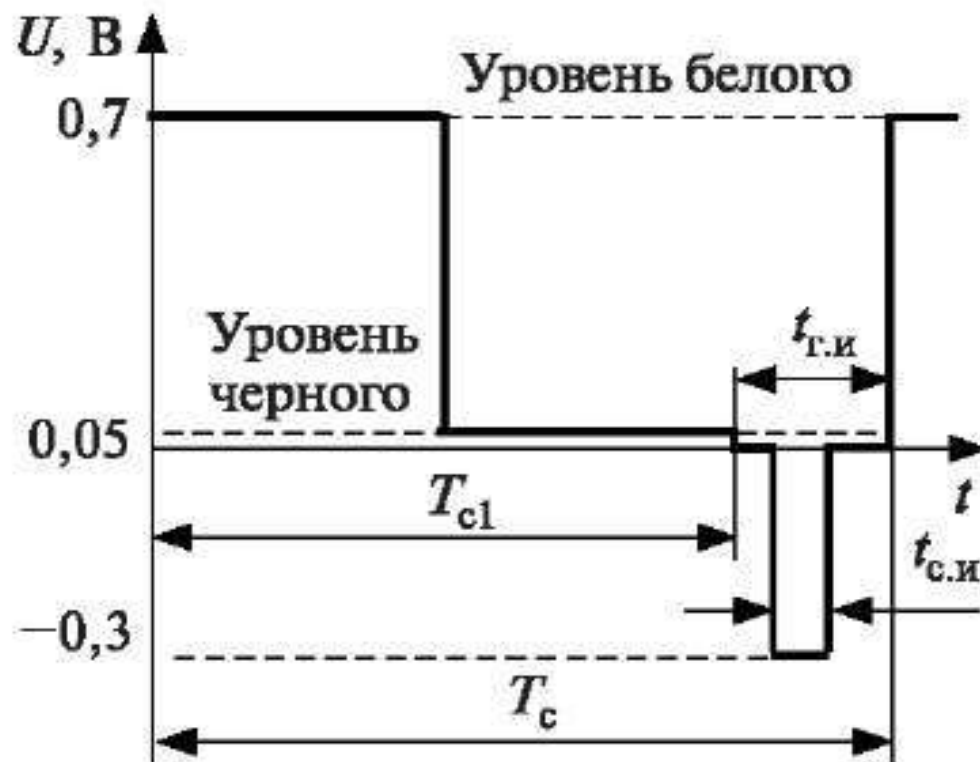
Для уменьшения геометрических искажений изображений, обратный ход луча начинается позже начала гасящих импульсов.

Заканчивается обратный ход луча раньше, чем прекращается гасящий импульс в телевизионном сигнале.

**Гасящие импульсы** делятся на **строчные** и **кадровые**, они отличаются частотой и длительностью.

## Аналоговые сигналы вещательного телевидения

Длительность **строчных** (СГИ)  $t_{г.и}$  равна 12 мкс, **кадровых** (КГИ) — 1612 мкс. Пока развертывающий луч в начале каждого поля переместится в исходное положение (левый верхний угол экрана), успеют сформироваться 25 строк, которые не выводятся на экран преобразователя сигнал-свет и используются для передачи дополнительной информации, например телетекста.



