

Содержание дисциплины

- Введение
- Восприятие света и цвета
- Выбор параметров ТВ системы.
- Формирование, обработка и воспроизведение ТВ сигналов.
- Системы аналогового ТВ вещания
- Системы цифрового ТВ вещания

ВВЕДЕНИЕ

05.10.2020

ТВ вещание Дуклау В.В. СПб ГУТ им.проф.
М.А. Бонч-Бруевича

- ТВ вещание переходит «с аналога на цифру»
- Появляются новые виды ТВ вещания:
WEB–ТВ-вещание
Сотовое ТВ
- ТВ вещание становится частью индустрии мультимедиа
- Мультимедийные (компьютерные) технологии предоставляют ТВ отрасли новые возможности создания и распространения ТВ программ

Лекция 1.

Восприятие света и цвета

1. Основные понятия

- Свет. Кривая относительной видности
- Цвет. Яркость, цветность.
- Цветовой тон, насыщенность.
- Спектральная чувствительность глаза
- Насыщенность мелких деталей

ТВ системы

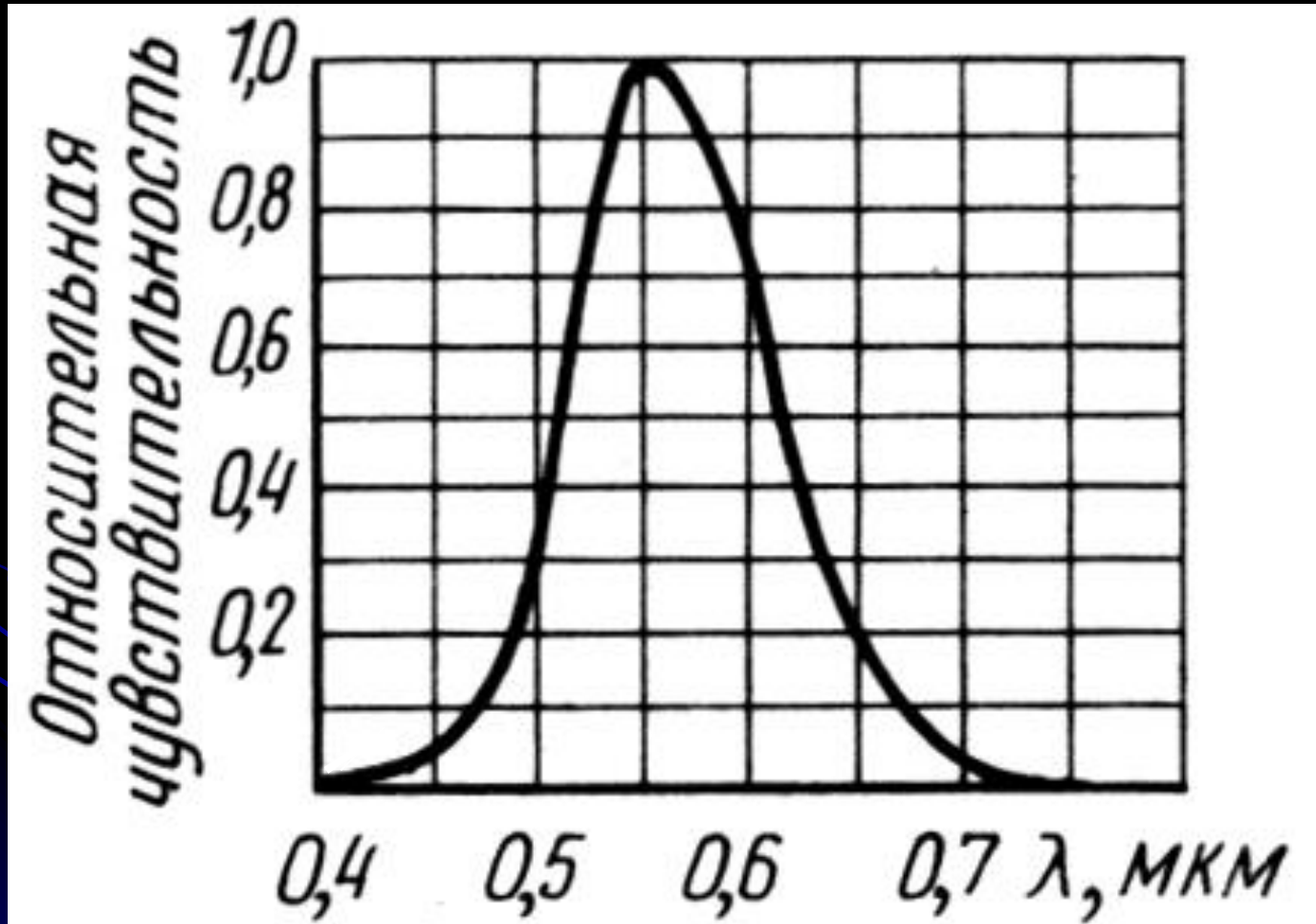
- Аналоговое, цифровое ТВ.
- Черно-белое, цветное ТВ.
- ТВС стандартной, пониженной, высокой четкости (ТВЧ)
- Двумерное, стереоскопическое ТВ;
- Многокурсное, голографическое ТВ, ТВ виртуальной реальности.

Восприятие света и цвета, кривая относительной ВИДНОСТИ

05.10.2020

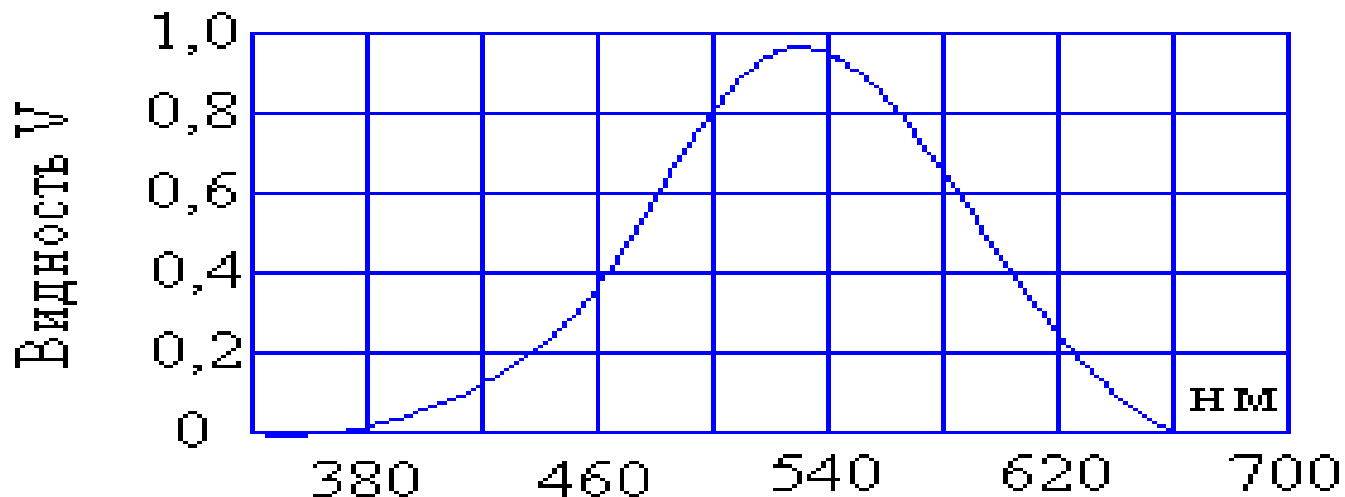
ТВ вещание Дуклау В.В. СПб ГУТ им.проф.
М.А. Бонч-Бруевича

Кривая относительной видности. Восприятие яркости.



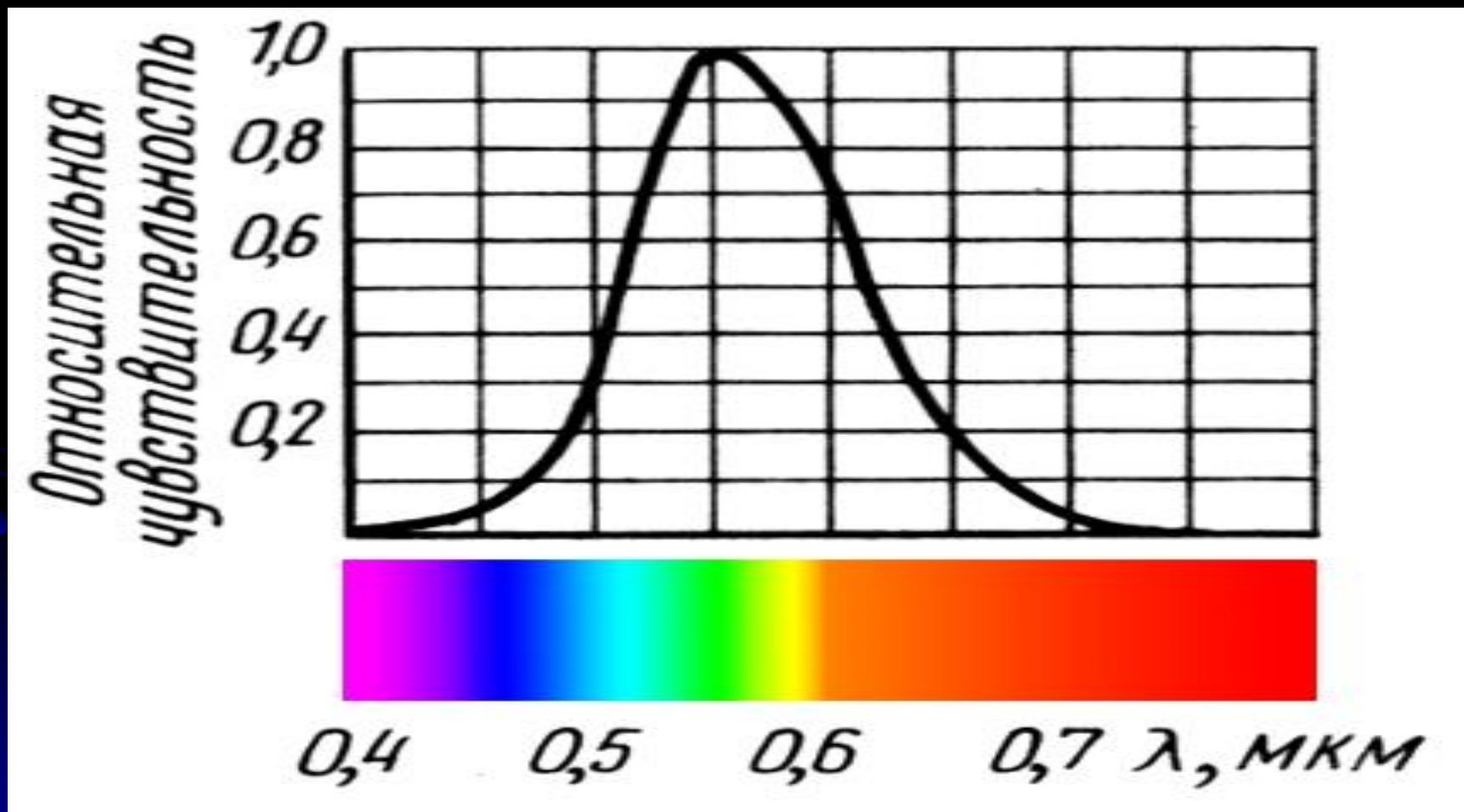
Кривая относительной видности.

Восприятие цветности

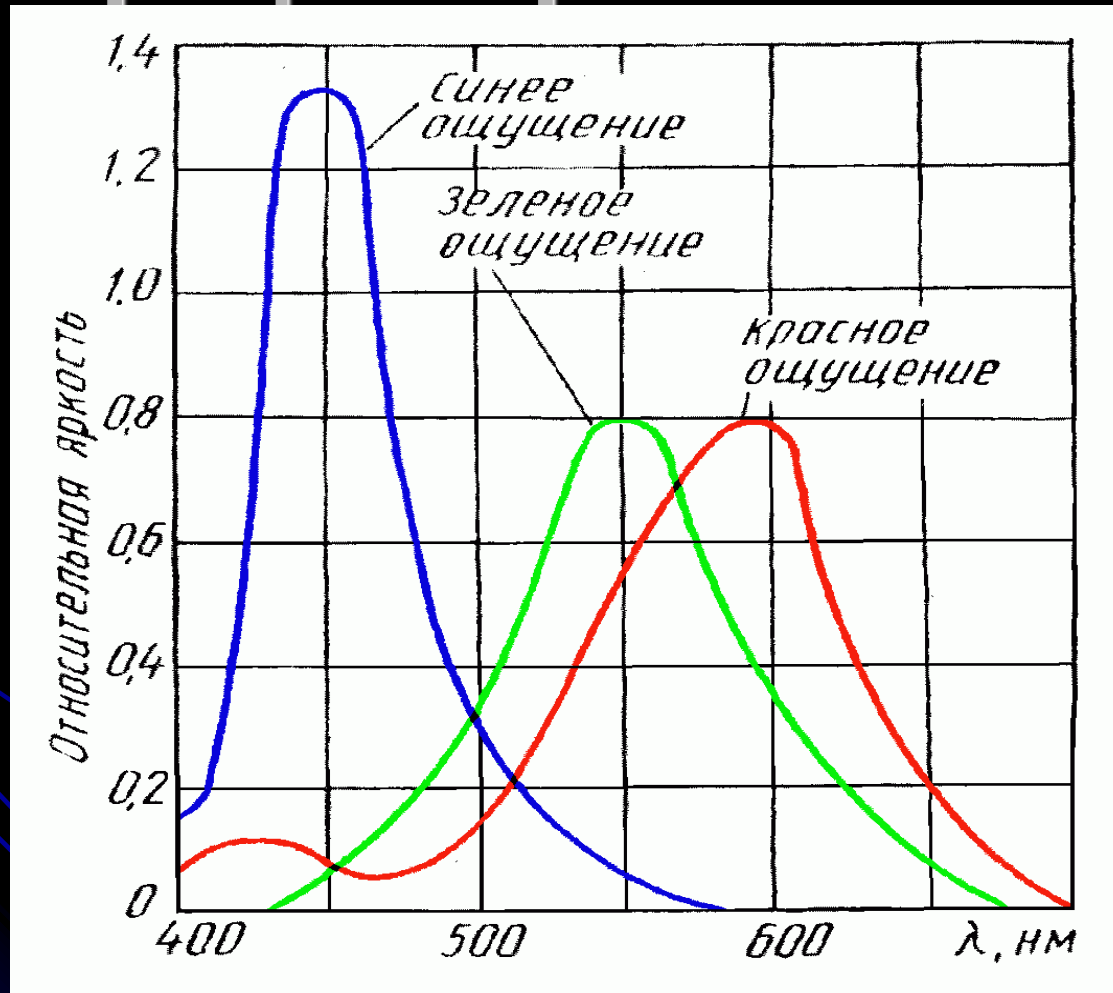


Фиолетовый	Синий	Зеленый	Желтый	Оранжевый	Красный
------------	-------	---------	--------	-----------	---------

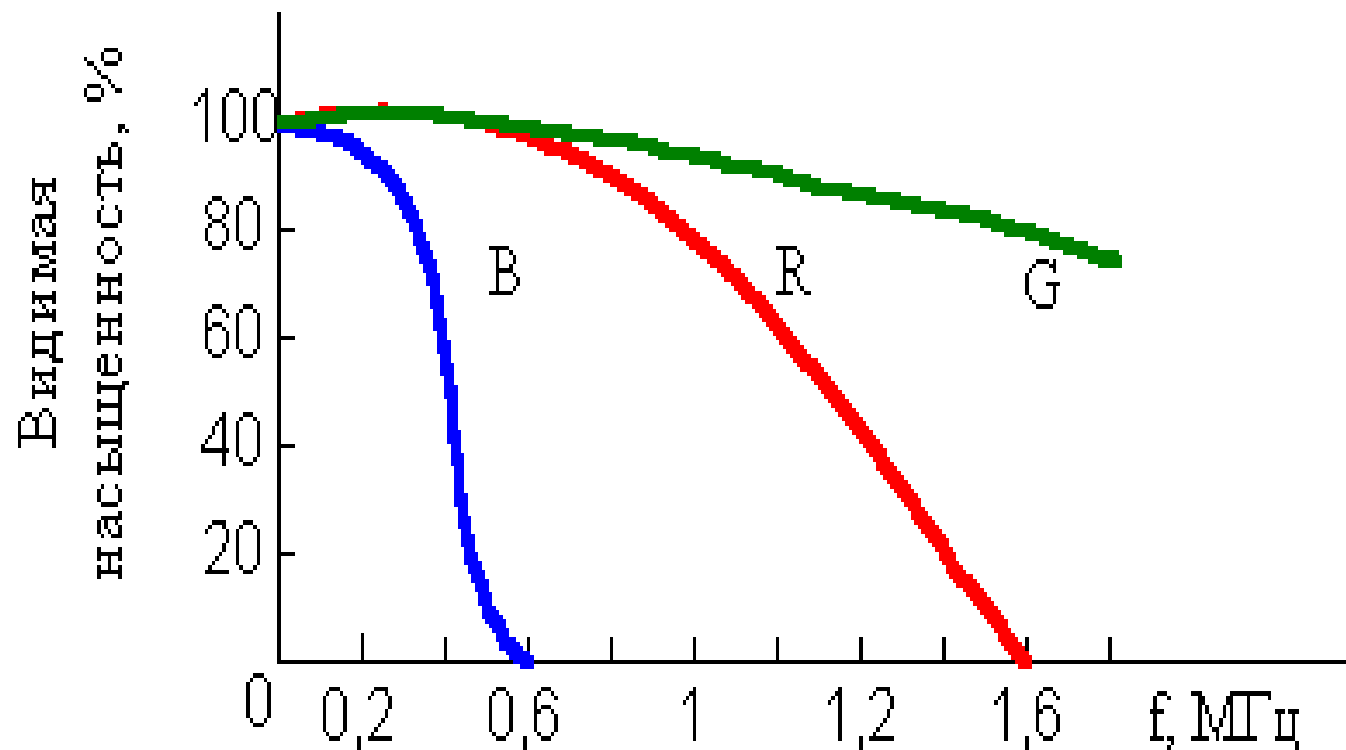
Кривая видности и монохроматические цвета



Кривые возбуждения рецепторов глаза.



Восприятие насыщенности мелких деталей





05.10.2020

ТВ вещание Дуклау В.В. СПб ГУТ им.проф.
М.А. Бонч-Бруевича

Основы ТВ колориметрии

05.10.2020

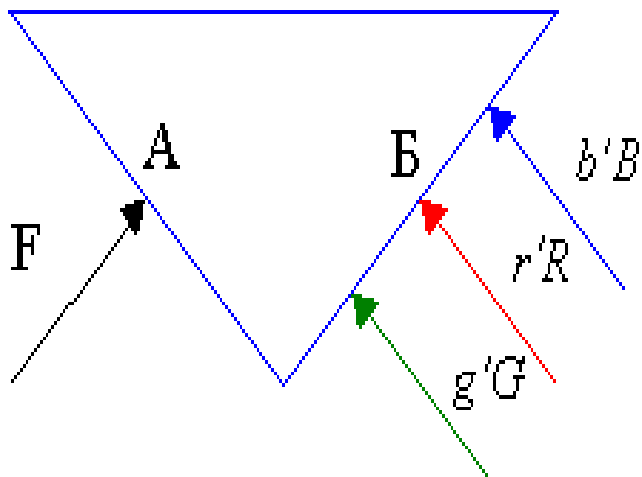
ТВ вещание Дуклау В.В. СПб ГУТ им.проф.
М.А. Бонч-Бруевича

14

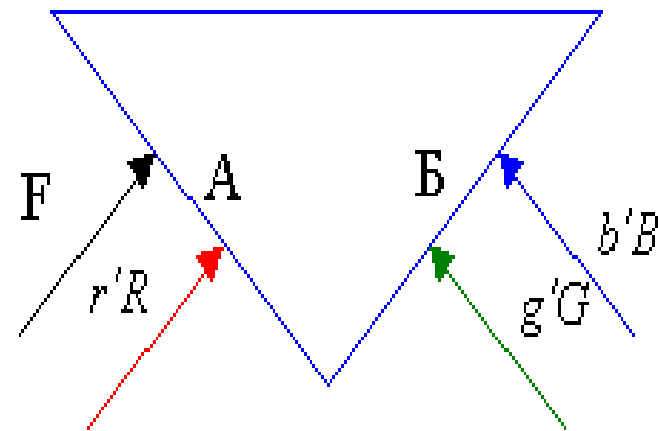
Основное колориметрическое уравнение

$$mF = rR + gG + bB$$

К определению кривых смещения

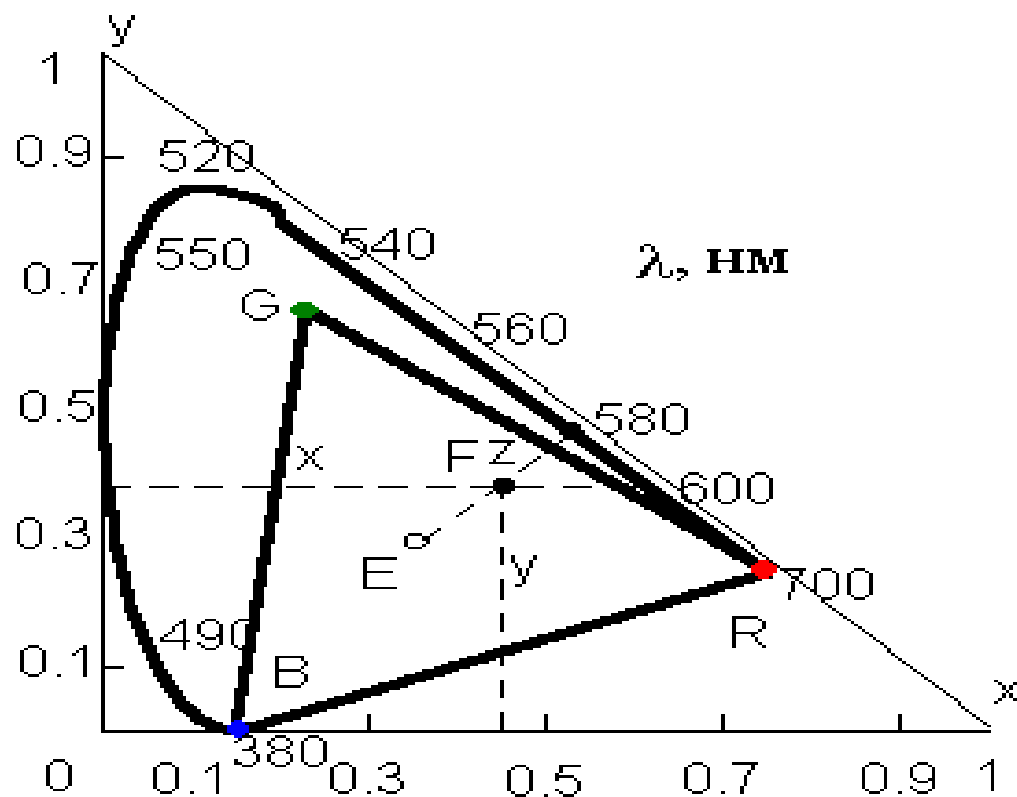


a)

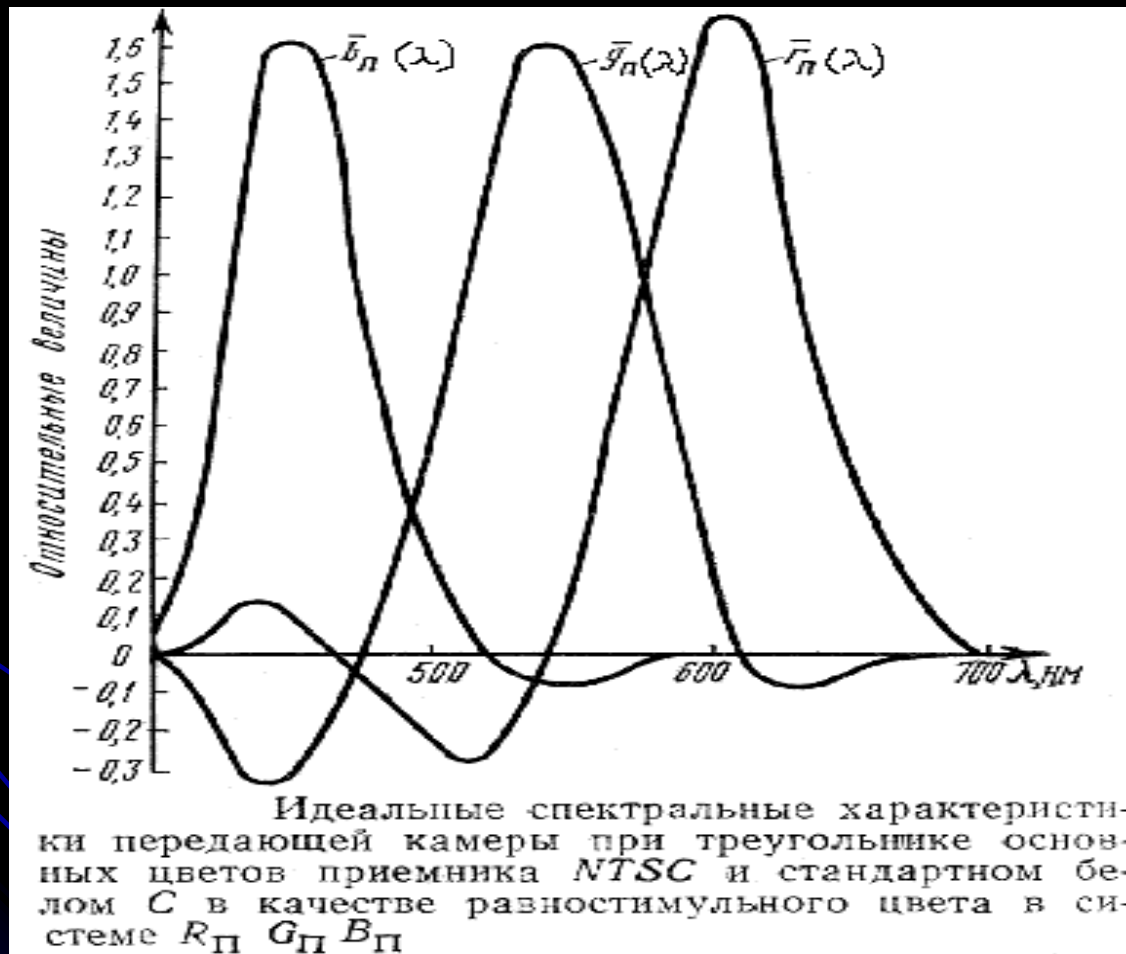


б)

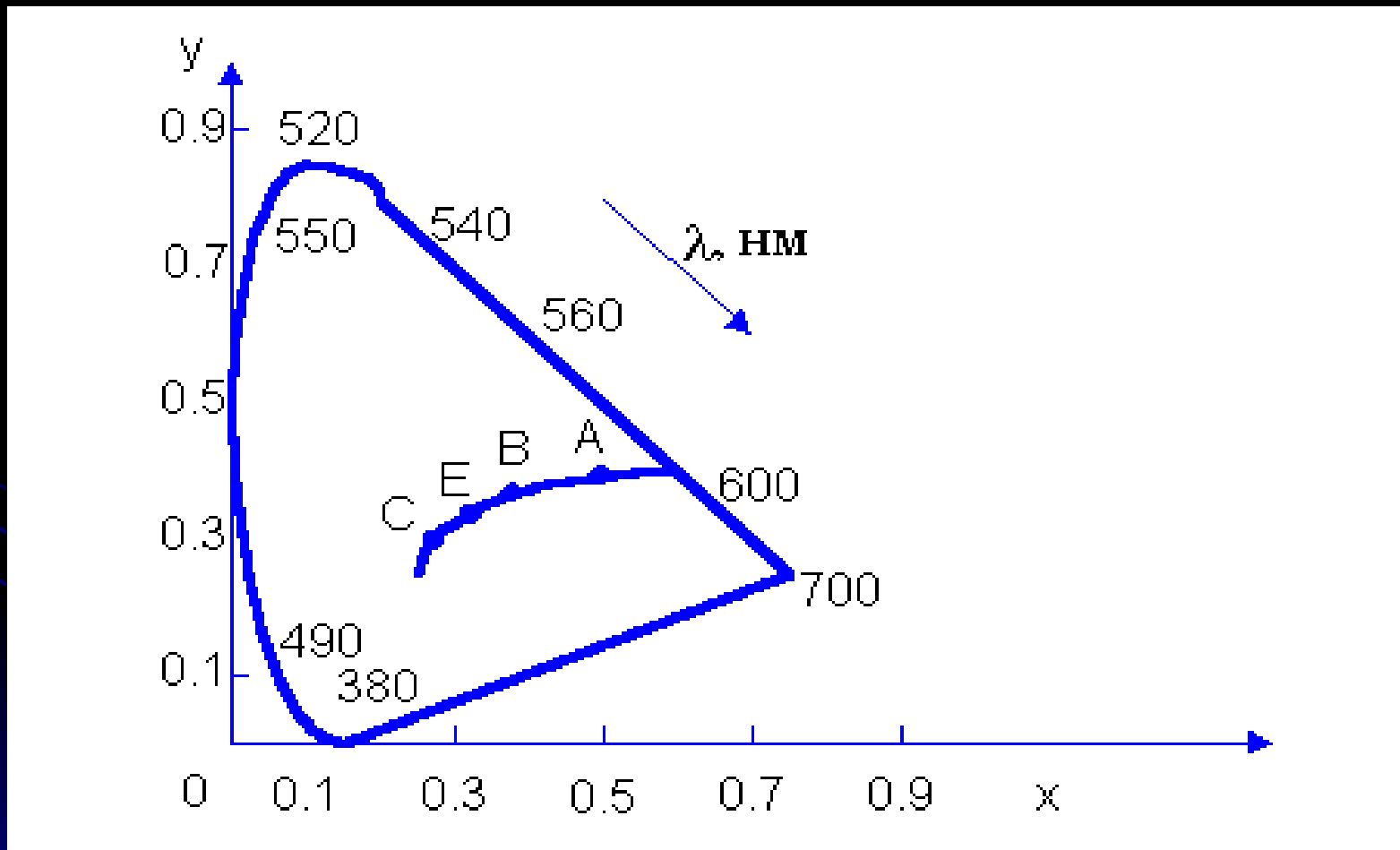
Цветовой локус и треугольник основных R,G,B цветов приемника



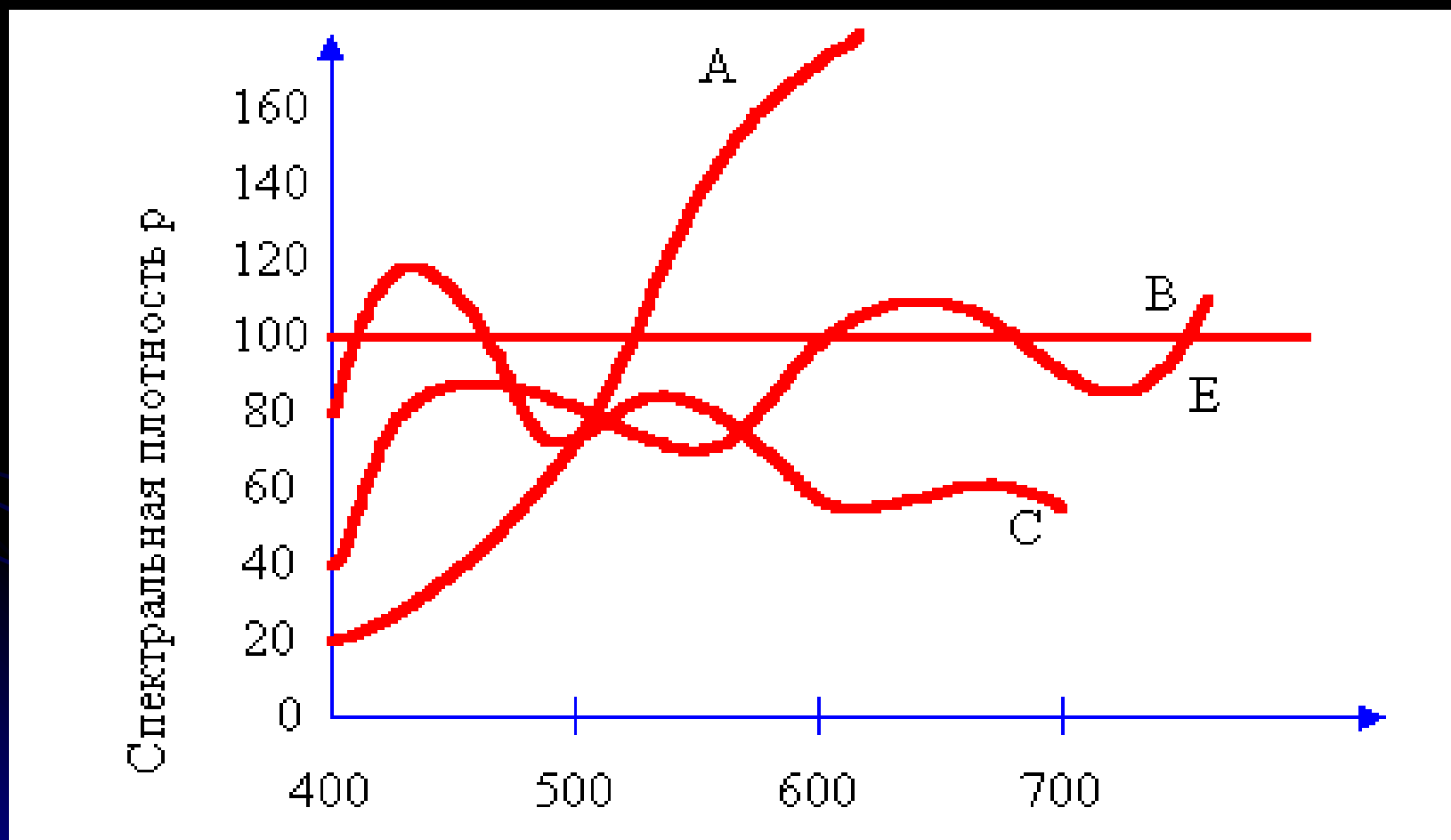
Кривые смещения (характеристики) цветной ТВ камеры



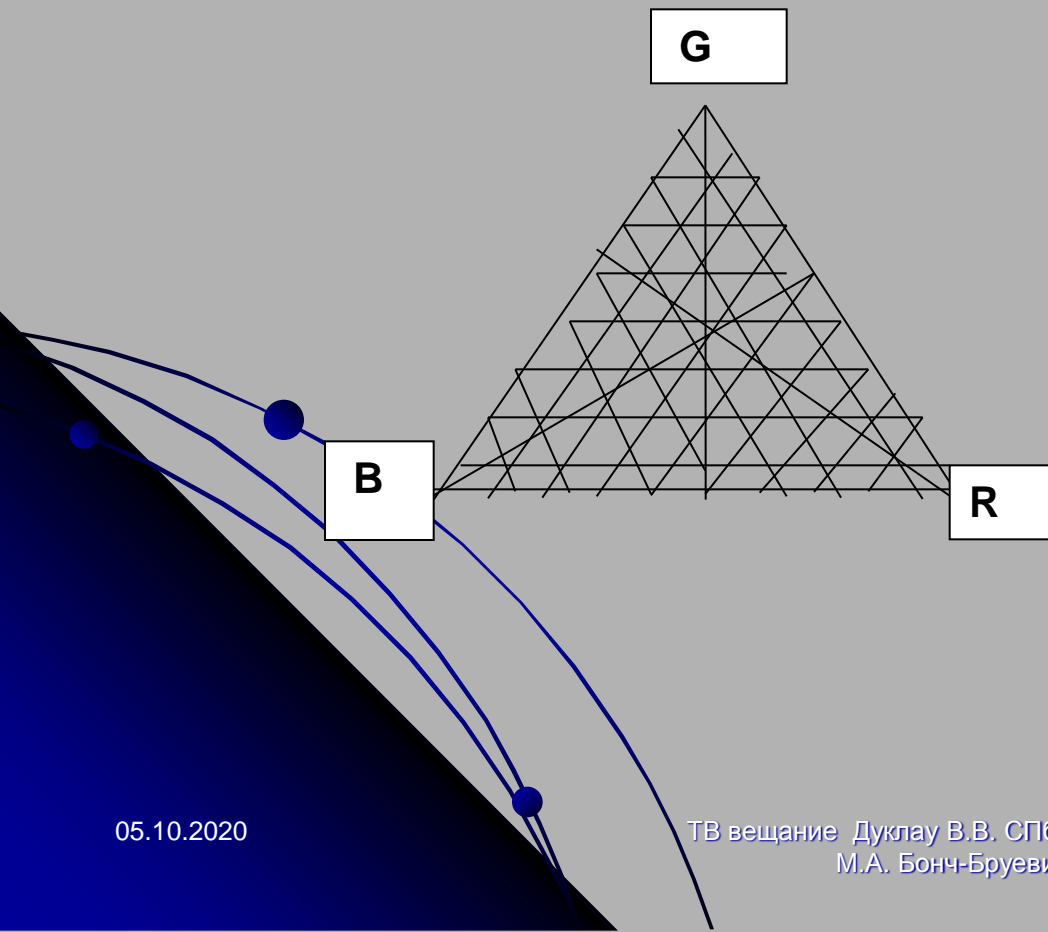
Цветовой локус и стандартные источники белого



Спектральные характеристики стандартных источников



Цветовой треугольник приемника и координаты цветности

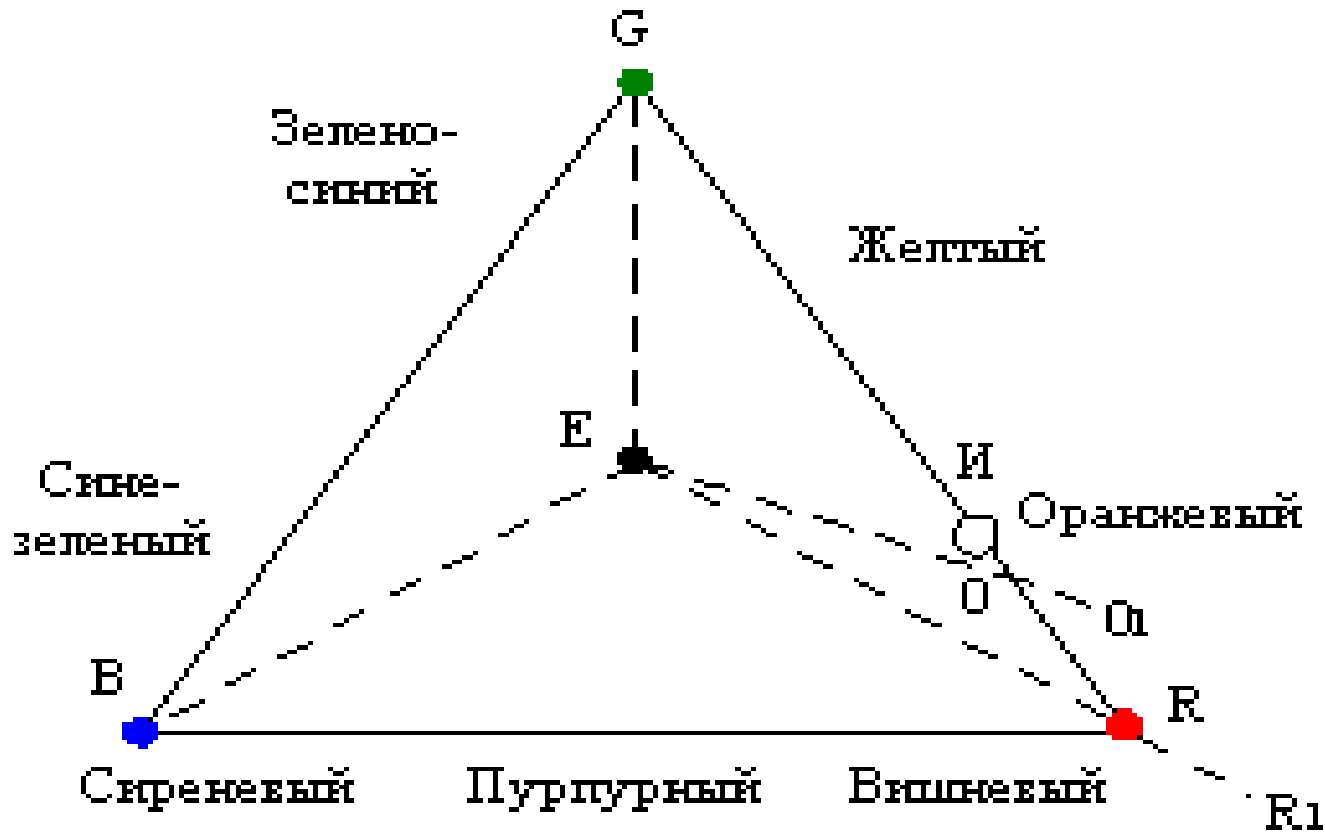


$$r = \frac{U_r}{U_r + U_g + U_b}$$

$$g = \frac{U_g}{U_r + U_g + U_b}$$

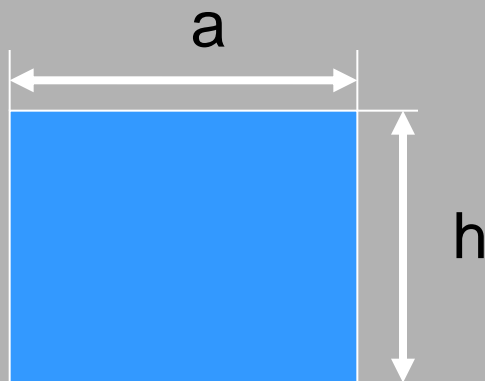
$$b = \frac{U_b}{U_r + U_g + U_b}$$

Цветовой треугольник приемника, дополнительные цвета и равноэнергитический белый E



Характеристики зрения и параметры ТВ системы

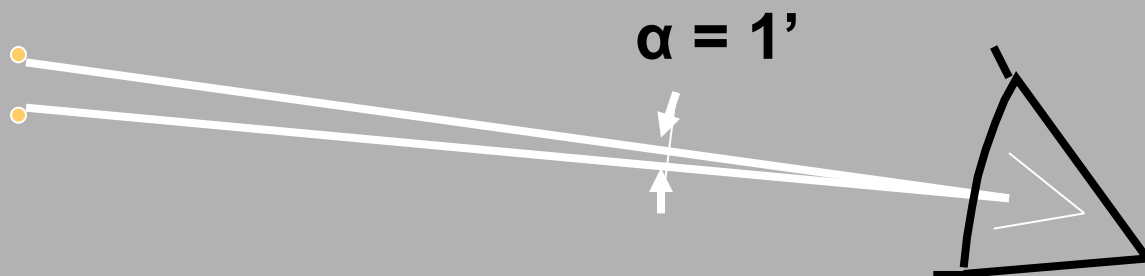
3.1. Поле ясного зрения и формат кадра



$$k1 = a/h = 4/3$$

$$k2 = a/h = 16/9$$

3.2. Разрешающая способность и число строк разложения



$$w = 1/\alpha$$

В ТВ $z = 625$, $k_1 = 4/3$

768x575

В ТВЧ $z = 1125$, $k_2 = 16/9$

1920x1080

3.3. Критическая частота мельканий и частота полей

$$f_{кр} = a_0 \lg L_{ср} + C_0$$

где $L_{ср}$ - средняя яркость, кд/м²

$$C_0 = 26,8$$

$$f_{п} \geq 50 \text{ Гц}$$

3.4. Контраст, контрастная чувствительность и число воспринимаемых градаций

$$K = L_{\max} / L_{\min} \leq 250$$

$$\sigma = (\Delta L_{\min} / L_{\phi})_{\text{пор}} = \text{Const} = 0,02 \div 0,005$$

$$A \approx 100$$

4. Стандарты аналогового ТВ вещания

4.1. Стандарты несущих частот

Частотные диапазоны ТВ вещания

Полоса	Диапазон	Частота, МГц
I	МВ	48...66
II	МВ	76...100
III	МВ	174...230
IV	ДМВ	470...582
V	ДМВ	582...862

4.2. Стандарты разверток, частот видео и аудио трактов

Основные параметры телестандартов группы II

Параметр	Возможные значения
Число строк	525, 625,
Число кадров	25, 30
Ширина канала, МГц	5, 6, 7, 8,
Полоса сигнала яркости, МГц	4.2, 5, 5.5, 6,
Разнос несущих видео и звука, МГц	4.5, 5.5, 6, 6.5,
Полярность модуляции	Положительная, отрицательная
Тип модуляции несущей звука	АМ, ЧМ

4.3. Стандарты ТВ вещания

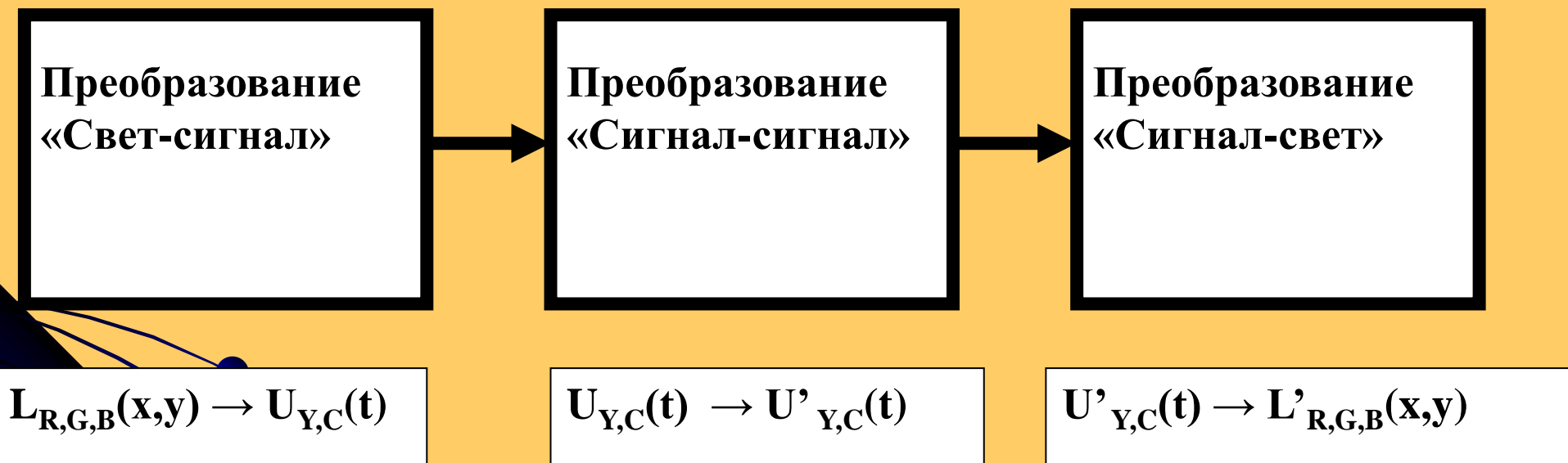
Стандарт	Число строк	Ширина канала, МГц	Полоса видеосигнала, МГц	Разнос несущих видео/звук, МГц	Полярность модуляции	Тип модуляции несущей звука
B	625	7	5	5.5	-	ЧМ
C	625	7	5	5.5	+	АМ
D	625	8	6	6.5	-	ЧМ
G	625	8	5	5.5	-	ЧМ
H	625	8	5	5.5	-	ЧМ
I	625	8	5.5	6	-	ЧМ
K	625	8	6	6.5	-	ЧМ
L	625	8	6	6.5	+	АМ
M	525	6	4.2	4.5	-	ЧМ
N	525	6	4.2	4.5	-	ЧМ

4.4. Стандарты систем цветности

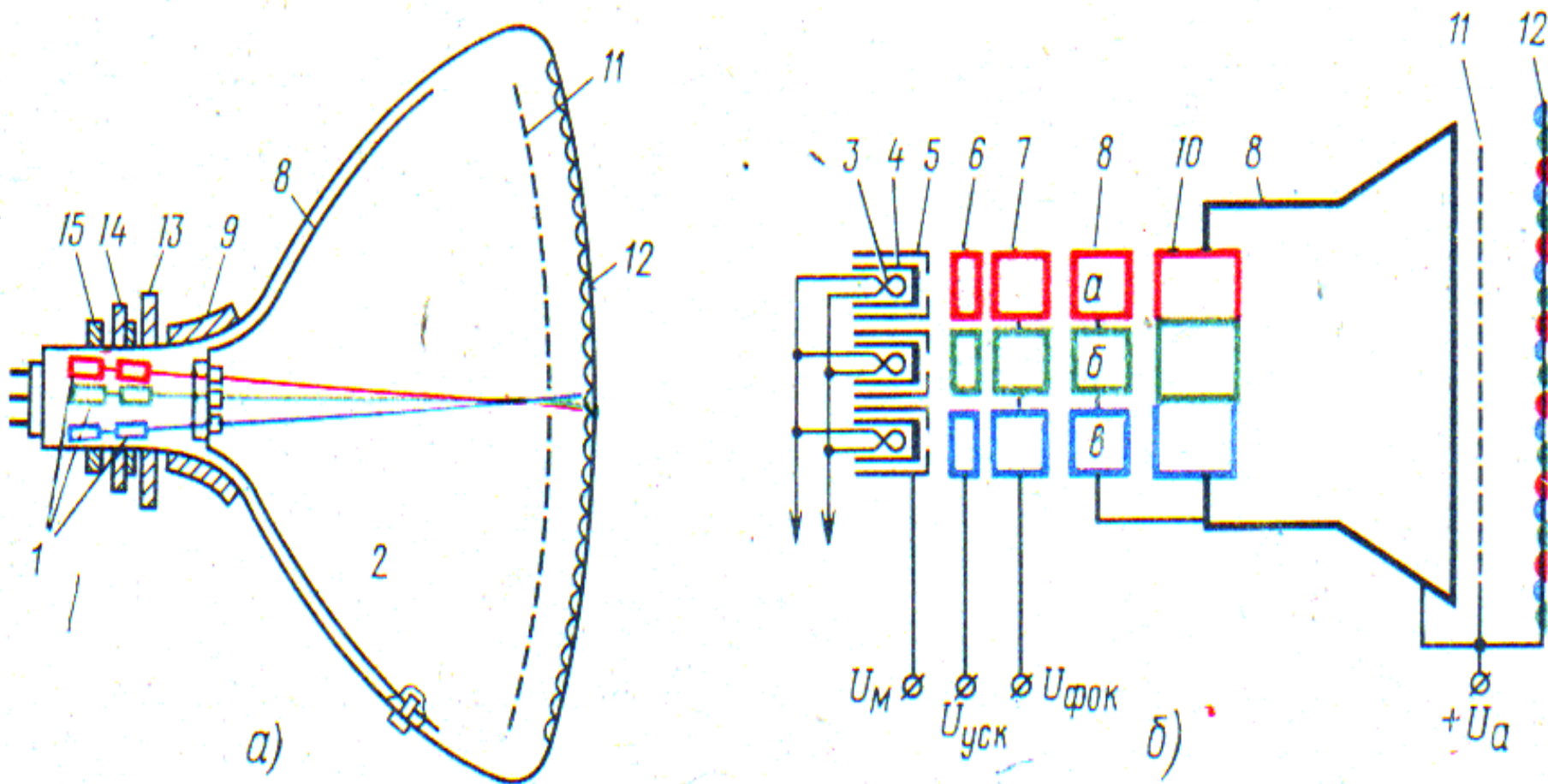
- NTSC
- PAL
- SECAM

5. Обобщенная структурная схема ТВ системы

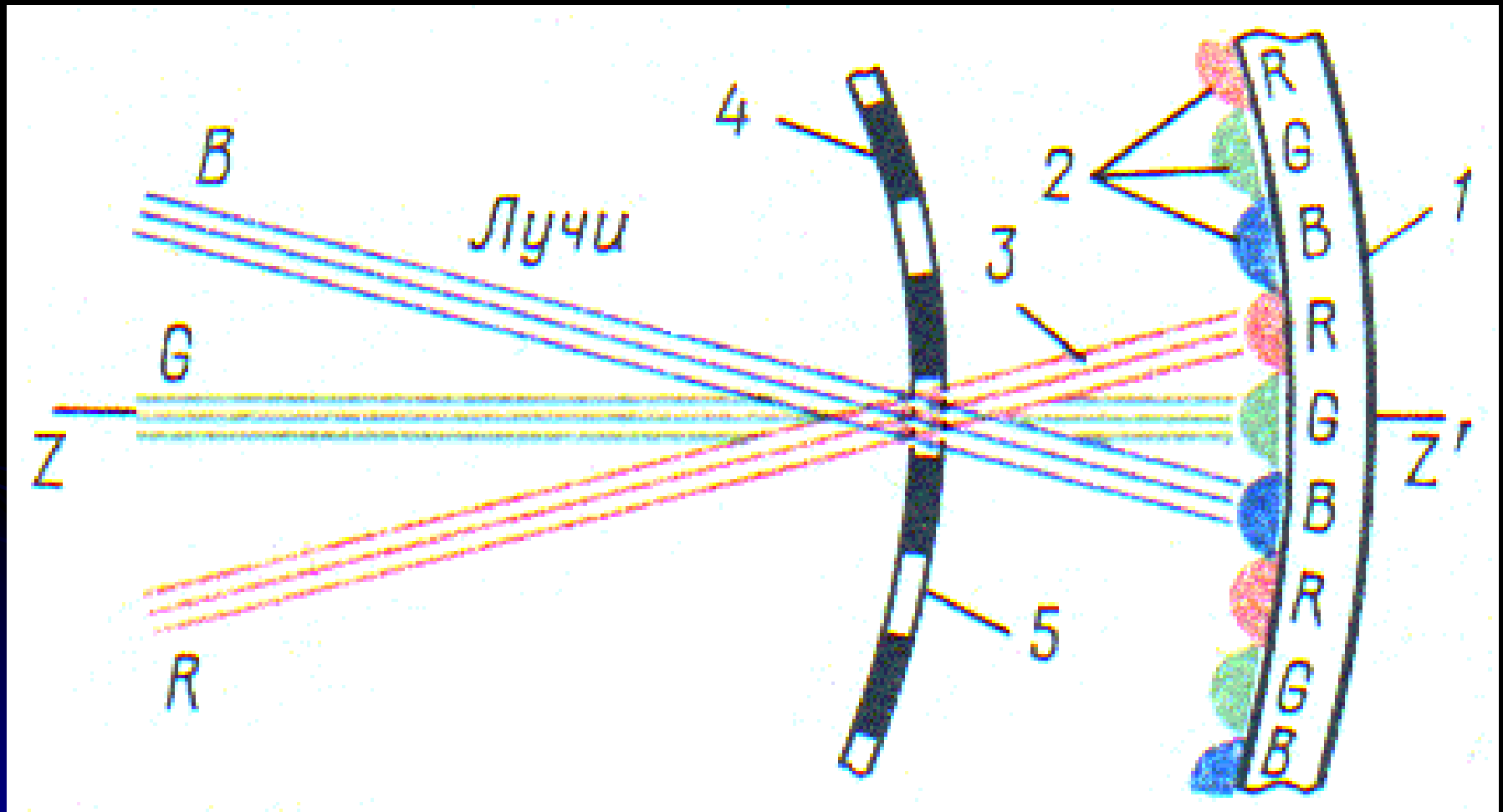
5.1. Обобщенная структурная схема ТВ системы



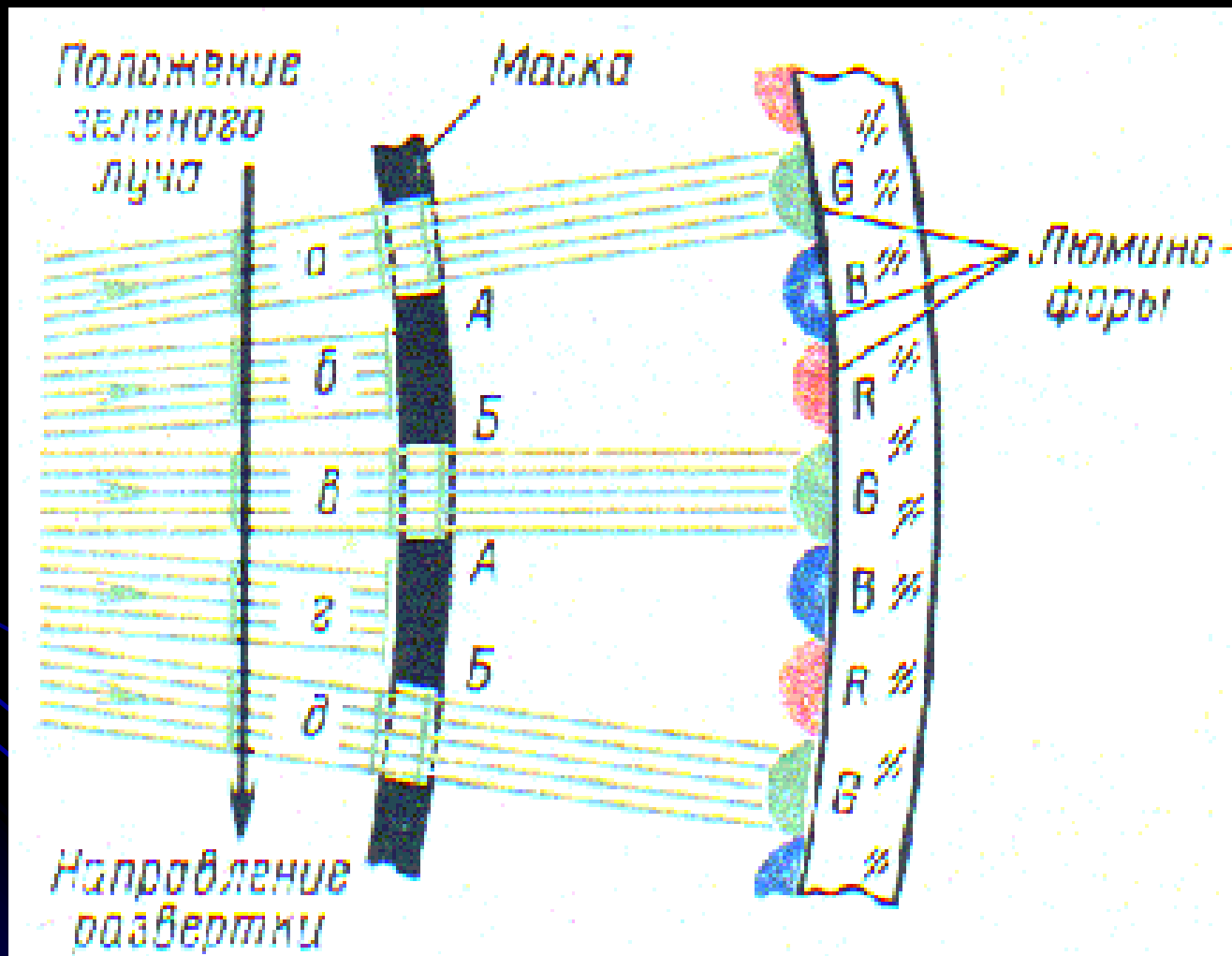
6.1. Устройство и работа масочного кинескопа



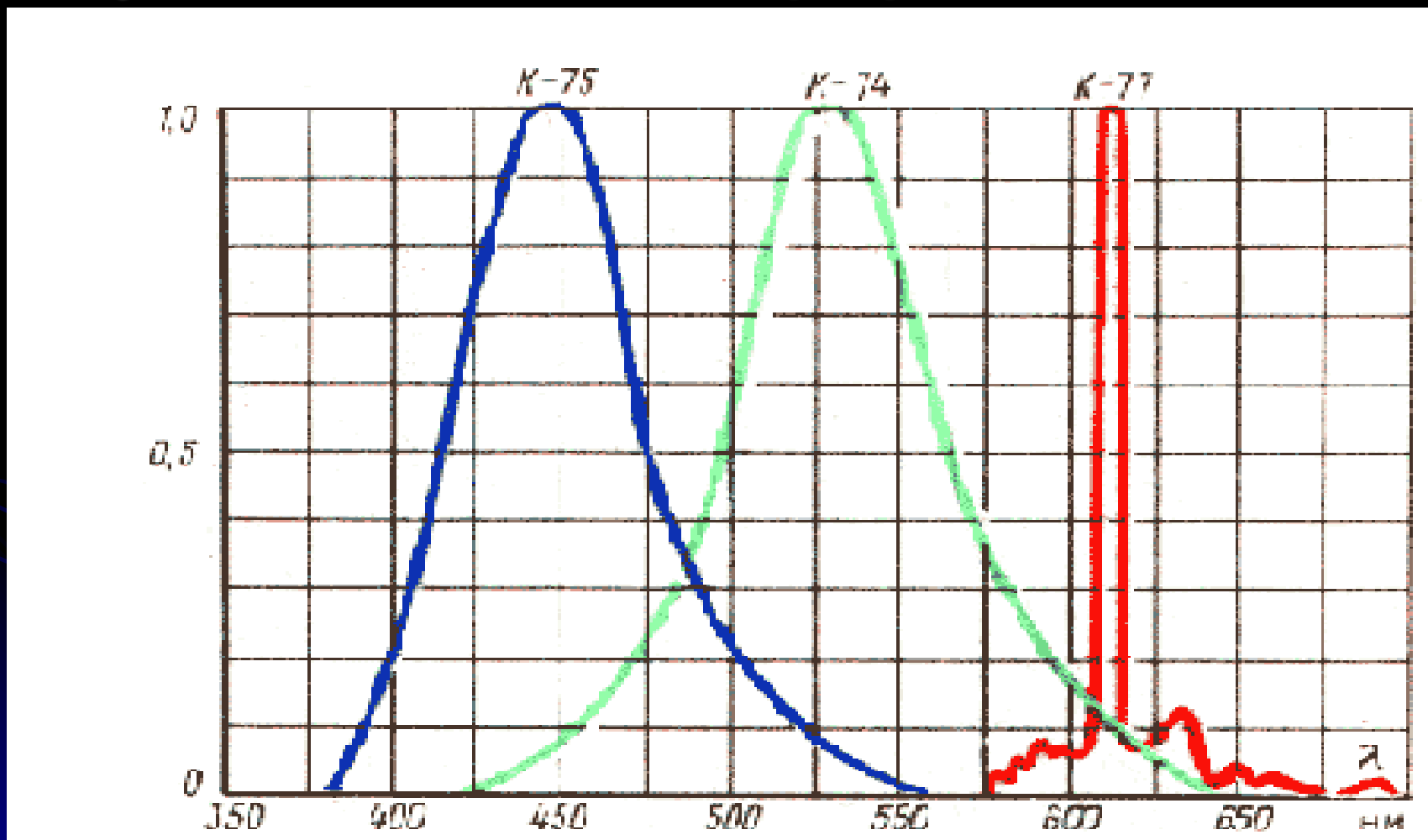
6.2. Цветной кинескоп. Фокусирующая тенева маска



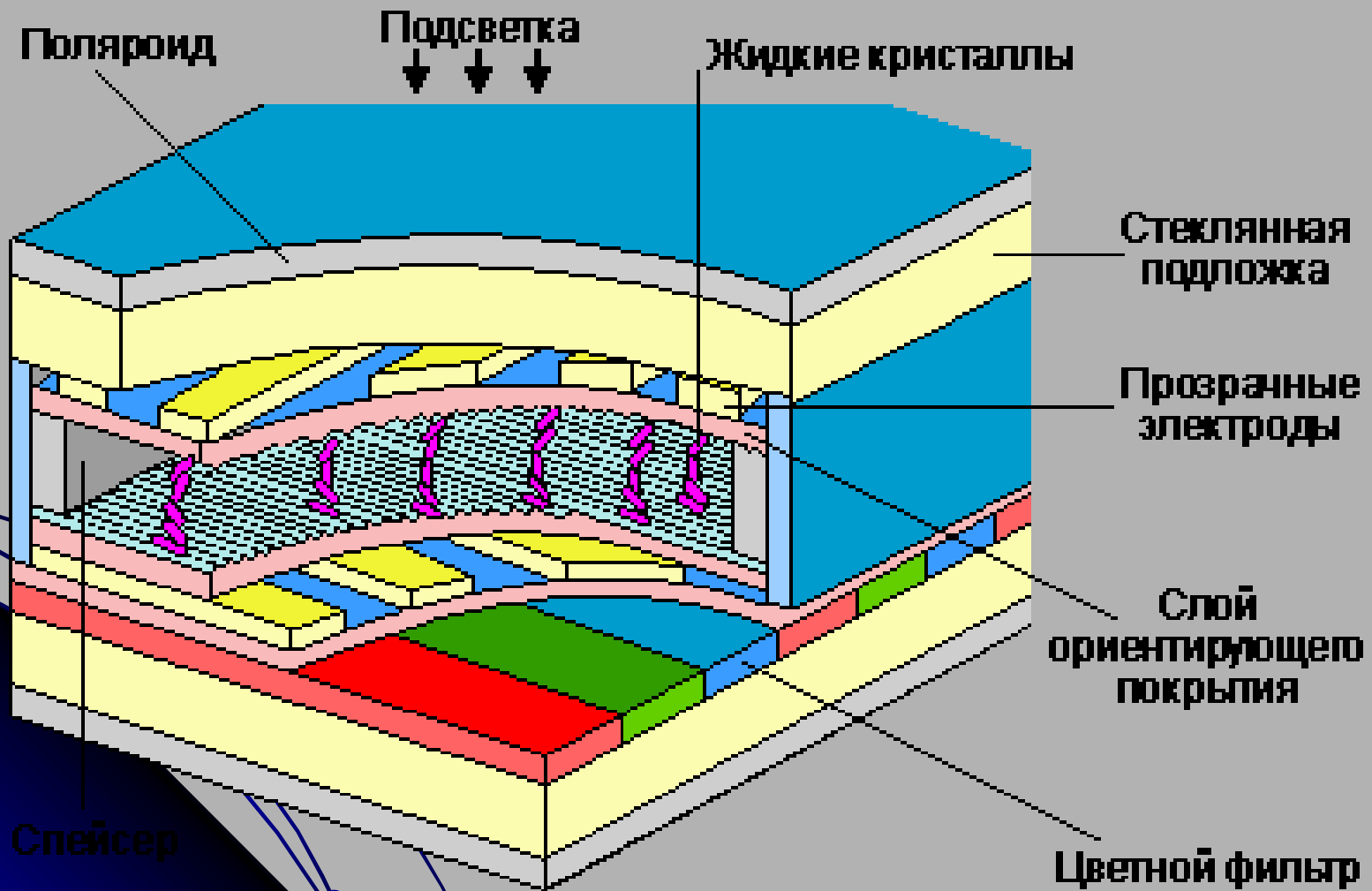
6.3.Эффективность маски



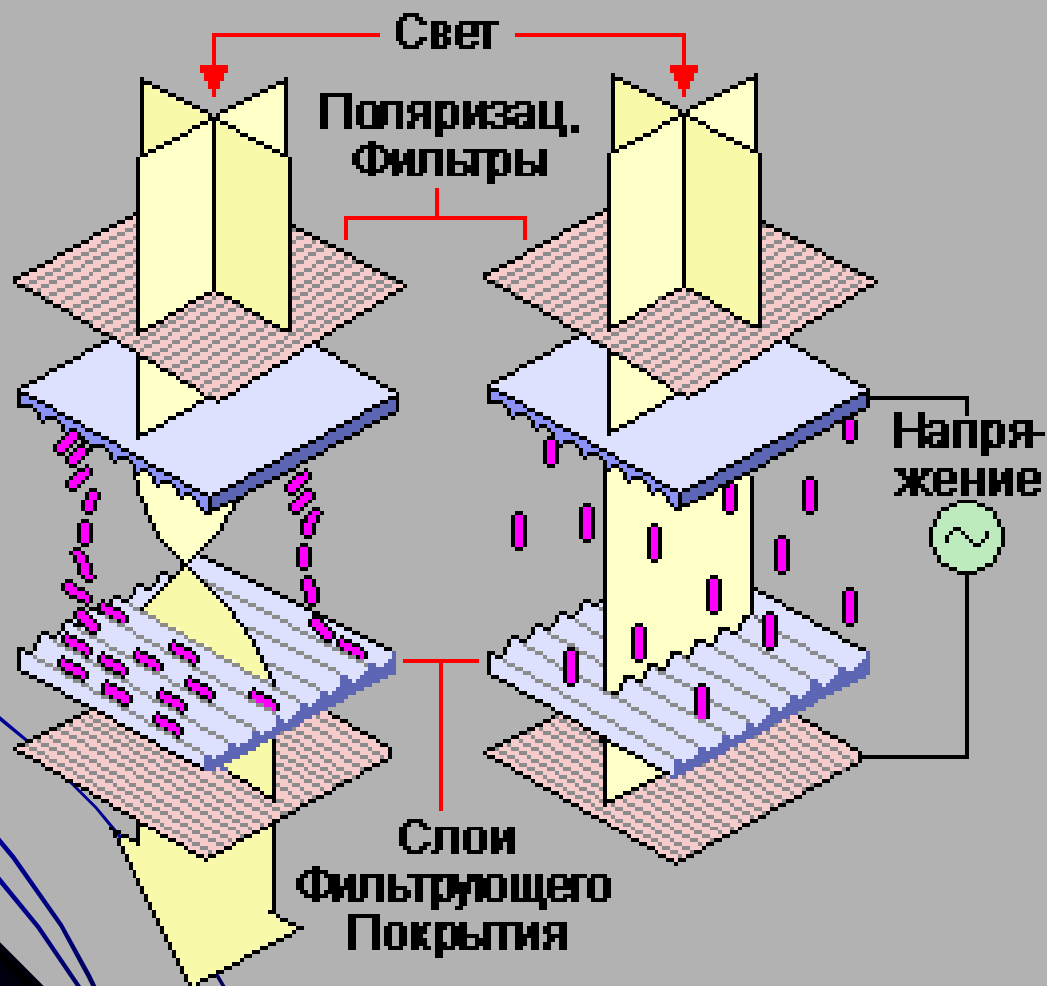
6.4. Спектральные характеристики излучения люминофоров кинескопа



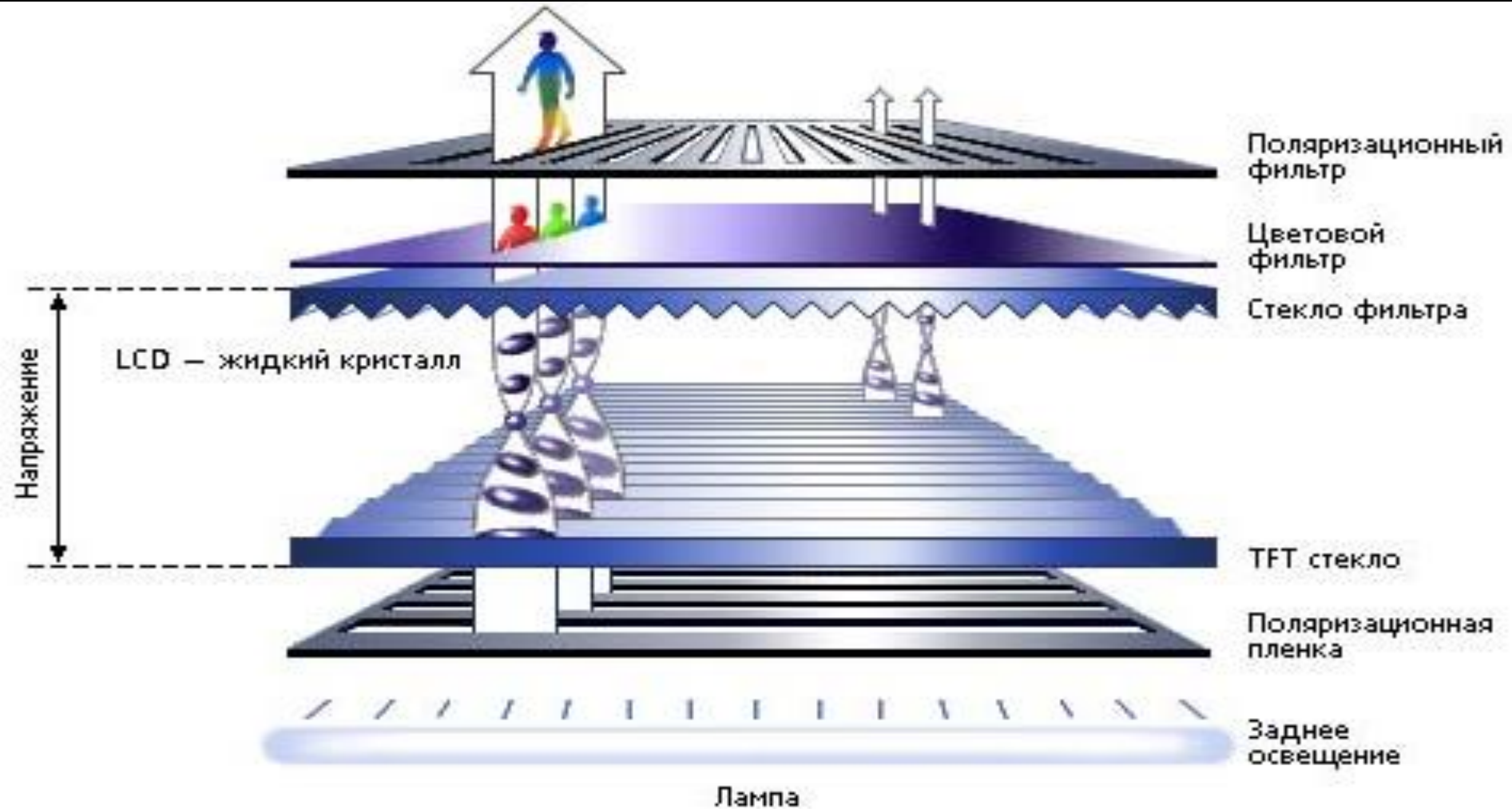
7.1. ЖК-ячейка



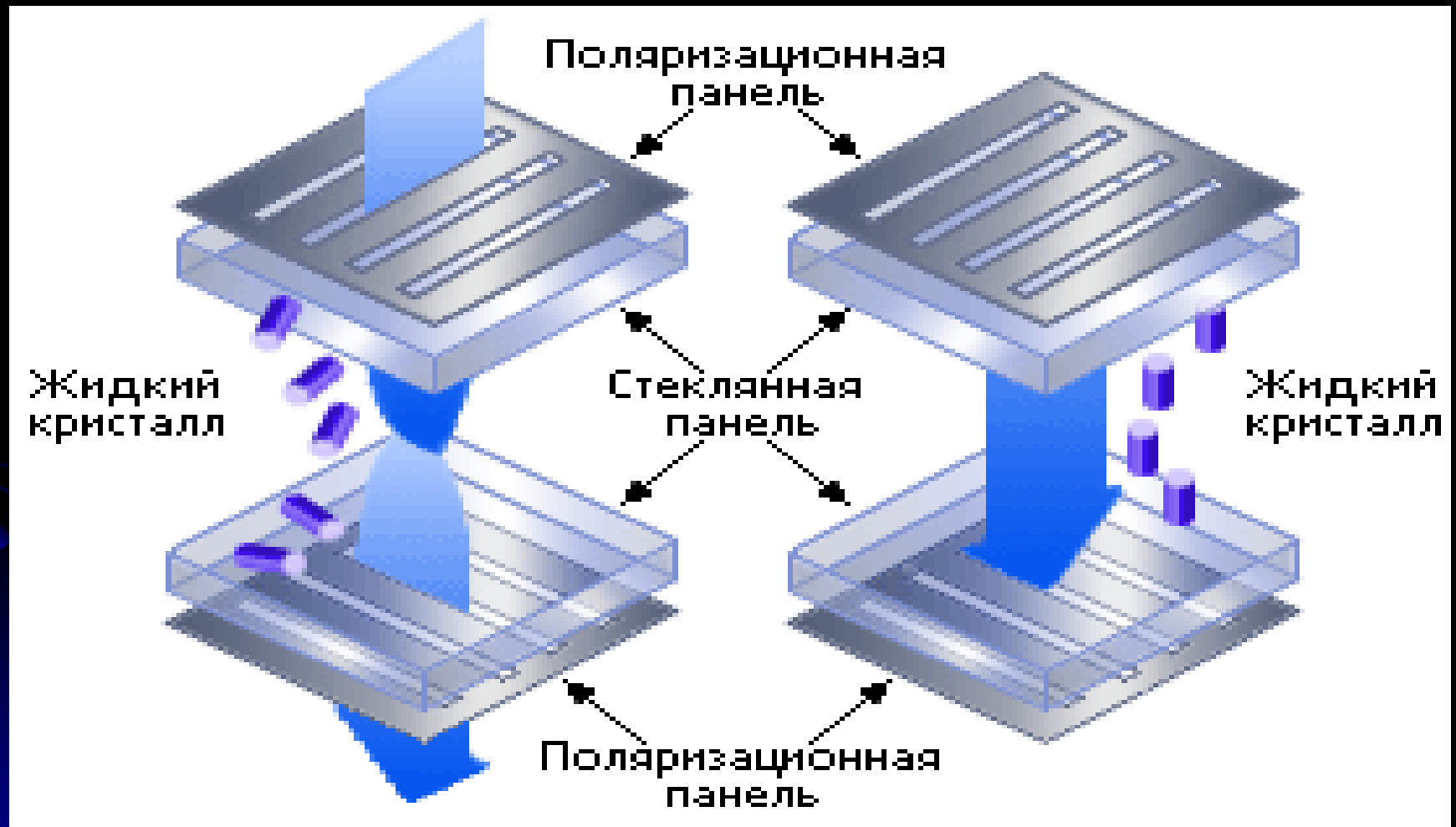
7.2. Поворот плоскости поляризации



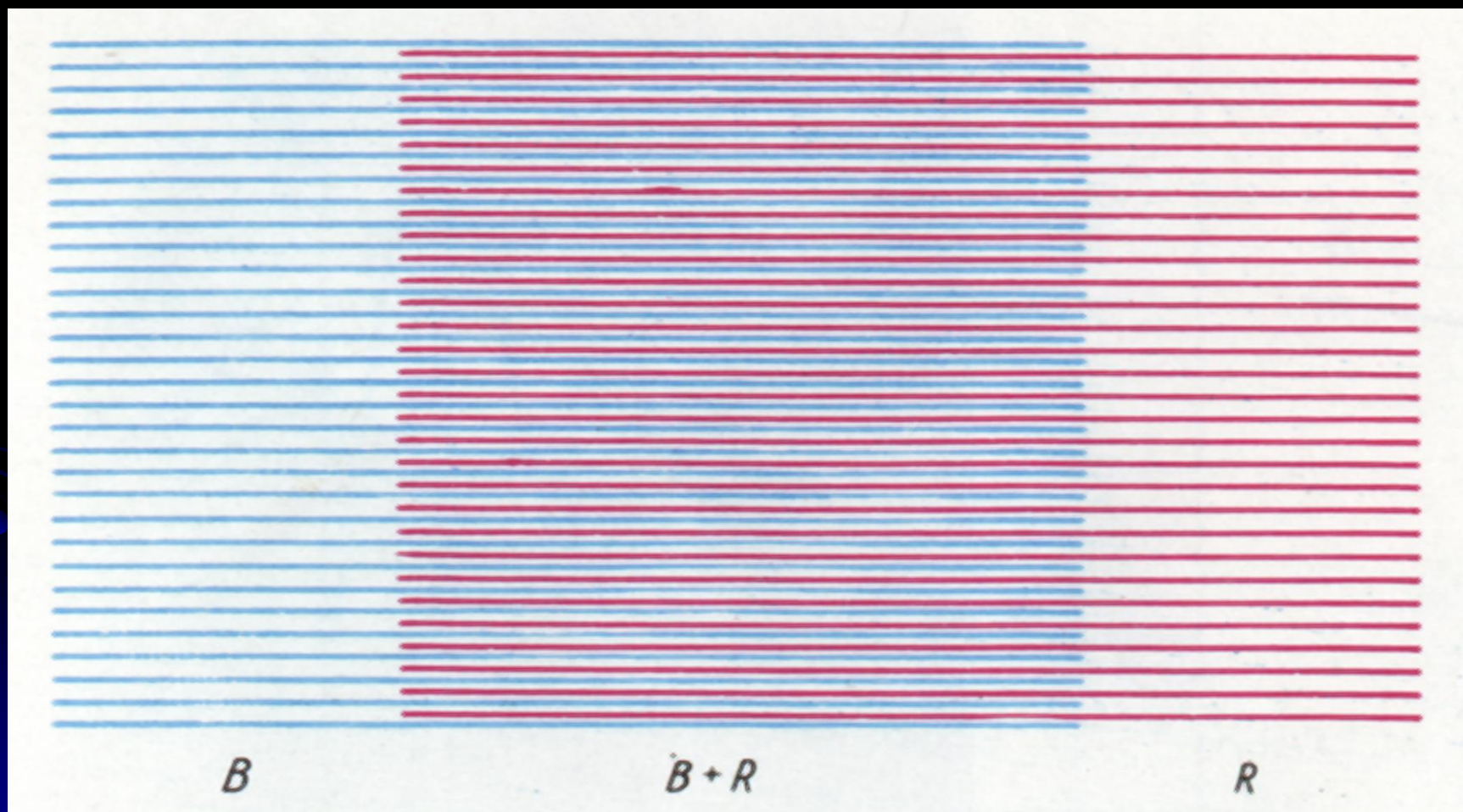
7.3. Конструкция LCD монитора



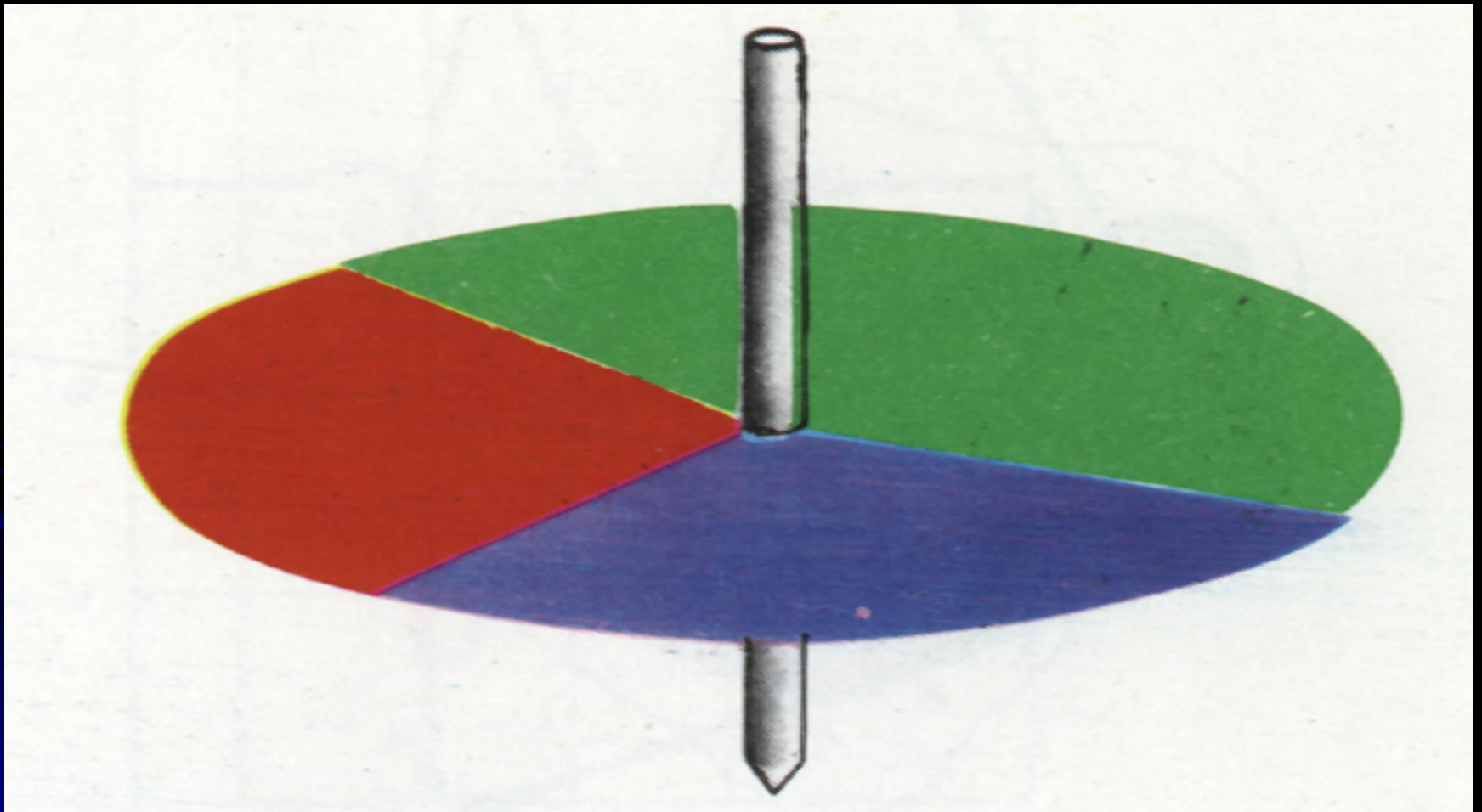
7.4. ЖК-ячейка



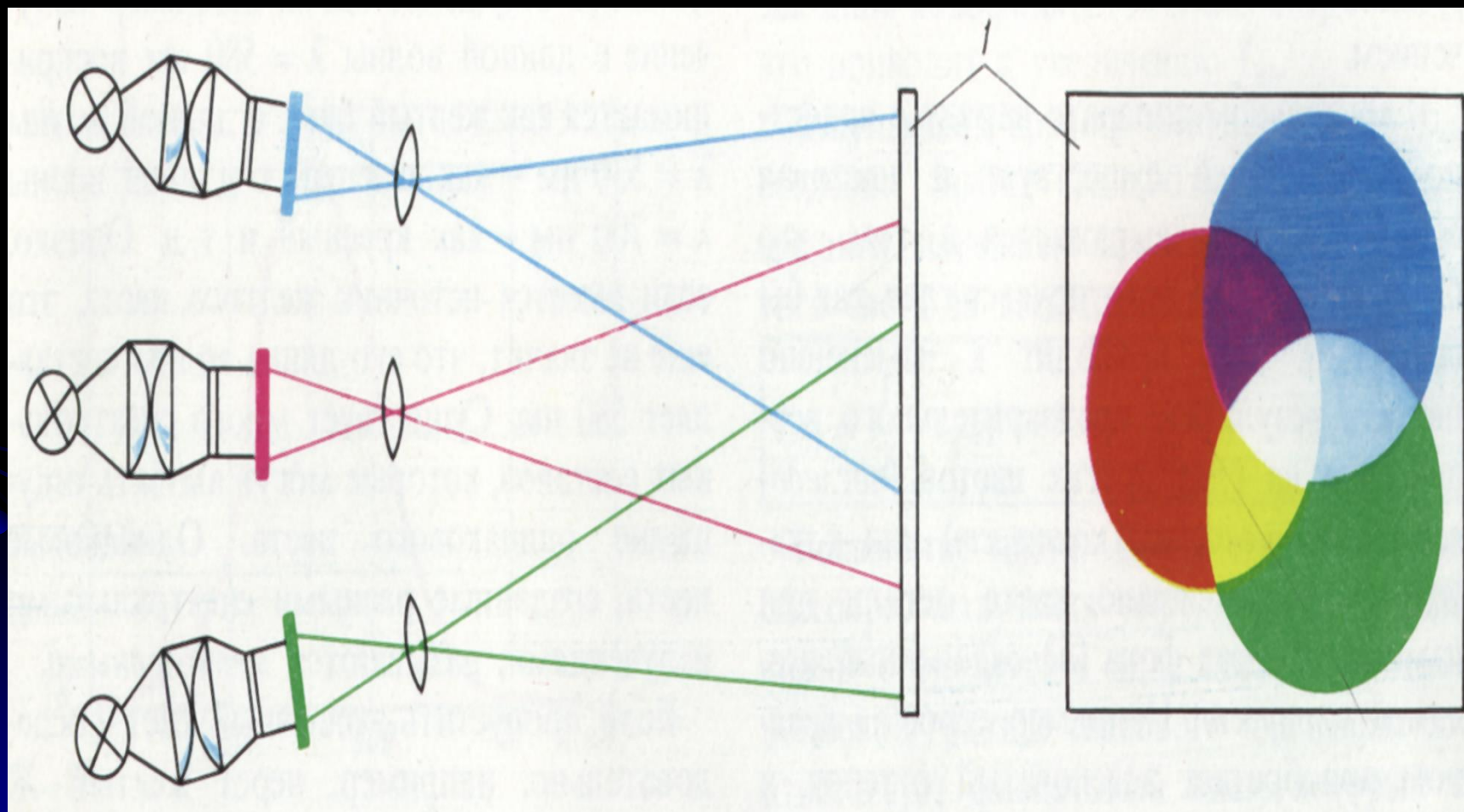
Пространственное сложение цветов



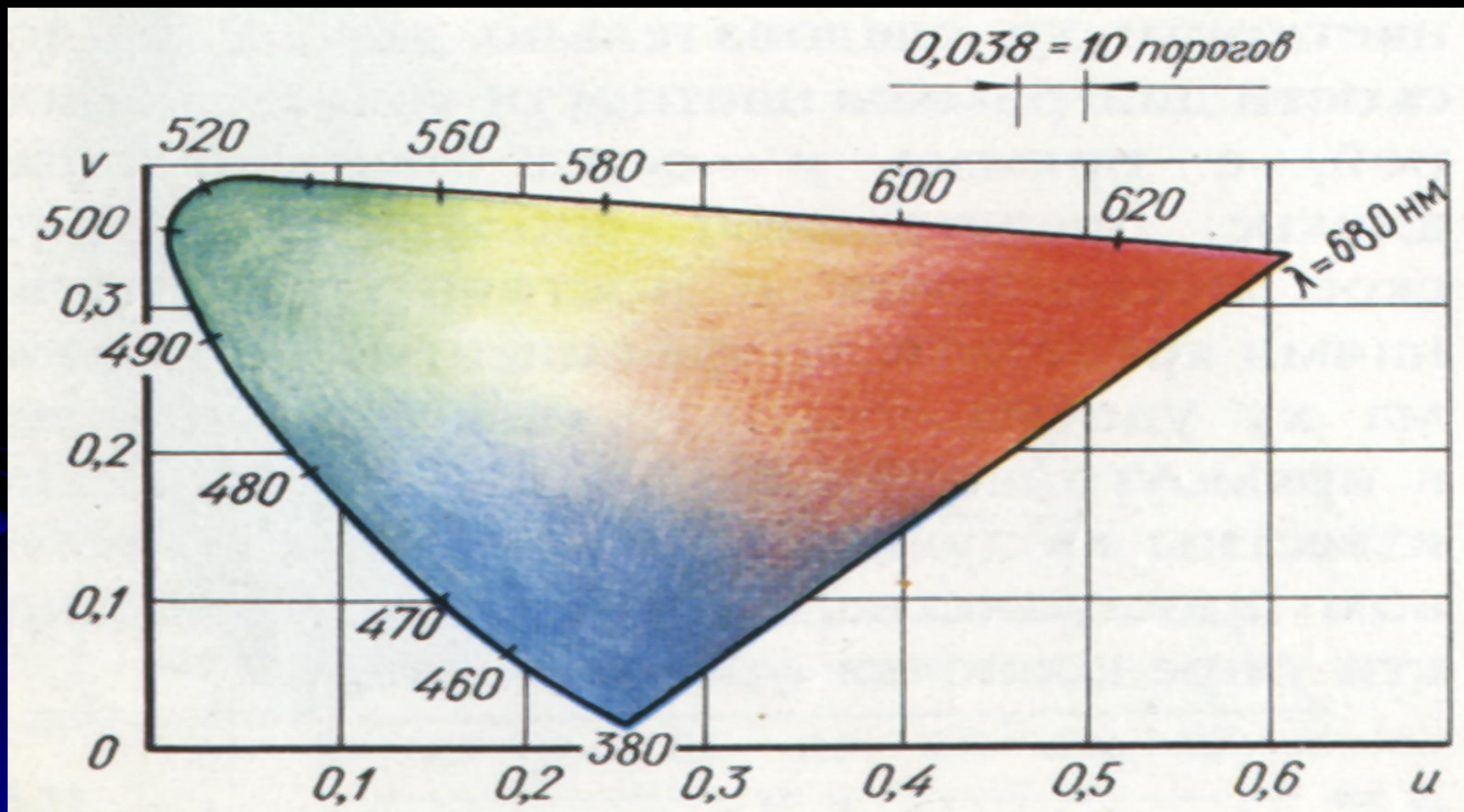
Временное (последовательное) сложение цветов



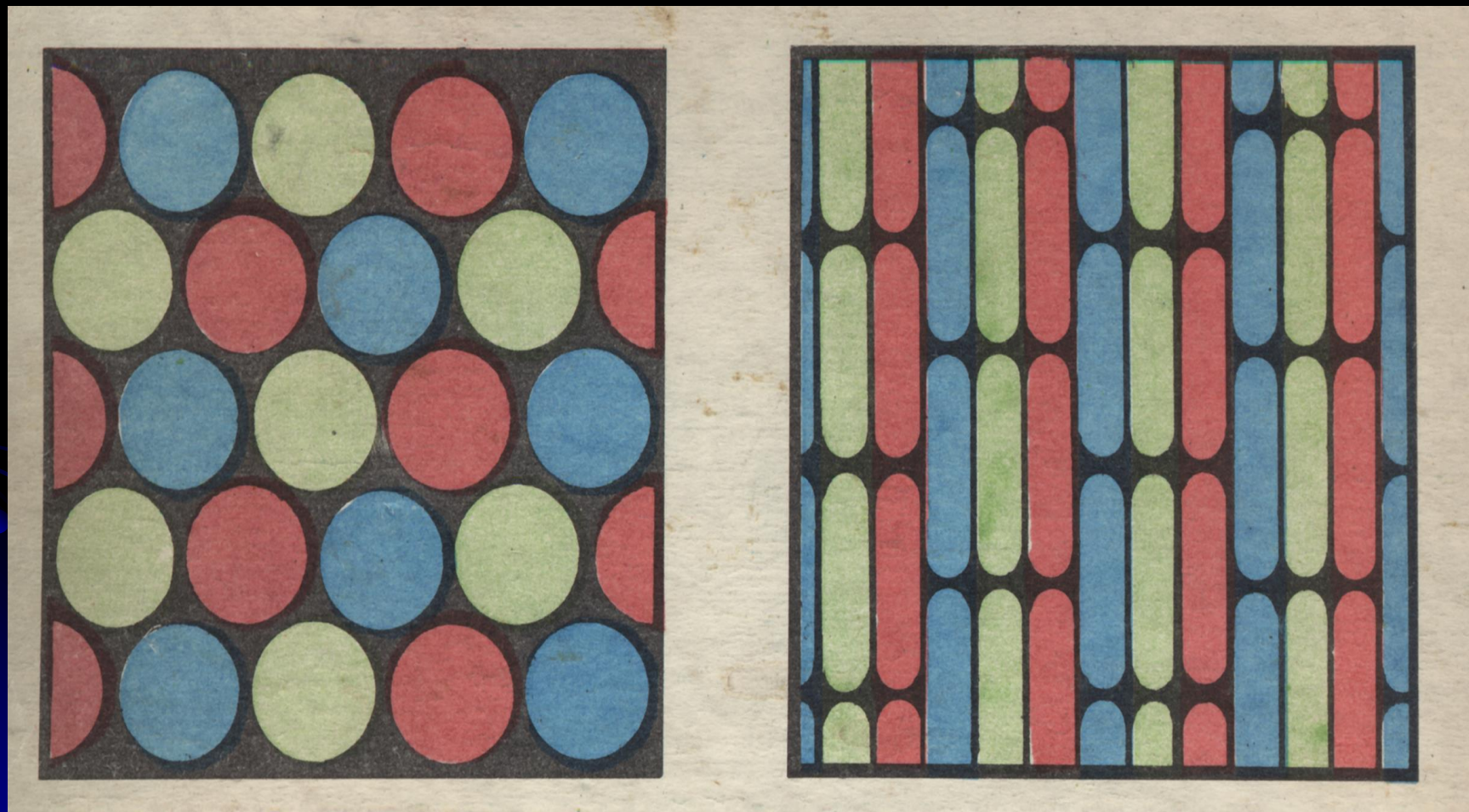
Одновременное (аддитивное) СЛОЖЕНИЕ ЦВЕТОВ