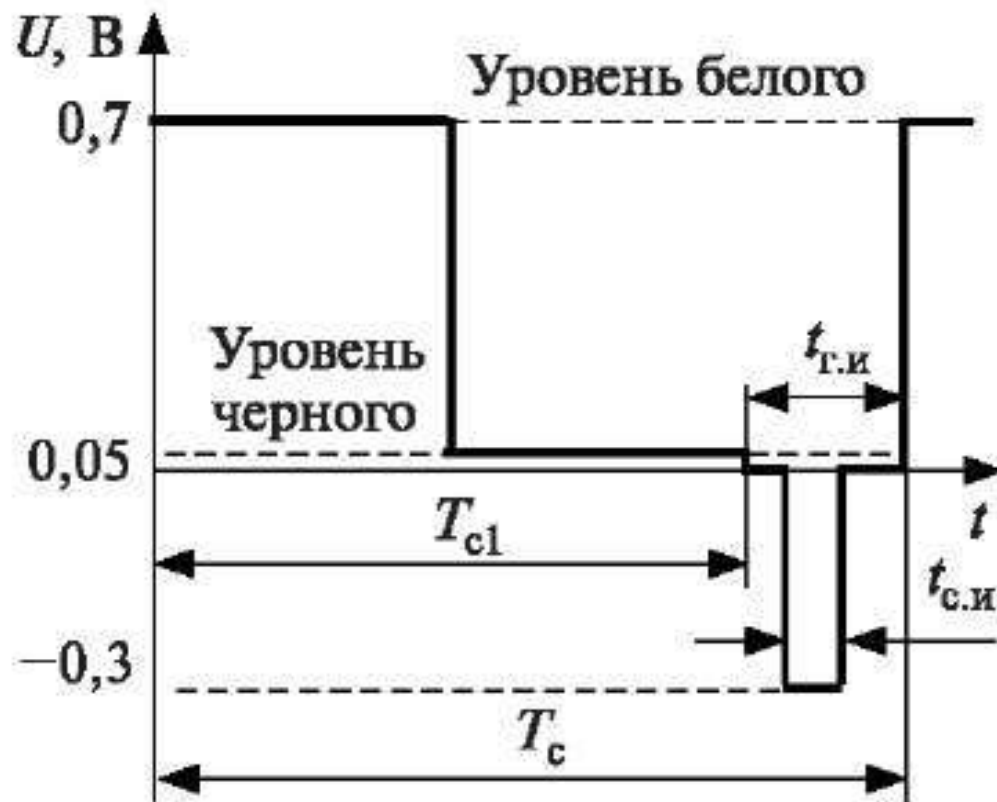


# Аналоговые сигналы вещательного телевидения

**Синхроимпульсы** (СИ) используются для формирования команд развертывающему лучу начать рисовать новую строку (строчные) и новое поле (кадровые).

Они располагаются на площадках гасящих импульсов в области «чернее черного», делятся на строчные и кадровые.

Длительность строчных СИ  $t_{с.и}$  равна 4,7 мкс, а кадровых — 160 мкс.



## Аналоговые сигналы вещательного телевидения

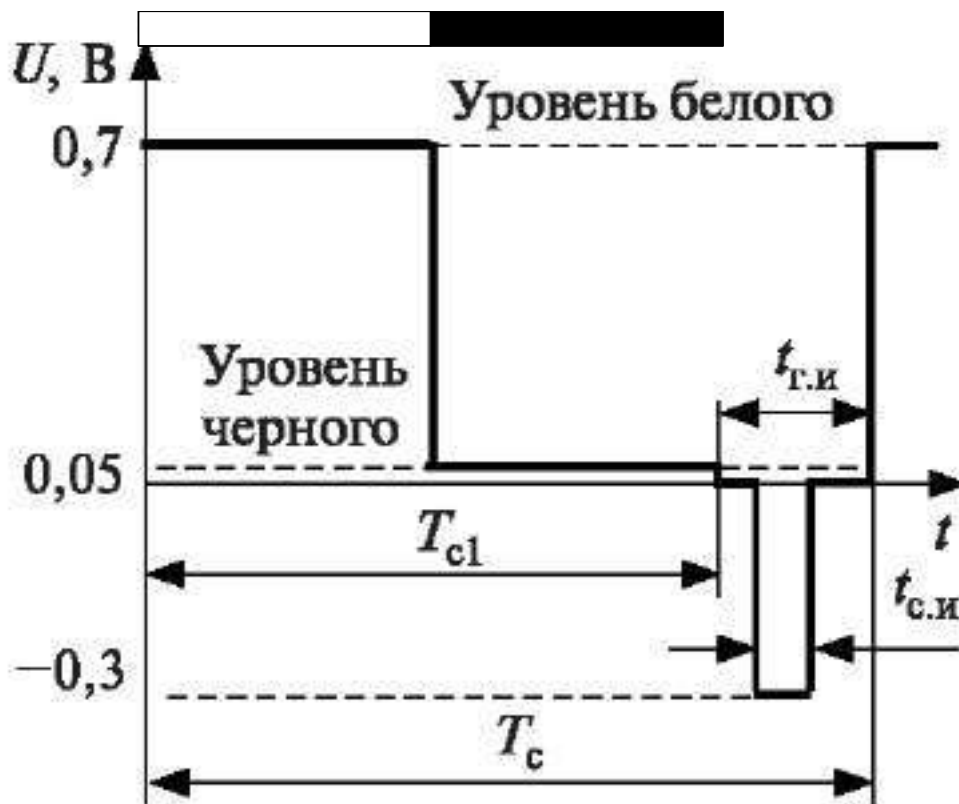
Такому сигналу яркости соответствует изображение белой и черной полос.