Цветовой локус в равноконтрастной системе координат

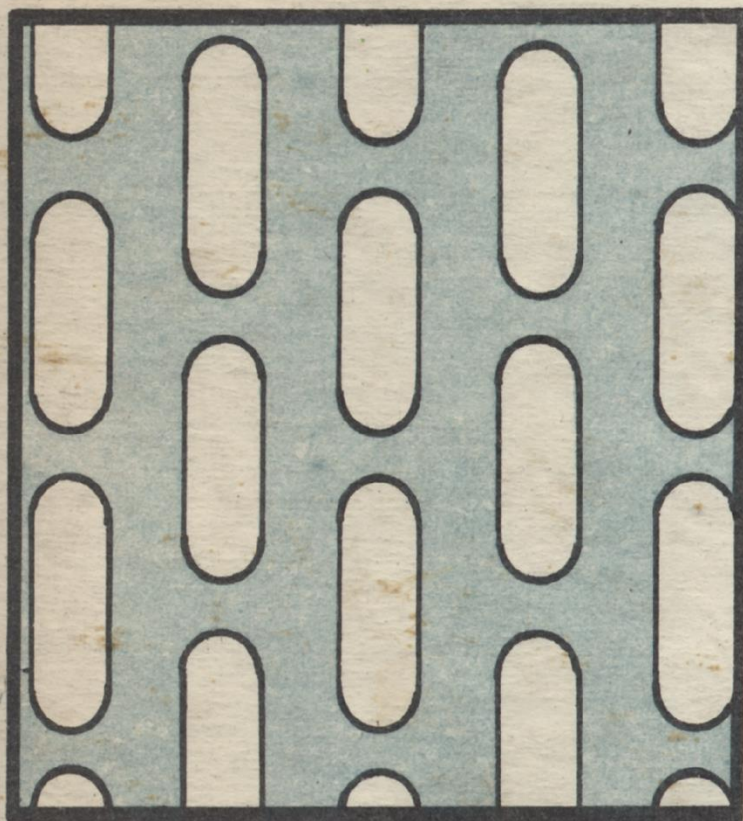


Структура люминофоров кинескопа

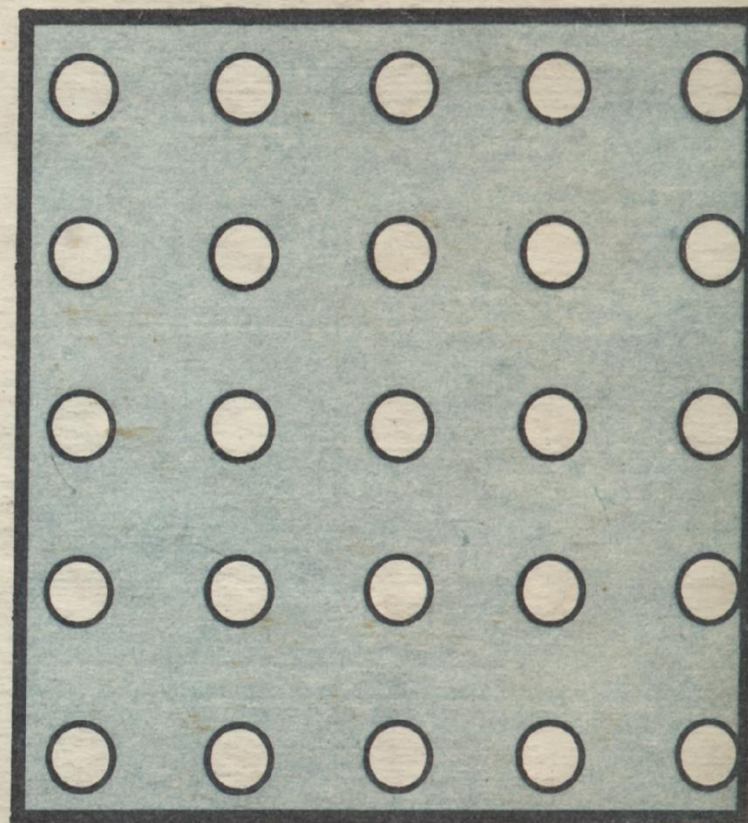


Структура маски

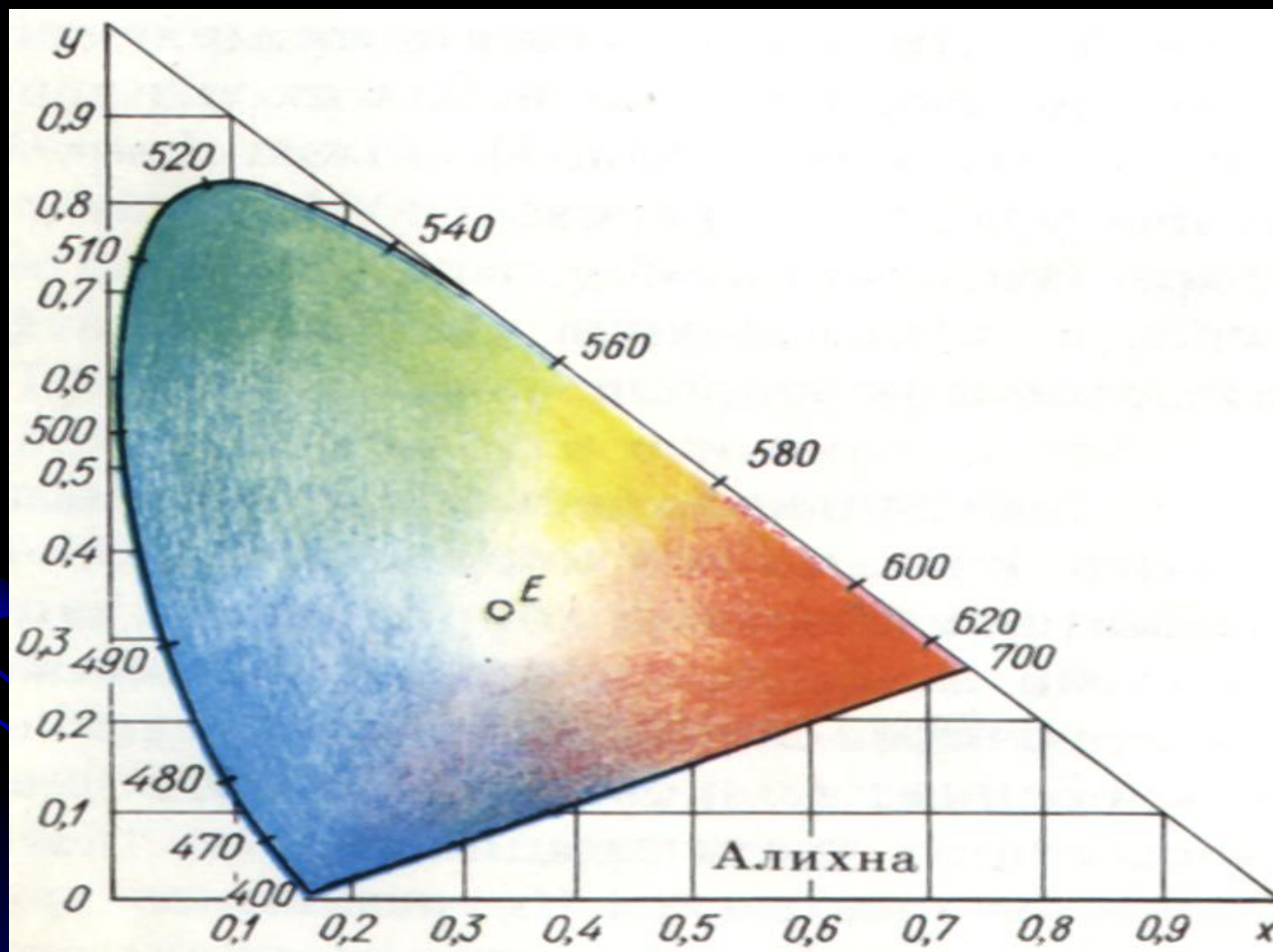
ПЛАНАРНОГО КИНЕСКОПА



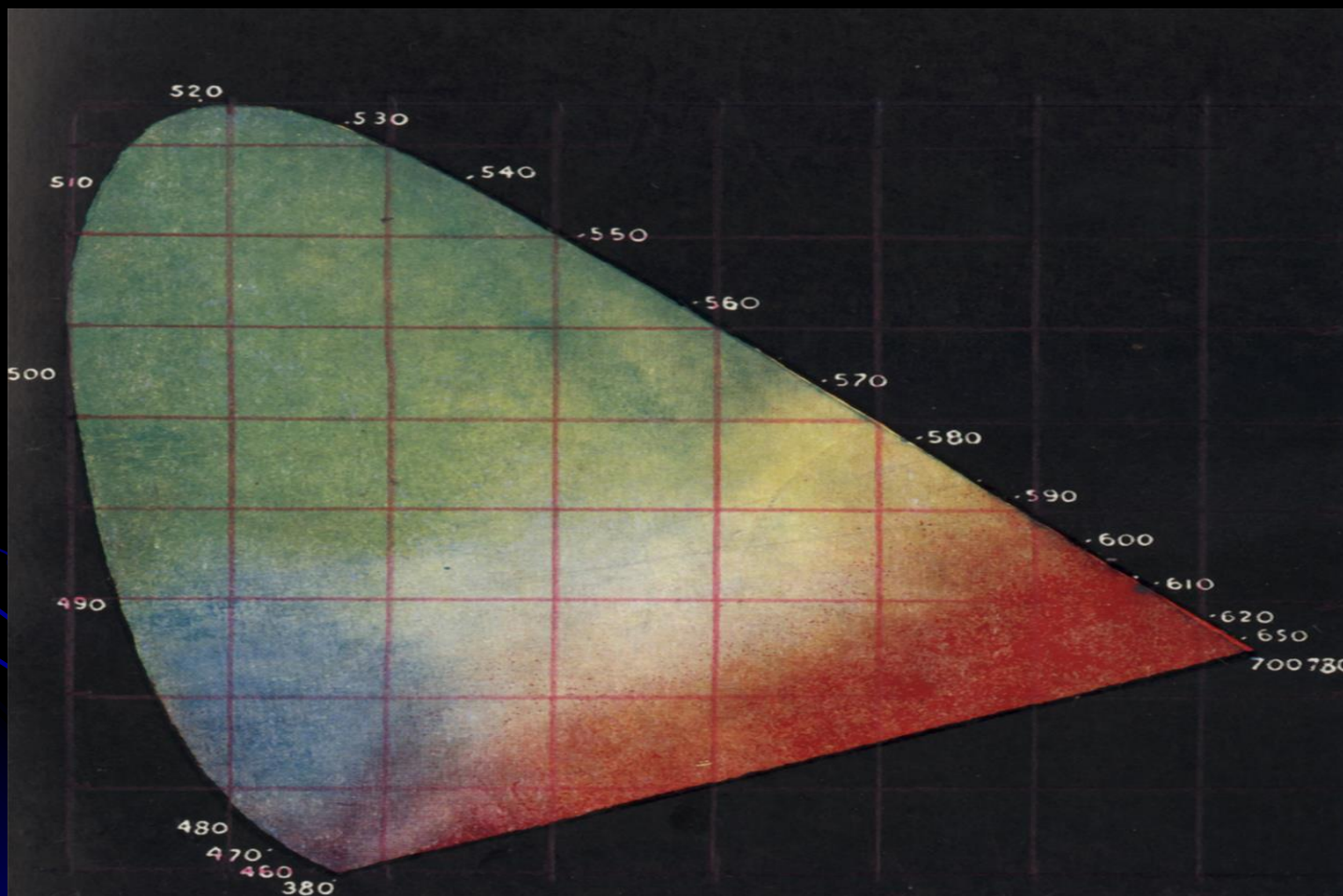
ДЕЛЬТА-КИНЕСКОПА



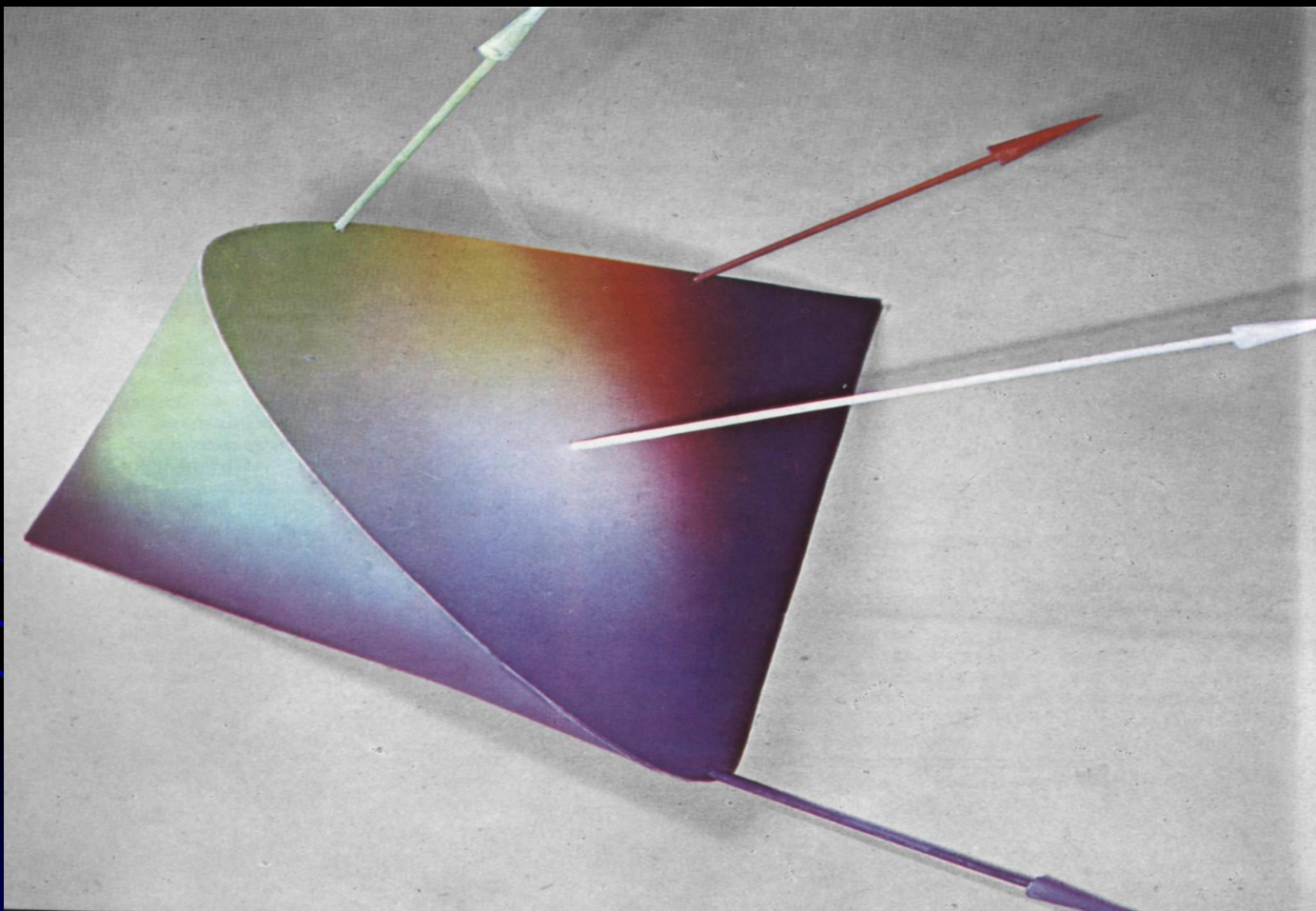
Цветовой локус в координатах XYZ



Цветовой локус и длина волны монохроматического излучения



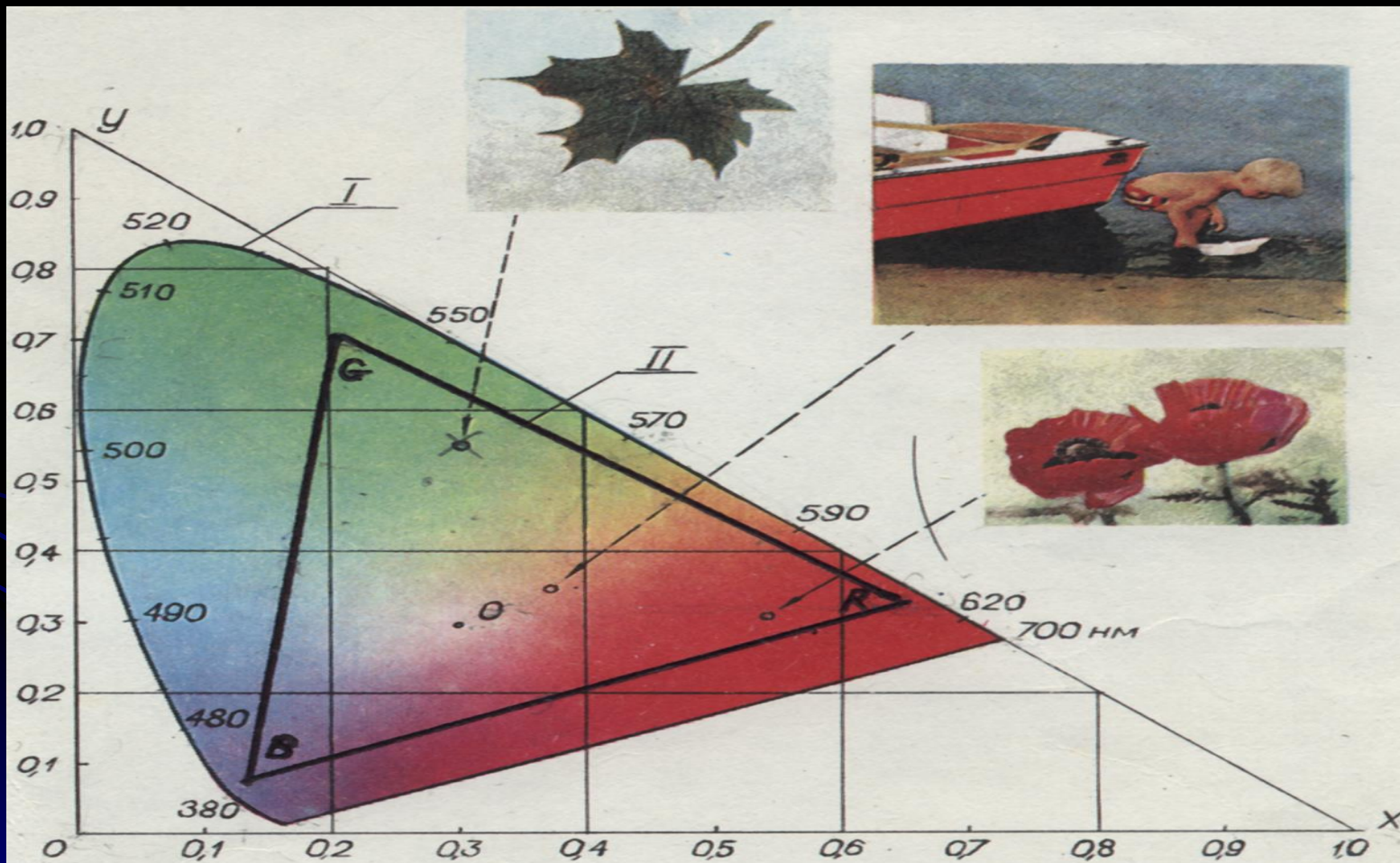
К формированию «цветового тела»



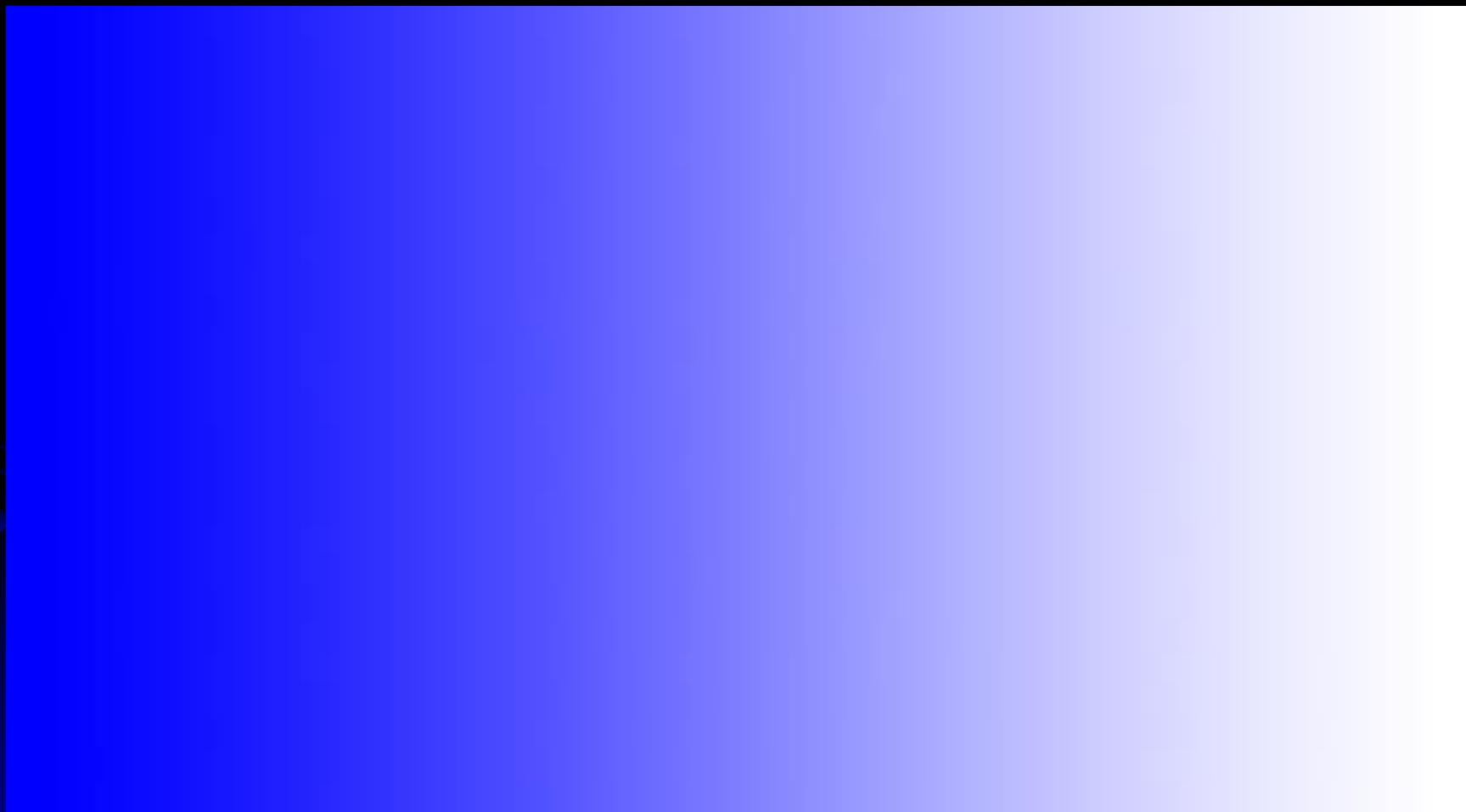
Диск Ньютона



Область воспроизводимых ЦВЕТОВ



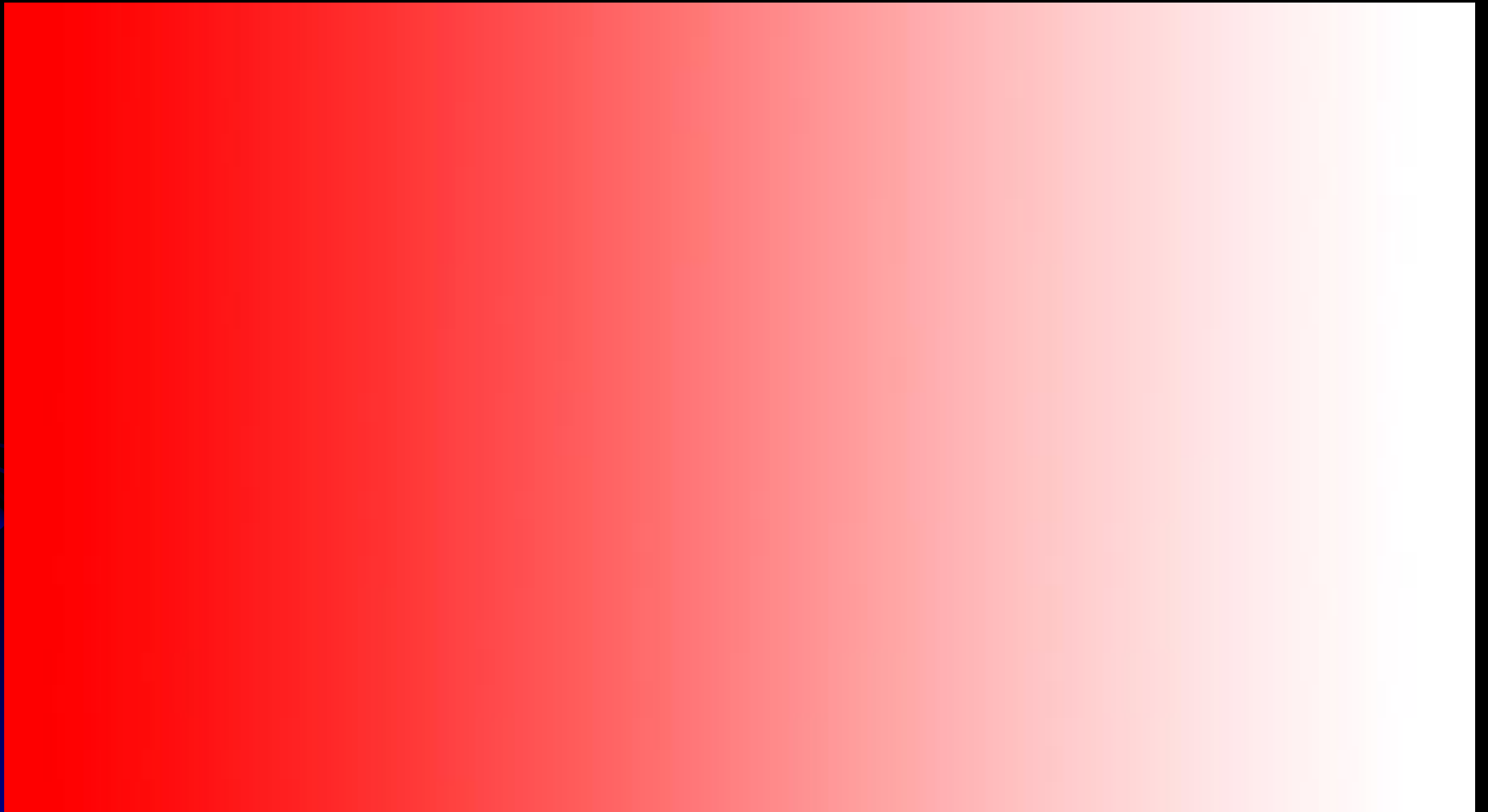
Изменение насыщенности синего



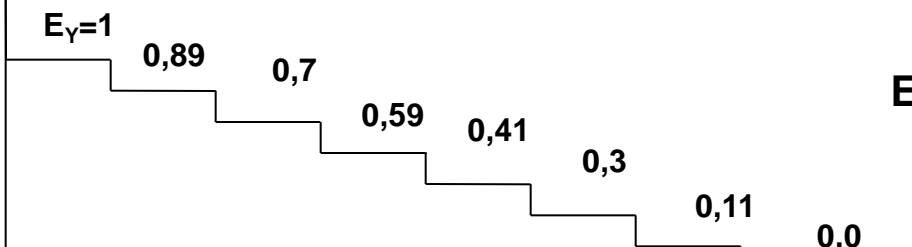
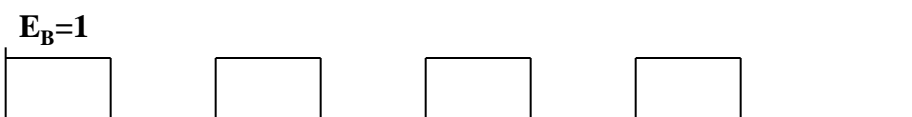
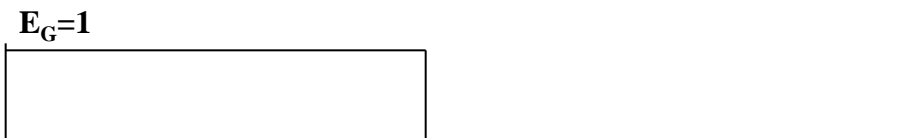
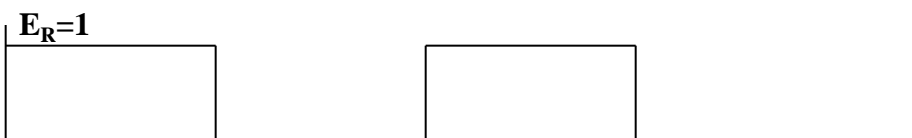
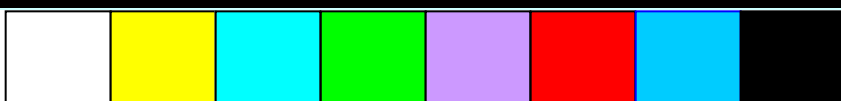
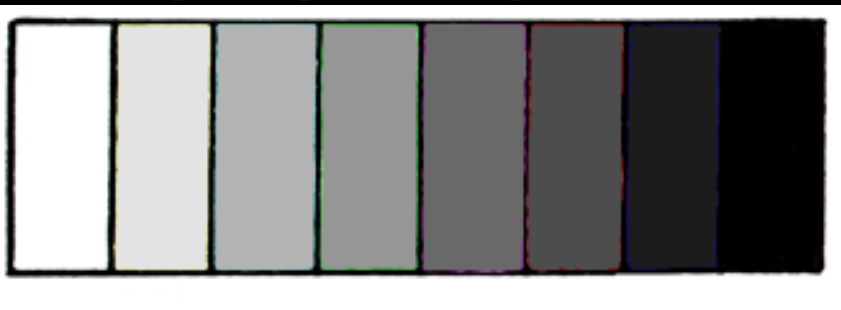
Изменение насыщенности зеленого



Изменение насыщенности красного

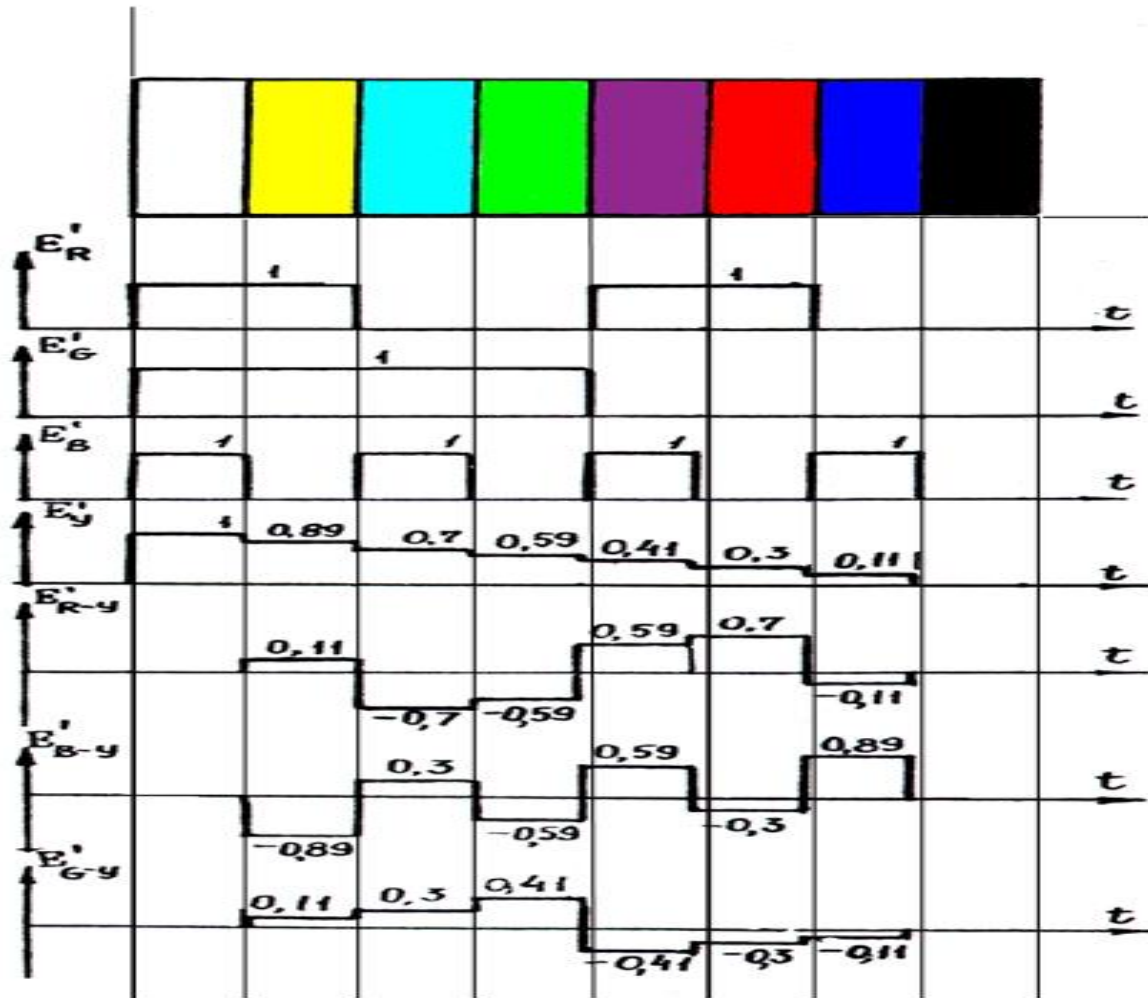


К формированию сигнала яркости



$$E_Y = 0,3E_R + 0,59E_G = 0,11E_B$$

К формированию яркостного и цветоразностных сигналы



14. SECAM

- SECAM предложена в 1954 г. Анри де Франсом (Франция);
- особенность системы — поочередная, через строку передача цветоразностных сигналов E'_{R-Y} и E'_{B-Y} на двух ЧМ поднесущих;
- в приемнике восстановление сигнала цветности осуществляется с помощью линии задержки на время строчного интервала $T_c = 64$ мкс;
- название системы образовано из начальных букв французских слов *sequentiel couleur a memoire* (поочередные цвета и память);
- в 1967 г. начато регулярное вещание одновременно в СССР и Франции.

14.1. SECAM. Передающая часть

- Информация о цвете в системе SECAM передается с помощью частотной модуляции (ЧМ) цветовой поднесущей.
- Для модуляции используются сигналы D'_R и D'_B , линейно связанные с цветоразностными сигналами E'_{R-Y} и E'_{B-Y} .
- $D'_R = -1,9 E'_{R-Y}$; $D'_B = 1,5 E'_{B-Y}$.
- Частоты покоя цветовой поднесущей в строках D'_B и D'_R различны и составляют
- $f_{OB} = 4250 \pm 2 \text{ кГц} = 272 f_c$,
- $f_{OR} = 4406,25 \pm 2 \text{ кГц} = 282 f_c$

- Сигналы E'_Y , D'_R и D'_B в кодирующем устройстве SECAM формируются из сигналов основных цветов с помощью матрицы M ;
- для уменьшения влияния шумов модулирующие сигналы подвергаются низкочастотным предискажениям (НЧП);
- закон предискажений выражается зависимостью:
где f — текущая частота, кГц; $f_1 = 85$ кГц.

- АЧХ фильтра НЧП выбирается с учетом ограничения полосы частот каналов D'_R и D'_B в ФНЧ.
- НЧП вызывают подъем ВЧ составляющих спектра НЧ сигналов D'_R и D'_B ;
- При этом на цветовых переходах в цветоразностных сигналах появляются характерные выбросы;
- В приемнике НЧП корректируются специальными фильтрами.

Сигналы опознавания

- В сигналы D'_R и D'_B вводят сигналы опознавания строк, необходимые для установки правильной фазы коммутатора строк в приемнике.
- Сигналы опознавания передаются во время обратного хода по полям в виде трапециевидных импульсов, длительностью, равной активному интервалу строки.

- В каждом поле сигналы опознавания занимают девять строк: в нечетных полях строки 7—15, а в четных — 320—328;
- в строке D'_R сигнал опознавания положителен, в строке D'_B — отрицателен;

- По амплитуде сигналы опознавания превышают сигналы цветности;
- вместо полевых сигналов опознавания могут использоваться защитные пакеты немодулированных поднесущих, передаваемые на задней площадке интервала гашения по строкам.

- Коммутатор ЭК1 преобразует одновременные сигналы D'_R и D'_B в их чередующуюся последовательность.
- В АО1 эта последовательность ограничивается по амплитуде.
- При этом частично срезаются выбросы на цветовых переходах и ограничивается девиация частоты поднесущей на цветовых переходах.

- С выхода ЧМ с петлей АПЧ сигнал модулятора поступает на фазовый детектор ФД, где сравнивается с сигналами двух кварцевых автогенераторов с частотами f_{OR} и f_{OB} , поочередно через строку подключаемых ко второму входу ФД коммутатором ЭК2.
- Сравнение происходит только на строчных интервалах гашения, когда замыкается ключ К1;
- В результате, частота немодулированной поднесущей равна 4,25 МГц в строках D'_B и 4,40625 МГц в строках D'_R

- В активные интервалы строк поднесущая модулируется по частоте чередующимися сигналами D'_R и D'_B .
- Полярность сигнала D'_R выбрана такой, что увеличение насыщенности красных участков изображения вызывает уменьшение частоты цветовой поднесущей.
- Благодаря этому снижаются искажения, вызванные ограничением полосы частот канала передачи.

- Модулированная по частоте поднесущая проходит полосовой фильтр ПФ, где ее спектр ограничивается полосой $\pm 1,5$ МГц, амплитудный ограничитель АО2, устраняющий выбросы от переходных процессов, и поступает в блок коммутации фазы КФ.

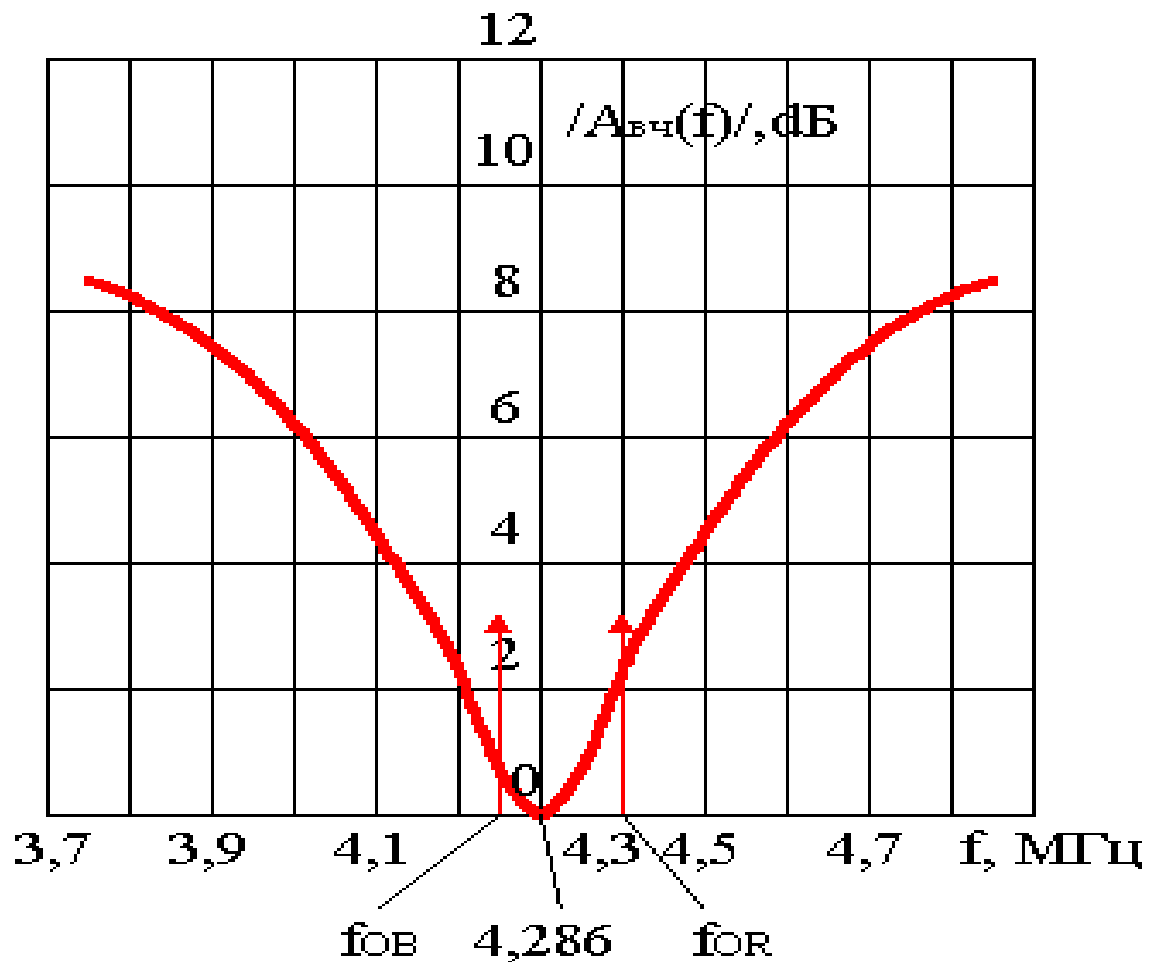
- Блок содержит электронный коммутатор ЭКЗ и фазоинвертор ФИ.
- Для улучшения совместимости фаза поднесущей инвертируется в каждой третьей строке и в каждом втором поле.
- В блок коммутации фазы подаются меандры напряжений полустрочной и кадровой частот, из которых с помощью логических схем формируется сигнал, управляющий коммутатором ЭКЗ.
- В результате коммутации фазы уменьшается заметность помехи, создаваемой поднесущей на экране телевизора.

ВЧП

- После коммутации фазы модулированная поднесущая проходит цепь ВЧП, представляющую собою фильтр с АЧХ колоколообразной формы, создающий наибольшее ослабление сигнала на частоте 4,286 МГц. Передаточная функция этого фильтра описывается выражением:

где $\nu = f/f_0 - f_0/f$ — обобщенная расстройка. Фазо-частотная характеристика цепи ВЧП аппроксимируется зависимостью:

АЧХ ВЧП В СЕКАМ



- Цепь ВЧП уменьшает амплитуду поднесущей при отсутствии модуляции, что дополнительно ослабляет помехи от поднесущей на экране телевизора.
- Цепь ВЧП выполняет функцию, подобную действию балансных модуляторов в системах НТСЦ и ПАЛ.
- ВЧП (и их коррекция в приемнике) снижают чувствительность системы СЕКАМ к шумовым помехам.

- Ключом К2 подавляется поднесущая при передаче кадрового и строчного синхроимпульсов, что необходимо для нормальной работы блоков синхронизации разверток в телевизоре.
- Сигнал яркости с выхода матрица М проходит режекторный фильтр, сумматор С4, где вводятся строчные и кадровые импульсы, линию задержки ЛЗ, компенсирующую запаздывание сигнала в канале цветности, и поступает на сумматор С3, где складывается с сигналом цветности.

Режекция

- Режекторный фильтр в канале яркости уменьшает на 20 дБ амплитуды спектральных составляющих сигнала яркости на частоте 4,3 МГц, что снижает вызванные этими составляющими искажения в канале цветности приемника.
- при уменьшении размаха сигнала яркости амплитуда спектральных составляющих на частоте 4,3 МГц не меняется и остается на уровне -20 дБ от номинального значения сигнала.

- Наличие такого режектора существенно ухудшает работу разделительных фильтров яркость-цветность в приёмнике.
- Выделенные ВЧ компоненты сигнала яркости оказываются ослабленными и не дают ожидаемого повышения четкости.

- На выходе сумматора СЗ создается ПЦТВС СЕКАМ, форма которого для двух смежных строк при модуляции сигналом цветных полос показана на рис.
- Цветовая поднесущая присутствует на всем протяжении сигналов, кроме участков, где передаются строчные синхроимпульсы.
- Здесь поднесущая подавлена с помощью ключа К2

- В конце обратного хода по строкам цветовая поднесущая вновь присутствует
- Это так называемые защитные пакеты поднесущей с частотой 4,25 МГц — в строках *DB* и 4,40625 в строках *DR*.
- Основное назначение защитных пакетов — предотвратить переходные процессы в демодулированных сигналах в начале активных интервалов строк.

Защитные пакеты ЦП

- Защитные пакеты ЦП нужны и для формирования в цветоразностных сигналах плоских участков для фиксации уровня черного.
- защитные пакеты ЦП служат в качестве строчных сигналов цветовой синхронизации в случае, если не используются кадровые СЦС.
- В активном интервале строки амплитуда ЦП различна при передаче полос разных цветов.
- Это обусловлено действием фильтра ВЧП. На цветовых переходах поднесущая имеет выбросы, вызванные фильтром НЧП.

- ПЦТВС СЕКАМ подается на передатчик РТПЦ, где он модулирует несущую по амплитуде.
- Так как в СЕКАМ сигналы цветности передаются поочередно через строку, а в приемнике недостающий сигнал восстанавливается с помощью ЛЗ, т.е. повторяется информация из предыдущей строки, - цветовая четкость по вертикали снижается вдвое, как и в системе ПАЛ.
- Применение ЧМ ЦП и АО в канале цветности приемника обуславливает малую чувствительность системы СЕКАМ к действию искажений типа ДУ (дифференциальное усиление).

ДФИ в СЕКАМ

- Чувствительность СЕКАМ к ДФИ невелика.
- Характер проявления этих искажений оказывается принципиально иным, чем в системе НТСЦ.
- На участках сигнала, соответствующих цветовым полям с равномерной яркостью, ДФИ вызывают приращение фазы поднесущей $\Delta\varphi$, не зависящее от времени.

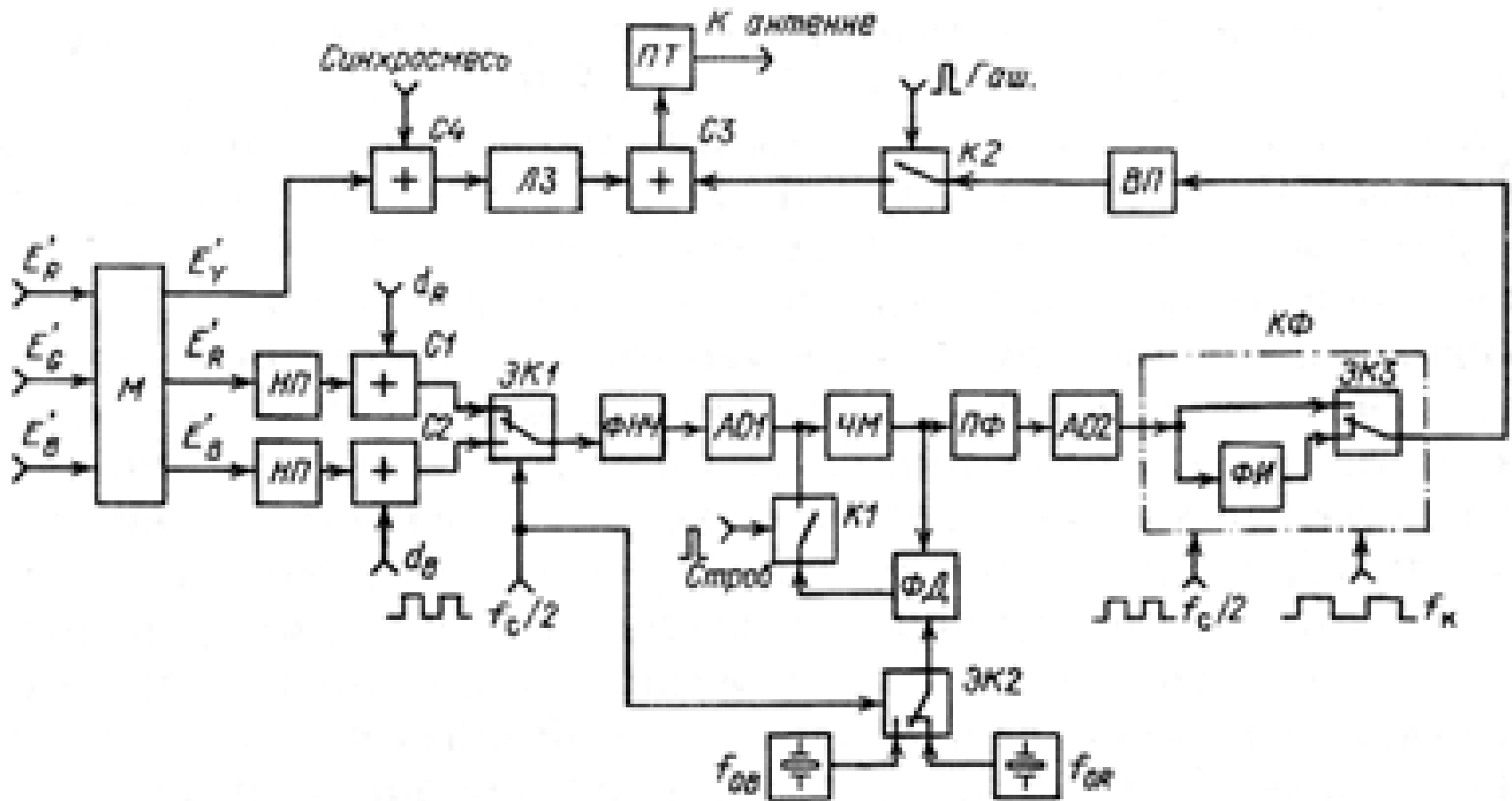
- В системе НТСЦ это приводит к изменению цветового тона рассматриваемого участка изображения.
- Демодуляторы СЕКАМ чувствительны к изменению не фазы, а частоты ЦП.
- При постоянной амплитуде сигнала яркости приращение частоты равно нулю.
- Поэтому на цветовых полях, где яркость постоянна, ДФИ в СЕКАМ не проявляются.

- на цветовых переходах, где сигнал E_y меняется скачком или плавно, в области цветового перехода возникает паразитное приращение частоты поднесущей.
- Так как знаки девиации частоты в сигналах UR и UB различны, искажения демодулированных сигналов $E'R-Y$ и $E'в-y$ имеют разную полярность;
- искажения сигнала $E'G-Y$ практически компенсируются

- Чем больше скорость изменения сигнала $E'u$, тем большими получаются искажения цветоразностных сигналов на переходах.
- Однако при длительности перехода меньше 2 мкс цепи коррекции ВЧП и НЧП в приемнике уменьшают действие ДФИ.
- На экране телевизора эти искажения проявляются как цветные окантовки или тянущиеся продолжения на переходах.

- Обычно после ярких участков изображения окантовка имеет синий цвет, а после темных - желтый. Допуск на искажения типа "дифференциальная фаза" в канале СЕКАМ составляет около 30° , т.е. в 6 раз шире, чем в системе НТСЦ

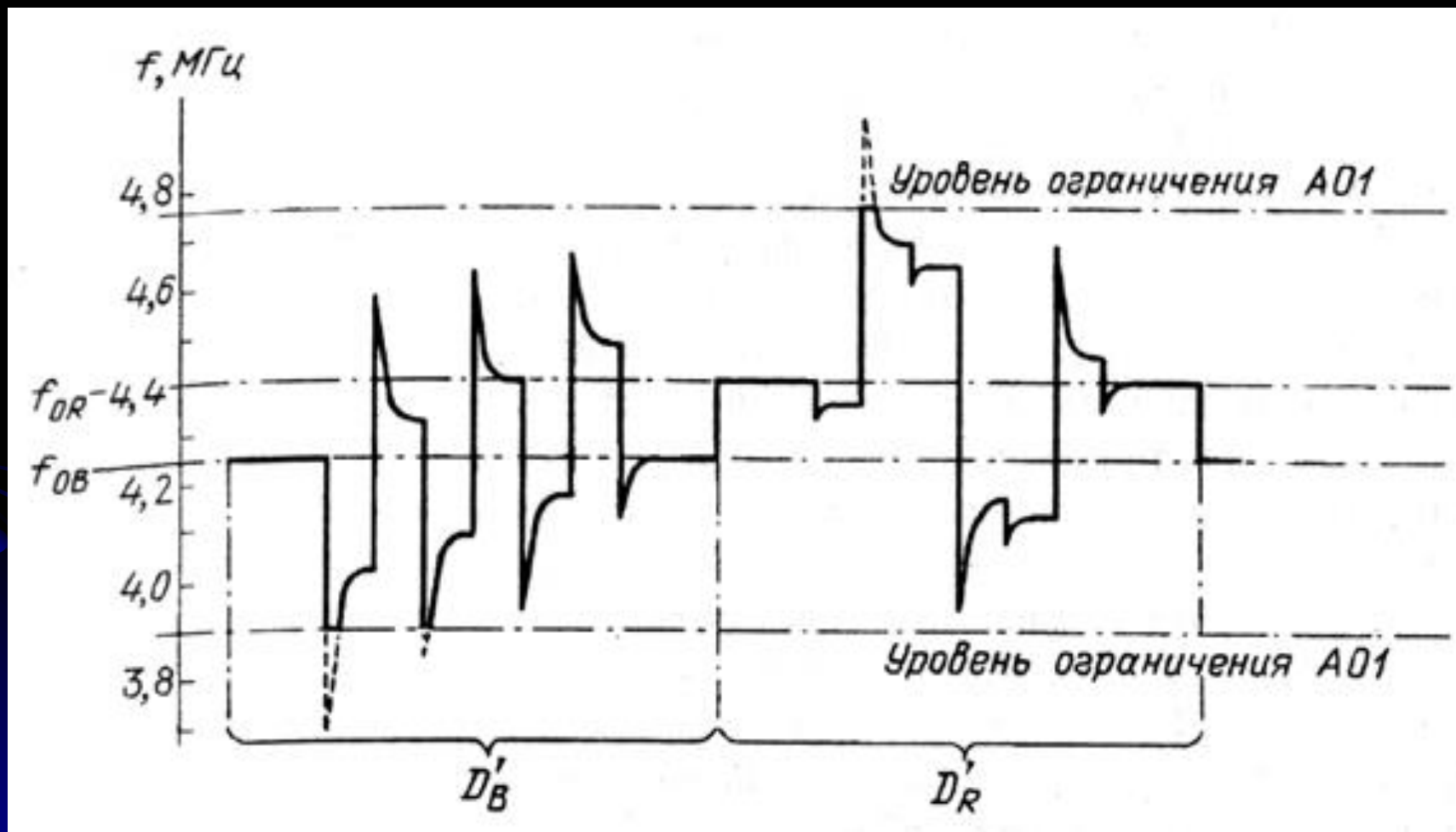
Секам. Передающая часть



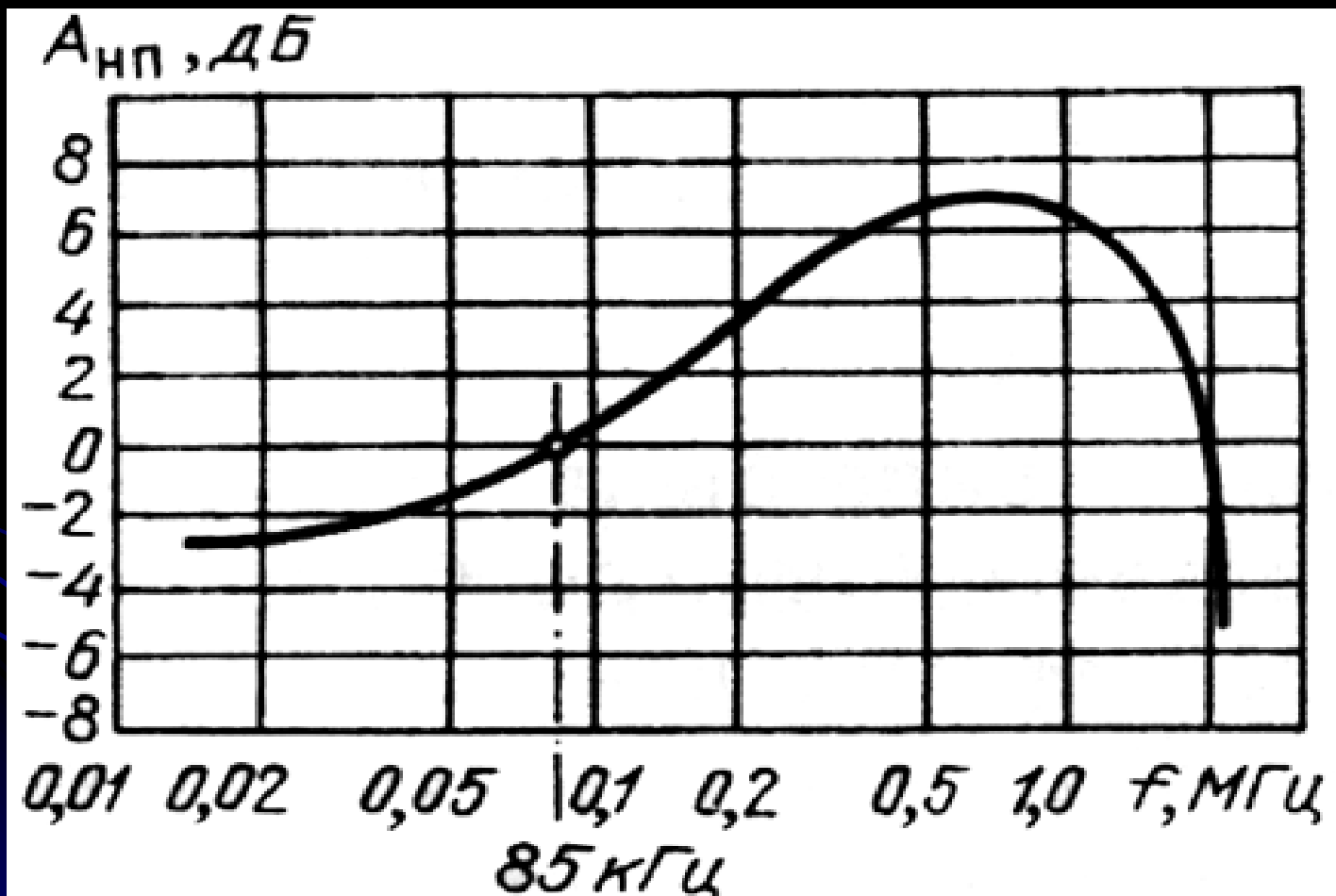
АЧХ НЧП

$$A_{\text{НЧП}}(f) = \left| \frac{1 + jf / f_1}{1 + jf / 3f_1} \right|$$

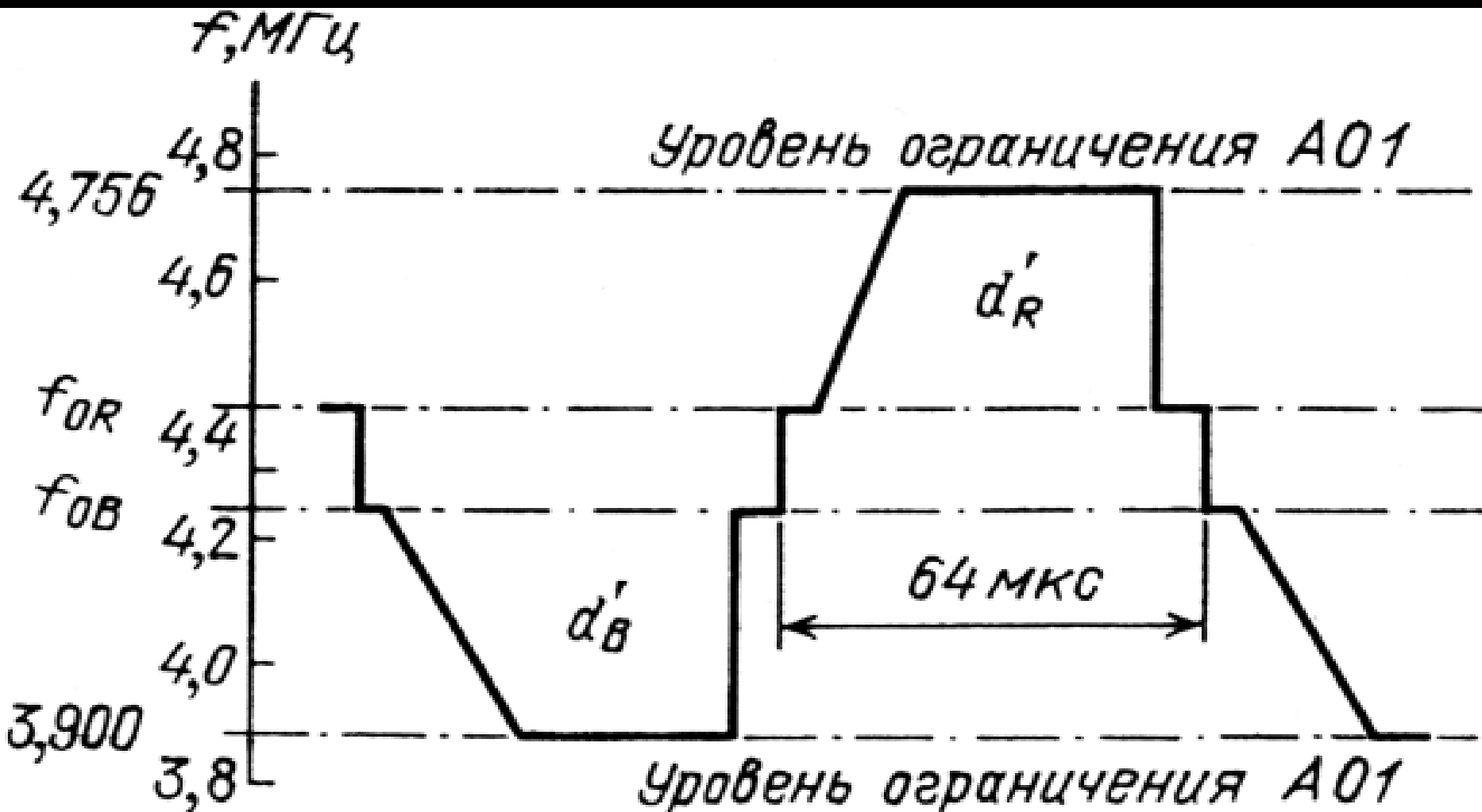
Цветоразностные сигналы после НЧП



Секам. НЧП.



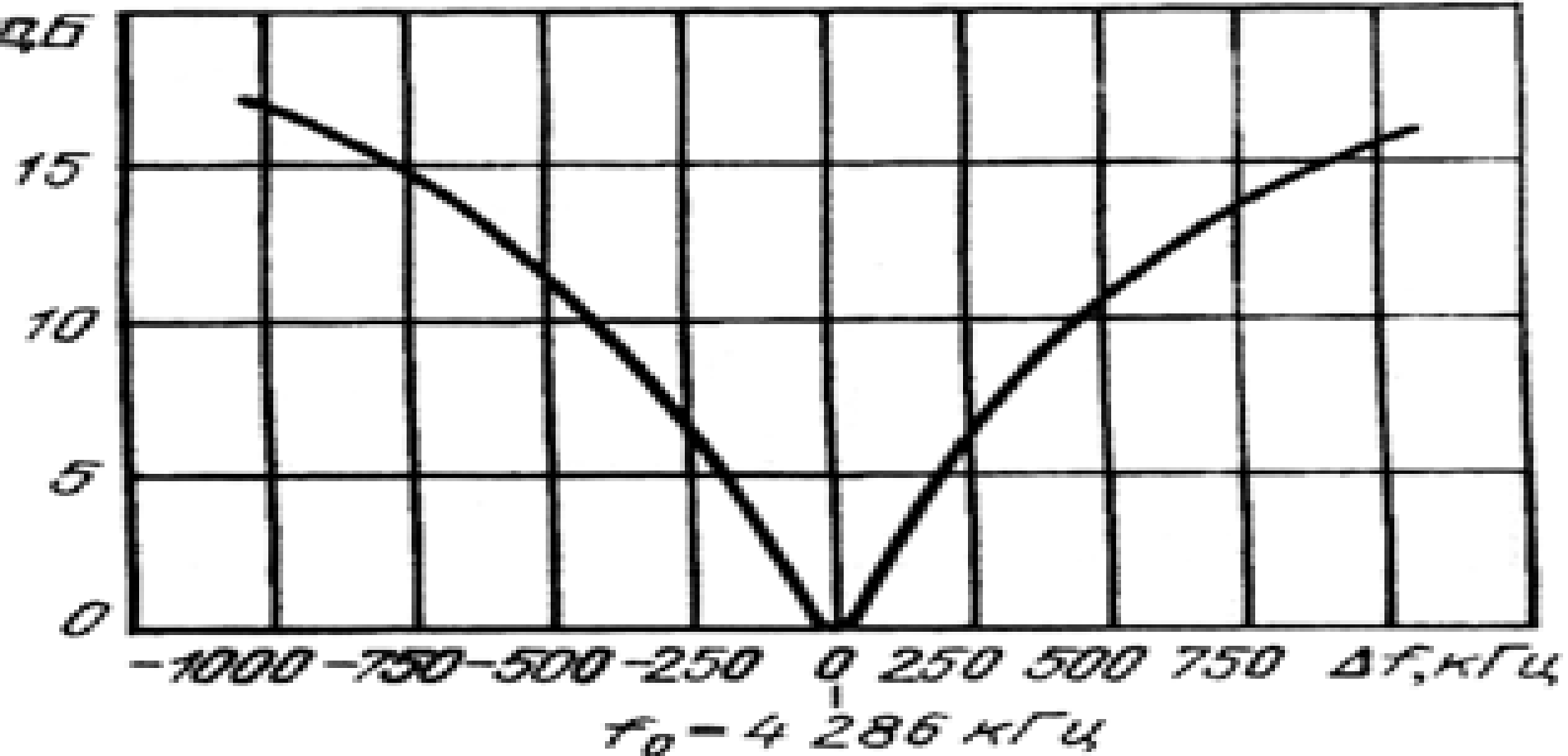
Полевые СЦС СЕКАМ



АЧХ ВЧП

$$A_{\text{вп}}(\nu) = \frac{1 + j16\nu}{1 + j1,26\nu}$$

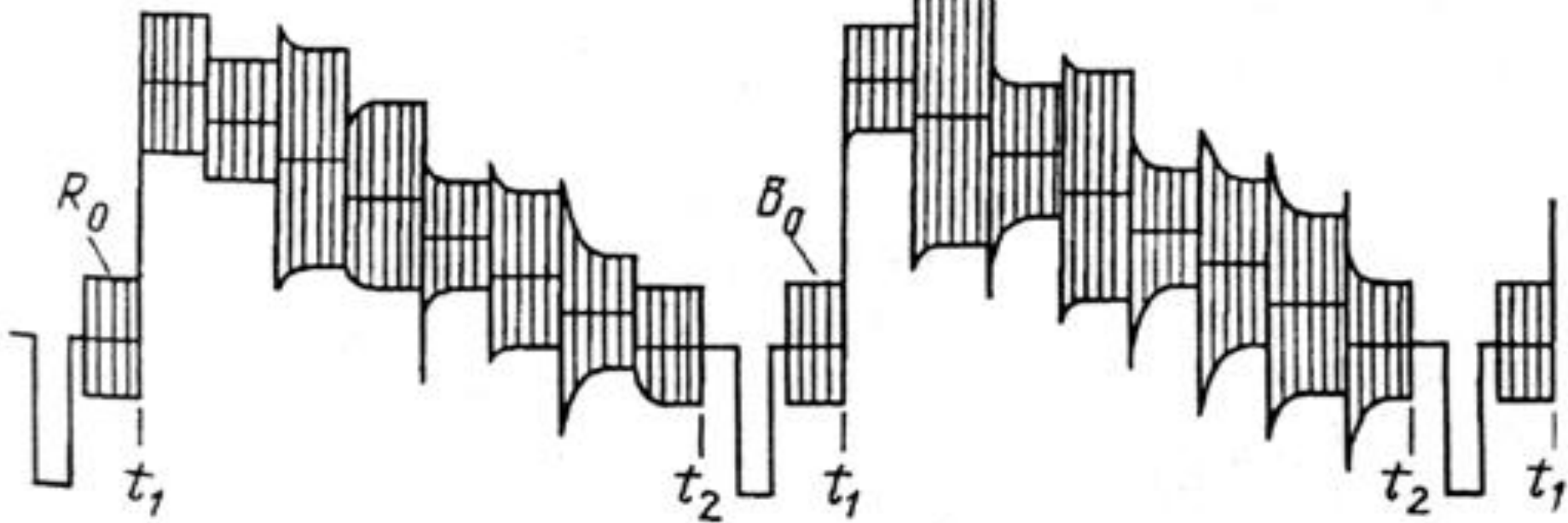
АЧХ ВЧП



ПЦТВС СЕКАМ

Строка D'_R

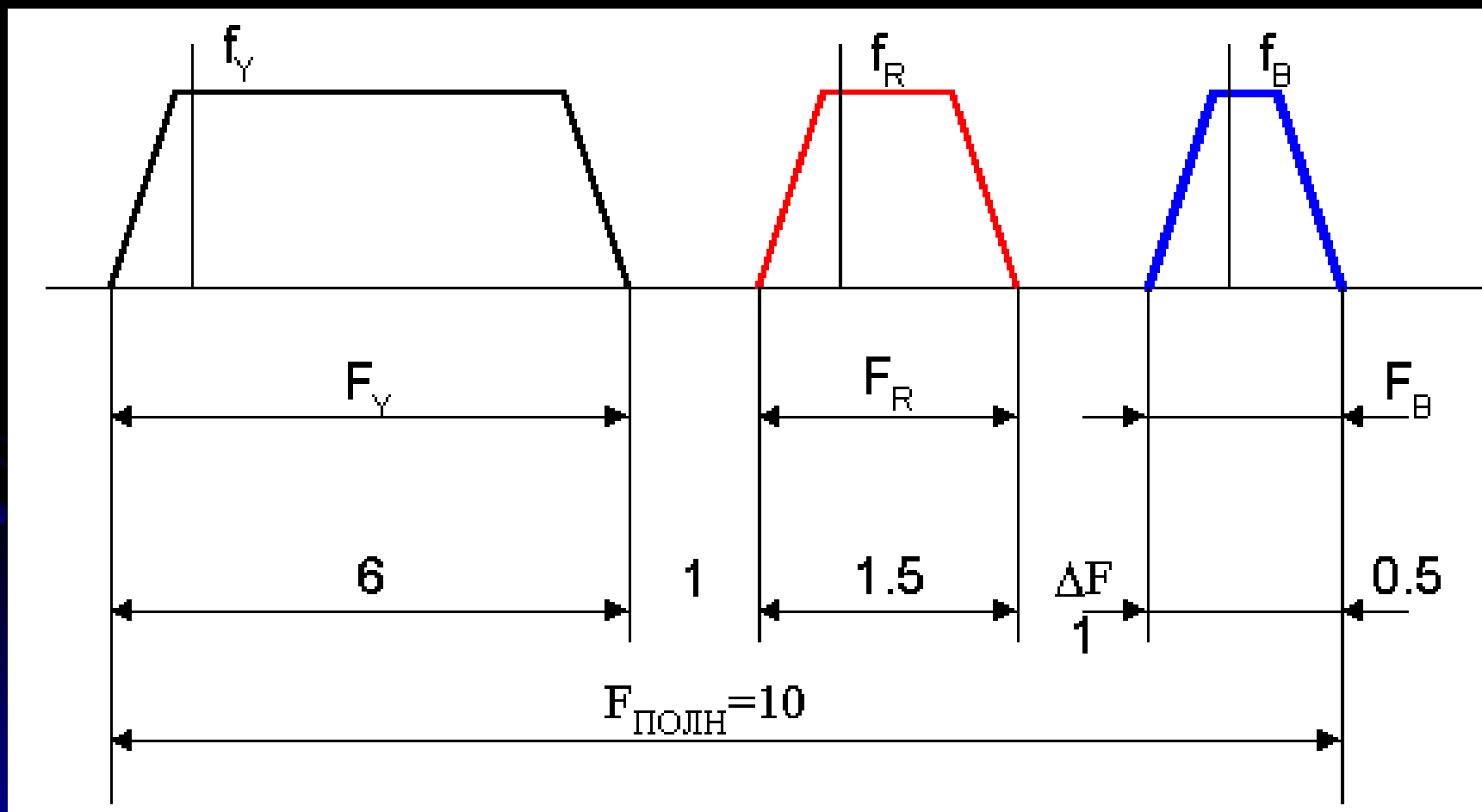
Строка D'_B



ФЧХ ВЧП

$$\varphi_{\text{вп}}(\nu) = -\operatorname{arctg} \frac{14,74 \nu}{1 + 20,16 \nu^2}$$

Соотношение полос сигналов



17.1. ПЗС. Принцип действия

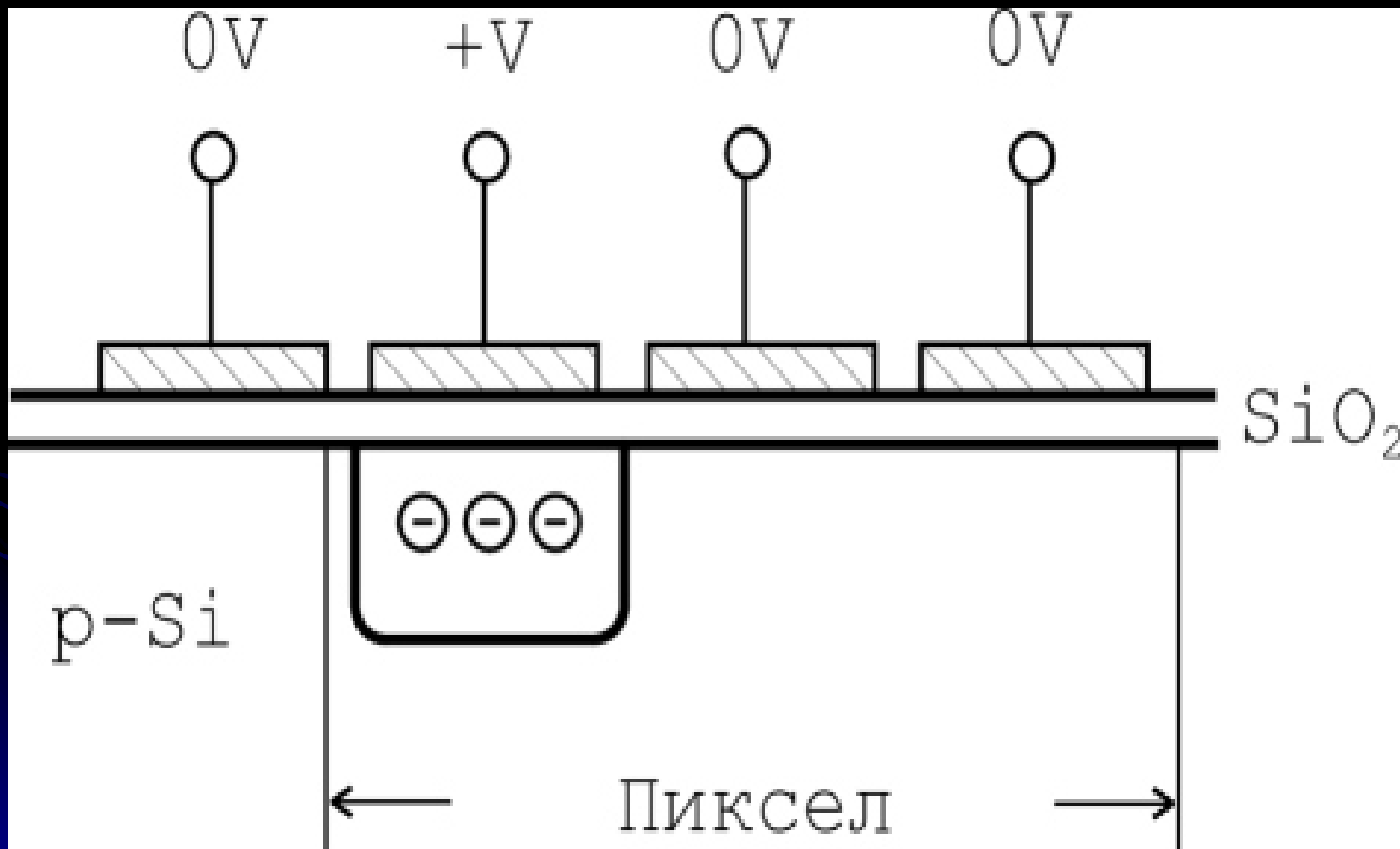
- ПЗС - прибор, осуществляющий пространственную дискретизацию изображения.
- Для исключения интермодуляционных искажений (элайзинга - наложения спектров при дискретизации), по теореме Котельникова, спектр передаваемых пространственных частот перед дискретизацией должен быть ограничен на частоте, равной половине частоты дискретизации.
- Этой цели служит фильтр нижних пространственных частот (ФНПЧ), установленный перед светоделительной призмой.
- В видеокамерах, применяемых в ТВ-вещании, обычно используют самые высококачественные и дорогостоящие ПЗС со строчным (IT CCD) или строчно-кадровым переносом (FIT CCD).

- На рис. представлен ПЗС со строчно-кадровым переносом.
- IT CCD отличается от него только отсутствием секции хранения.
- часть светочувствительной поверхности секции накопления покрыта непрозрачными для света вертикальными регистрами переноса, что существенно снижает световую чувствительность таких ПЗС по сравнению с ПЗС с переносом кадра.
- Преодолеть этот недостаток позволило применение микролинз, которые располагаются перед каждым фотодиодом и собирают свет, минуя закрытые от света участки секции накопления

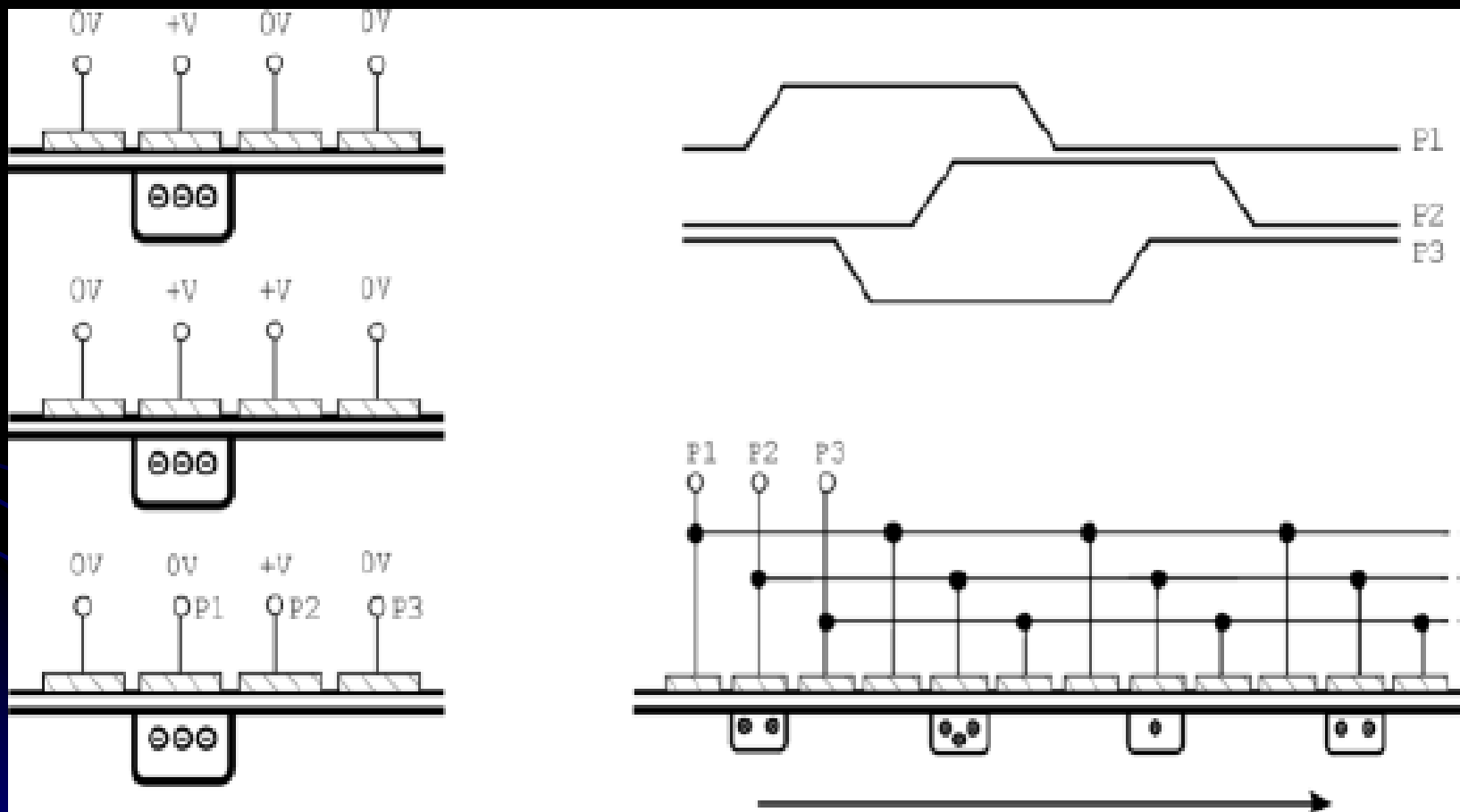
Объектив

- К объективу цифровой видеокамеры предъявляются требования повышенной разрешающей способности из-за малого размера элемента разложения прибора с зарядовой связью (ПЗС). Кроме того, объектив должен быть легким, надежным и формировать изображение с наименьшими искажениями. Наилучшими считаются объективы фирм Canon и Fujinon. Объективы имеют регулируемые диафрагму, трансфокатор и фокусировку. Они снабжаются дополнительными сменными светофильтрами.

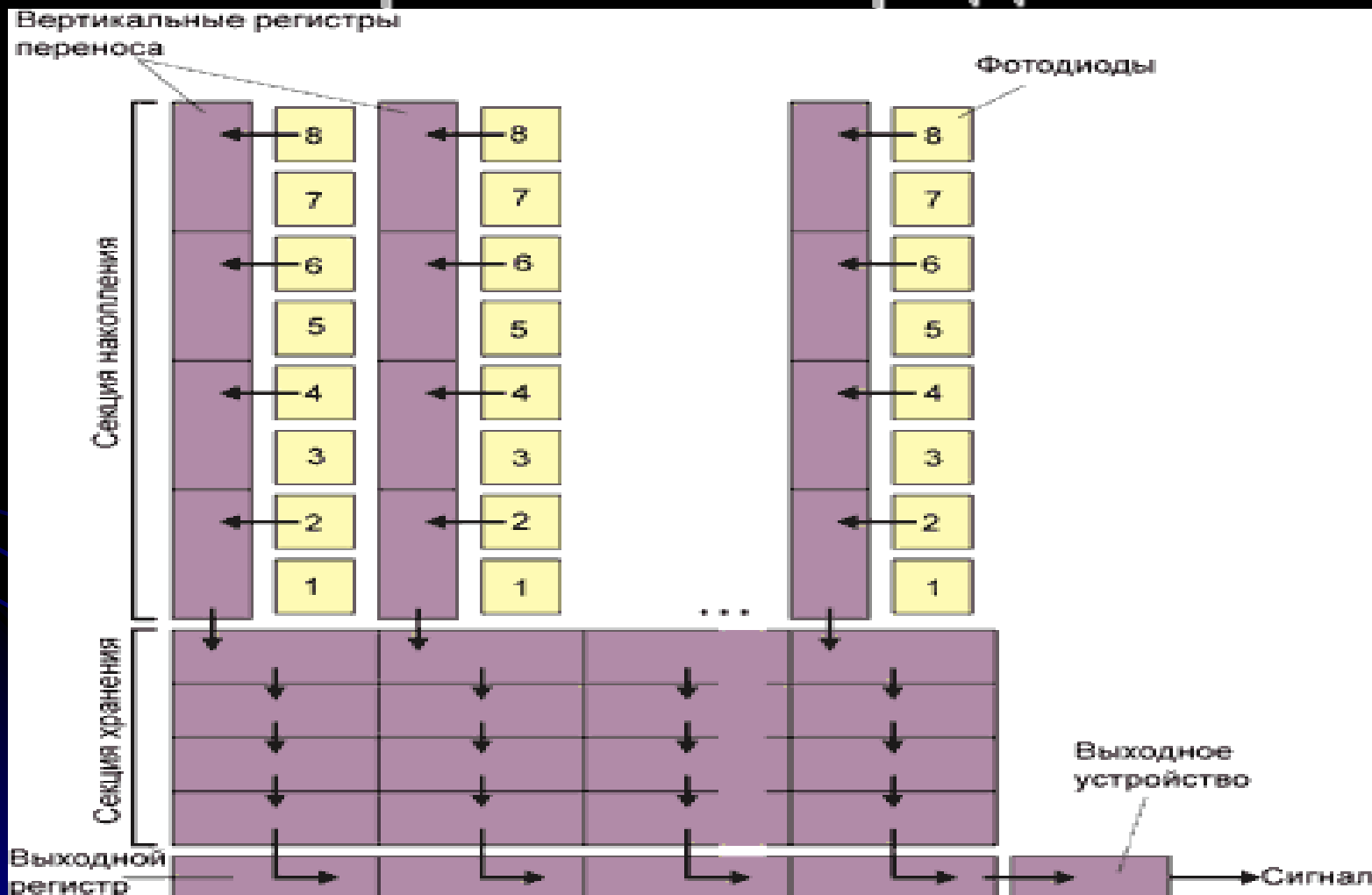
Ячейка ПЗС



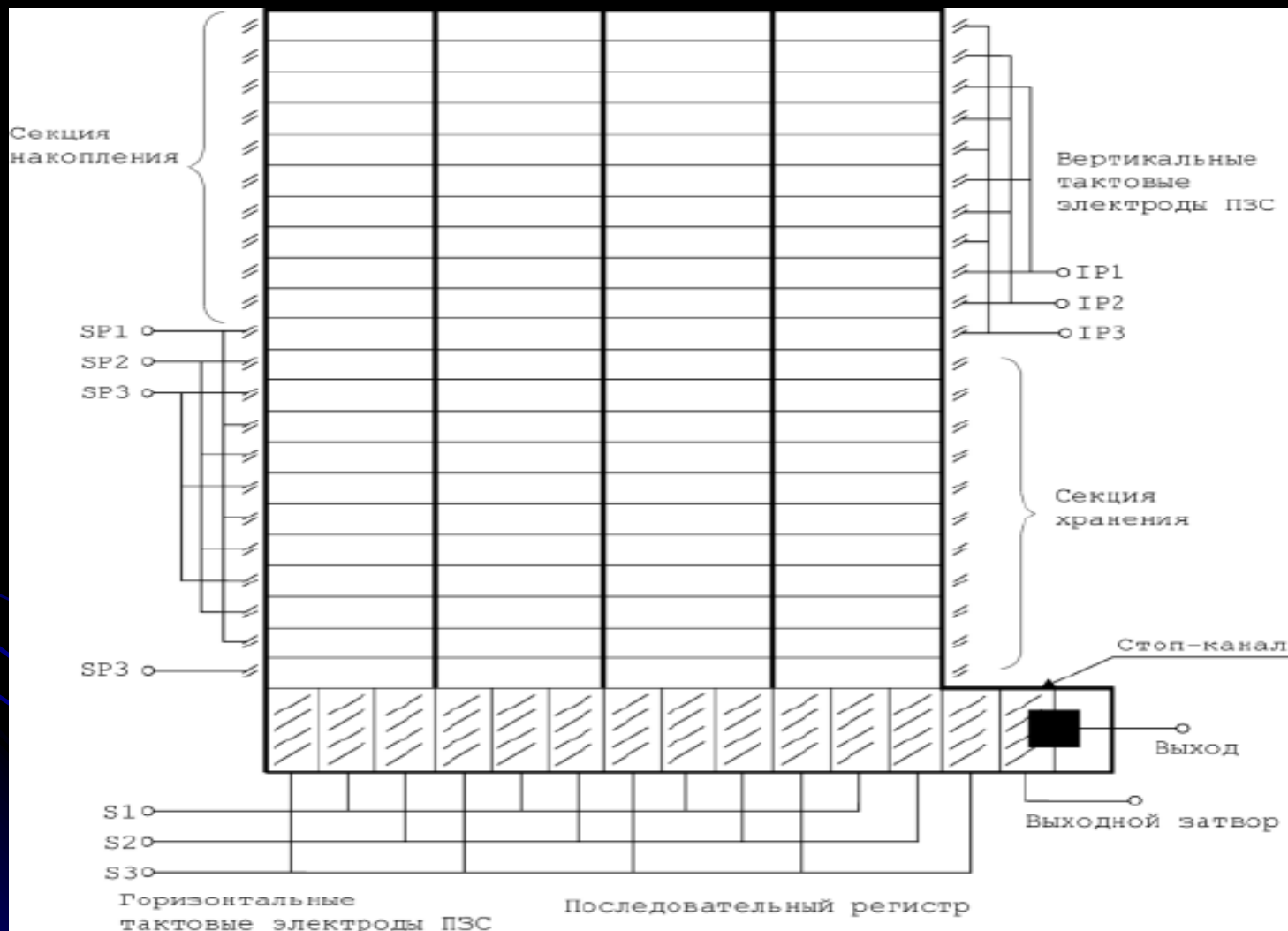
Принцип работы ПЗС



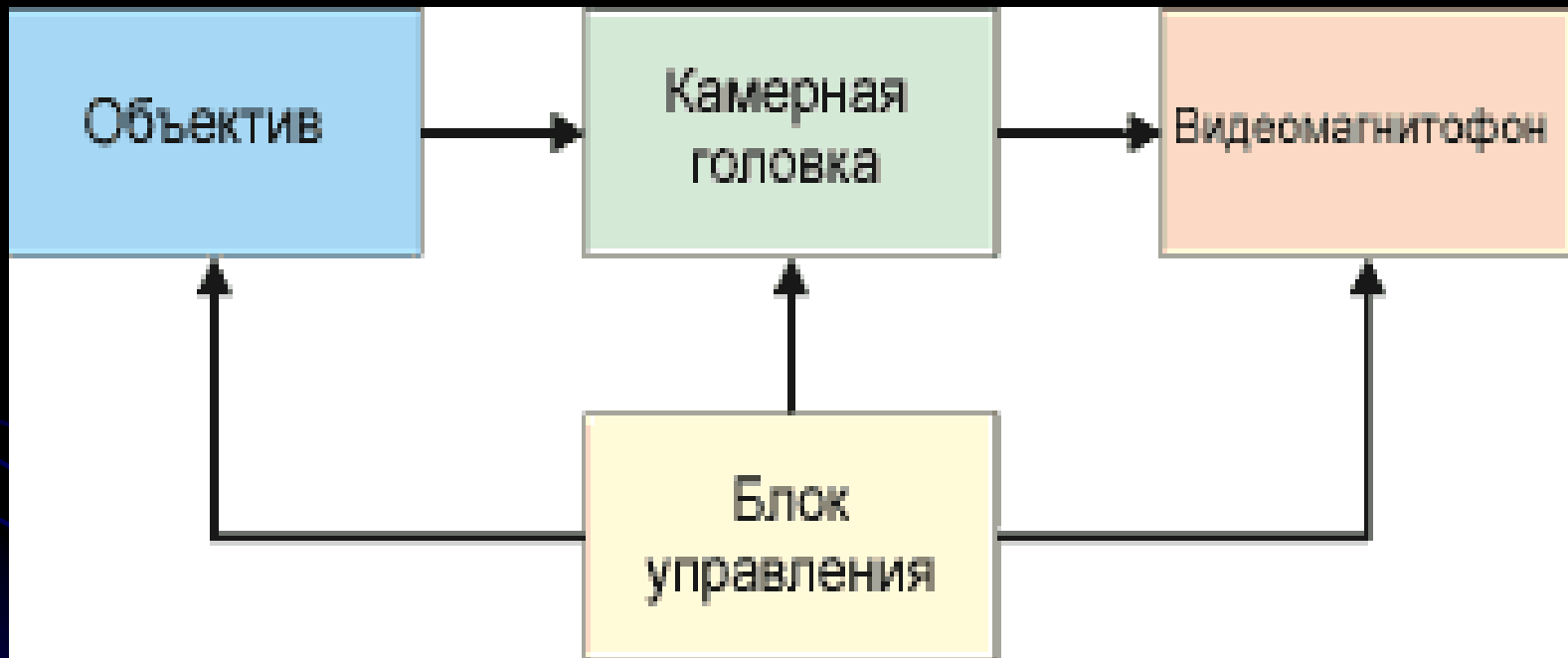
17.2.ПЗС со строчно-кадровым переносом зарядов