Размах полного телевизионного сигнала достигает  $1\text{ В}$  (100 %).

На импульсы синхронизации из этого напряжения отводится  $0,3\text{ В}$  (30 %), а  $0,7\text{ В}$  (70 %)

— на размах сигнала яркости и гасящих импульсов.

**Гасящим импульсам** соответствует напряжение, равное нулю.



# Аналоговые сигналы вещательного телевидения

**Полный цветовой телевизионный сигнал** формируется в системах цветного вещательного телевидения.

Эти системы совместимы с системами черно -белого телевидения, т. е. обеспечивают возможность приема сигналов цветного телевидения в черно -белом виде черно-белыми телевизорами и прием сигналов черно-белого телевидения цветными телевизорами тоже в черно -белом виде.

Совместимость систем обеспечивает возможность передачи телевизионных сигналов цветного и черно-белого телевидения по одним и тем же каналам систем передачи изображений.

## Аналоговые сигналы вещательного телевидения

Совместимость систем возможна, если **ПЦТС** будет содержать составляющие полного телевизионного сигнала системы черно-белого телевидения и иметь одинаковую с ним ширину спектра. Для реализации этого принят следующий принцип формирования полного цветного телевизионного сигнала.

Сигнал яркости  $E_Y$  формируется суммированием в определенных пропорциях трех цветоделенных сигналов  $E_R$ ,  $E_G$ ,  $E_B$ :

$$E_Y = rE_R + gE_G + bE_B.$$

Численные значения коэффициентов цветности  $r$ ,  $g$ ,  $b$  зависят от типа используемого источника опорного белого цвета.

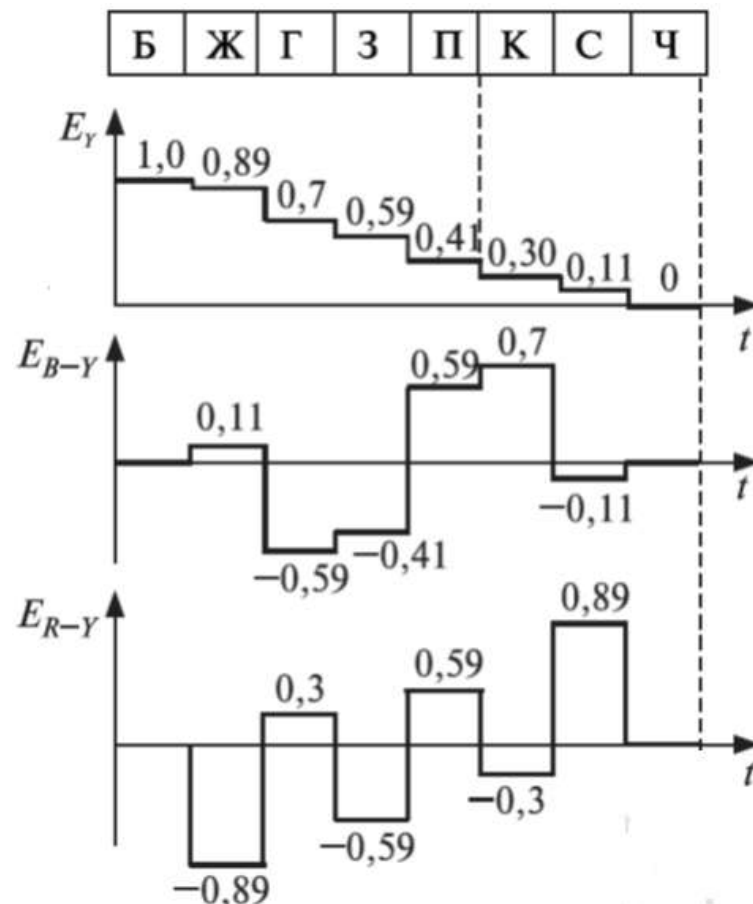
## Аналоговые сигналы вещательного телевидения

При использовании источника опорного белого цвета типа **D** (цвет облачного неба) эти коэффициенты равны:

$$r = 0,30; g = 0,59; b = 0,11.$$

Пример формирования сигнала яркости при передаче вертикальных полос **белого** (Б), **желтого** (Ж), **зеленого** (З), **пурпурного** (П), **красного** (К), **синего** (С) и **черного** (Ч) цветов.