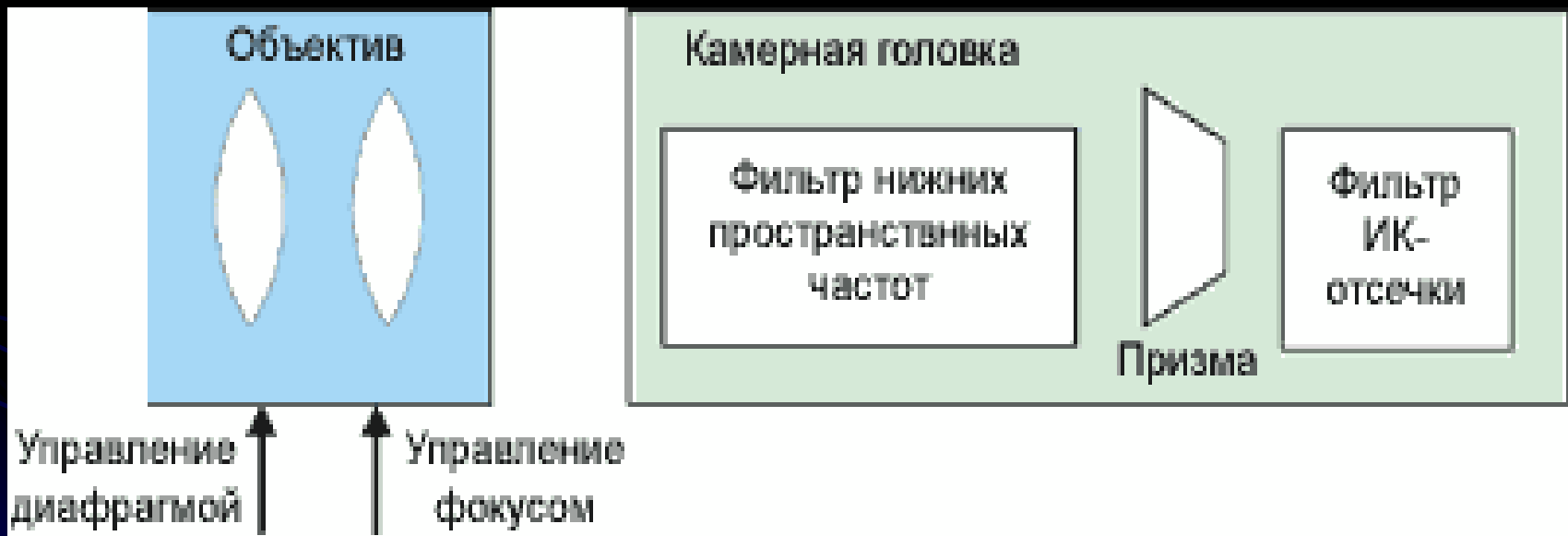
Структура ПЗС



18.1. Структурная схема камкордера

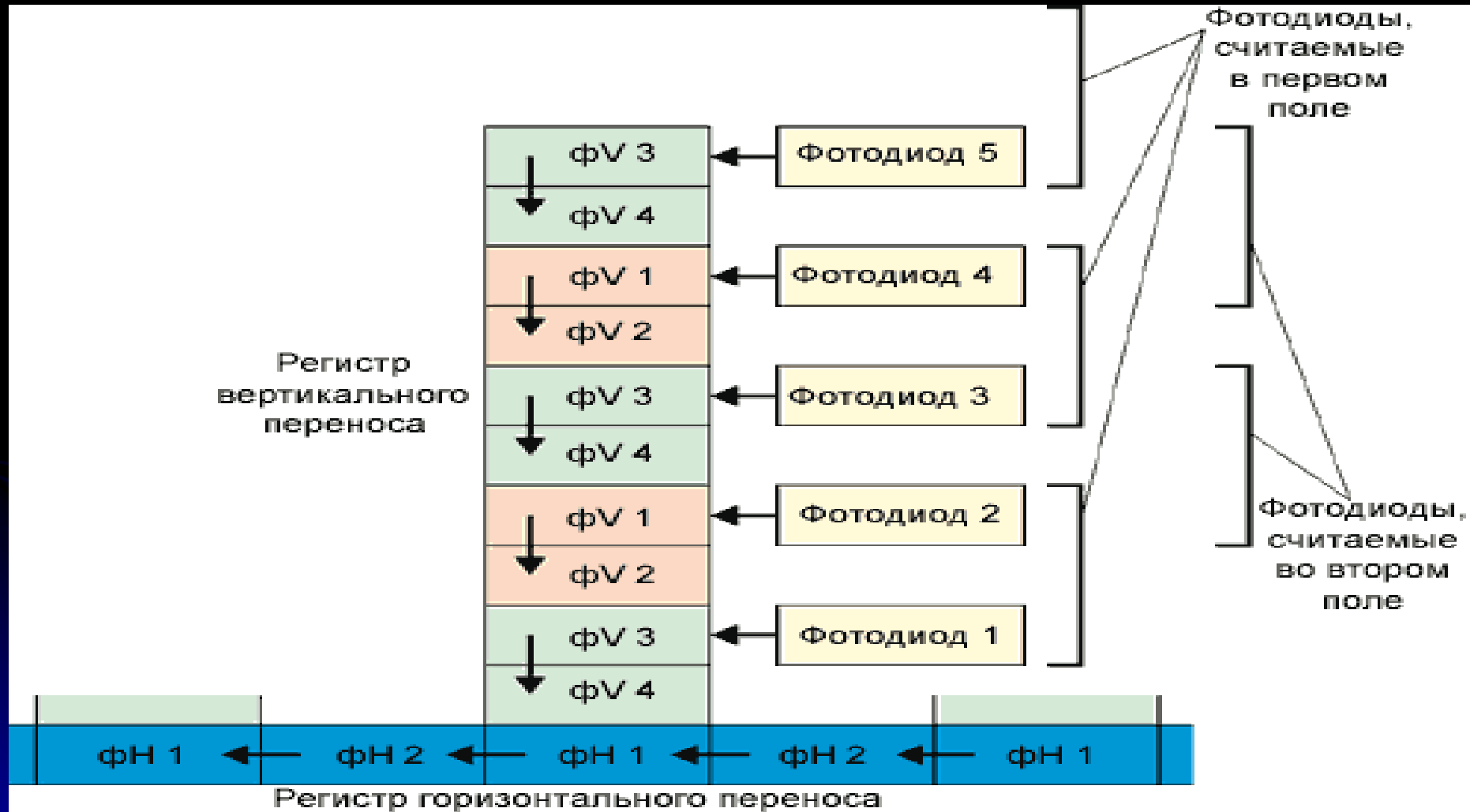


18.2. Оптическая часть ТВ камеры

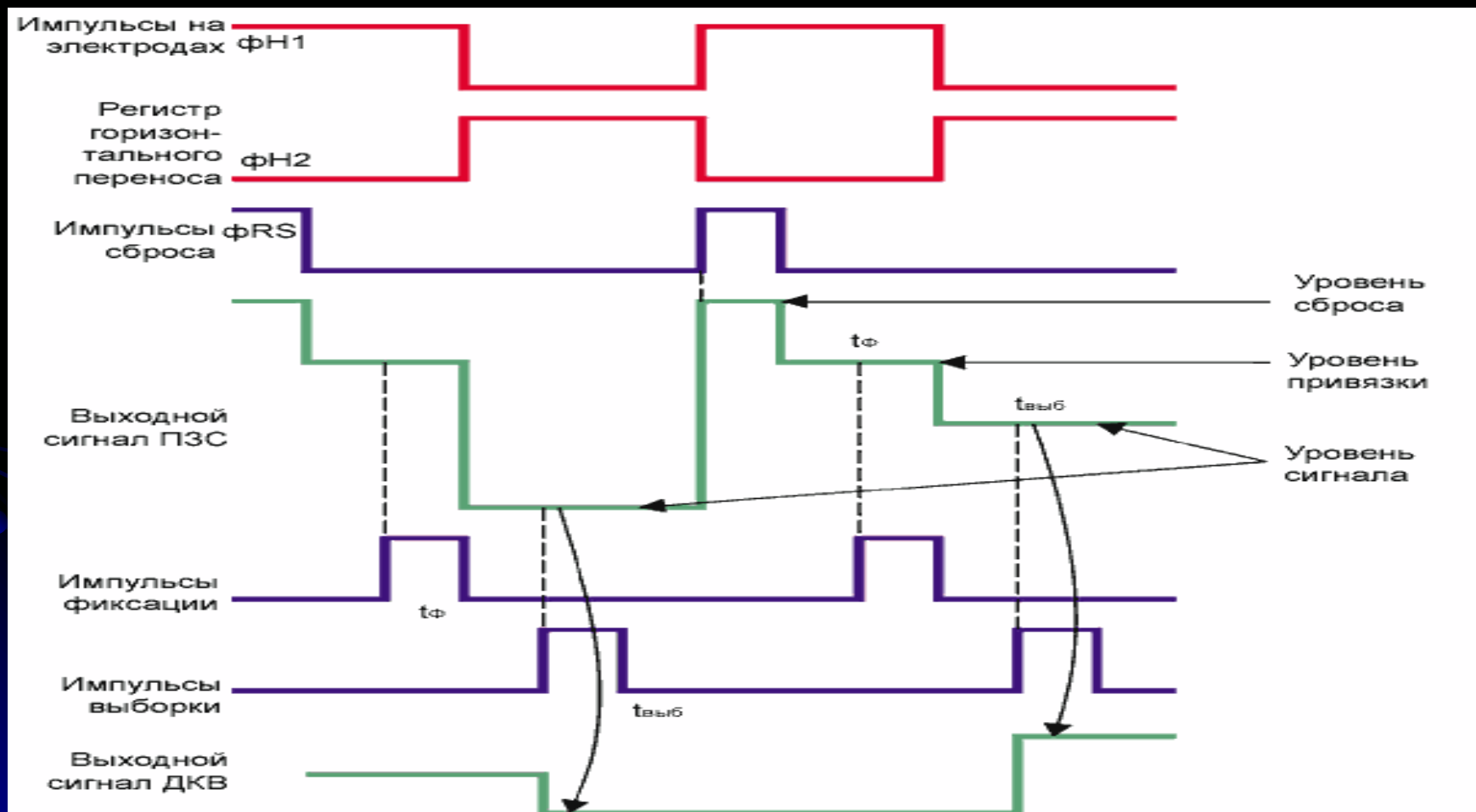


- Основной блок видеокамеры - камерная головка (рис. 2), которая состоит из узла преобразования "свет-сигнал" и цифрового процессора обработки сигнала изображения (рис. 3).
- Узел преобразования "свет-сигнал" и объектив составляют оптическую часть видеокамеры и представлены на рис. 4.
- Сразу за объективом расположен фильтр нижних пространственных частот и светоделительная призма с цветными фильтрами, которая разделяет световой поток на три спектральные составляющие - красную (R), зеленую (G) и синюю (B) - по числу преобразователей изображения на ПЗС.
- Так как преобразователи на ПЗС имеют максимальную чувствительность в ИК-области спектра, а необходимо иметь кривую спектральной чувствительности камеры, близкую к кривой чувствительности глаза, то в оптическую часть камеры входит фильтр ИК-отсечки

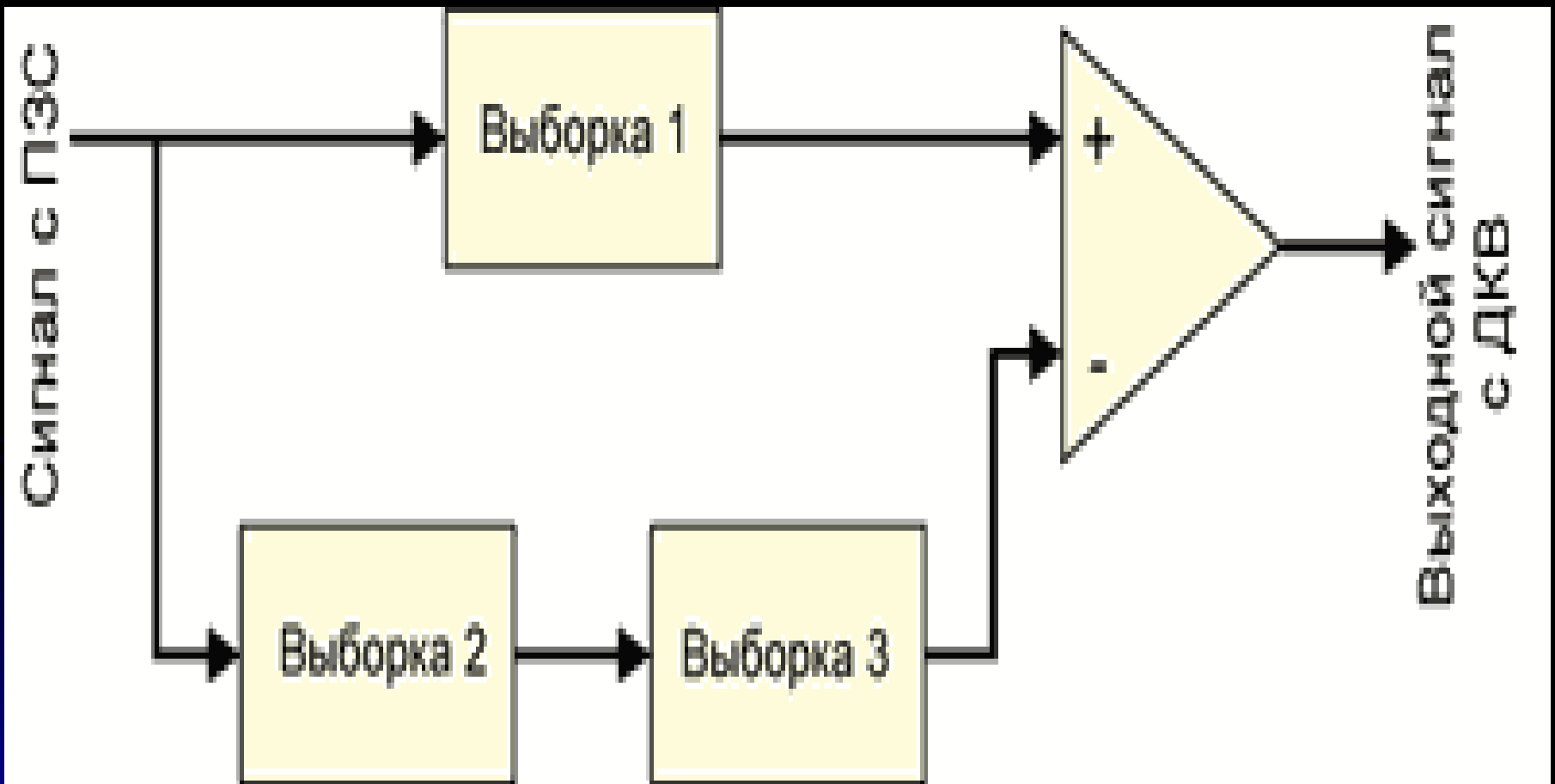
18.3. ПЗС матрица в режиме считывания по полям



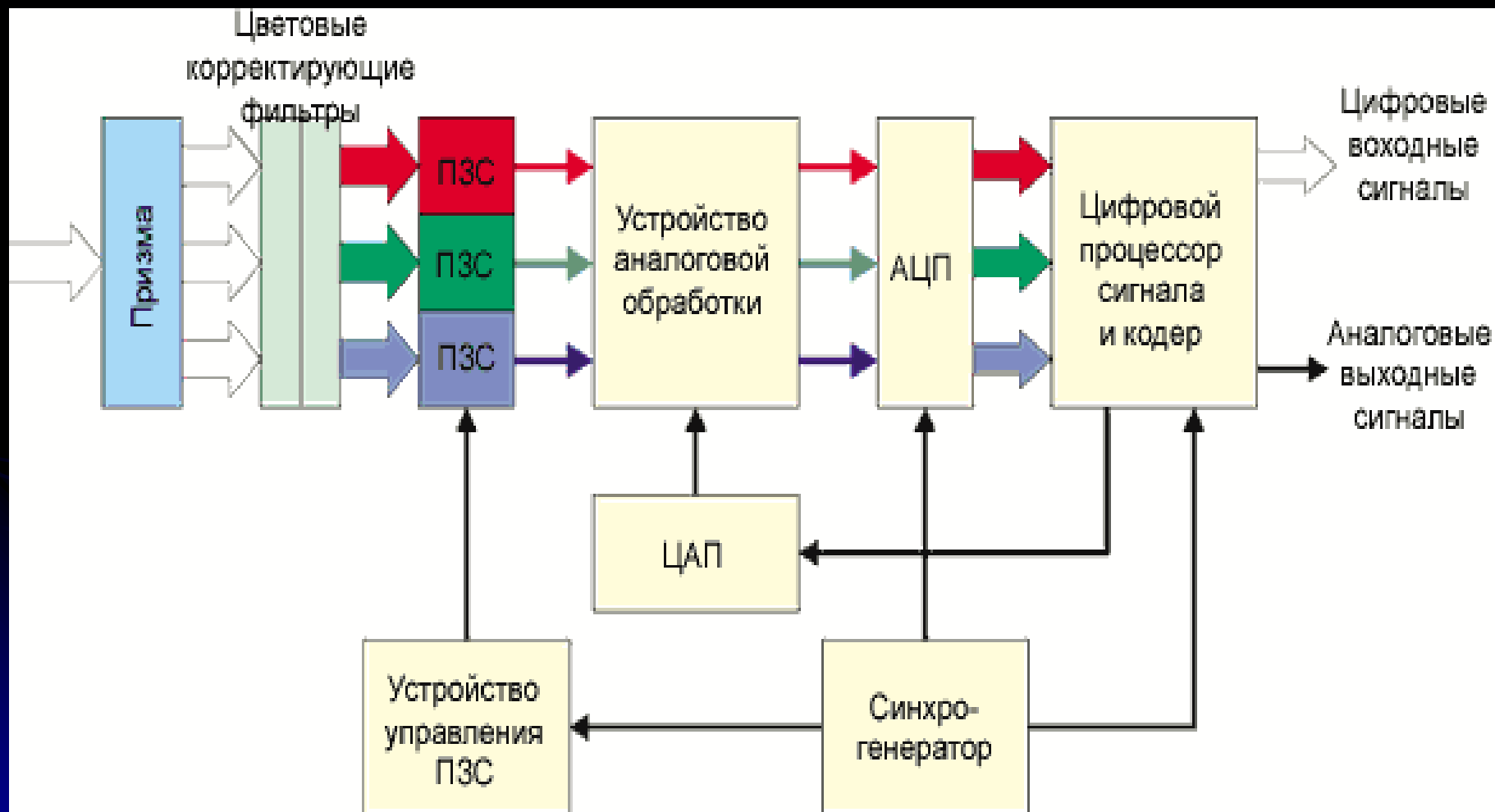
18.4.ПЗС. Принцип работы ДКВ



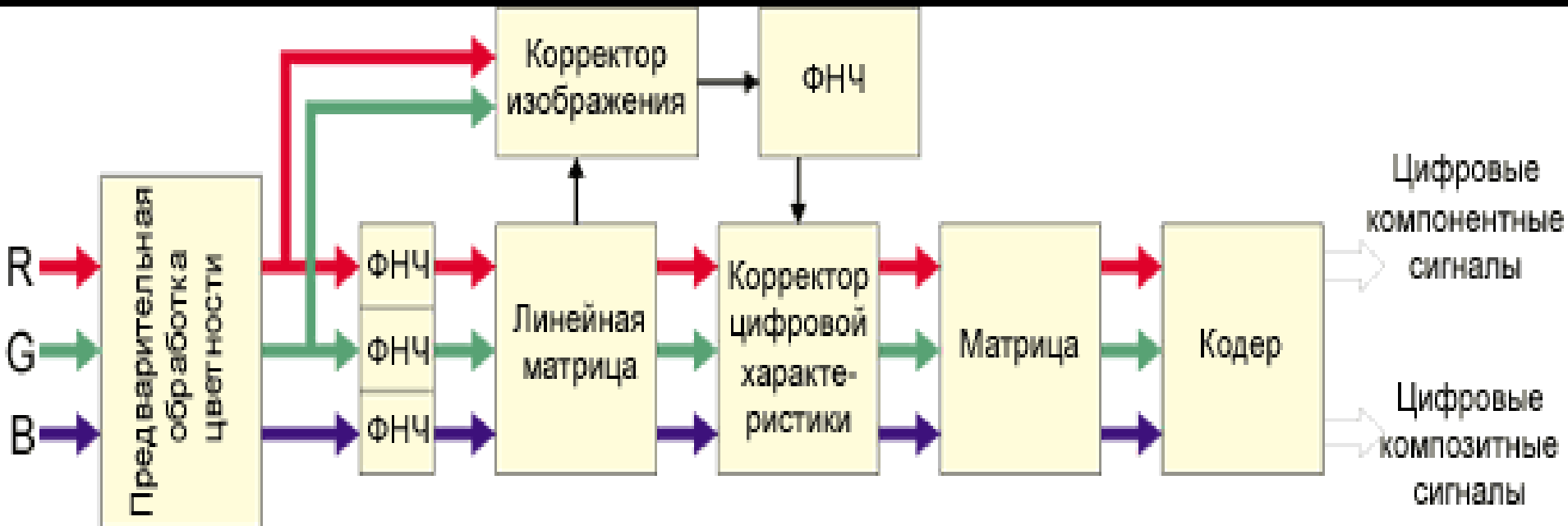
18.5. Двойная коррелированная выборка



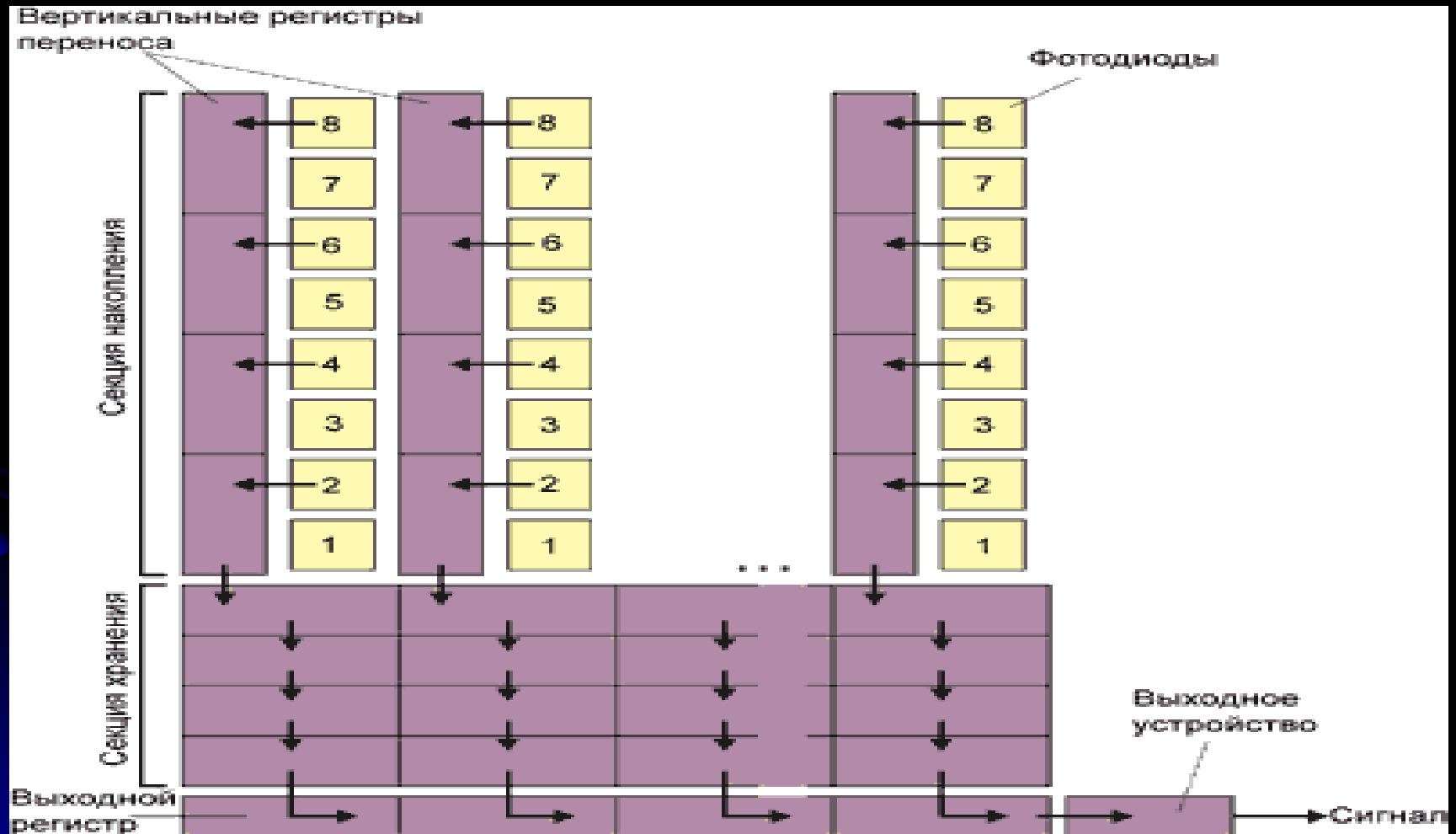
18.6. Канал изображения ТВ камеры



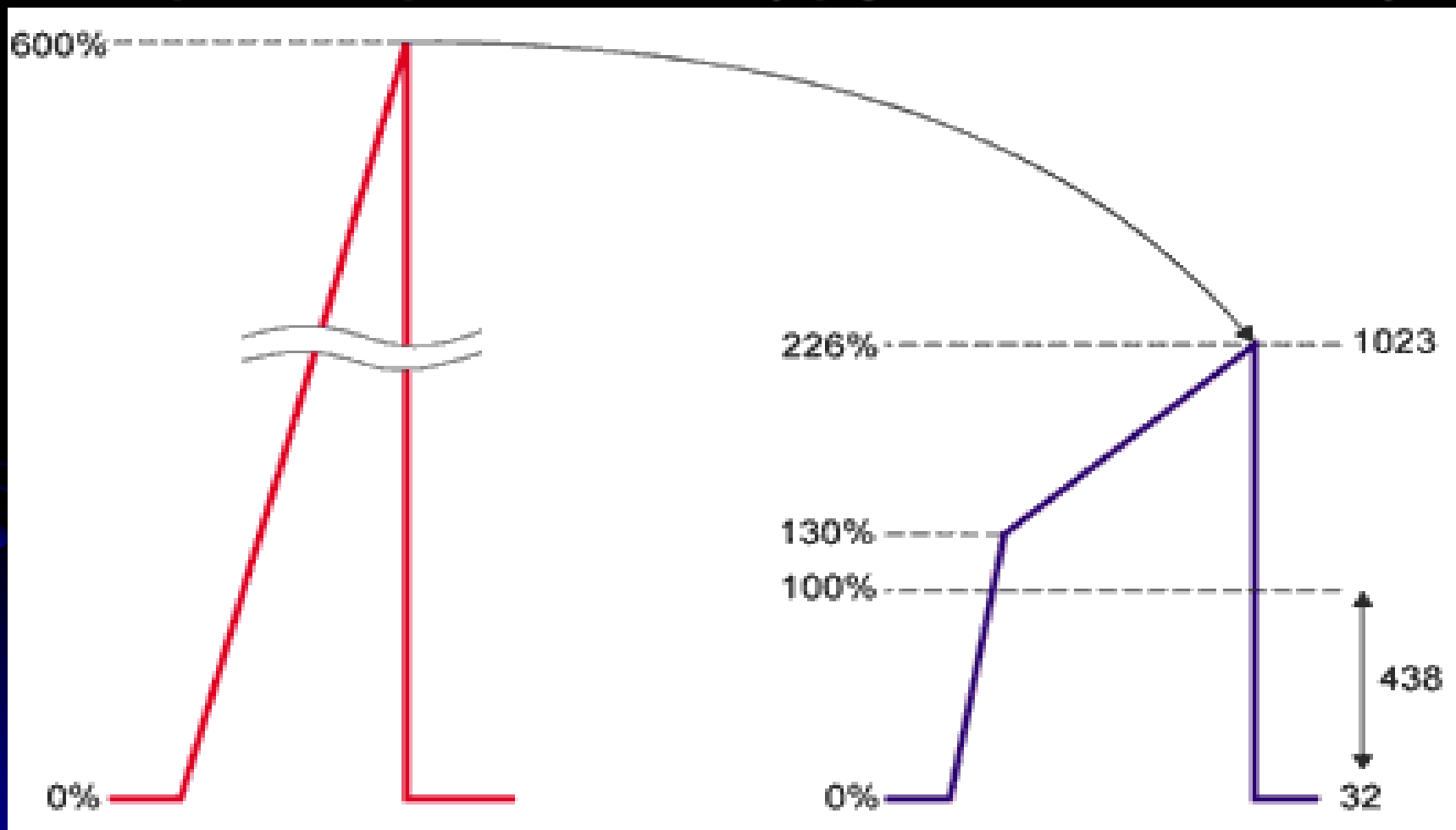
18.7. Цифровой процессор обработки ТВ сигнала



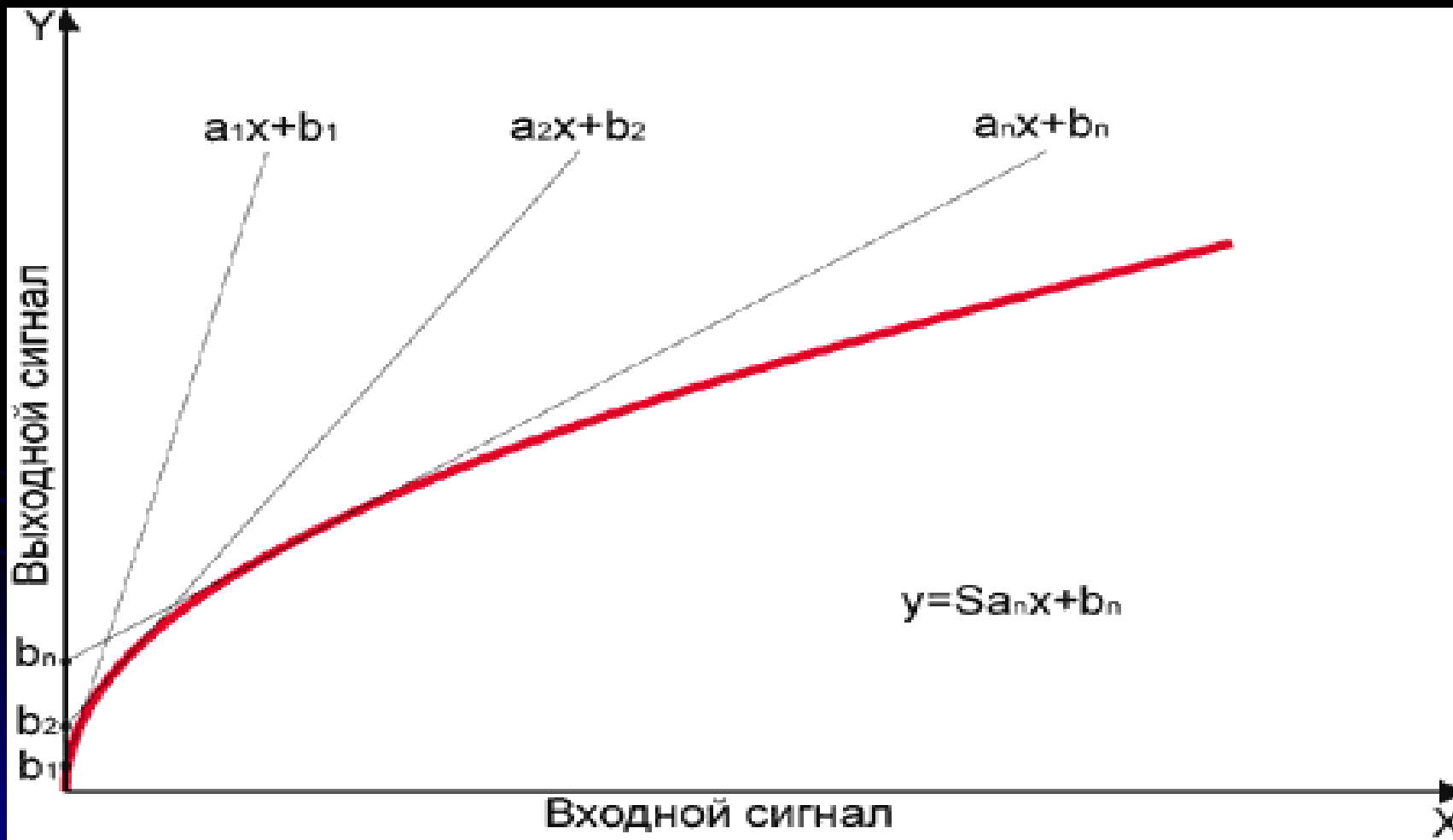
18.8.ПЗС со строчно-кадровым переносом зарядов



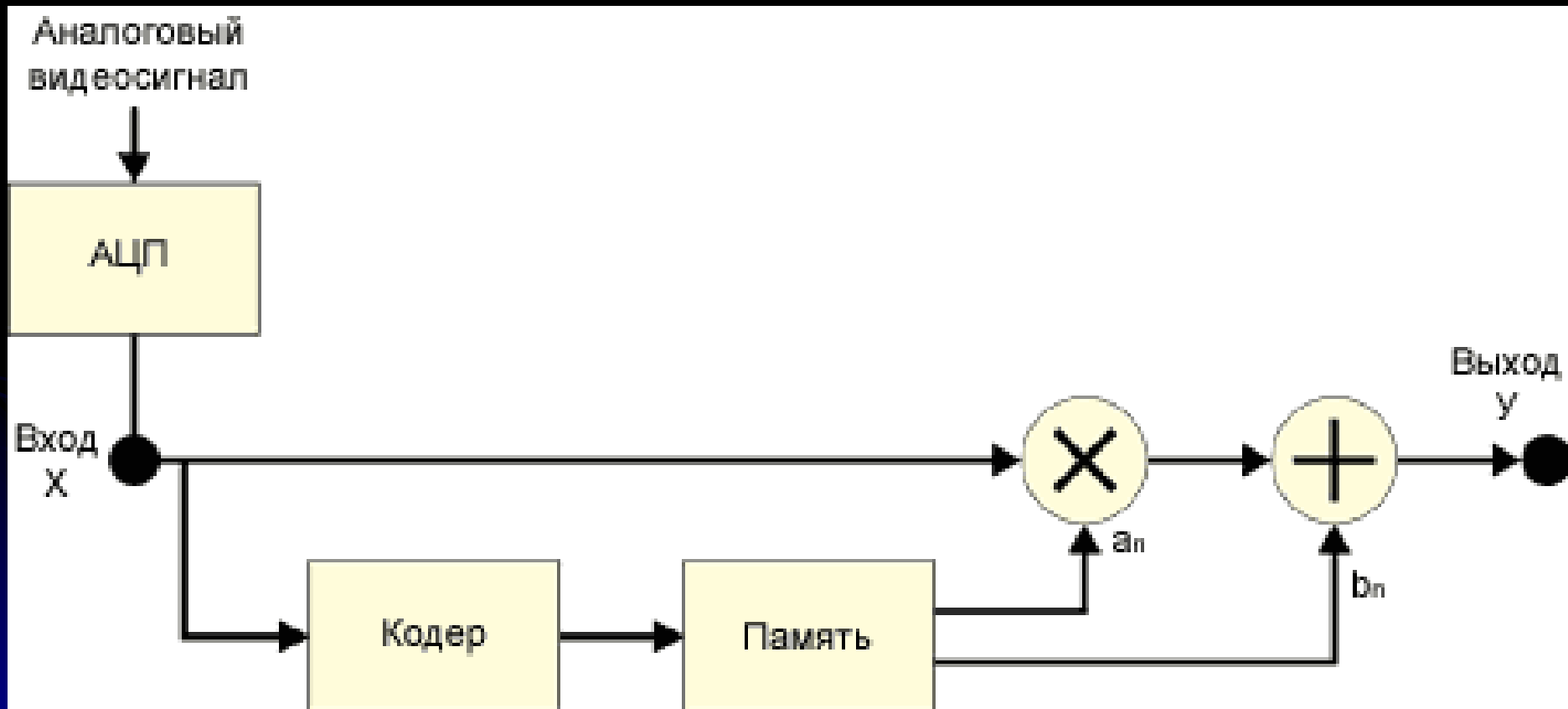
18.9.Сжатие световой характеристики (функция Кнее)



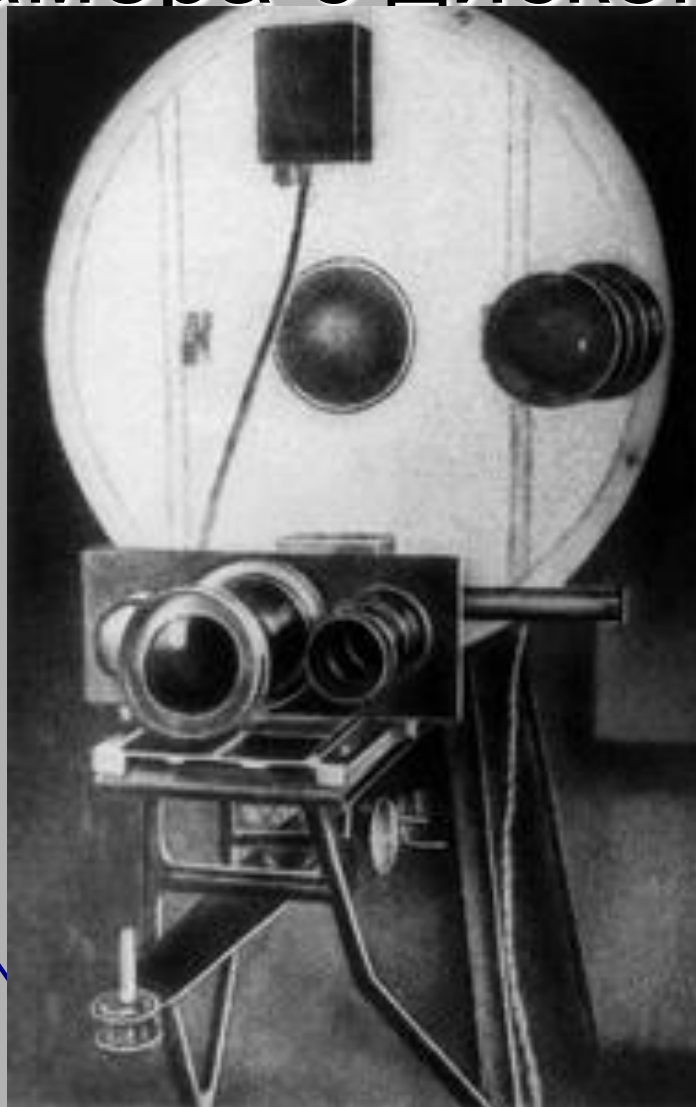
18.10.Гамма-коррекция



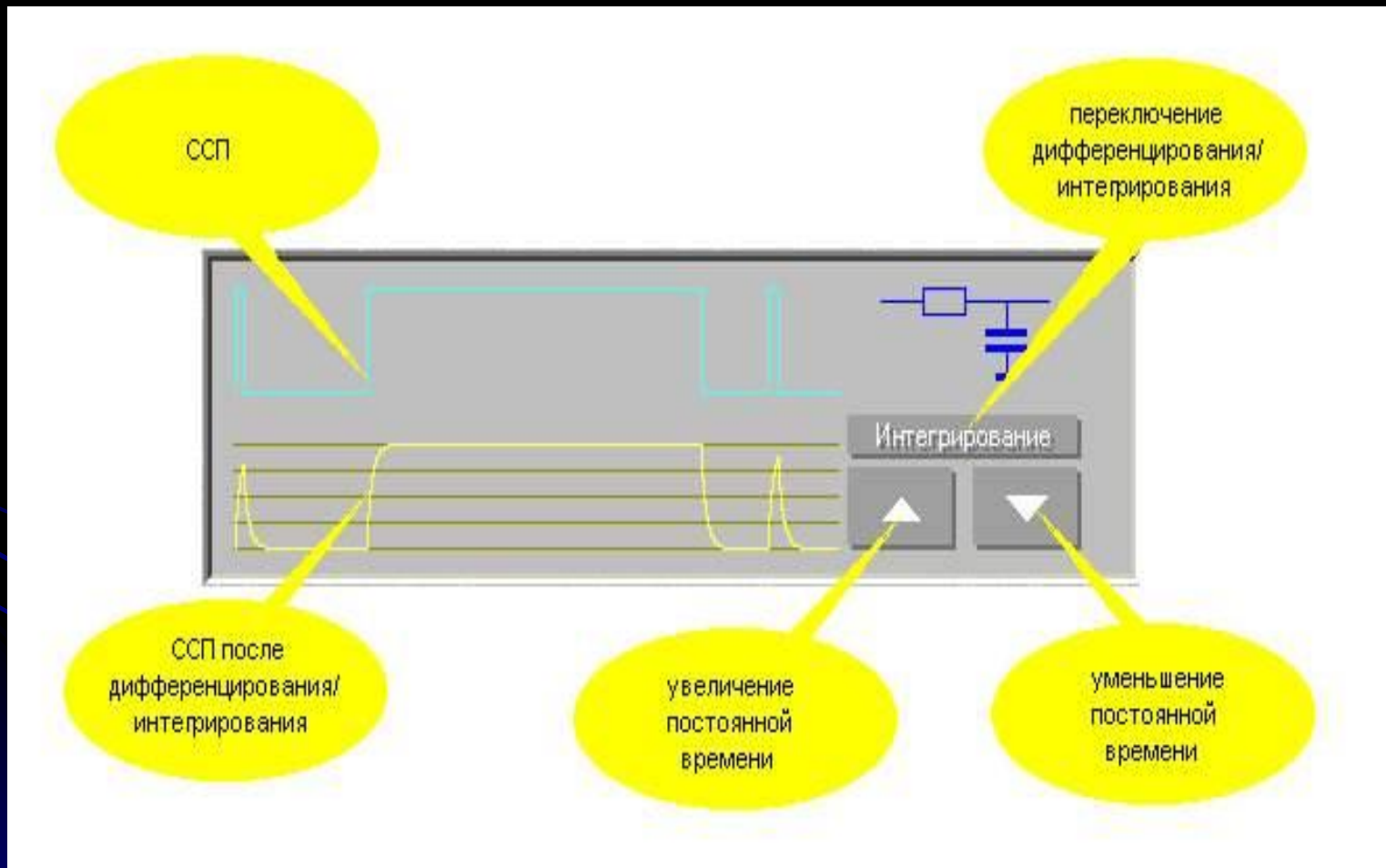
18.11. Структурная схема гамма-корректора



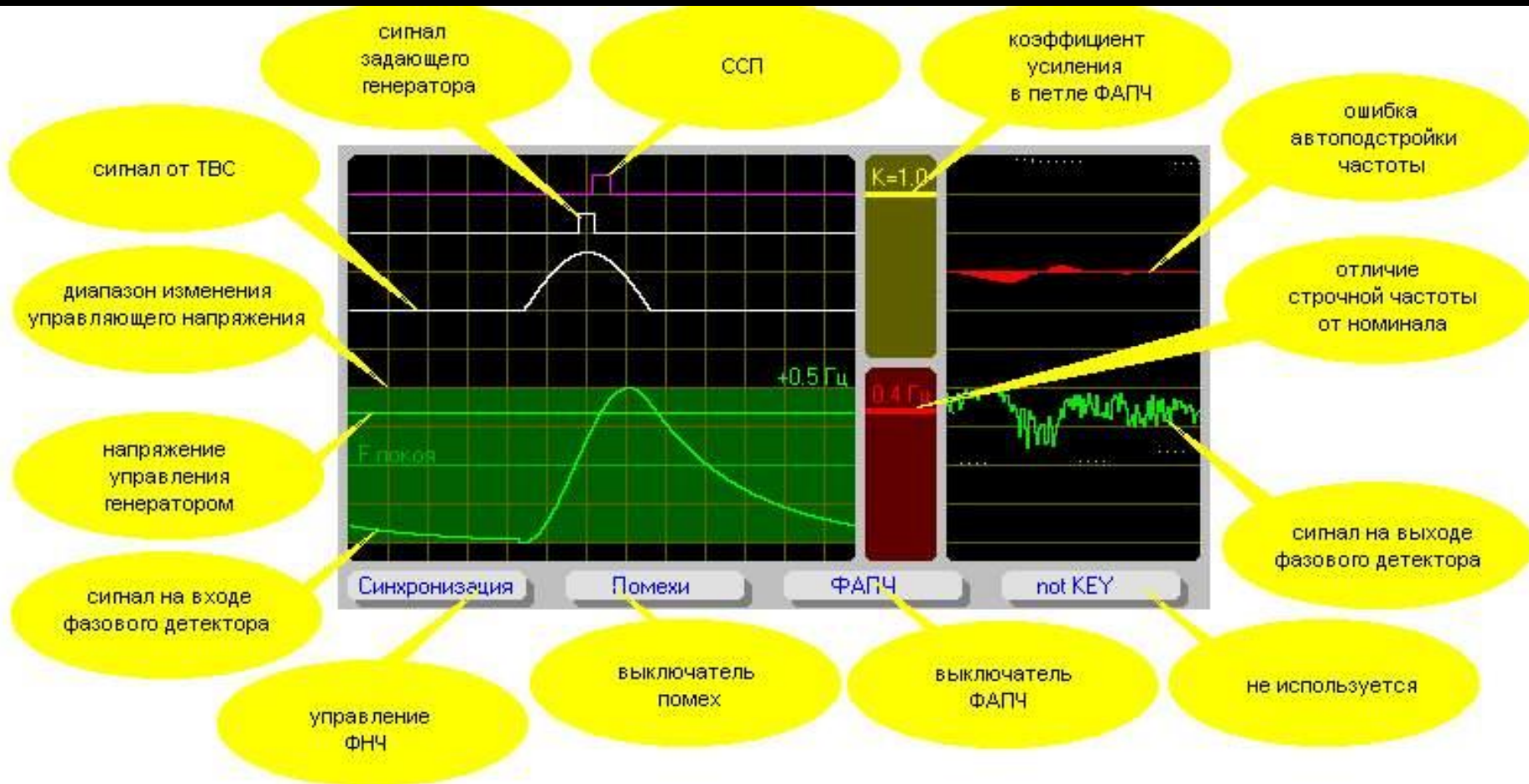
18. ТВ камера с диском Нипкова



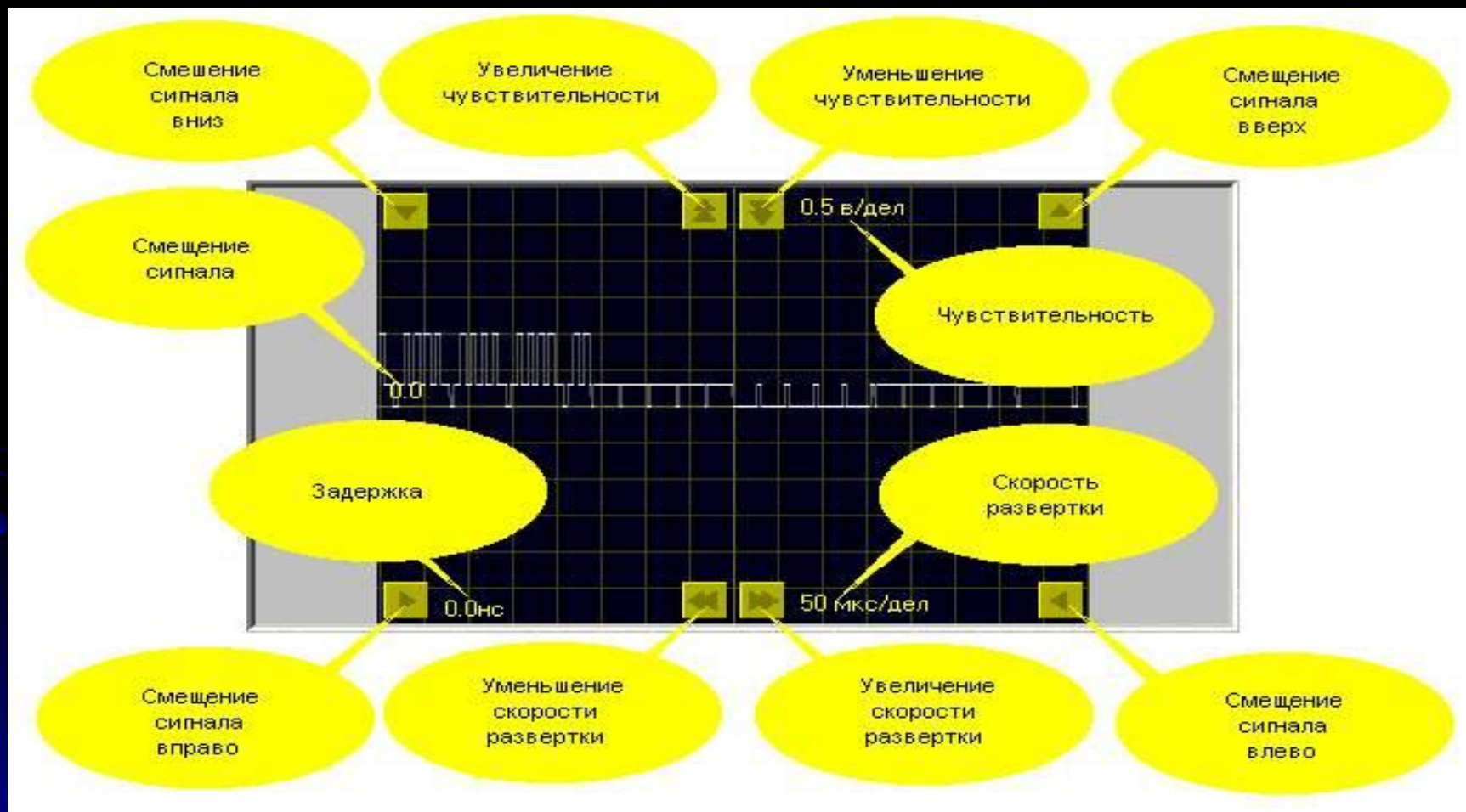
19.4. Канал синхронизации и разверток ТВ приемника