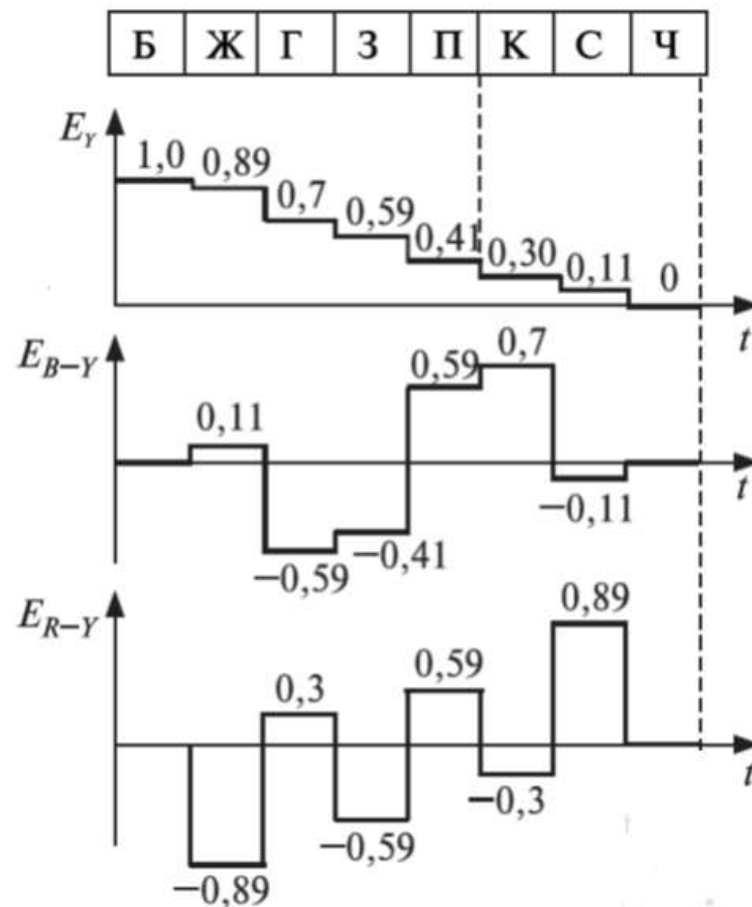
Сигнал яркости  $E_Y$  положительной полярности при передаче полосы **белого** цвета при условии одинакового усиления составляющих  $E_R = E_G = E_B = 1$  (условие баланса белого) будет равен  $E_Y = 1$ .



# Аналоговые сигналы вещательного телевидения

Если объектом передачи является **зеленая** полоса с насыщенностью 100 %, для которой  $E_G = 1,0$ ,  $E_R = E_B = 0$ , сигнал яркости будет равен  $E_Y = 0,59$ .

**Пурпурный** цвет получается в результате сложения **красного** и **синего** цветов, поэтому сигнал яркости будет равен:  
 $E_Y = 0,30 \cdot 1 + 0,11 \cdot 1 + 0,59 \cdot 0 = 0,41$ .



Аналогично определяются значения для других цветов.