Настройка схемы АПЧФ строчной развертки



Настройка схемы селектора импульсов



Задающий генератор строчной развертки

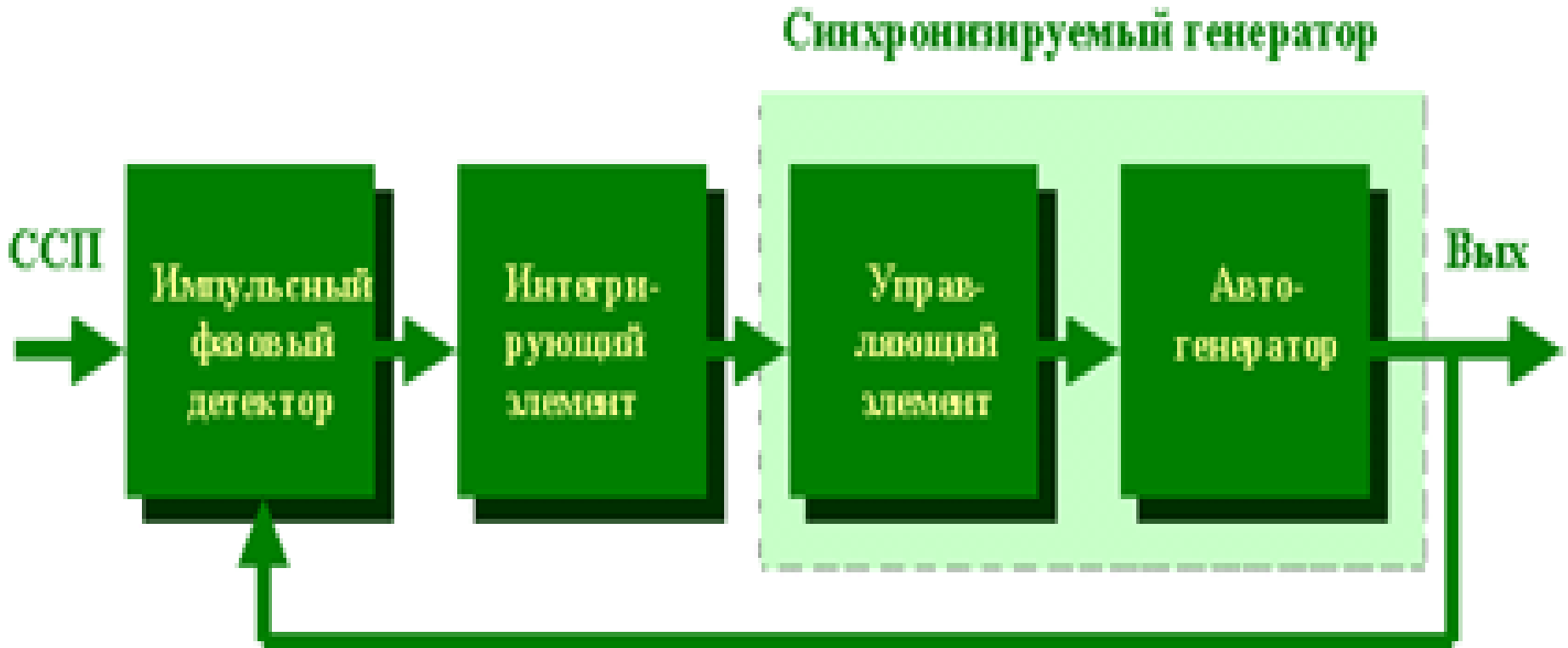
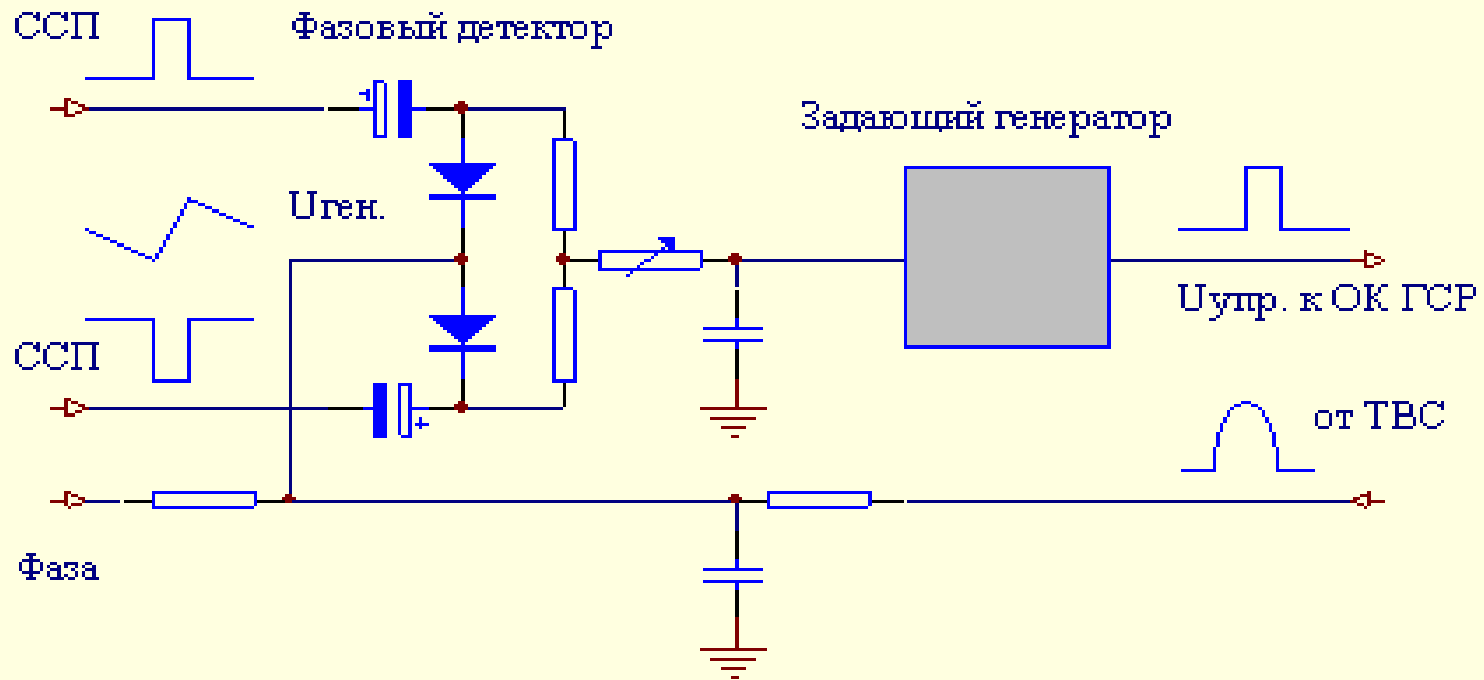
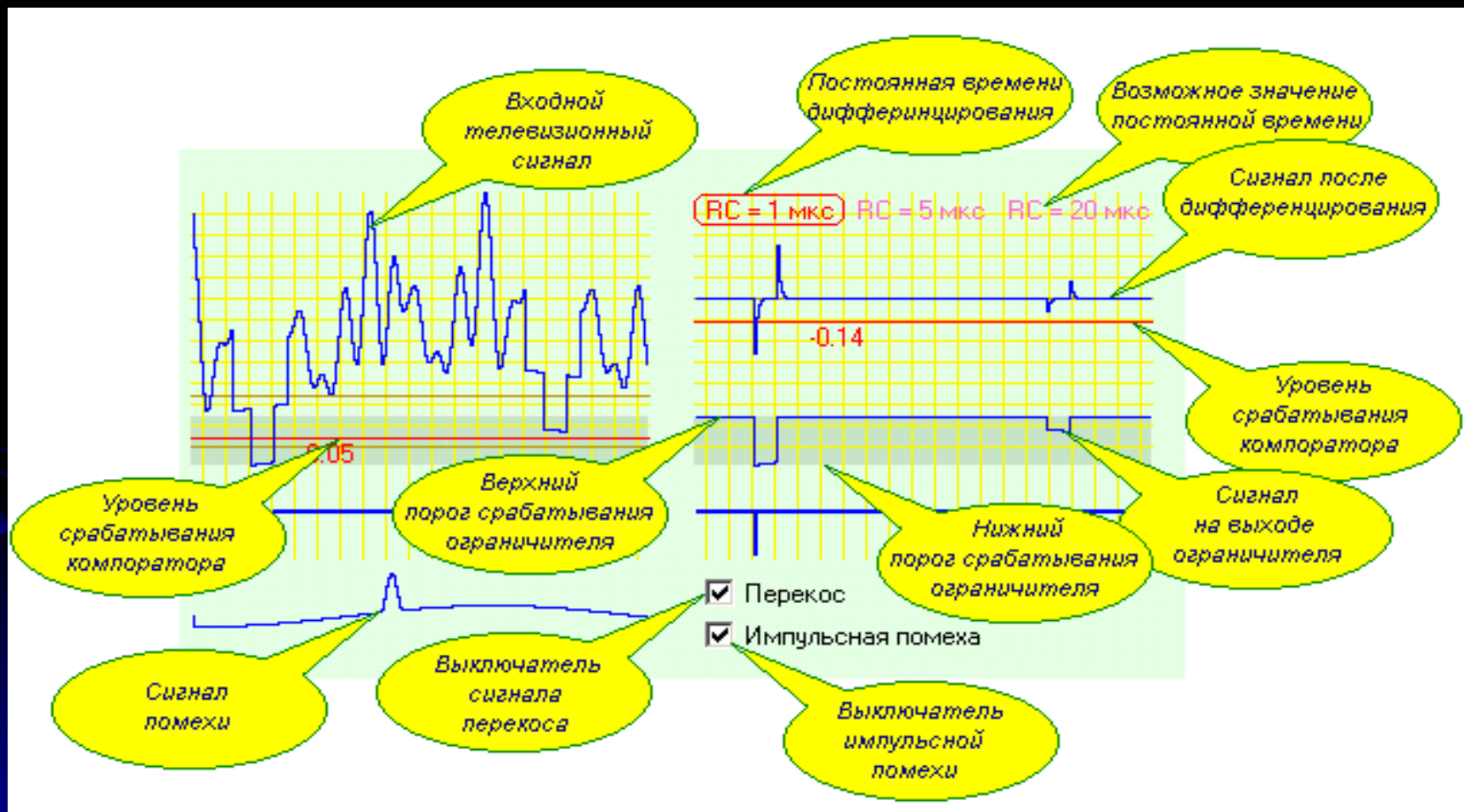


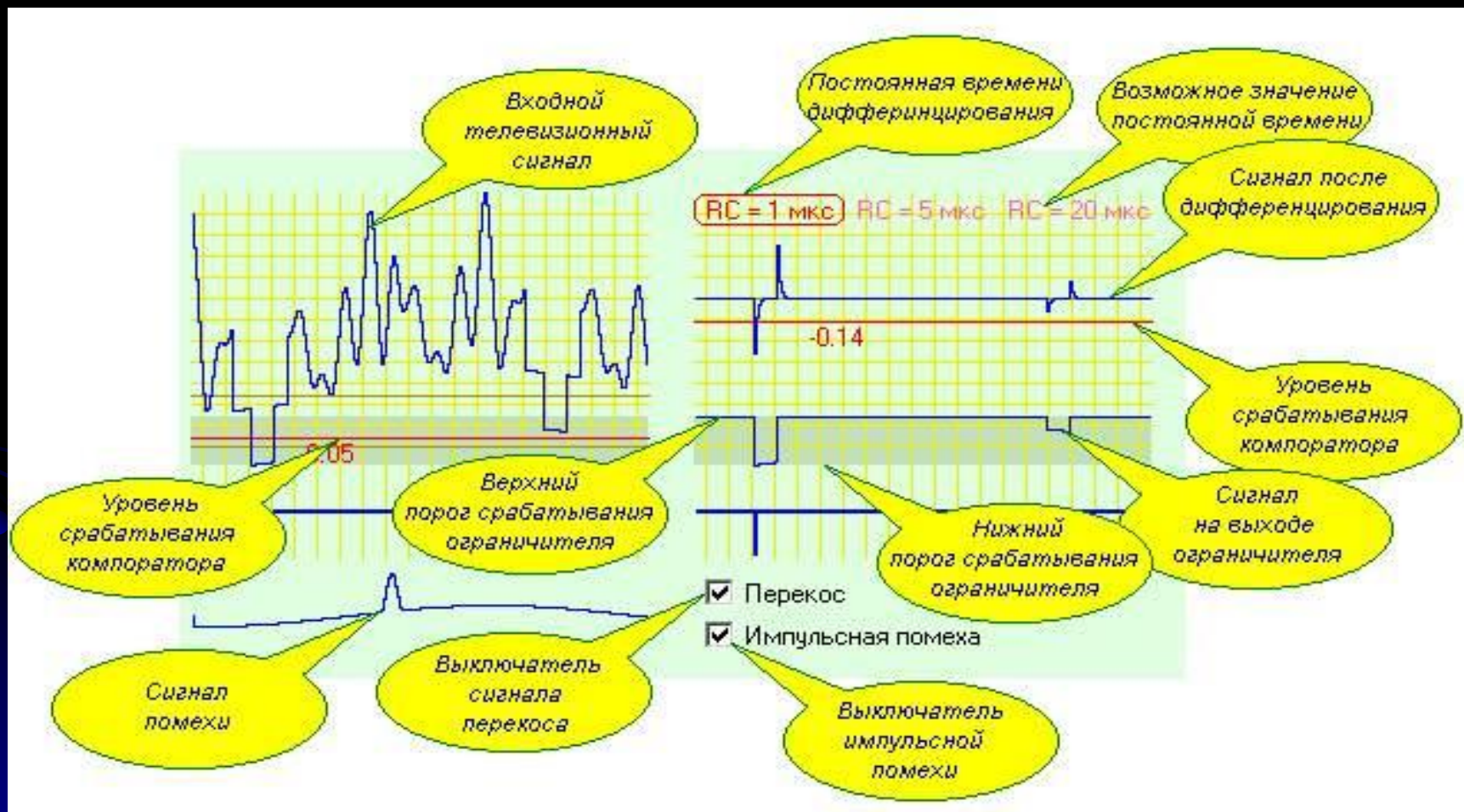
Схема АПЧФ строчной развертки



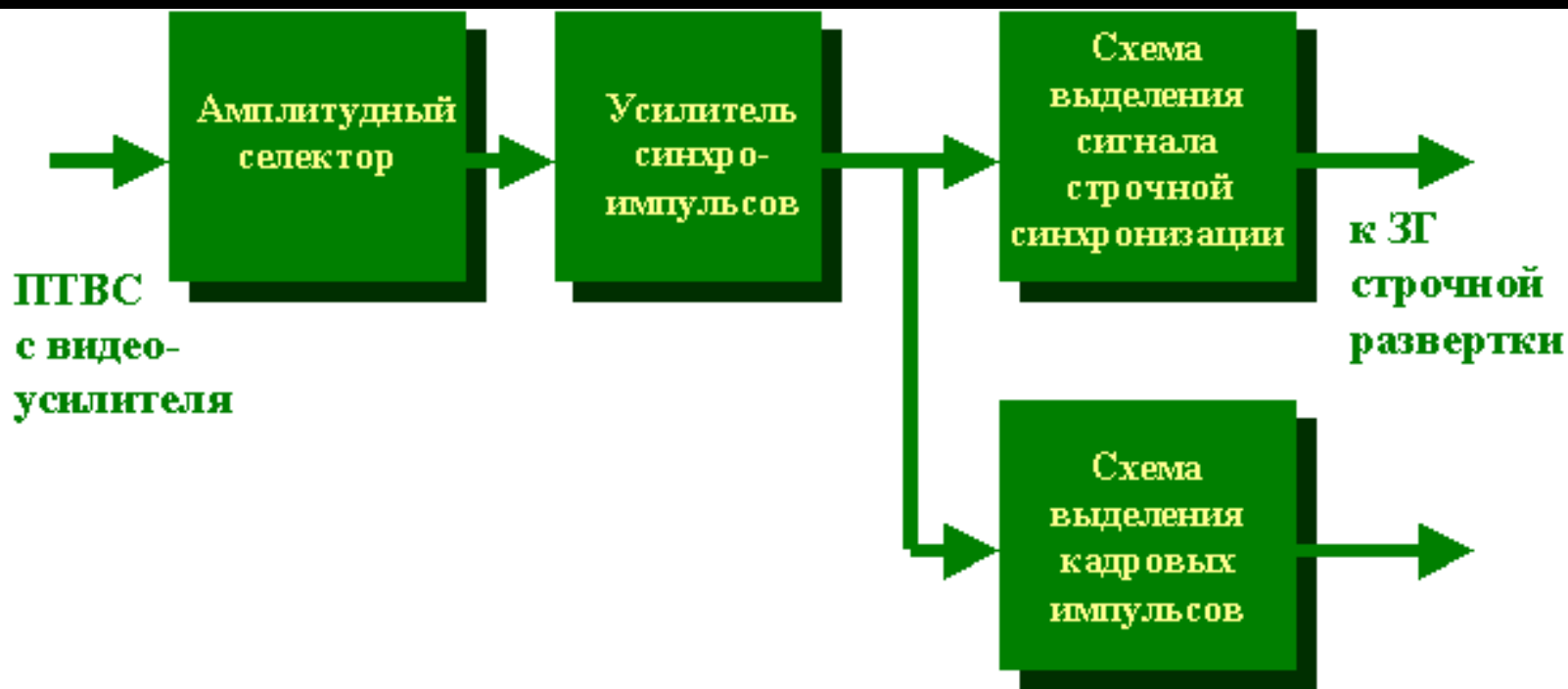
Селектор синхроимпульсов



Селектор синхроимпульсов



Синхронизация ТВ приемника



**Структурная схема системы
синхронизации телевизора**

Измерения в ТВ тракте

Обеспечение технического качества ТВ вещания требует:

- организации полного (по набору контролируемых параметров) телеканала;
- глубокого (по размещению точек контроля) анализа состояния технических средств телевещания;

- ТВ-измерения включают:
- анализ искажений сигнала известной (специальной) формы - ТВ измерительных сигналов (ТВИС) при периодических испытаниях, когда ТВ-канал не используется для вещания;
- в анализе искажений сигналов испытательных строк при контроле в процессе передачи ТВ программ

- Измеряется несколько десятков параметров, однозначно связанных с искажением одного или группы элементов анализируемого сигнала.
- Набор и значения измеренных параметров в совокупности характеризуют качество контролируемого канала.

- в качестве источников ТВИС используются:
- аналоговые генераторы ТВИС;
- цифровые генераторы ТВИС;
- устройства формирования и ввода испытательных строк в ТВ-сигнал изображения.

Аналоговые генераторы телевизионных измерительных сигналов и устройства ввода телевизионных испытательных строк

- генератор ТВИС Г6-8;
- устройство ввода ТВИС К2-27;
- генераторы и устройства ввода ТВИС Г6-30, Г6-35 (СССР);
- генераторы ТВИС RFZ, SPEF, SPZF, SPF2, устройство ввода ТВИС SPZF (Rohde & Schwarz, Германия);
- генераторы ТВИС TF2905/8, TF2909, TF2913 (Marconi, Англия);
- генератор ТВИС TTV 8310 (Thomson-CSF, Франция) и др.

Цифровые генераторы телевизионных измерительных сигналов и устройства ввода телевизионных испытательных строк

- цифровые генераторы ТВИС 1900DG и 1910DG (Tektronix, США);
- цифровые генераторы ТВИС TTV 8400 и TTV 8410 (Thomson-CSF, Франция);
- цифровые генераторы ТВИС TVG-101 (NEC, Япония), MG6301A/B/C (Anritsu, Япония), MPG-4301 (Meguro Electronics, Япония);

- цифровой генератор ТВИС Г-230 (Россия);
- цифровой генератор ТВИС в составе компьютерного видеоанализатора ВК-1/2 (Россия) и др.;
- телевизионное устройство ввода УВС-ТВ (Россия) и др.

Субъективная оценка качества.

- Качество формирования и воспроизведения ТВ изображений оценивается по специальным, тестовым черно-белым или цветным изображениям оптических или электронных ТВ испытательных таблиц – ТИТ;
- При формировании УЭИТ цветные изображения формируются в виде полного цветового ТВ сигнала, кодируемого в одной из систем цветного телевидения: SECAM, PAL или NTSC;
- УЭИТ формируются специальными генераторами ТИТ.

- Качество воспроизведения деталей УЭИТ позволяет судить (с некоторой долей субъективизма) и о качестве кодирования и декодирования контролируемого ТВ-канала;

Генераторы телевизионных испытательных таблиц:

- УЭИТ (СССР);
- генераторы РМ 5631 (multi pattern), РМ 5632 SECAM (Philips, Нидерланды);
- цифровые генераторы SGSF (SECAM), SGPF (PAL), SGDF (D-MAC/ D2-MAC), SGMF (NTSC) (Rohde & Schwarz, ФРГ);
- генератор телевизионных испытательных таблиц в составе компьютерного видеоанализатора ВК-1/2 (Россия) и др.

Осциллограф - прибор для анализа искажений ТВИС.

- Применяется для анализа искажений ТВИС;
- специализированный осциллограф отличается от осциллографов широкого применения дополнительными свойствами:
- возможностью синхронизации от строчных и полевых синхроимпульсов и синхроимпульса выбираемой строки в кадровом гасящем импульсе;
- высокой яркостью луча при больших скважностях анализируемого сигнала;

- средствами обработки сигнала: различными фильтрами, восстановлением постоянной составляющей, преобразователями некоторых, особенно важных искажений ТВИС в сигналы, обеспечивающие удобство анализа и т.п;
- Использование простых и дешевых специализированных аналоговых осциллографов приводит к снижению оперативности измерений и вносит субъективные погрешности в результаты измерений.

Телевизионные осциллографы:

- Цифровые осциллографы, обычно имеющие режимы электронной лупы и спектрального анализа, являются существенно более точными и удобными приборами для осуществления скрупулезного анализа формы сигналов.

- ТВ-осциллографы С1-57, С1-81, С9-1 (СССР);
- цифровые ТВ-осциллографы OPF и ODF (Rohde & Schwarz, ФРГ);
- цифровые ТВ-осциллографы HP54602B, HP54610B, HP54615B, HP54616B/C, HP54645A (Hewlett-Packard, США);
- цифровой осциллограф в составе прибора WVR500, цифровой осциллограф в составе измерительного комплекта VM700 Option 11 (Tektronix, США);

- осциллограф PM5665 (Philips, Нидерланды);
цифровой осциллограф в составе компьютерного видеоанализатора ВК-1 (Россия) и др.
- Для измерения параметров кодирования и декодирования сигналов системы SECAM предназначены секамоскопы;

- Для измерения параметров кодирования и декодирования сигналов систем PAL и NTSC – используются вектроскопы.
- И секамоскопы и вектроскопы позволяют измерять и некоторые другие параметры систем формирования и передачи ТВ сигналов.

Секамоскопы и вектроскопы

- секамоскоп AS-40 (СФТ, Франция);
- секамоскоп ПБ-100М (Россия);
- вектроскопы систем PAL и NTSC PM5667, PM5668 (Philips, Нидерланды);
- вектроскоп в составе телевизионного испытательного приемника VSA (Rohde & Schwarz, ФРГ);
- вектроскоп системы PAL в составе прибора WVR500 для систем PAL и NTSC, вектроскоп в составе измерительного комплекта VM700 Option 11 для систем PAL (Tektronix, США);

- вектроскоп системы PAL ВСТ-1 (Россия);
секамоскоп и вектроскоп системы PAL в составе компьютерного видеоанализатора ВК-1 (Россия) и др.

- Для оценки искажений, вносимых каналом передачи, применяются измерители (анализаторы) искажений ТВИС
- А также используются приборы допускового контроля, вырабатывающие суждения о соответствии контролируемых искажений заданным допускам.
- Функцию допускового контроля обеспечивают и некоторые измерители (анализаторы) искажений ТВИС.

**Измерители (анализаторы)
искажений телевизионных
измерительных сигналов и
испытательных строк,
построенные по методу
параллельного
преобразования искажений
телевизионных
измерительных сигналов и
испытательных строк**

- измеритель искажений ТВИС TF2914 (Marconi, Англия);
- анализатор искажений ТВИС URF (Rohde & Schwarz, ФРГ);
- устройство допускового контроля (УДК), анализатор телевизионный (АТ) (СССР) и др.

Цифровые измерители (анализаторы) искажений телевизионных измерительных сигналов и испытательных строк

- измеритель параметров ТВ-трактов К2-35,
- анализатор искажений ТВИС КЗ-2 (СССР);
- передвижной ТВ-анализатор WMP, видеоанализатор UVF, видеоизмерительная система VSA (Rohde & Schwarz, ФРГ);
- анализатор видеосигнала с использованием цветного монитора для индикации результатов измерения РТ5463 (Philips, Нидерланды);

- измерительный комплект VM700 Option 11 для систем PAL (Tektronix, США);
- анализатор телевизионный мониторинговый АТМ-2 (Россия);
- видеоанализатор компьютерный ВК-1 (Россия) и др

- Все перечисленные классы приборов используются на тех участках каналов связи, где ТВ-сигналы существуют в аналоговом виде.
- Специфика применения измерительных приборов на телевизионных и радиопередающих станциях связана с использованием в телевидении систем частичного подавления одной боковой полосы радиосигнала.
- Для оценки параметров таких систем используются специфические измерительные приборы.

Анализаторы боковых полос телевизионных передатчиков и телевизионные измерительные демодуляторы и приемники:

- анализаторы боковых полос SWKF и SOKF (Rohde & Schwarz, ФРГ);
- ТВ приемники и демодуляторы аналоговых входных сигналов семейств EMF и EKF,
- ТВ приемники и демодуляторы аналоговых АМ радиосигналов ТВ вещательных передатчиков с частично подавленной одной боковой полосой,
- сигналов КАМ (квадратурная АМ) системы DVB-C (европейская система вещания кабельного цифрового телевидения) семейства EFA (Rohde & Schwarz, ФРГ);

- ТВ контрольные и измерительные приемники и демодуляторы эфирного и кабельного вещания DS1000 и TV1300.
- Демодуляторы DS1000 работают с ТВ сигналами стандартов M/N (DS1001), B/G (DS1002), I (DS1003) (Tektronix, США);
- ТВ измерительные демодуляторы TR-0771/Q199 и НТТ-0771/МО (Hiradatecnica, Венгрия);

- ТВ измерительный демодулятор, состоящий из двух блоков: демодулятора изображения TDO-2 и демодулятора звука TDZ-2 (Tesla, Чехословакия);
- ТВ демодулятор "Иртыш" (СССР);
- ТВ измерительный демодулятор ТВД-В;
- ТВ измерительный приемник,
- анализатор ТВ мониторинговый АТМ-2,
- ТВ измерительный демодулятор "Сигма" ТВД-01 (Россия) и др.

Приборы для контроля канала звукового сопровождения телевидения

- Для измерений и контроля канала звукового сопровождения телевидения используются как специализированные приборы, так и приборы общего назначения: селективные и универсальные вольтметры и генераторы сигналов.

Специализированные приборы контроля канала звука

- анализаторы квазипикового значения звукового сигнала ИЗУМ (СССР) и ИЗУМ-16ДК (Россия);
- анализатор РТ5463 (Philips, Нидерланды), обеспечивающий измерение обоих уровней стереосигнала и разности фаз между левым и правым каналами;
- анализатор сигналов звукового сопровождения в составе ТВ испытательного приемника VSA (Rohde & Schwarz, ФРГ) и др.

Приборы для проведения измерений в канале звука

- ТВ контрольные и измерительные приемники и демодуляторы эфирного и кабельного вещания DS1000 и TV1300 (Tektronix, США) - измерение параметров стереосигналов по системам BTSC и NICAM;
- ТВ измерительный демодулятор TR-0771/МО (Hiradatecnica, Венгрия) – для измерения девиации несущей звука, отношения несущей изображения к несущей звука, глубины амплитудной модуляции;
- демодулятор звука TDZ-2 (Tesla, Чехословакия) и др.

- Для постоянного контроля и измерений параметров при вводе в строй и при эксплуатации ТВ радиопередающих станций и студий кабельного ТВ используются системы комплексного анализа параметров ТВ радиопередающих станций, обеспечивающие в одной системе весь комплекс измерений.

Системы комплексного анализа параметров телевизионных радиопередающих станций:

- стойки TMZ (Tesla, Чехословакия);
- комплексный анализатор сигналов передатчиков "КомпАС-ТВ" (Россия);
- ТВ система испытаний и контроля ТВ передатчиков TS6130 (Rohde & Schwarz, ФРГ) и др.

Измерительная аппаратура

- необходима для:
- настройки и поддержания технических характеристик ТВ передающих станций, АСК;
- наземных и спутниковых линий связи;
- кабельных систем приема и распределения программ.
- Цифровые системы передачи ТВ требуют принципиально новых способов и средств контроля и измерений.
- Эти средства должны быть совместимы с аналоговыми ТВ системами

21.Сигнал испытательных строк

- Для систем ЦТ с разложением изображения на 625 строк приняты сигналы, вводимые в интервалы испытательных строк, форма которых приведена далее
- Для задания точного местоположения составляющих измерительных сигналов каждую из строк разбивают на 32 интервала длительностью $H/32 \pm 40$ нс (H - длительность строки).
- Интервалы отсчитывают относительно времени, соответствующего точке O_n , расположенной на фронте строчного синхронизирующего импульса на уровне половины его размаха.

- В строки 17 и 20 ГИ полей вводят прямоугольный В2, синусквадратичный В1, сложный синусквадратичный импульс F и пятиступенчатый сигнал D1,
- в строки 18 и 21 вводят сигналы С1 и С2 для измерения амплитудно-частотных характеристик на дискретных частотах,
- в строки 330 и 333 - прямоугольный В2, синусквадратичный В1 импульсы и пятиступенчатый сигнал с насадкой цветовой поднесущей D2.
- В строки 331 и 334 вводят на пьедестале трехуровневый сигнал цветовой поднесущей G1 или G2 и опорный сигнал цветовой поднесущей E.

Сигналы опознавания пунктов введения

- Сигналы опознавания пунктов введения рассмотренных измерительных сигналов вводят в строки 16 и 19 первого поля.
- Они состоят из четырех прямоугольных импульсов, длительность которых можно изменять в пределах 1...10 мкс дискретно через 1 мкс, что обеспечивает возможность опознавания до 10000 пунктов.

- Измерительные сигналы испытательных строк и сигнал опознавания места ввода этих сигналов являются неотъемлемой частью полного цветного ТВ сигнала (ПЦТВС).
- Эти измерительные сигналы вводят в канале изображения аппаратно-студийного комплекса в строки 17, 18, 330 и 331.
- Сигналы опознавания места ввода передают в строке 16. Эти сигналы не должны гаситься или заменяться другими во всех звеньях тракта передачи изображения.

- Сигналы, вводимые в испытательные строки:
а - 330 и 333, б - 331 и 334.
- Приведенные сигналы вводят на входе магистрального канала изображения (или на входах отдельных участков этого канала) и на входе канала изображения ТВ радиопередатчика в строки с номерами 20, 21, 333 и 334 (при повторном введении сигналов ранее введенные сигналы гасятся). В строку 19 вводят сигналы опознавания места ввода этих сигналов.

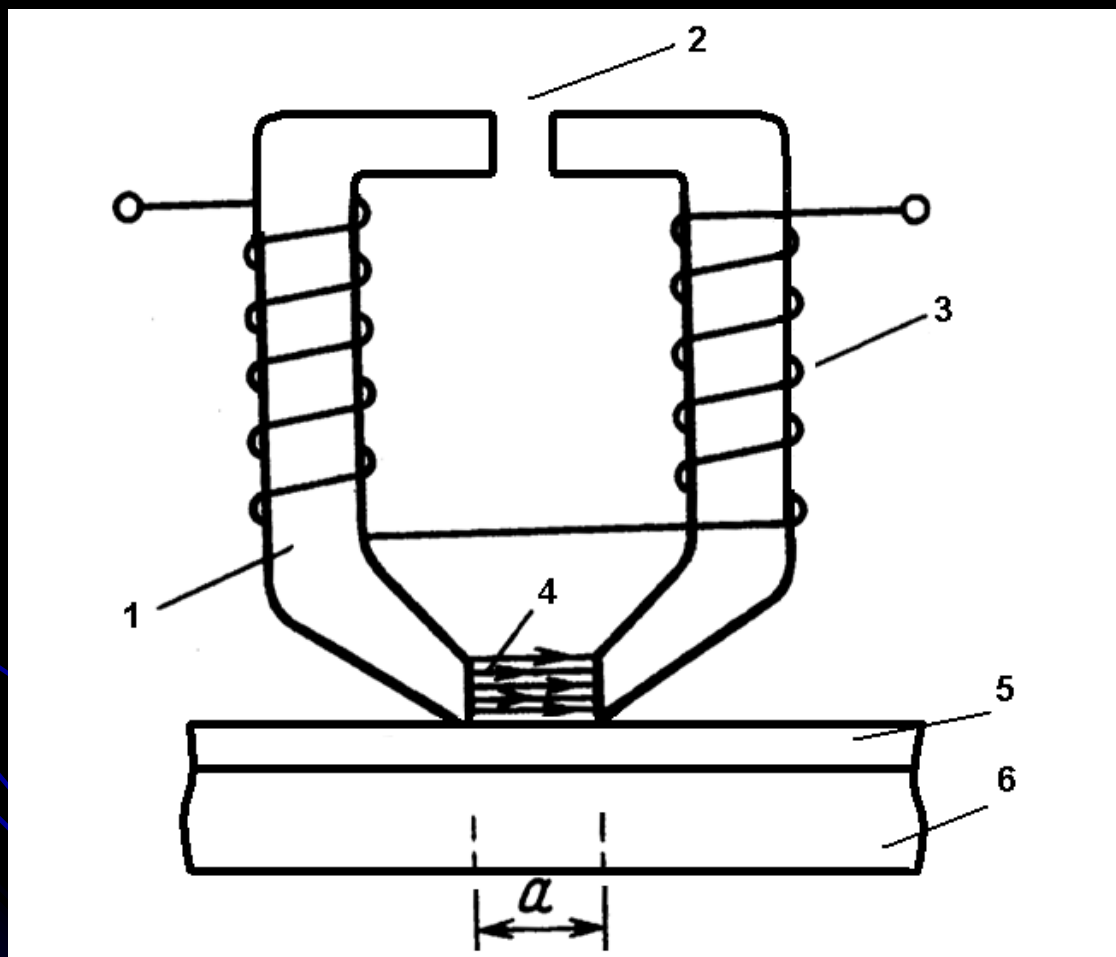
Сигналы телеуправления и телеметрии

- Предназначены для дистанционного управления и измерений в тракте вещательного ТВ, вводят в канал изображения АСК в строку 329 и в магистральном канале изображения - в строку 332.
- В интервале гашения полей можно передавать эталонные сигналы частоты и времени.

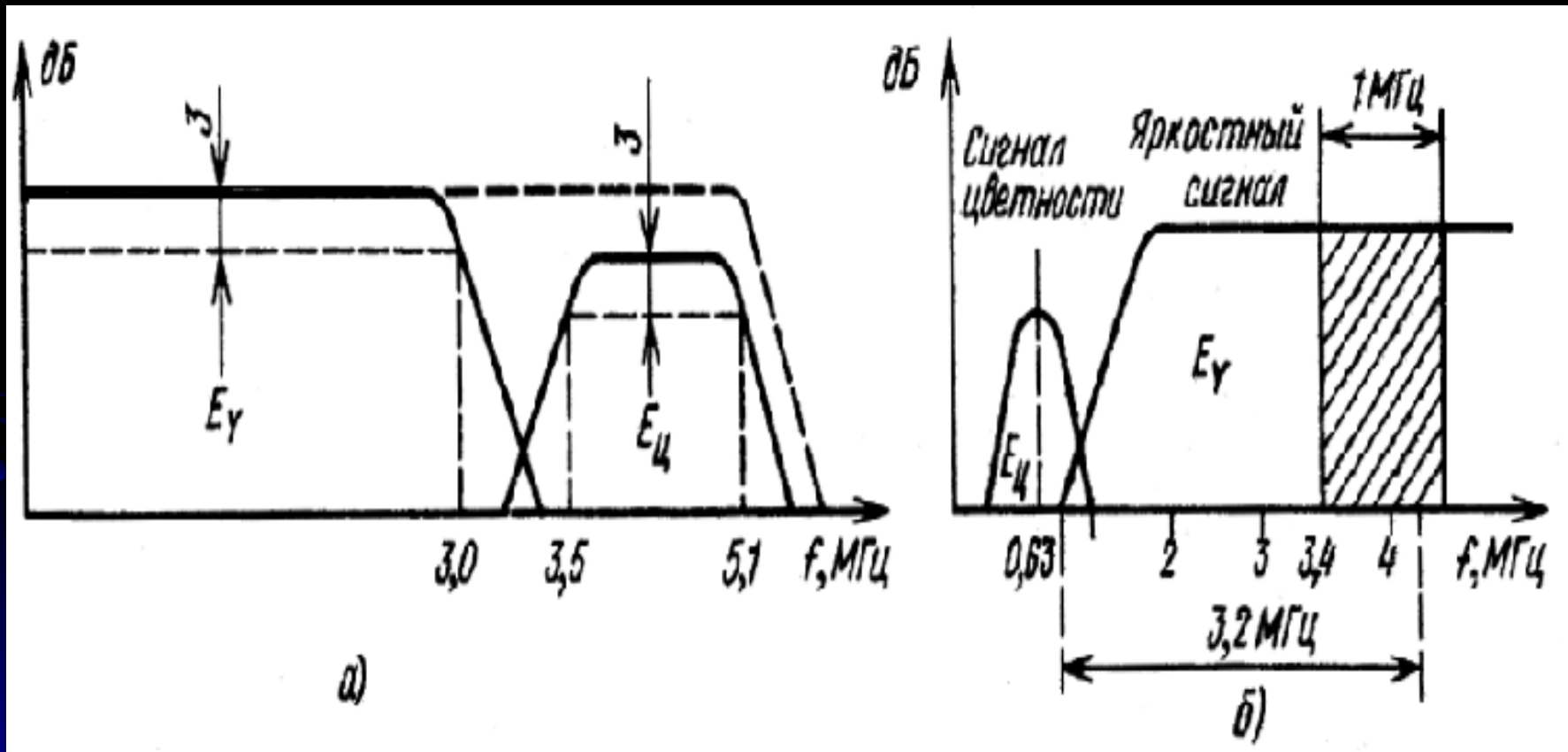
- В аналоговом ТВ испытательные строки кроме контроля используют для измерительных целей.
- Параметры ТВ канала, которые могут быть измерены непосредственно в процессе передачи с помощью рассмотренных измерительных сигналов, приведены в табл.

Линейные искажения	
Коэффициент передачи	B2
Амплитудно-частотная характеристика	C1 и C2
Искажения переходной характеристики в области средних времен	B2
Искажения переходной характеристики в области малых времен:	
- импульс белого	B2
- синусквадратичный импульс	B1
Различие усиления сигналов яркости и цветности	B2 и G1 или Q2, а также B2 и F
Расхождение во времени сигналов яркости и цветности	F
Нелинейные искажения	
Нелинейность канала яркости	D1
Нелинейность канала цветности	G2
Влияние сигнала яркости на сигнал цветности:	
- дифференциальное усиление	D2
- дифференциальная фаза	D2
Влияние сигнала цветности на сигнал яркости	B2 и G1 или G2

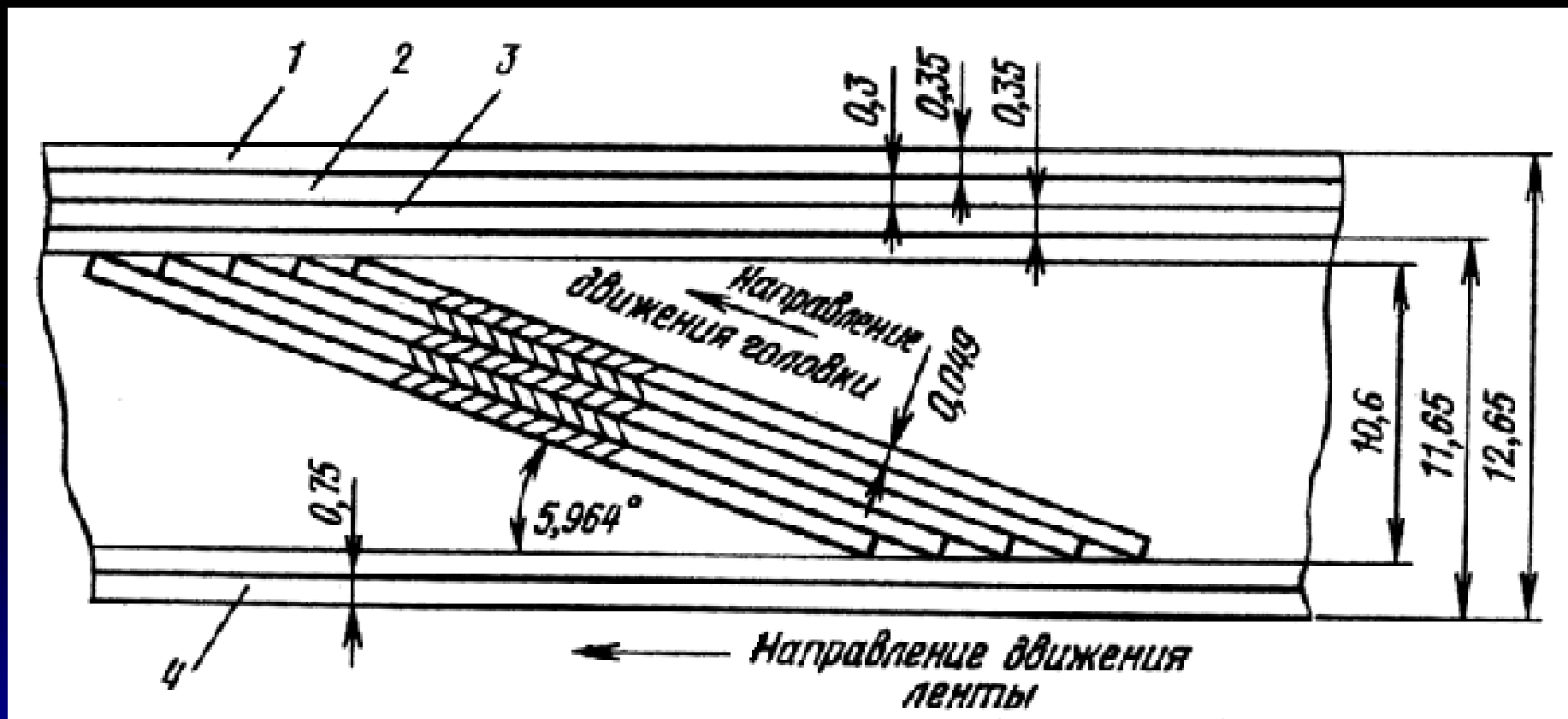
Магнитная головка



Преобразование спектра в канале изображения VHS

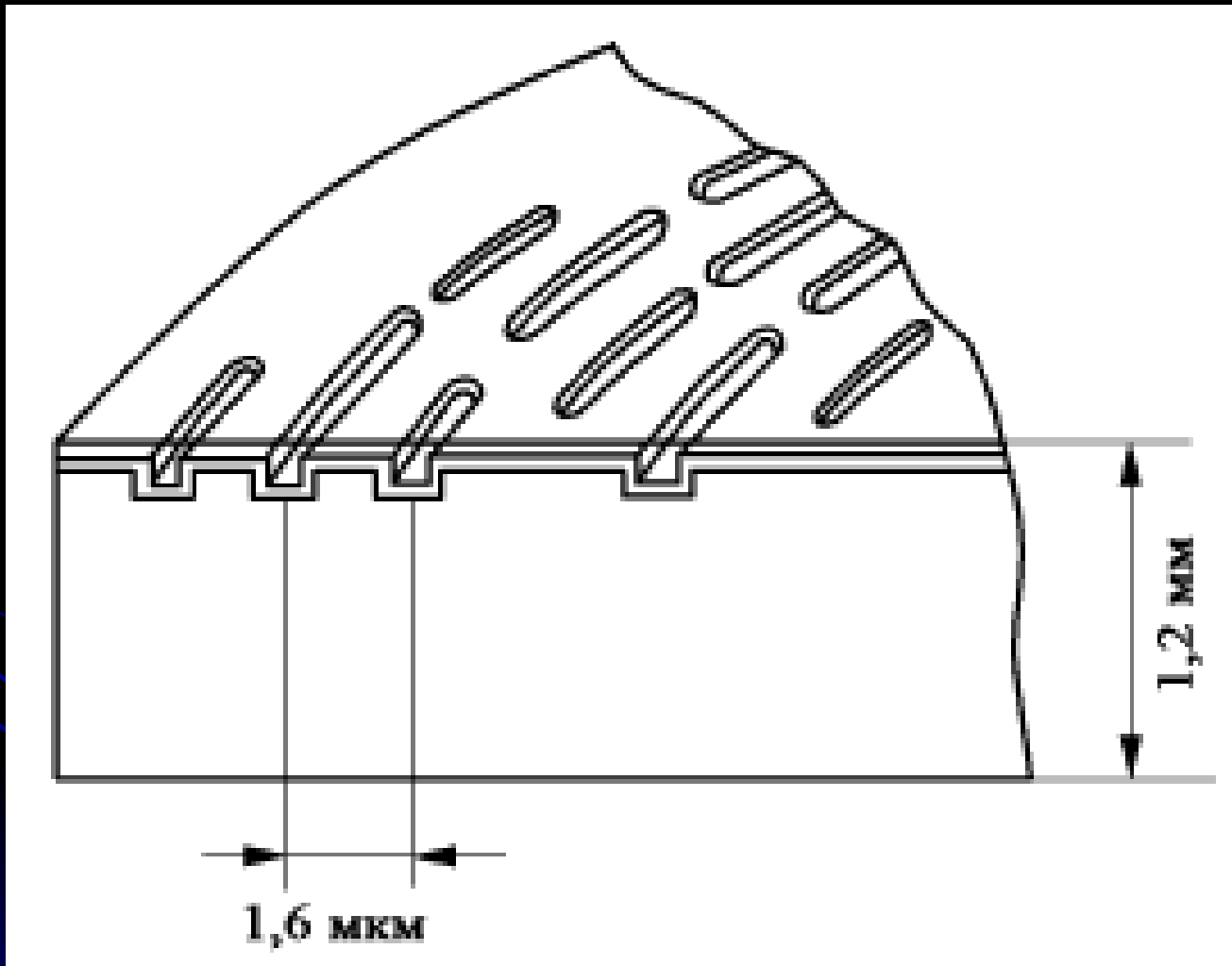


Сигналограмма формата VHS

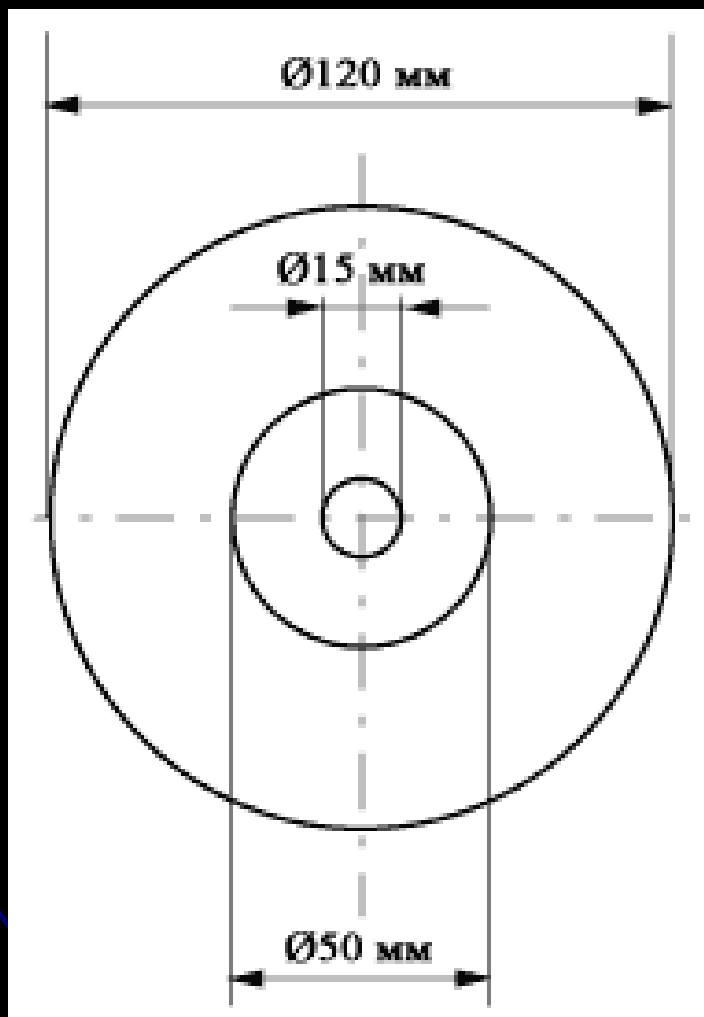


30. Оптическая запись на ДИСКОВЫЕ НОСИТЕЛИ.