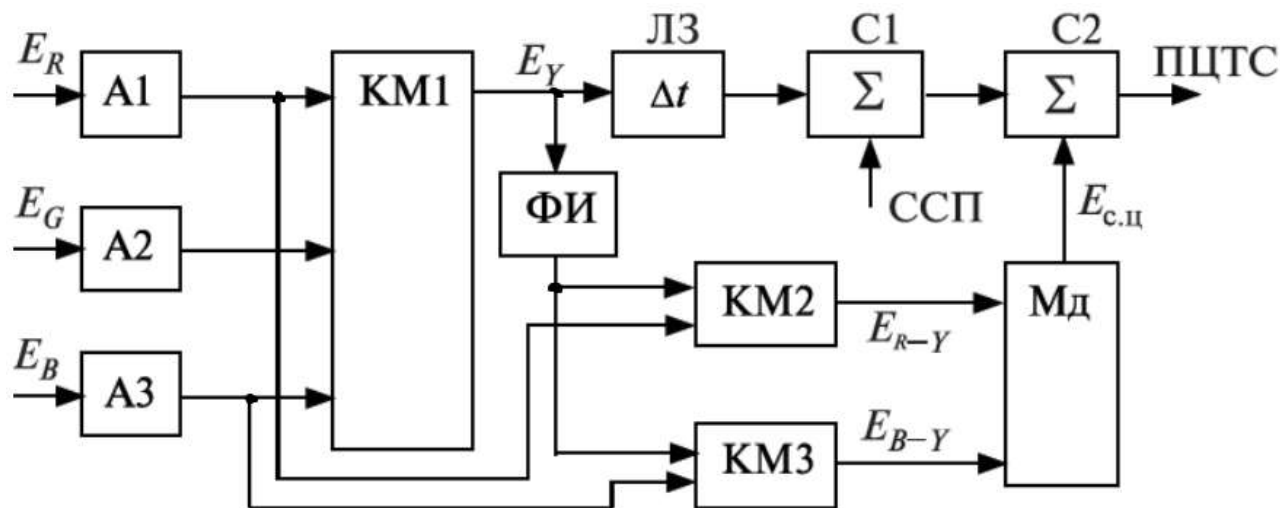
## 2 Аналоговые системы цветного телевидения

Цветное вещательное телевидение базируются на трех системах: **СЕКАМ** (*SECAM*), **ПАЛ** (*PAL*) и **НТСЦ** (*NTSC*).

Система **СЕКАМ** разработана во Франции и СССР (совместно), система **НТСЦ** — в США, **ПАЛ** — в ФРГ.

В аналоговых системах цветного телевидения для переноса информации об изображении используется **ПЦТС**, состоящий из сигналов яркости и цветности, синхронизирующих и гасящих импульсов.

# Аналоговые системы цветного телевидения



Принцип формирования **ПЦТС**:

- сигналы трех основных цветов  $E_R$ ,  $E_G$ ,  $E_B$ , пропорциональные яркости передаваемого изображения поступают на усилители  $A1$ ,  $A2$ ,  $A3$ ;

- с выхода усилителей сигналы  $E_R$ ,  $E_G$ ,  $E_B$ , поступают в кодирующее устройство, состоящее из кодирующих матриц  $КМ1$ ,  $КМ2$ ,  $КМ3$ , фазоинвертора  $\Phi И$ , линии задержки  $ЛЗ$ , сумматоров  $С1$ ,  $С2$ , модулятора  $Мд$ .

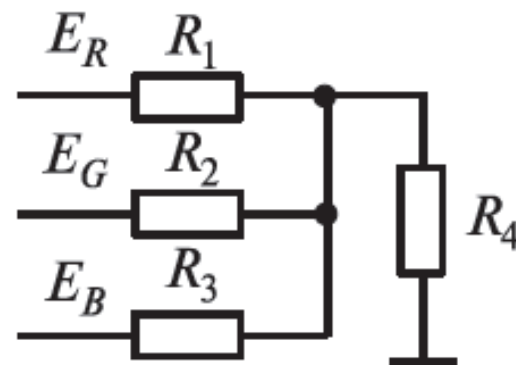


## Аналоговые системы цветного телевидения

В кодирующем устройстве формируется сигнал яркости, образуется сигнал цветности и происходит сложение сигналов яркости, цветности и синхронизации.

В кодирующей матрице КМ1 формируется сигнал яркости  $E_Y$ .

Матрица представляет собой три делителя напряжения с общей нагрузкой.



При отношении

$$R_4/R_1 = 0,3;$$

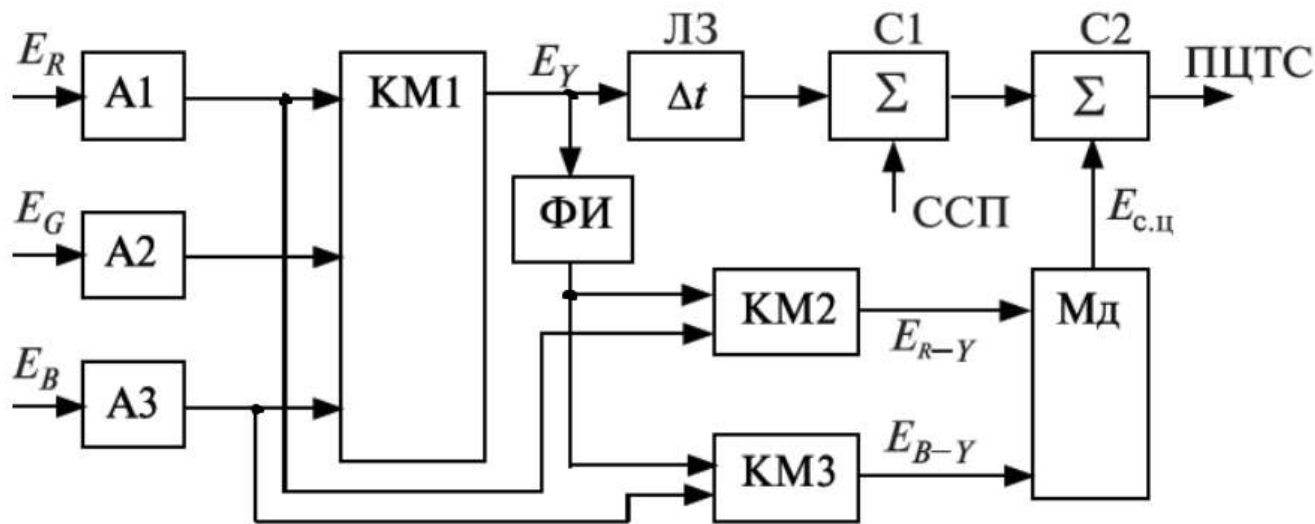
$$R_4/R_2 = 0,59;$$

$$R_4/R_3 = 0,11,$$

на выходе матрицы получается сигнал яркости:

$$E_Y = 0,3E_{\textcolor{red}{R}} + 0,59E_{\textcolor{green}{G}} + 0,11E_{\textcolor{blue}{B}}.$$

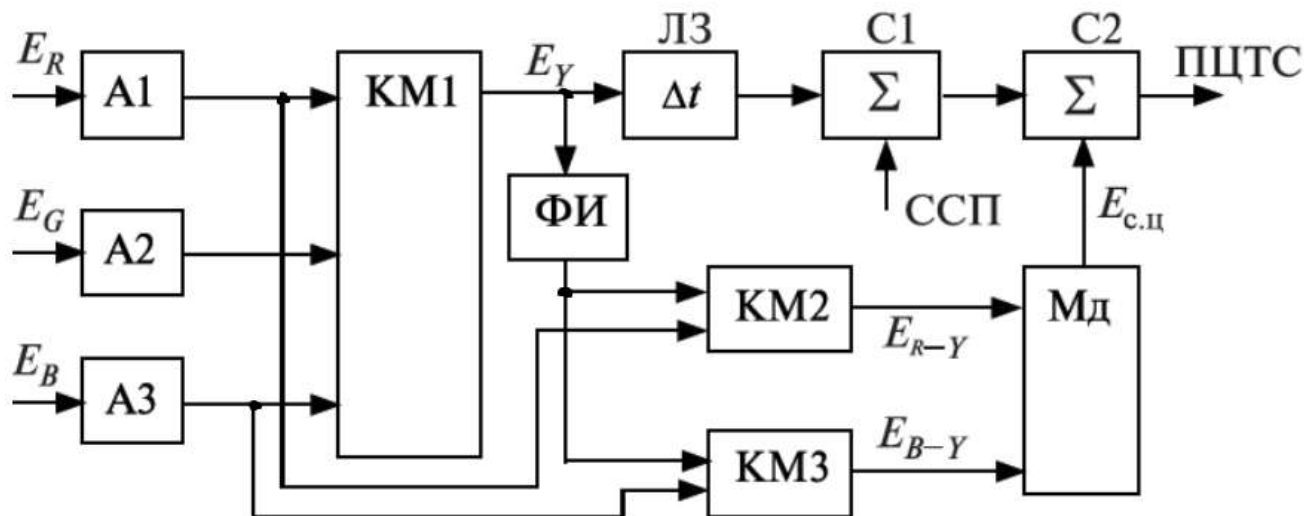
# Аналоговые системы цветного телевидения



Цветоразностные сигналы  $E_{R-Y}$  и  $E_{B-Y}$  формируют в кодирующих матрицах  $KM2$  и  $KM3$ . На входы этих матриц поступают сигналы  $E_R$ ,  $E_B$  и проинвертированный в фазоинверторе ( $\Phi И$ ) на  $180^\circ$  сигнал яркости  $E_Y$ .