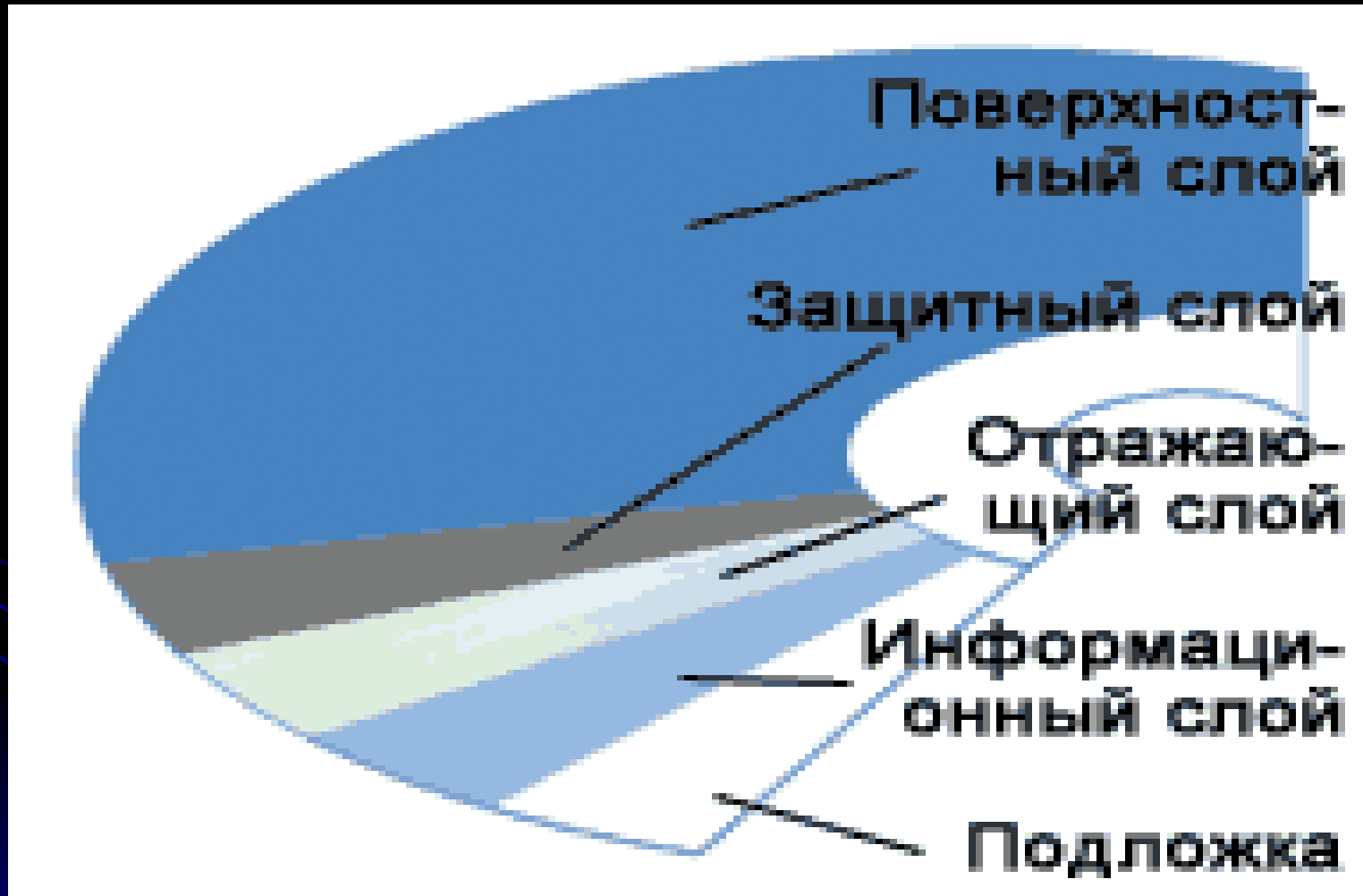
30.1. Структура однослойного диска



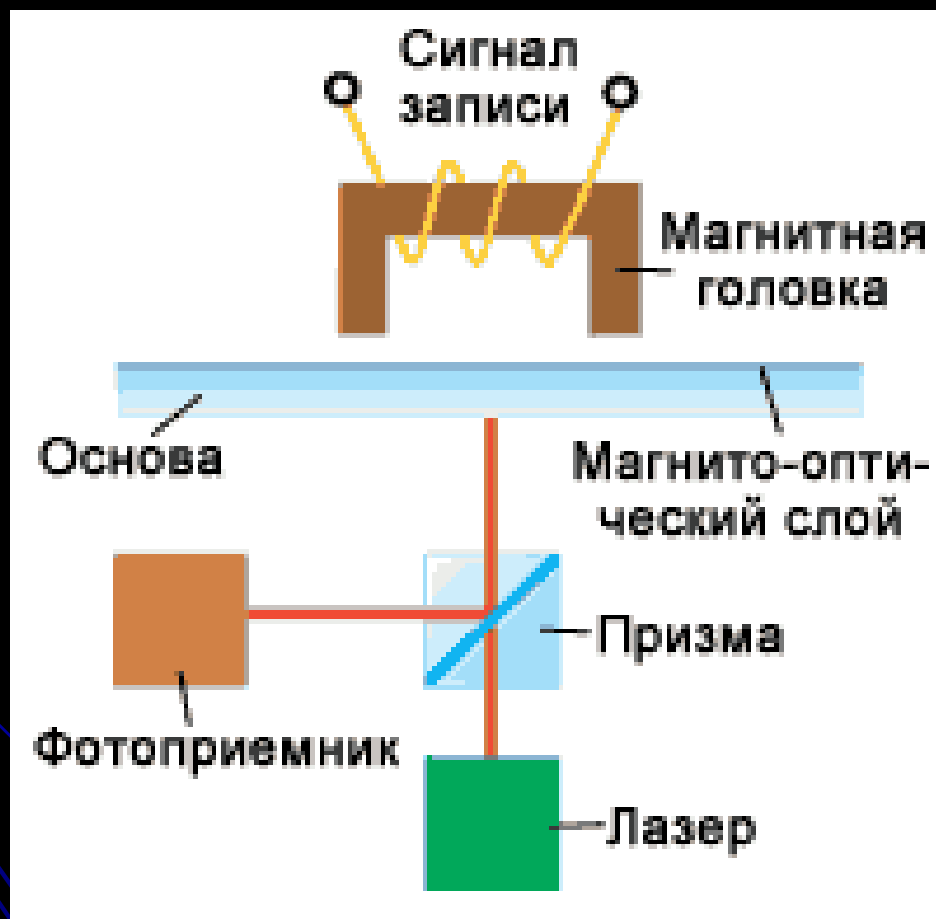
30.2. Оптический диск. Габариты



30.3. Структура диска

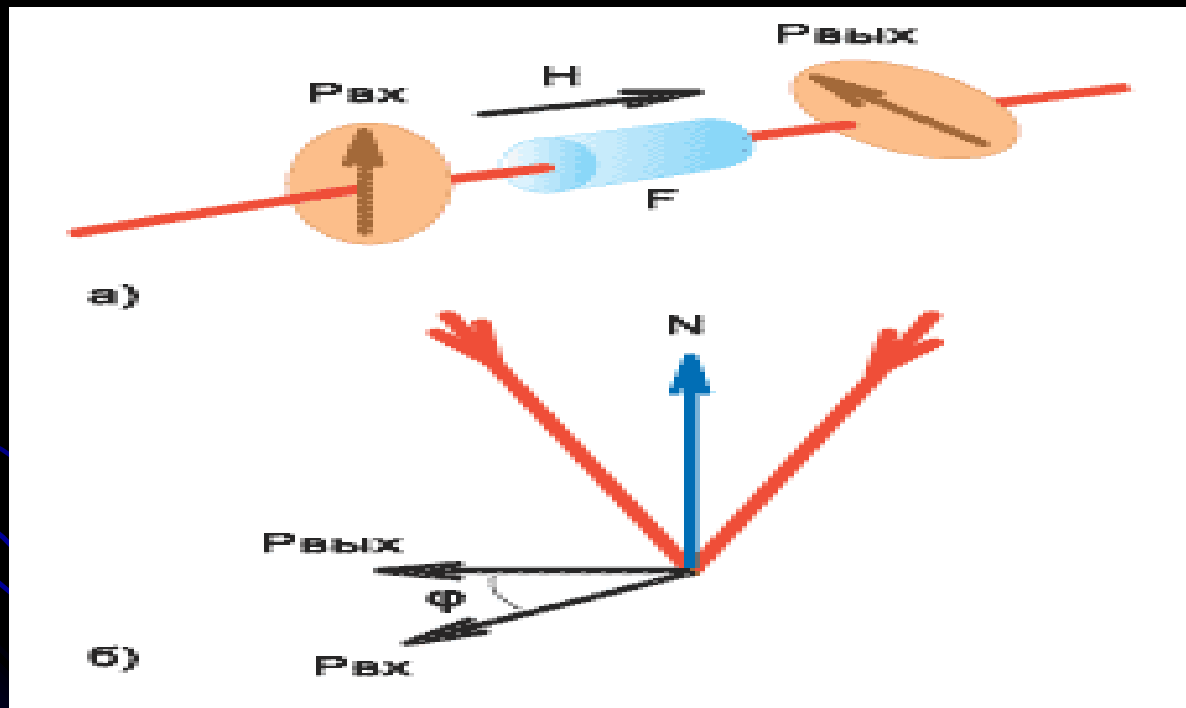


30.4.Схема магнитооптической записи

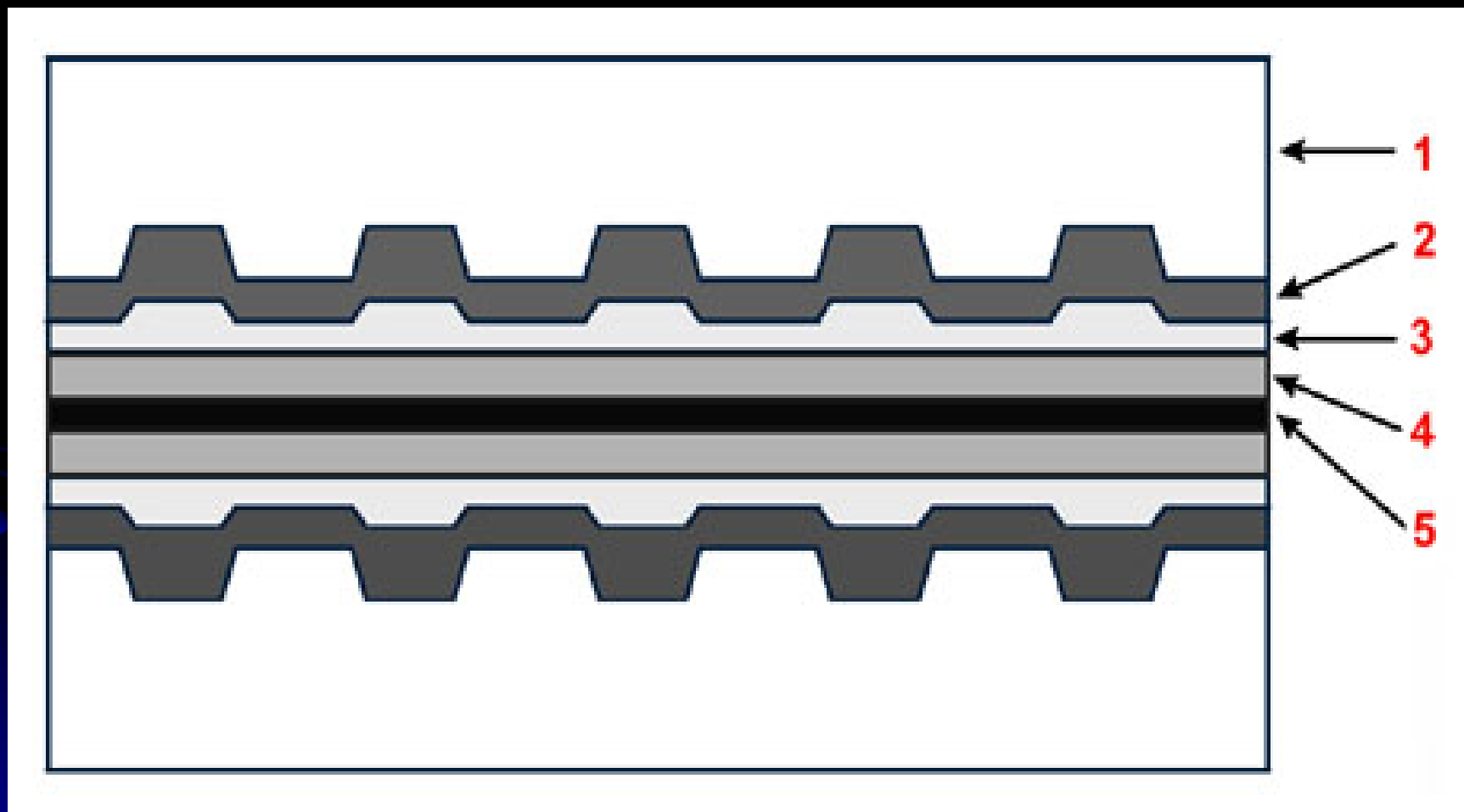


30.5. Оптические схемы считывания:

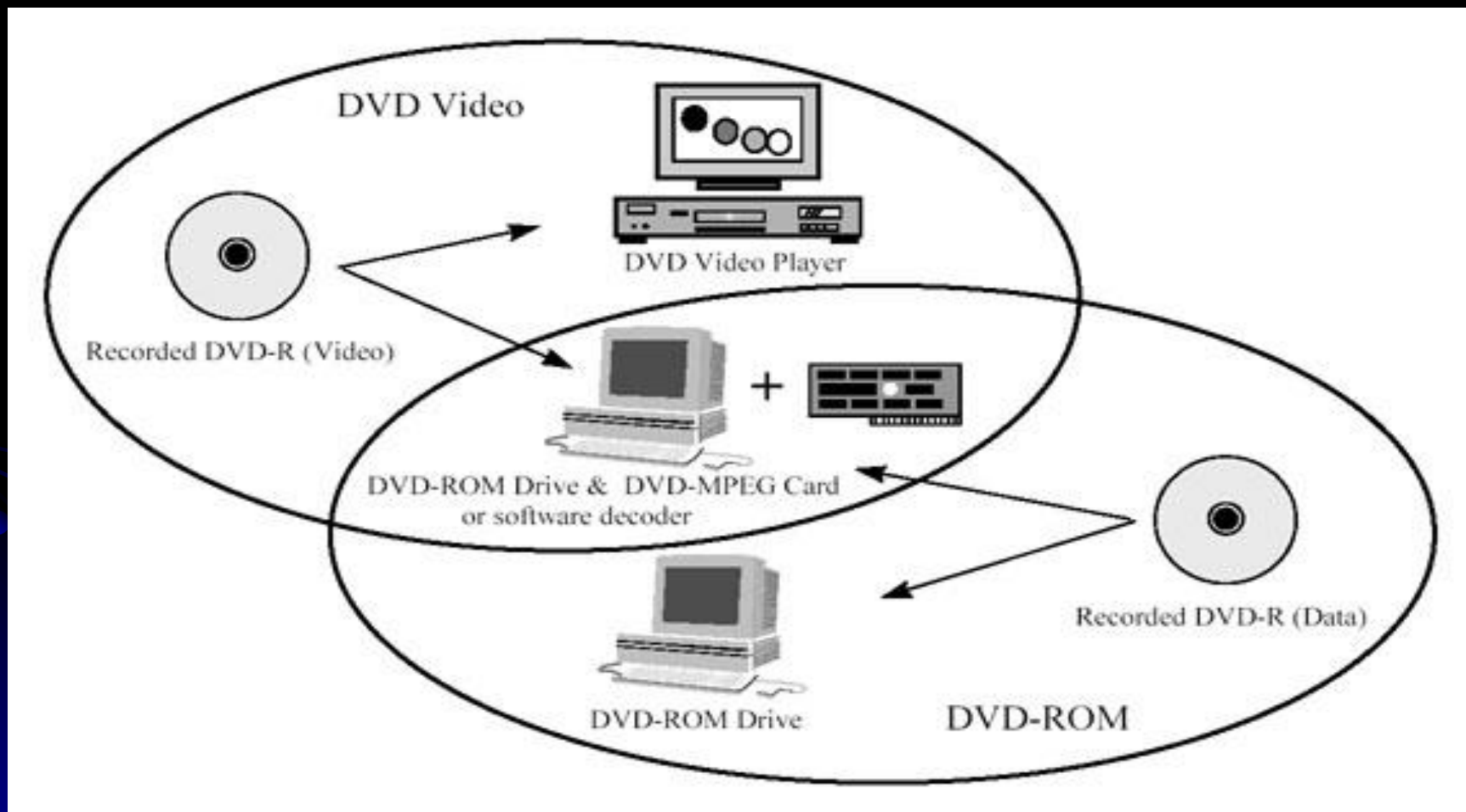
а — для эффекта Фарадея;
б — для эффекта Керра



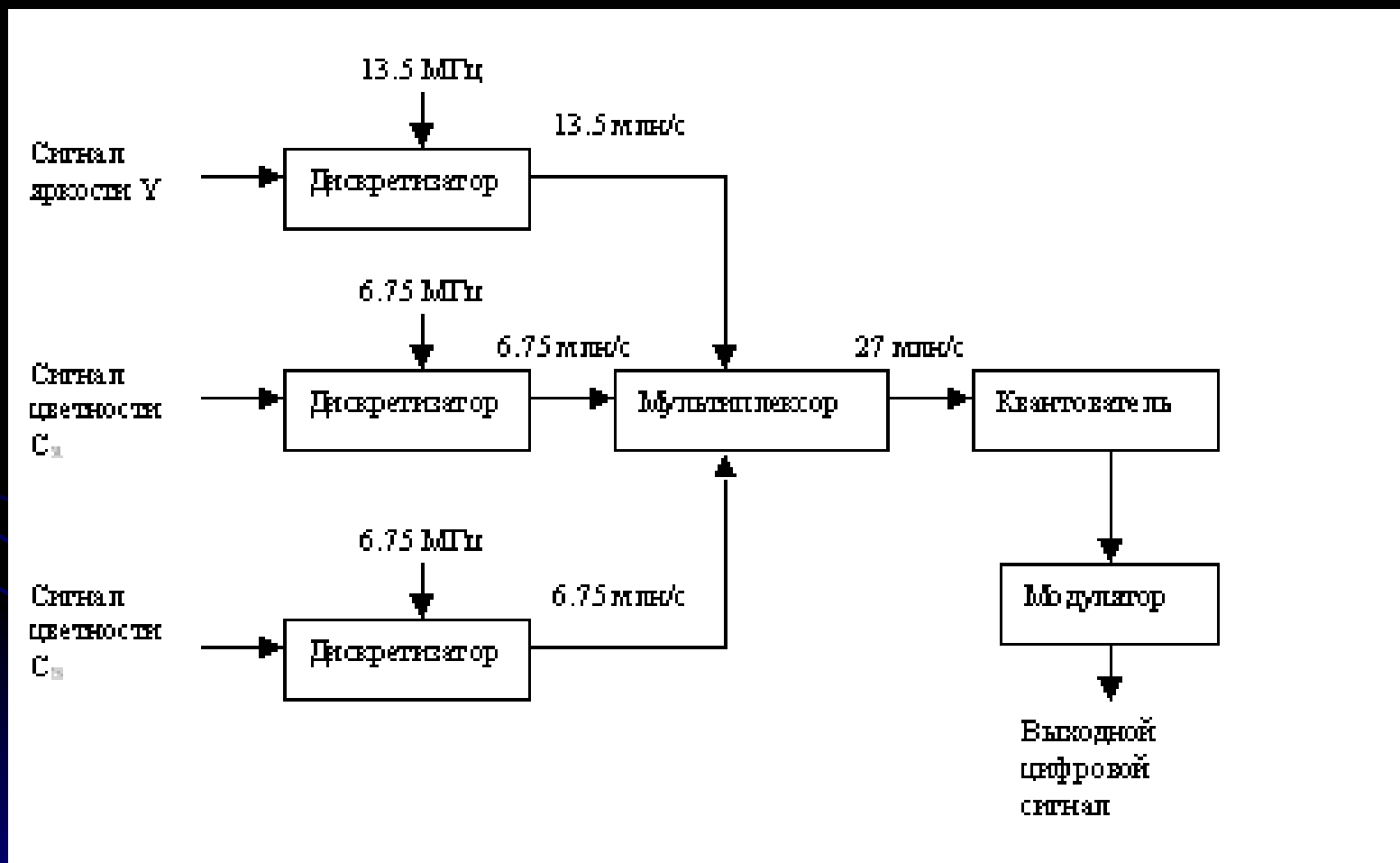
Двухсторонний диск



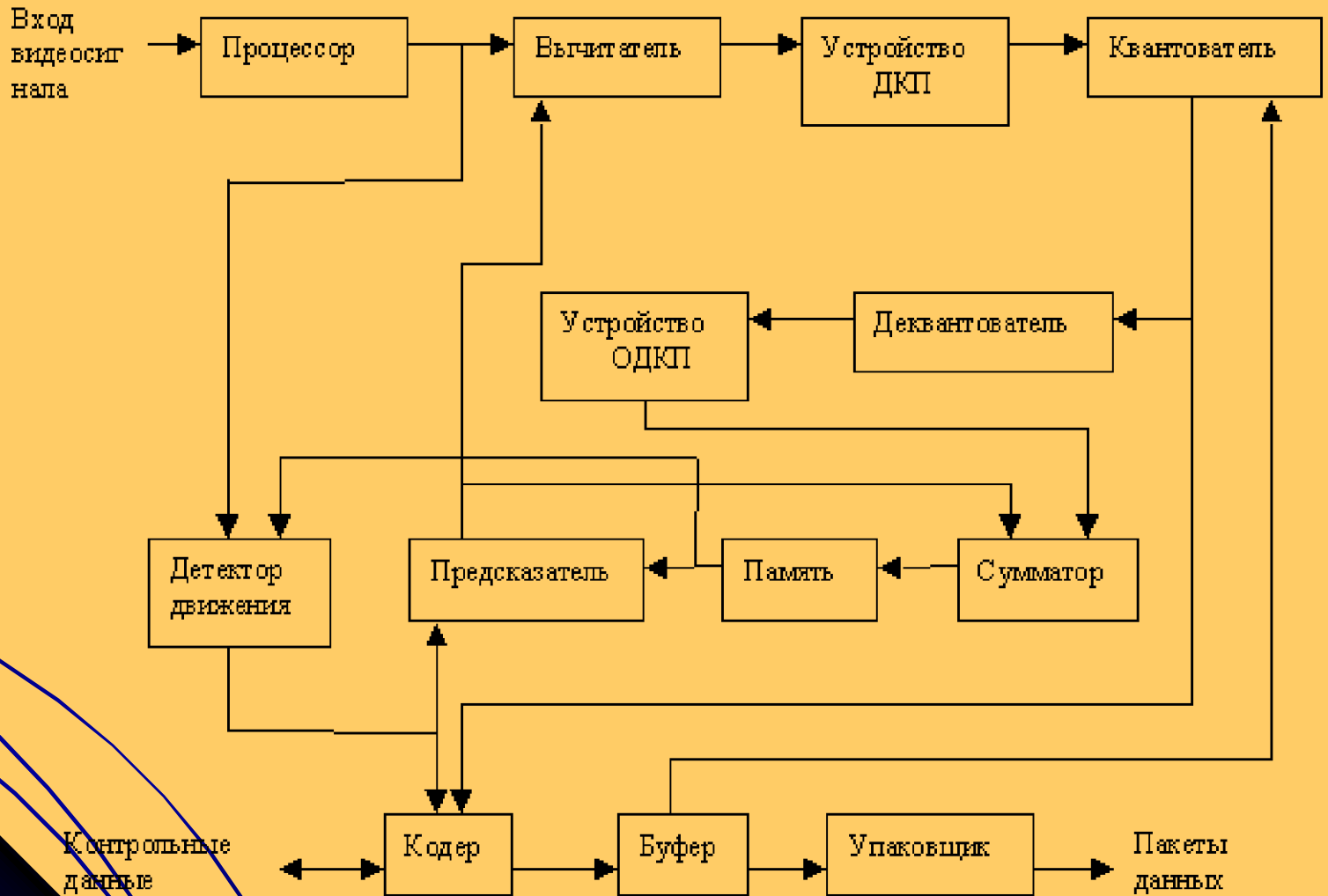
Области применения DVD



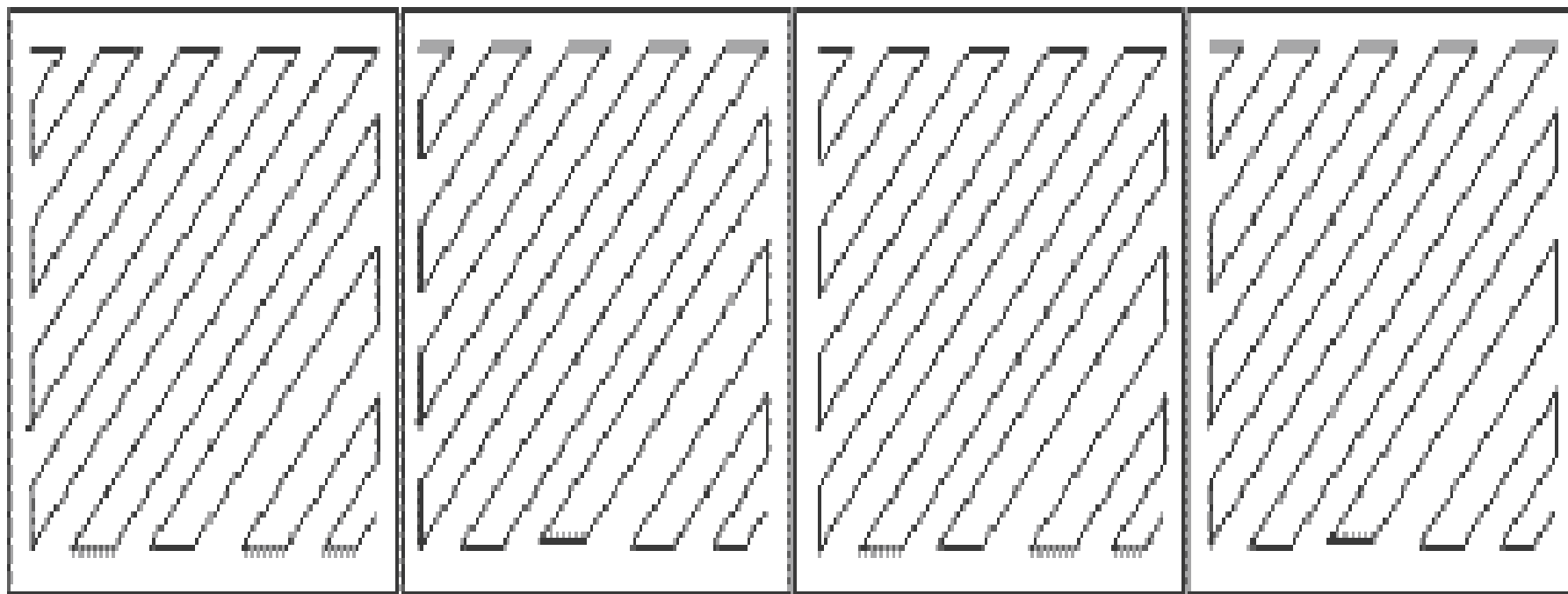
Дискретизация и квантование ПЦТВС



Кодер MPEG-2



Зигзаг-сканирование

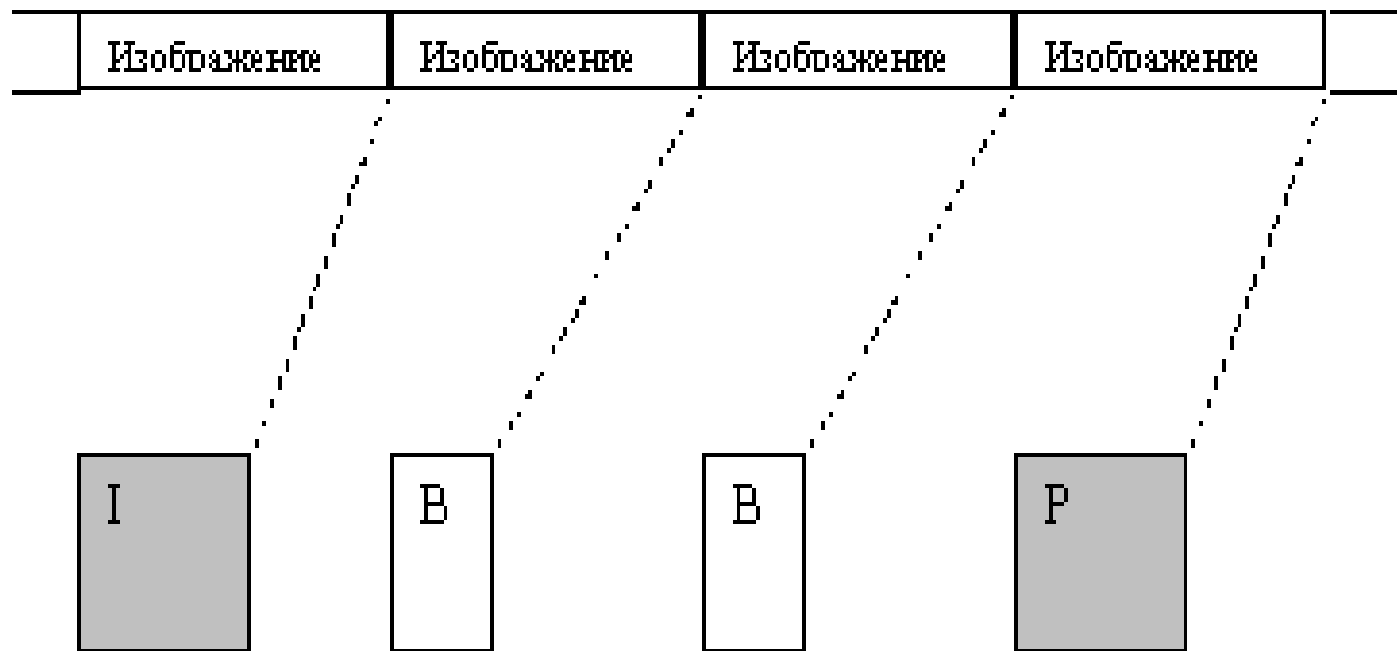


Блоки 8x8

Технология Blu-Ray

	Blu-Ray	Профессиональный оптический диск
Записанная информация	Звук и видеопотоки	Звук, вещательные видеопотоки + метаданные + Proxu видео
Применение	Бытовая запись	Профессиональная видеоиндустрия
Емкость хранения	23,3/25/27 Гбайт	23 Гбайт
Длина волны лазера	405 нм (сине-фиолетовый)	405 нм (сине-фиолетовый)
Тип картриджа	С одним окном	С двумя окнами
Скорость переноса данных	36 Мбит/с	72 Мбит/с (1 головка) 144 Мбит/с (2 головки)
Диаметр диска	120 мм	120 мм
Формат записи	Запись с измен. фазы	Запись с измен. фазы
Формат видеозаписи	MPEG-2 видео	DVCAM или MPEG IMX, 30, 40 или 50 Мбит/с
Формат записи звука	AC-3, MPEG-1, Layer 2	2 – 8 кан. без сжатия
Уплотн. видео+звук	Трансп. поток MPEG-2	-
Емкость хранения данных	-	Пространство для метаданных (масштабир.)