Полученные на выходе матриц сигналы  $KM2$  и  $KM3$   $E_{R-Y}$  и  $E_{B-Y}$  далее попадают в модулятор, на выходе которого формируется сигнал цветности  $E_{с.ц}$ .

# Аналоговые системы цветного телевидения



Сигнал цветности  $E_{с.ц}$  складывается в сумматоре С2 с сигналом  $E_Y$ , в который в сумматоре С1 введены сигналы синхронизации приемника (ССП).

Для согласования во времени сигналов яркости и цветности сигнал яркости задерживается на 0,4 мкс линией задержки (ЛЗ). Задержка сигналов цветности образуется за счет фильтров и других узкополосных устройств, включенных в канал их формирования.

## Аналоговые системы цветного телевидения

В системах **ПАЛ** и **НТСЦ** используется модуляция одной, а в системе **СЕКАМ** — двух цветовых поднесущих цветоразностными сигналами.

Системы цветного телевидения отличаются друг от друга способами модуляции цветовой поднесущей, видом цветоразностных сигналов и очередностью их передачи.

Отличительные параметры систем цветного телевидения **СЕКАМ** **НТСЦ** и **ПАЛ** приведены в таблице.

Параметр	СЕКАМ	НТСЦ	ПАЛ
Ширина полосы частот сигнала яркости, МГц	6 (стандарт D, K)	4,2 (стандарт M)	5,5 (стандарты B, G)
Частота поднесущей ЦРС $E_{R-Y}/E_{B-Y}$ , МГц	4,406/4,250	3,580	4,430
Способ передачи ЦРС	поочередный	одновременный	одновременный
Модуляция поднесущей ЦРС	частотная	квадратурная	квадратурная

## Аналоговые системы цветного телевидения

В системе **СЕКАМ** осуществляется непрерывная передача сигнала яркости и последовательная (поочередная) передача двух цветоразностных сигналов через строку с запоминанием их на длительность строки в телевизоре.

Благодаря запоминанию восстанавливается одновременность цветоразностных сигналов.

В системах **НТСЦ** и **ПАЛ** происходит непрерывная передача сигнала яркости и двух цветоразностных сигналов в каждой строке.

Применение более низкой частоты поднесущей в стандарте **НТСЦ**, используемом в США, обусловлено более узкой полосой частот **ПЦТС** (0... 4,2 МГц).

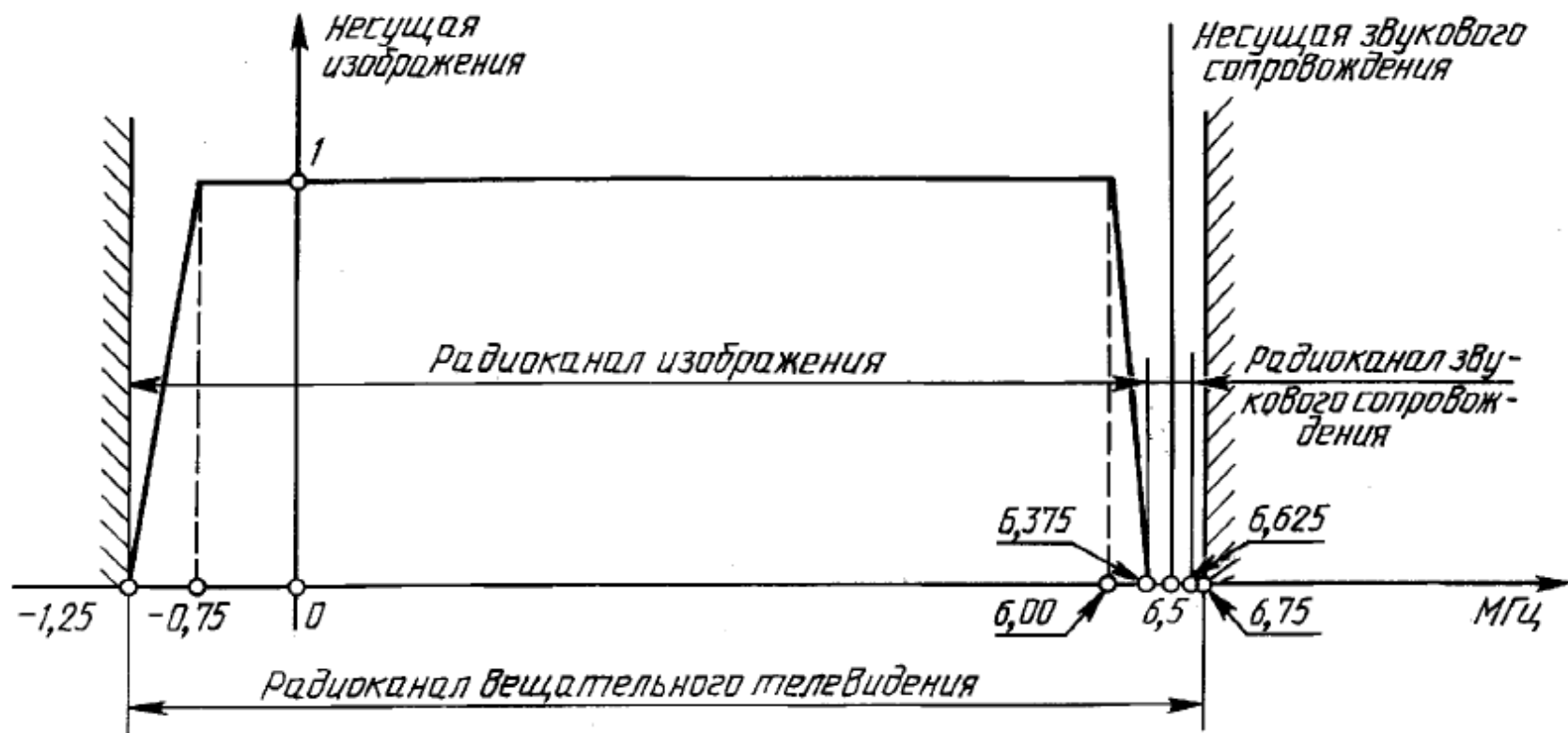
## Аналоговые системы цветного телевидения

В системе **СЕКАМ** за счет передачи цветоразностных сигналов через строку отсутствуют взаимные помехи между этими сигналами.

Применение частотной модуляции для их передачи несколько улучшает помехозащищенность. В то же время четкость принимаемого изображения оказывается хуже, чем в других системах, так как информация о цвете принимается только с половины строк формируемого на передаче изображения.

Для получения сигнала  $E_{G-Y}$  в системе **СЕКАМ** используются цветоразностные сигналы разных (соседних) строк, что может вызвать искажения при воспроизведении зеленого цвета.

# Аналоговые системы цветного телевидения



Радиоканал вещательного телевидения и номинальная характеристика боковых полос канала изображения телевизионного радиопередатчика

# Аналоговые системы цветного телевидения

Частотный диапазон	Номер радиоканала	Номинальная полоса частот радиоканала, МГц	Номинальная частота несущей, МГц	
			изображения $f_{0и}$	звукового сопровождения
I	1	48,5—56,5	49,75	56,25
	2	58,0—66,0	59,25	65,75
II	3	76,0—84,0	77,25	83,75
	4	84,0—92,0	85,25	91,75
	5	92,0—100,0	93,25	99,75
III	6	174,0—182,0	175,25	181,75
	7	182,0—190,0	183,25	189,75
	8	190,0—198,0	191,25	197,75
	9	198,0—206,0	199,25	205,75
	10	206,0—214,0	207,25	213,75
	11	214,0—222,0	215,25	221,75
	12	222,0—230,0	223,25	229,75



---

# Литература

**В. И. Лузин и др.**

Основы телевизионной техники: Учеб. пособие. — М.: СОЛОН-Пресс, 2009. — 432 с.: ил. — (Серия «Библиотека студента»).