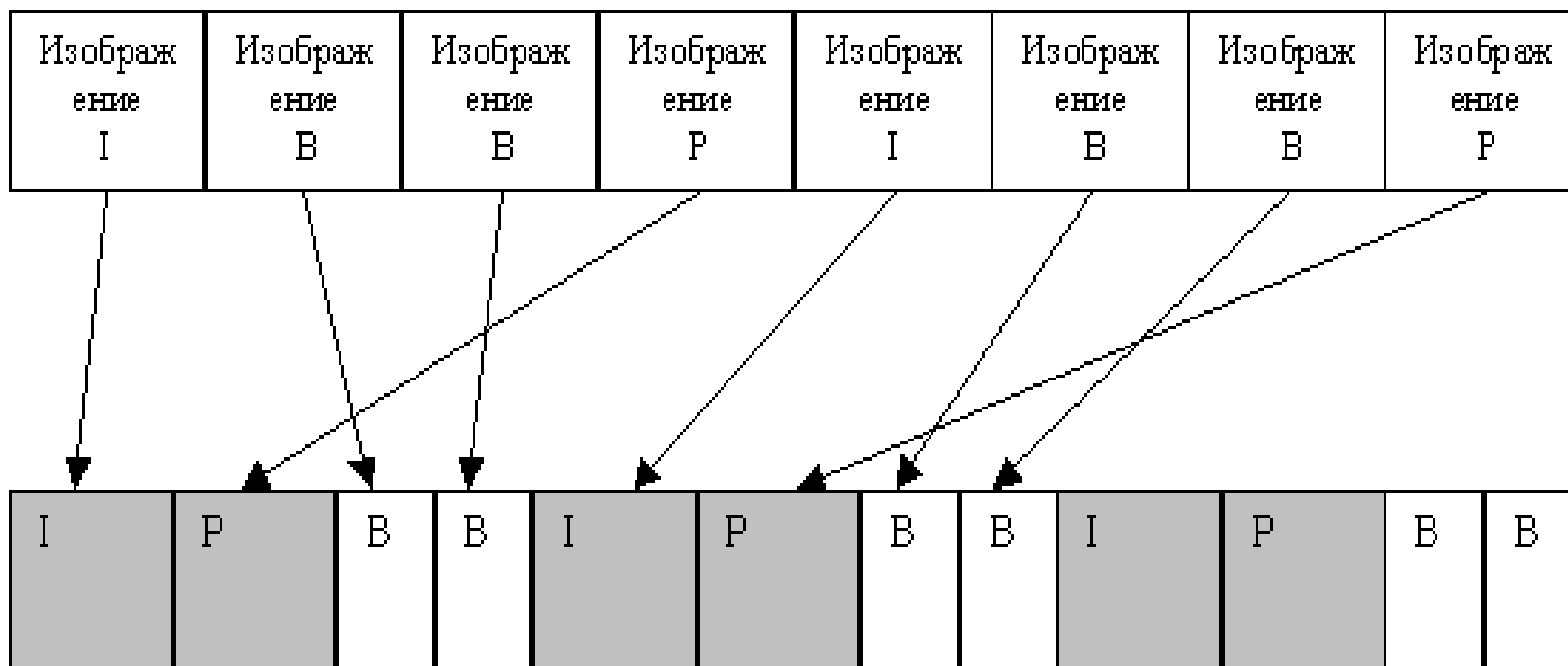
Компрессированные изображения MPEG-2



Компрессированные изображения

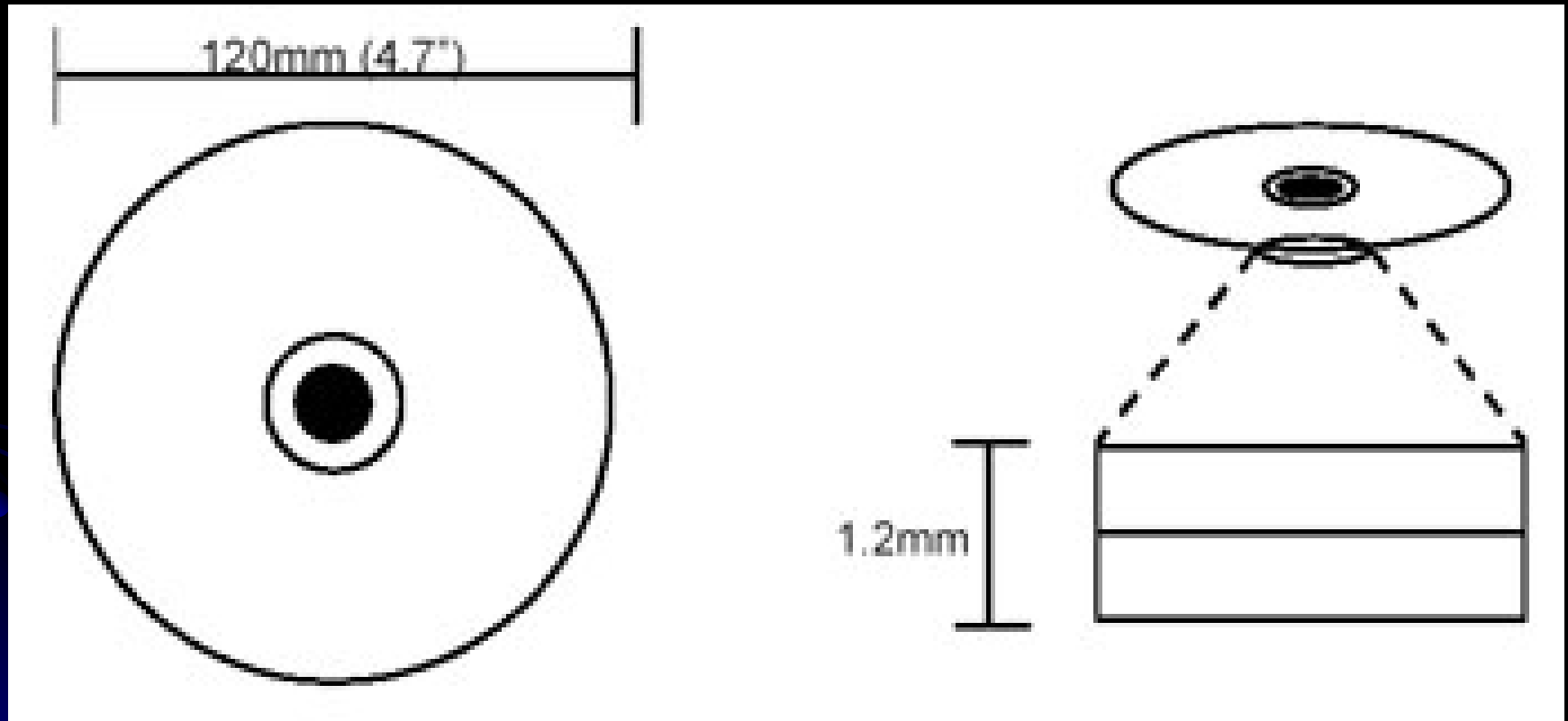
Элементарный поток видеоданных

Поток видеоданных по ITU-R 601

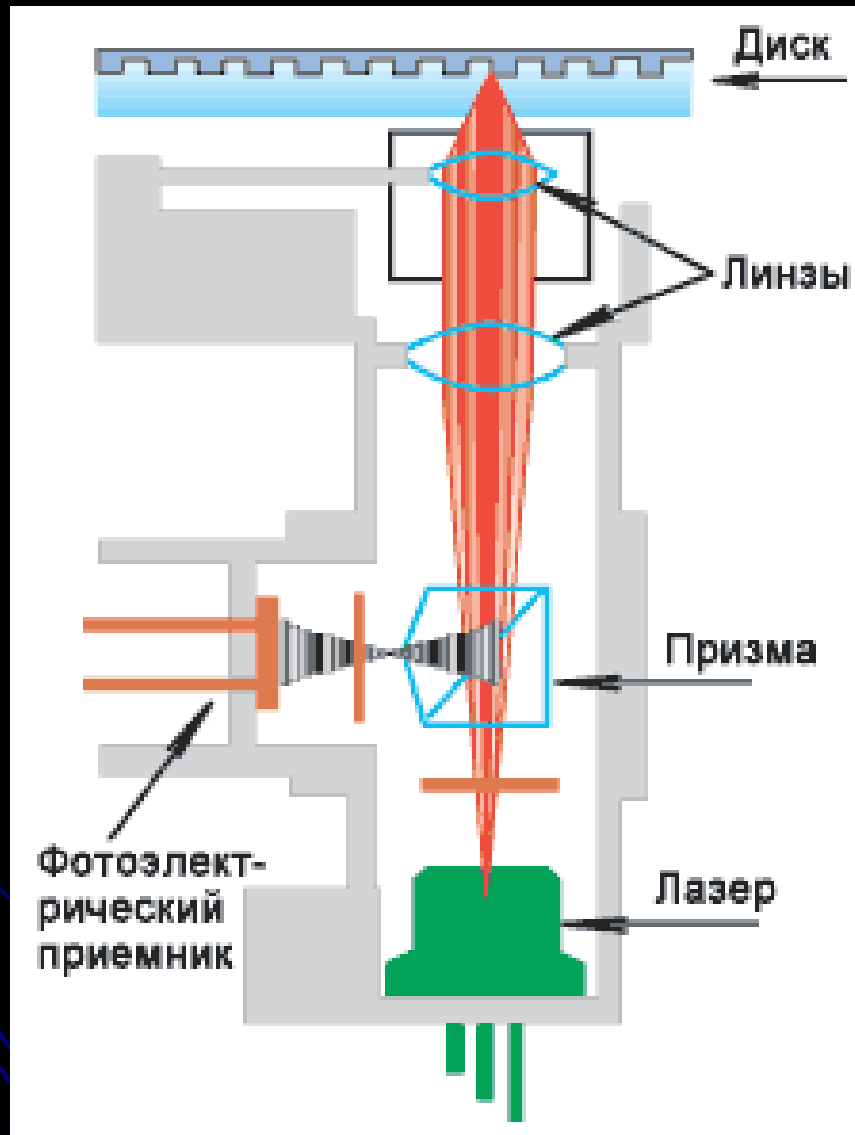


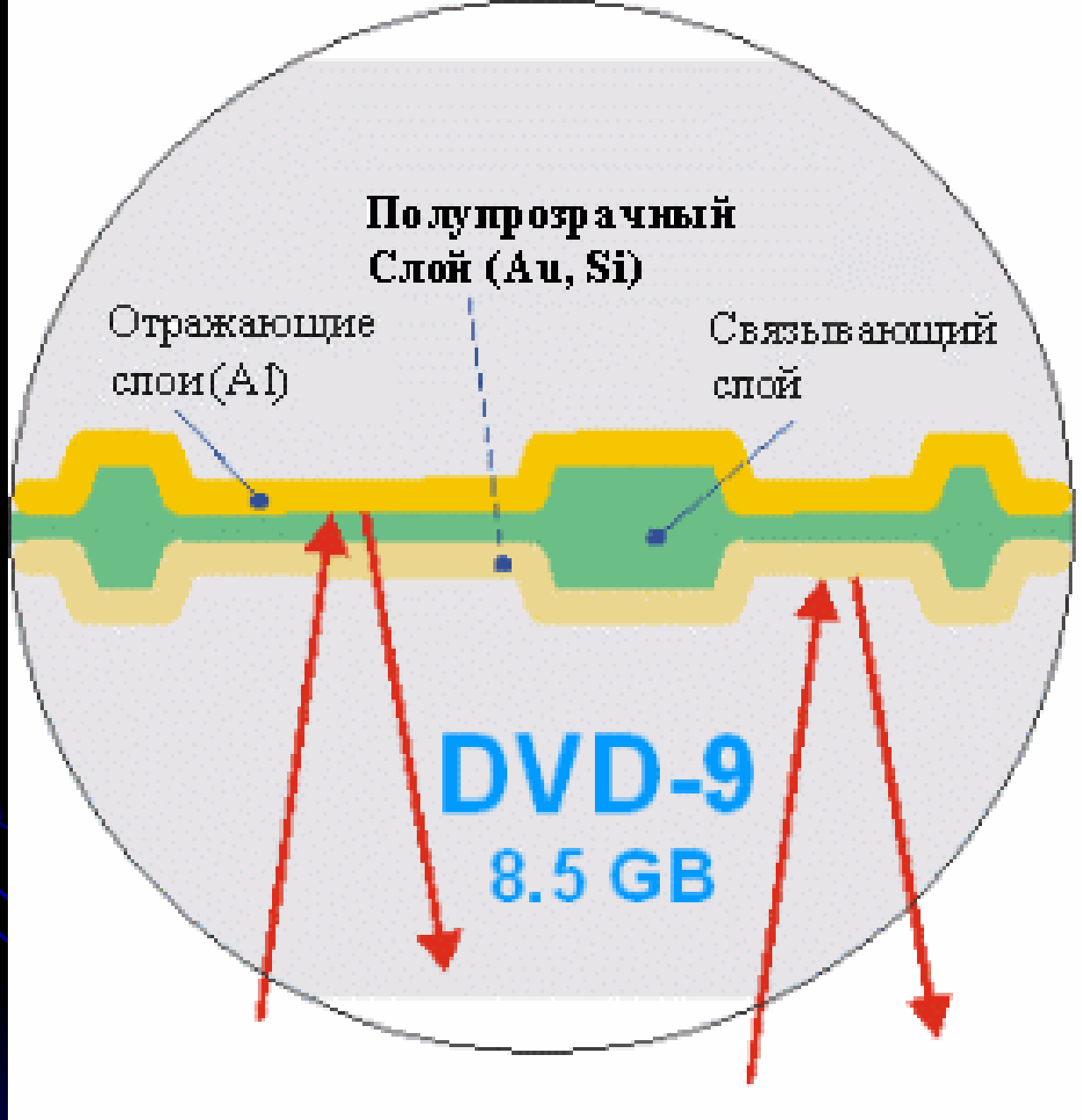
Элементарный поток видеоданных

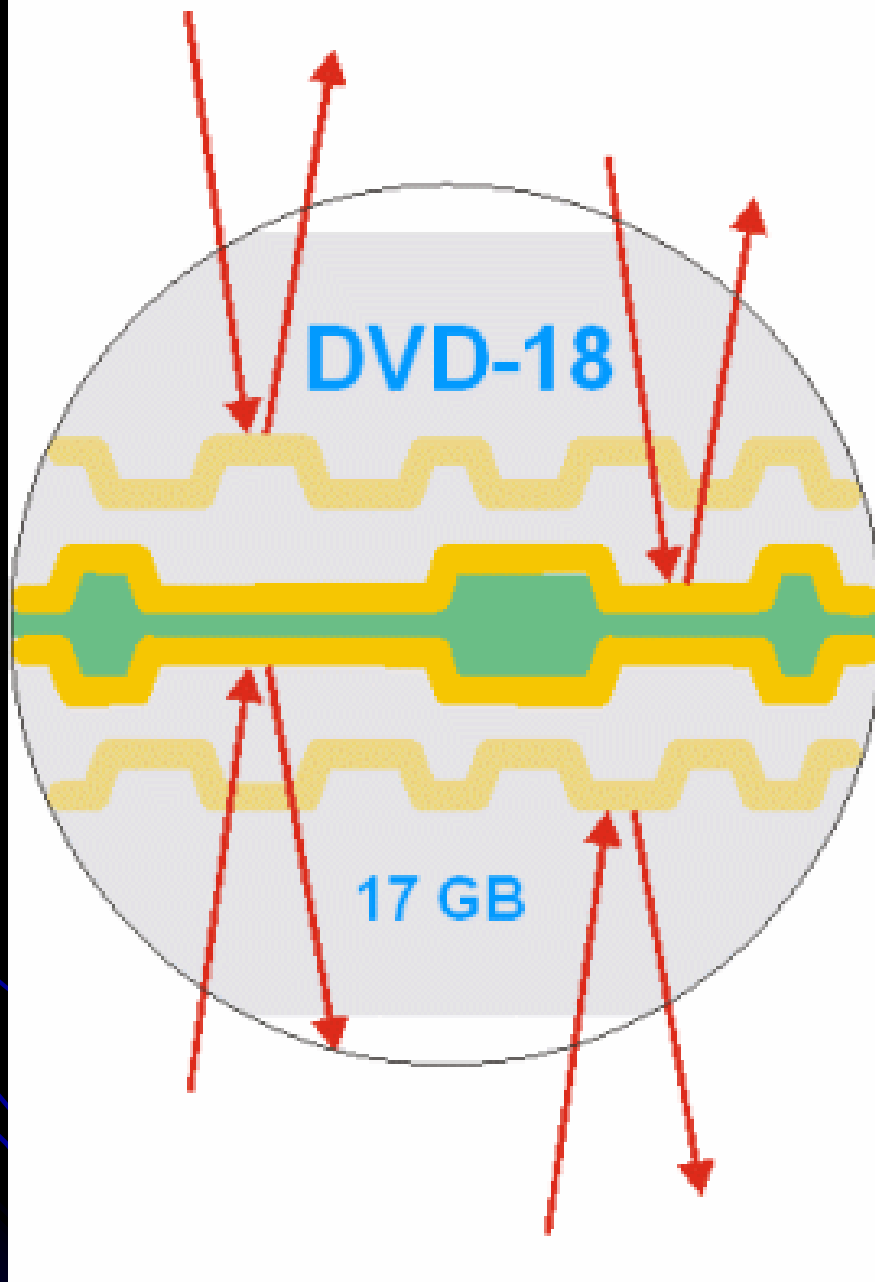
Габариты DVD

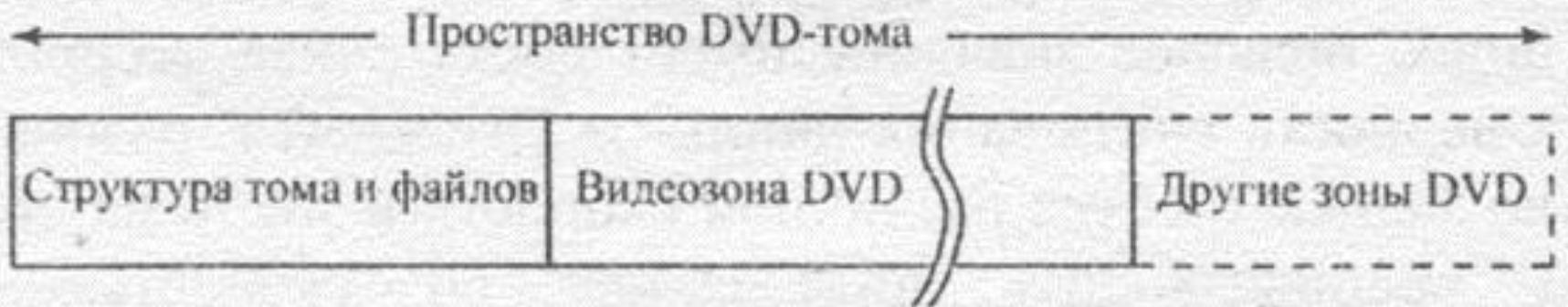


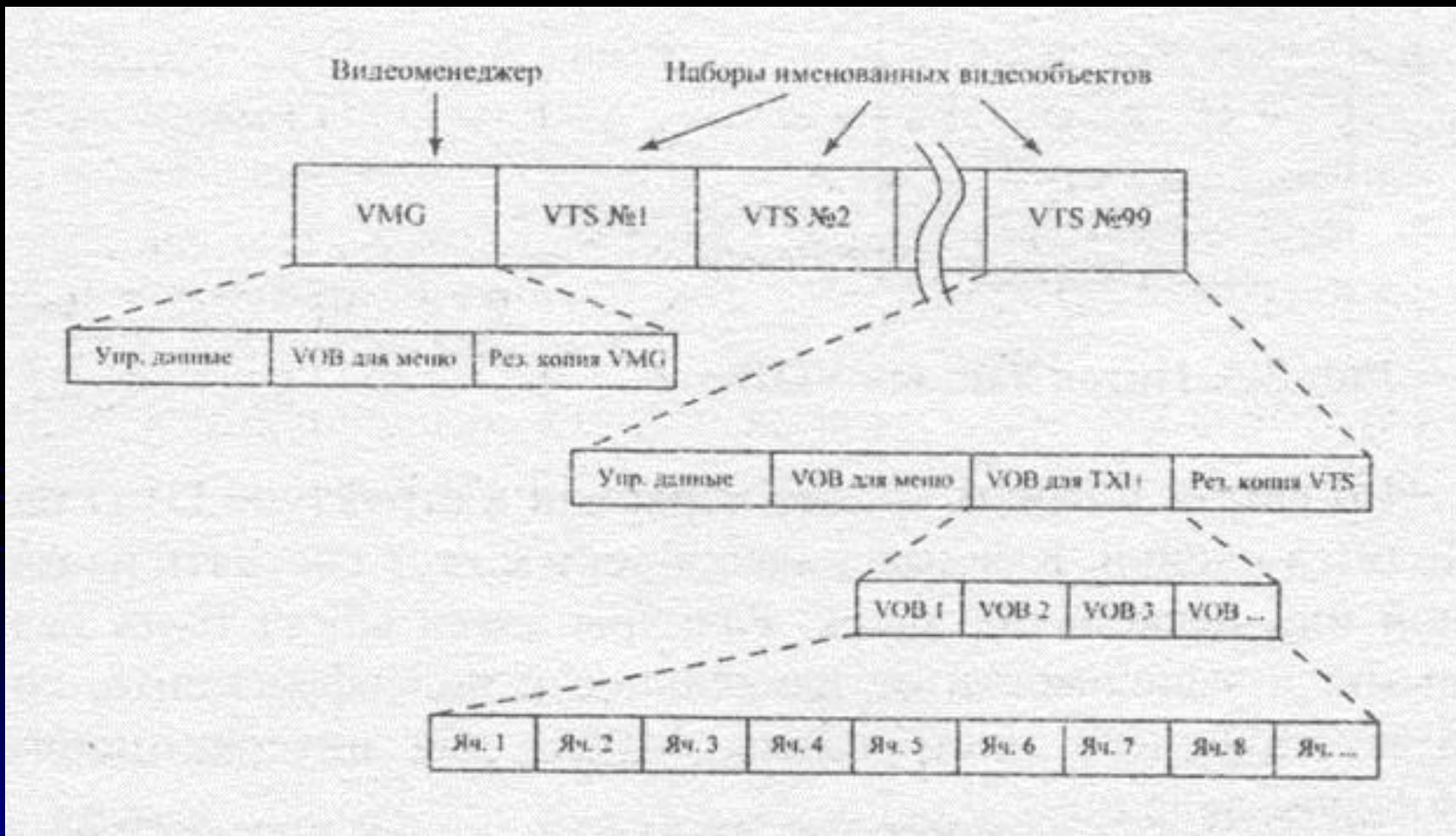
30.6. Схема оптической головки



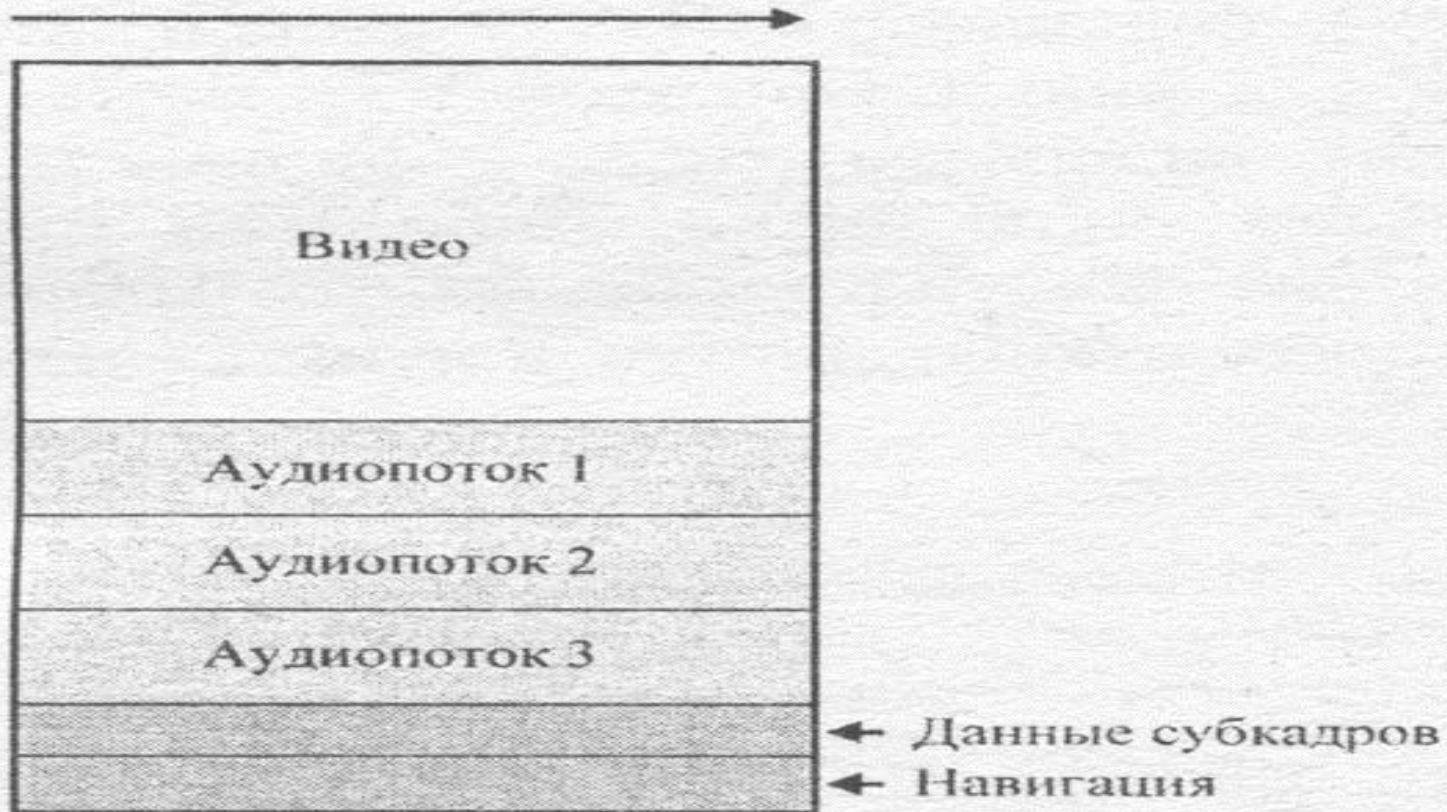


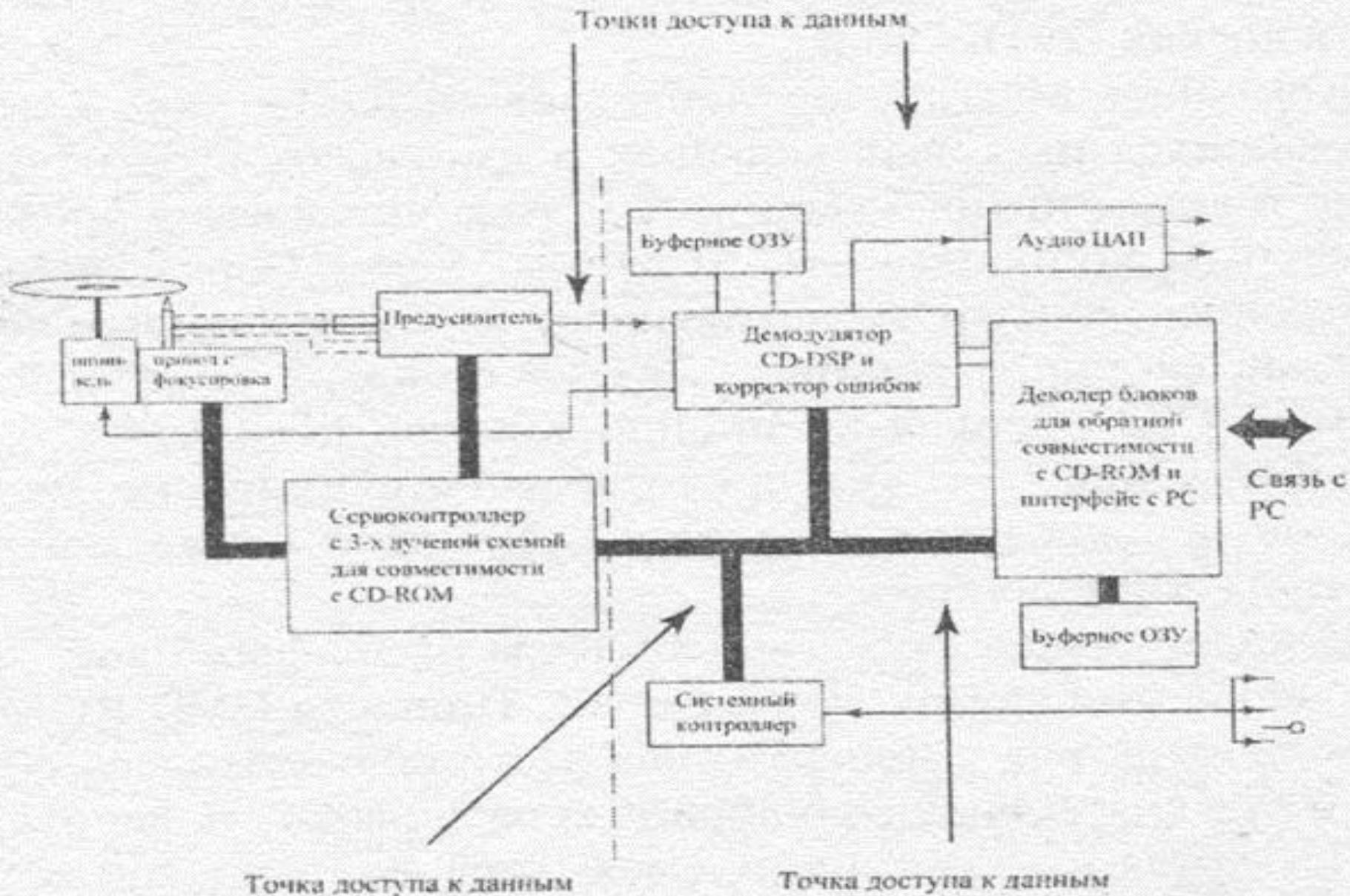


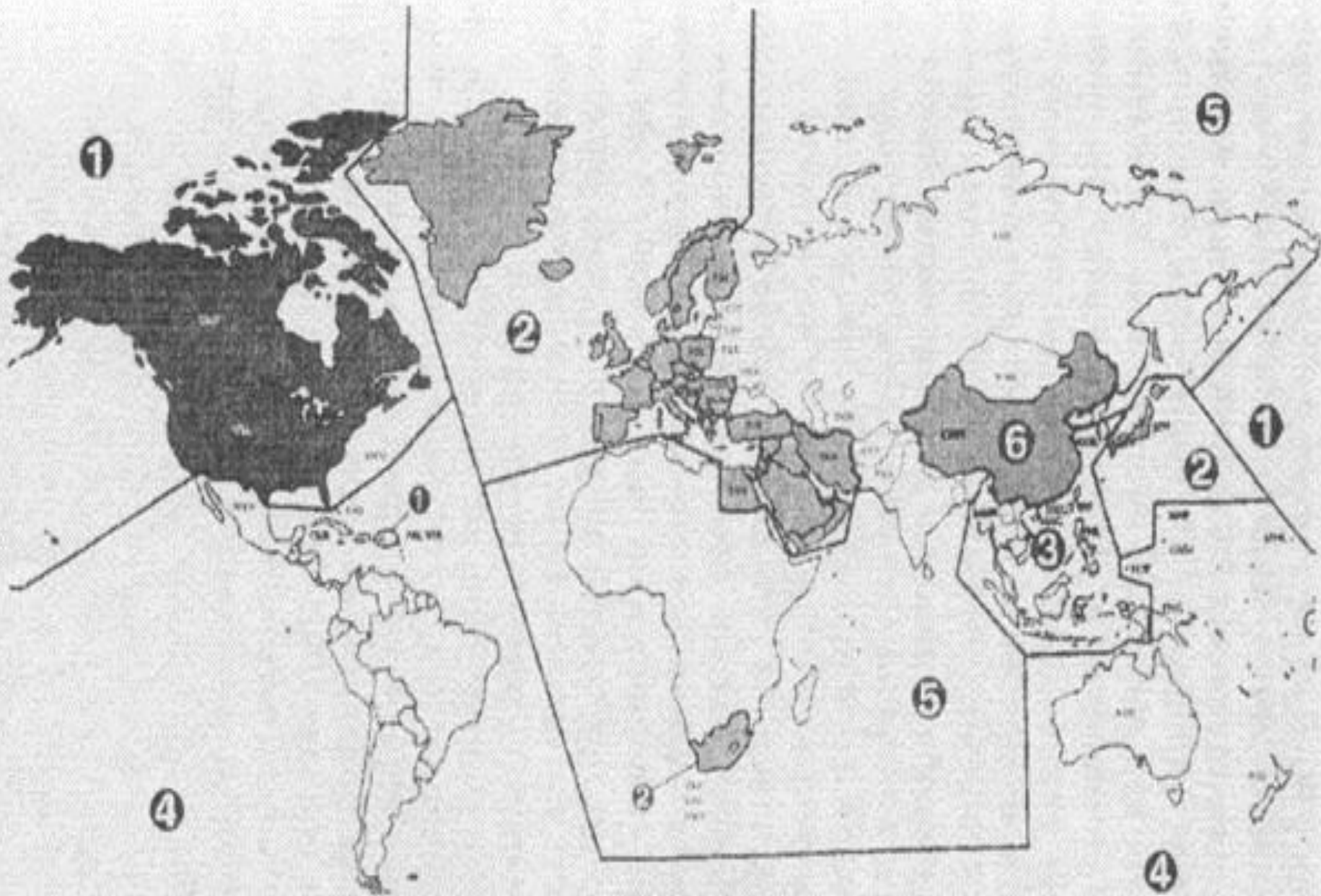




Поток данных VOB







Illegal DVD Region



The region of the DVD movie that you are trying to play does not match the authorized region of your DVD player. Playback is not allowed.

Region(s) of DVD movie: 2
Region of DVD Player: 1

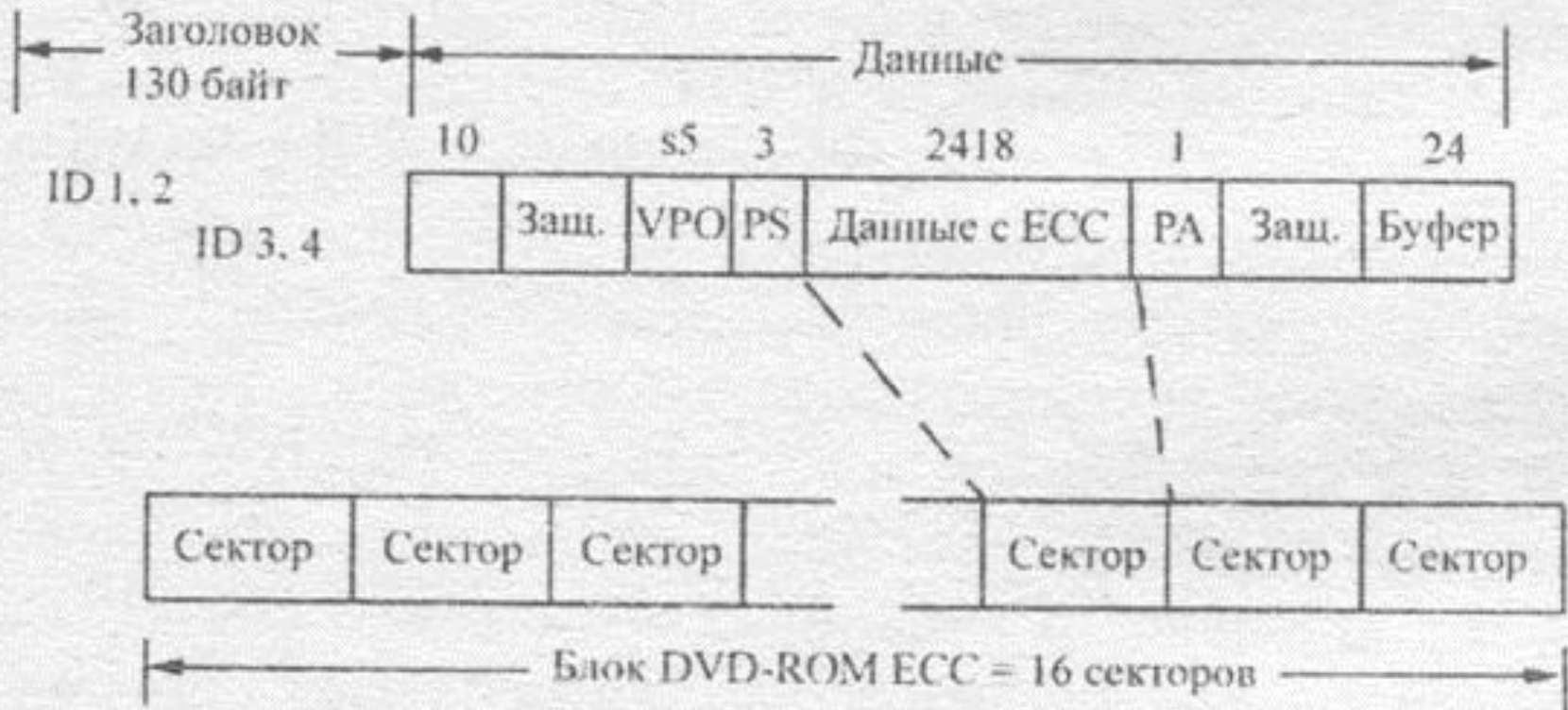
However, your player allows for the DVD region setting to be changed a limited number of times.

WARNING: Changing the region is NOT recommended since this is your **LAST CHANGE ALLOWED** and you will NOT be able to change back to the current region.

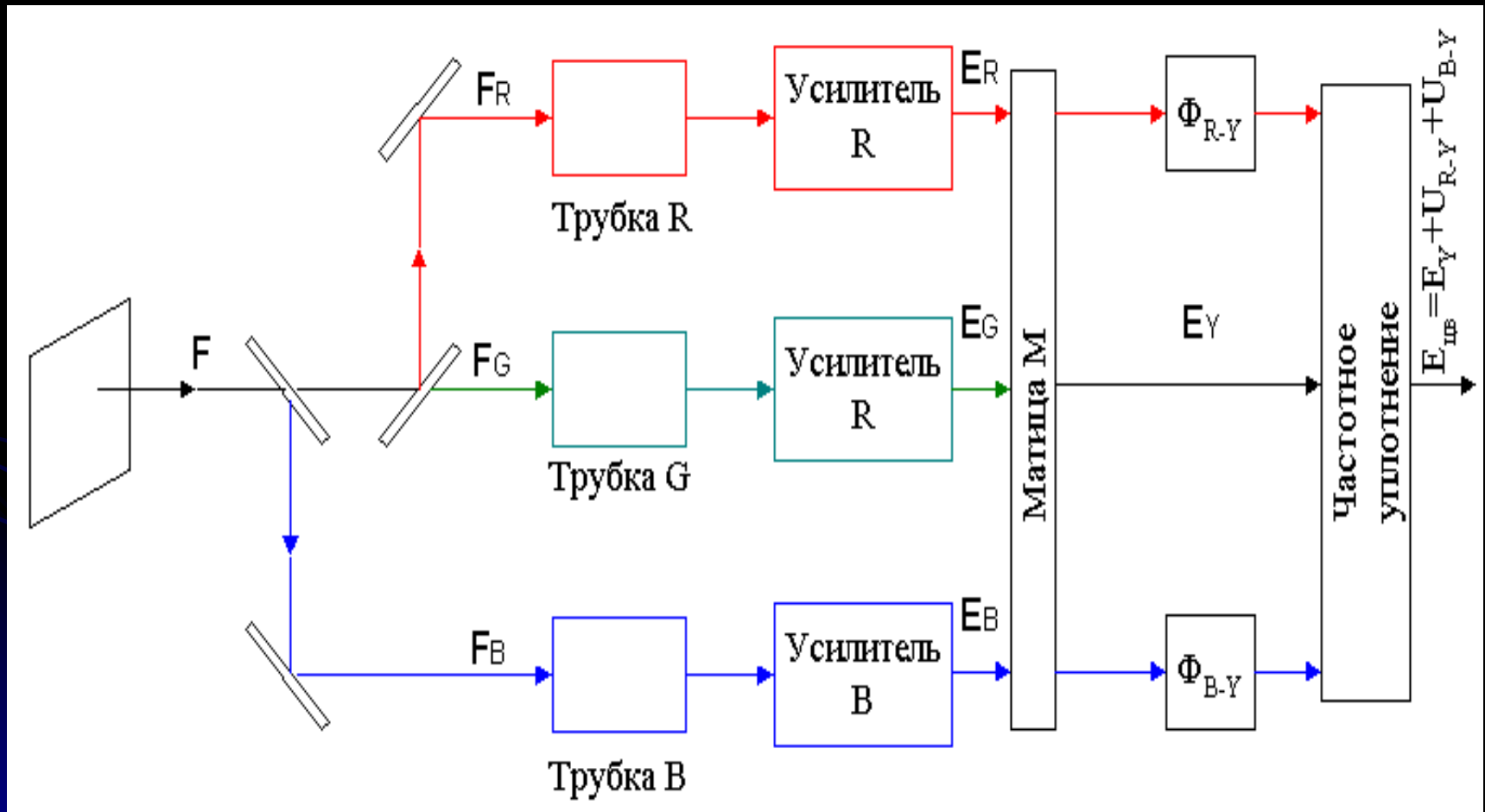
Do you still want to change the region of your DVD player to match the region of your movie?

Change Region

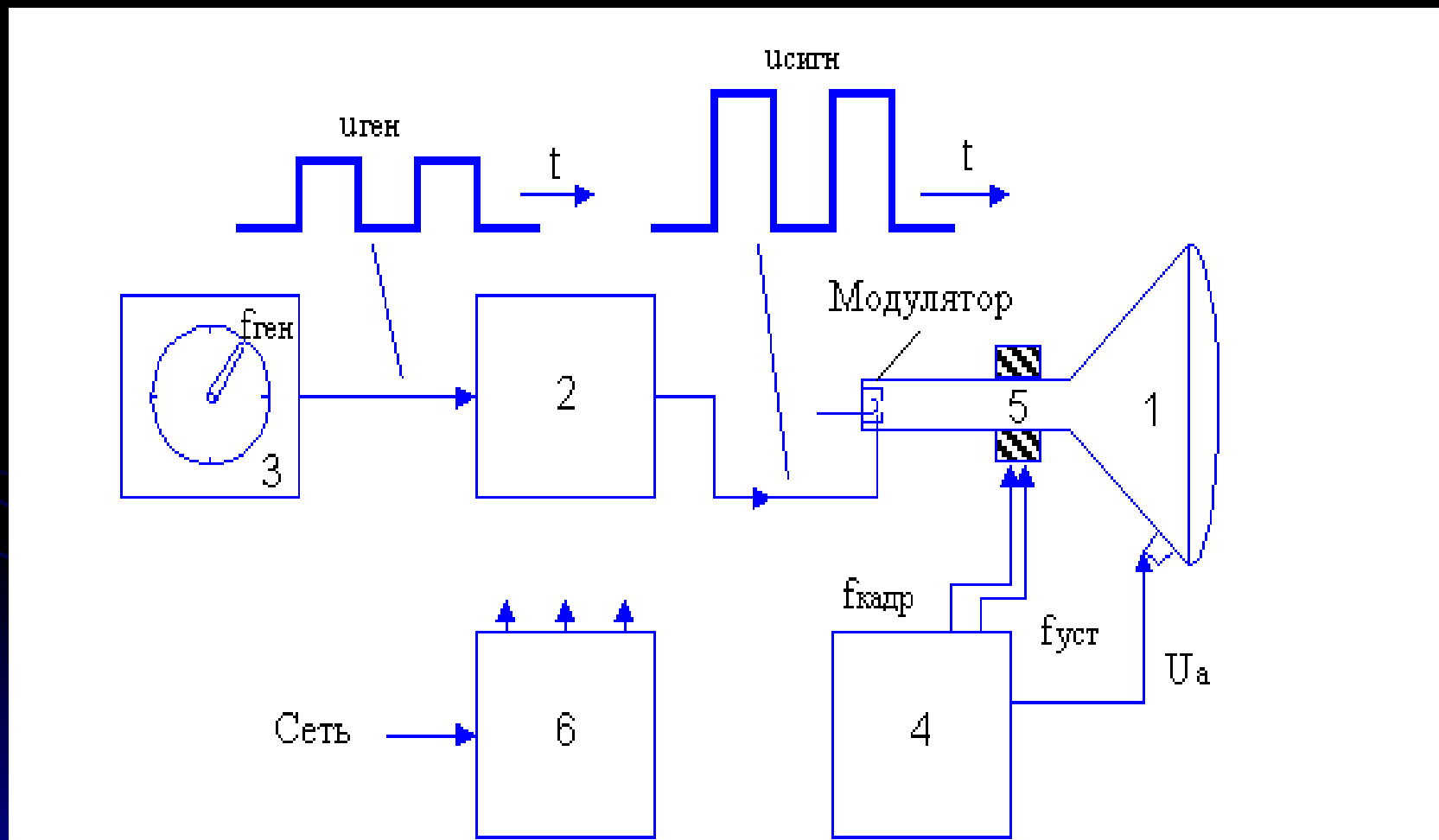
Cancel



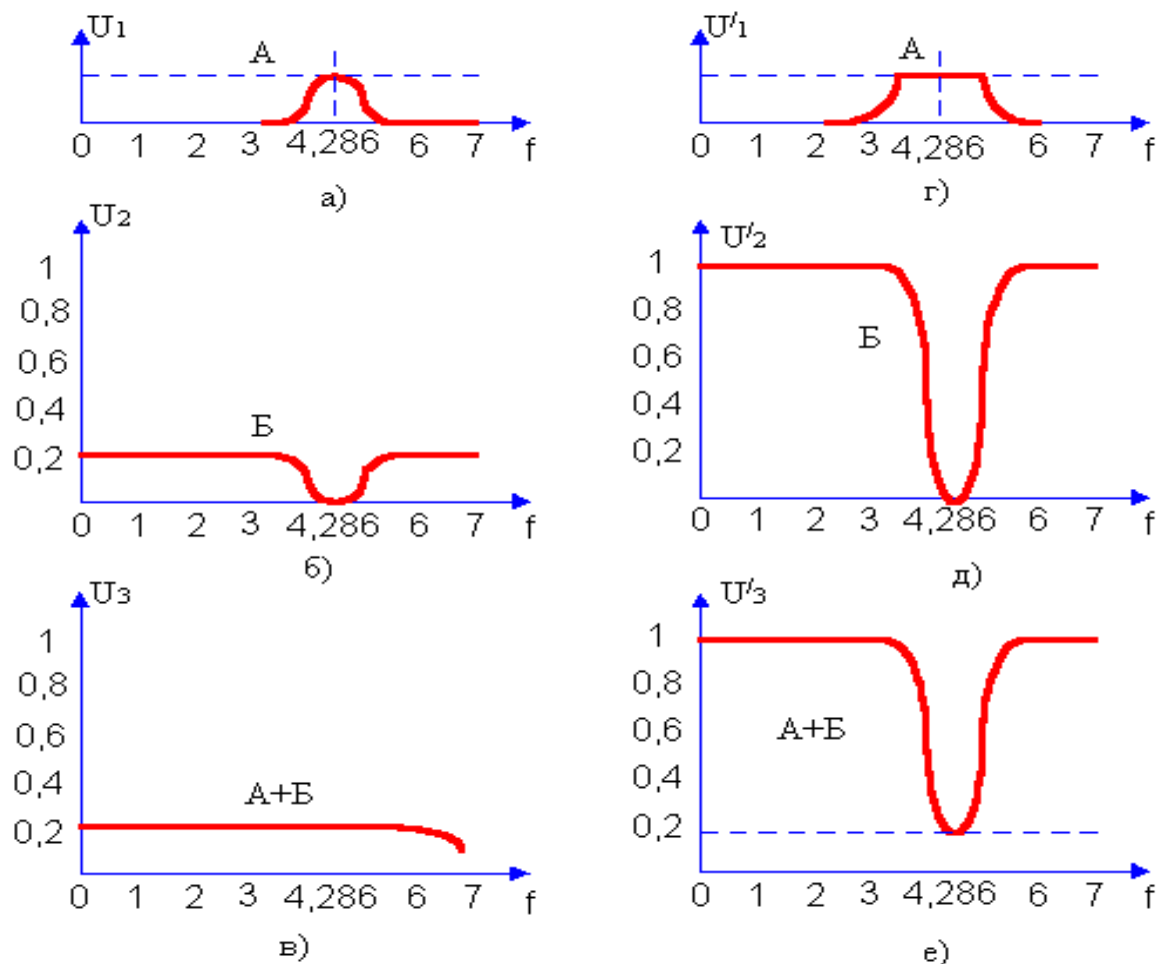
Канал изображения ТВ камеры



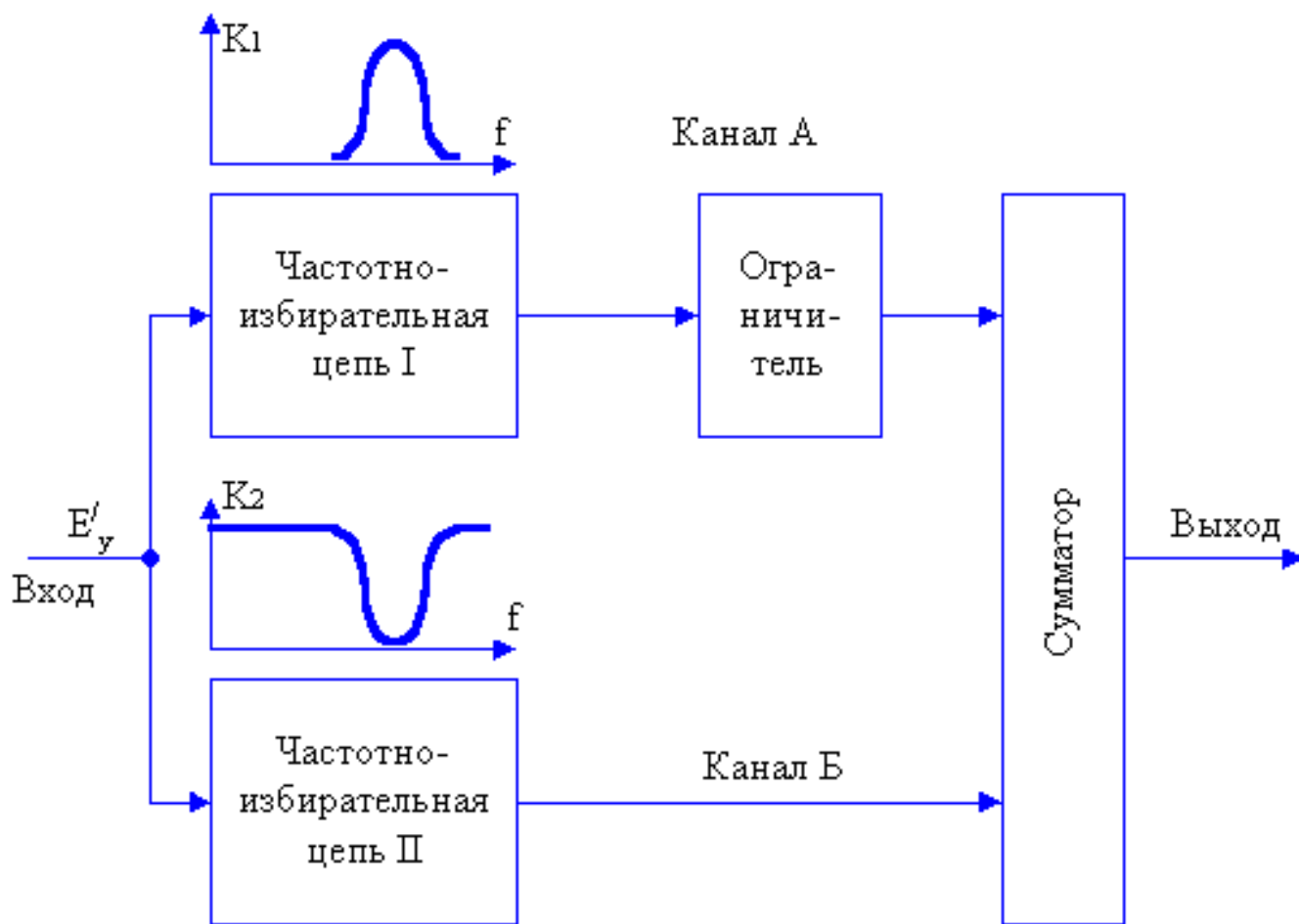
Канал изображения и разверток ТВ приемника



Режекция цветовой поднесущей в канале яркости СЕКАМ

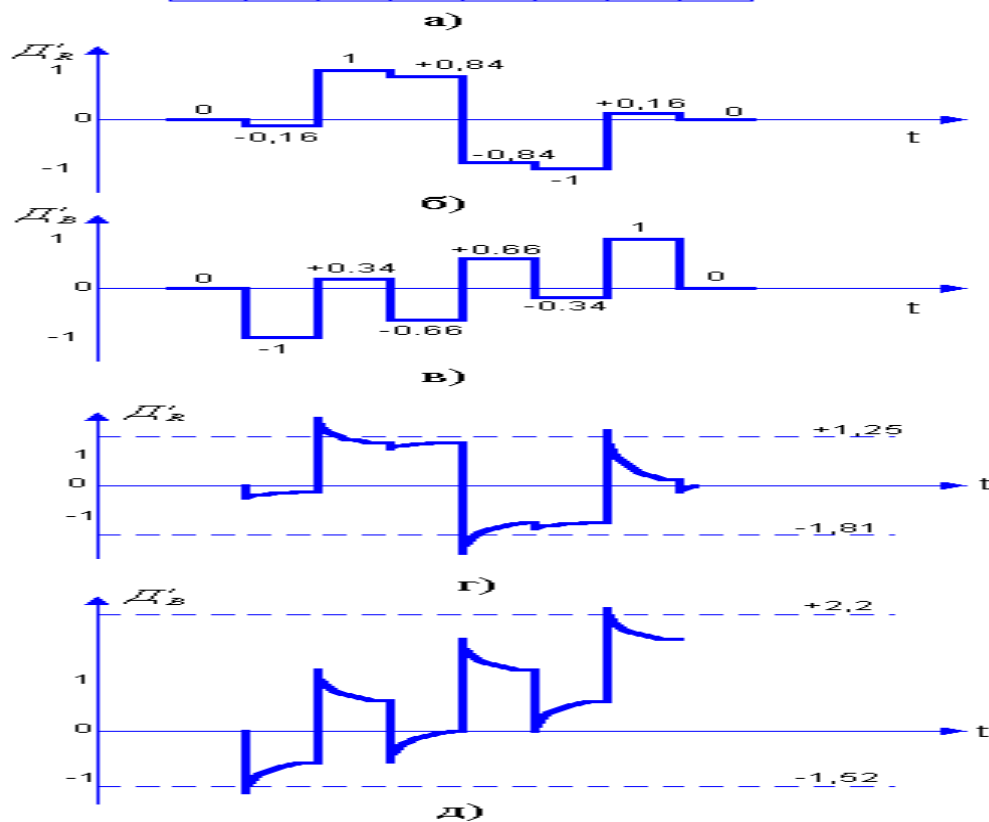


Режекция цветовой поднесущей

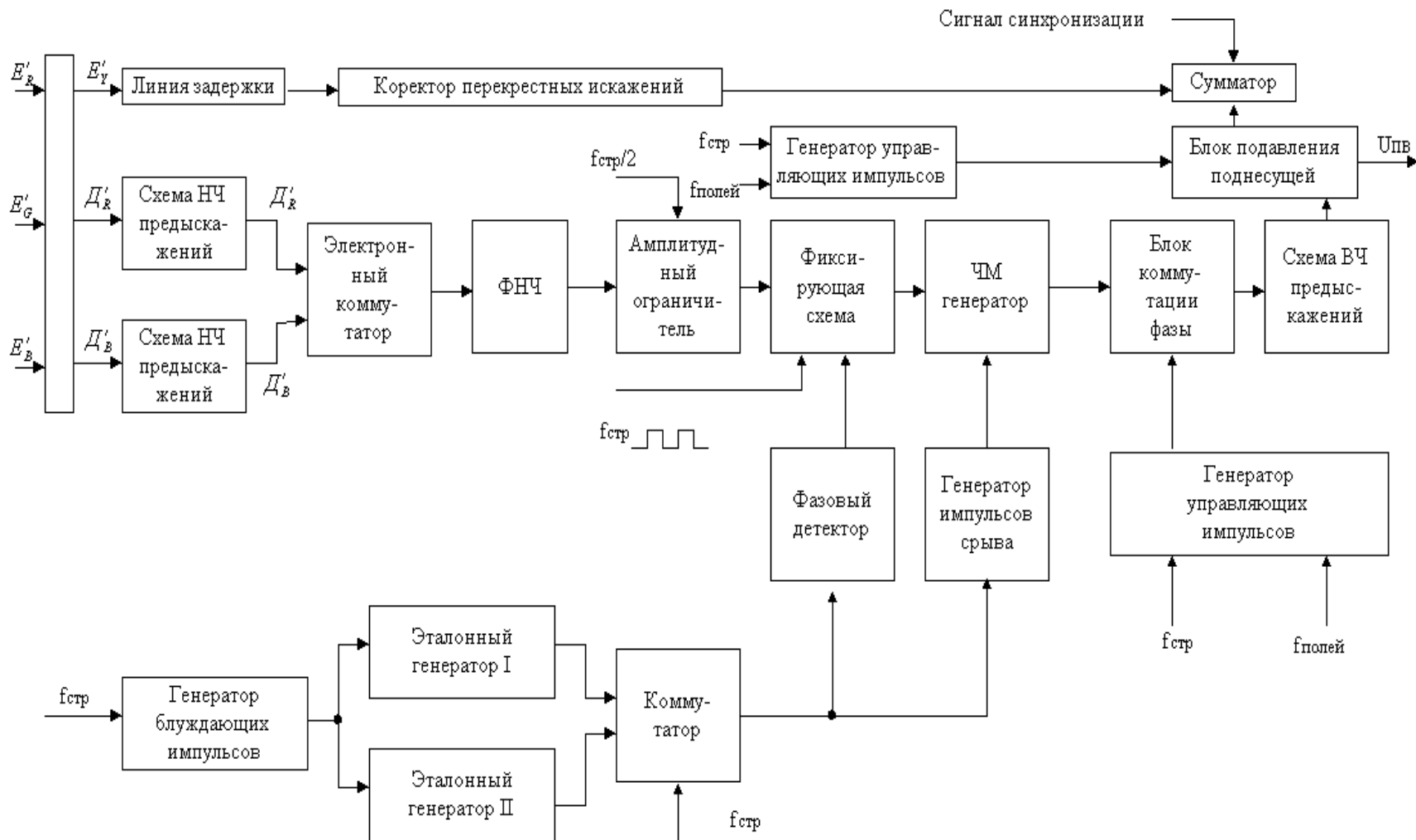


Цветоразностные сигналы и НЧП

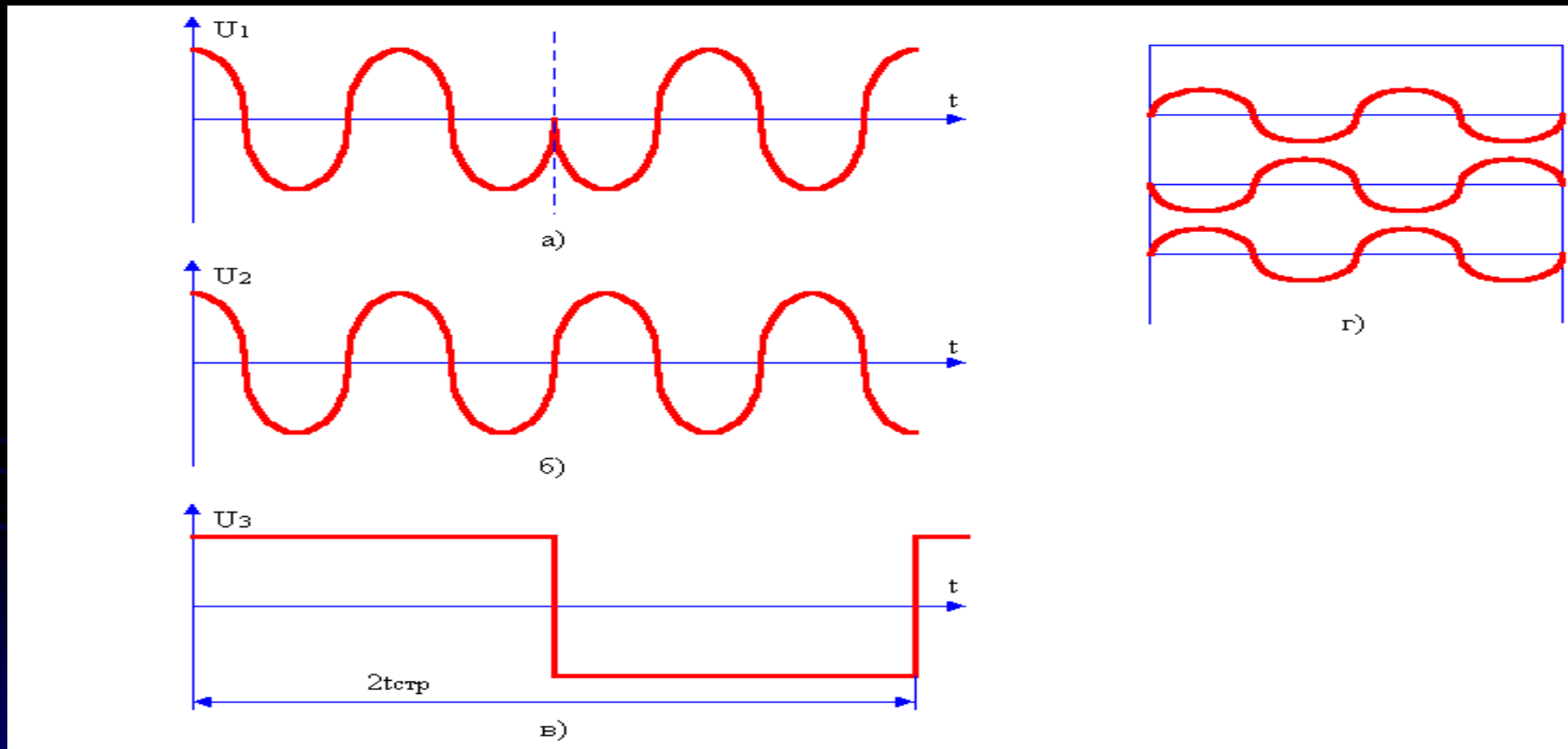
Белый	Желтый	Голубой	Зеленый	Пурпурный	Красный	Синий	Черный
-------	--------	---------	---------	-----------	---------	-------	--------



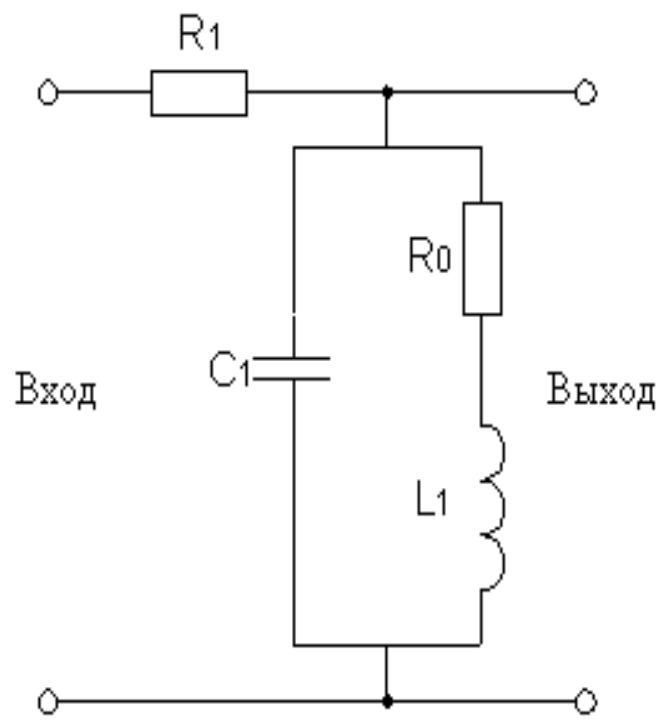
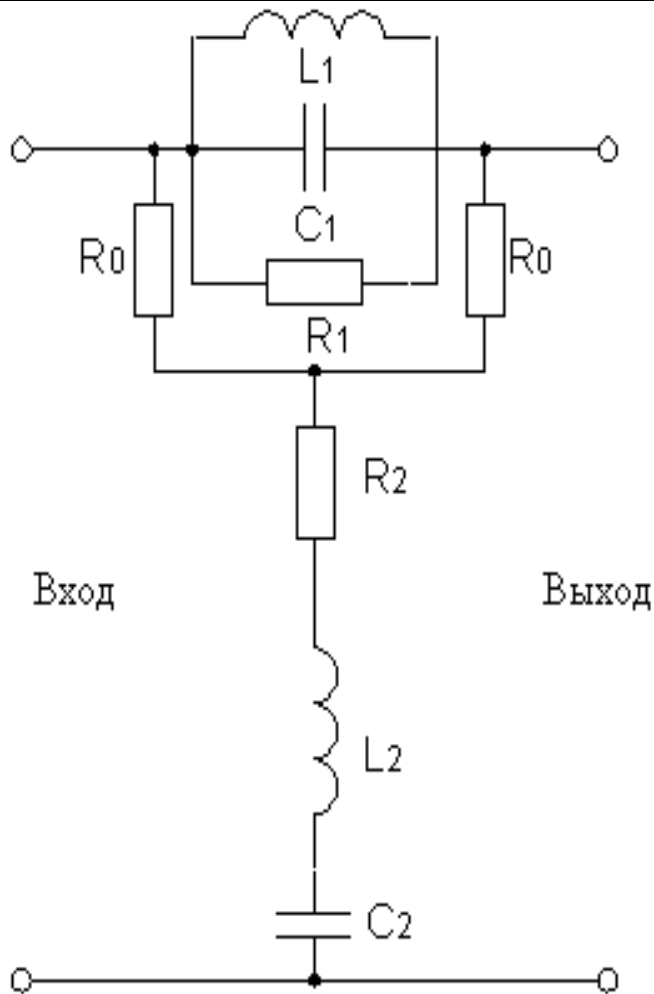
СЕКАМ, передающая часть



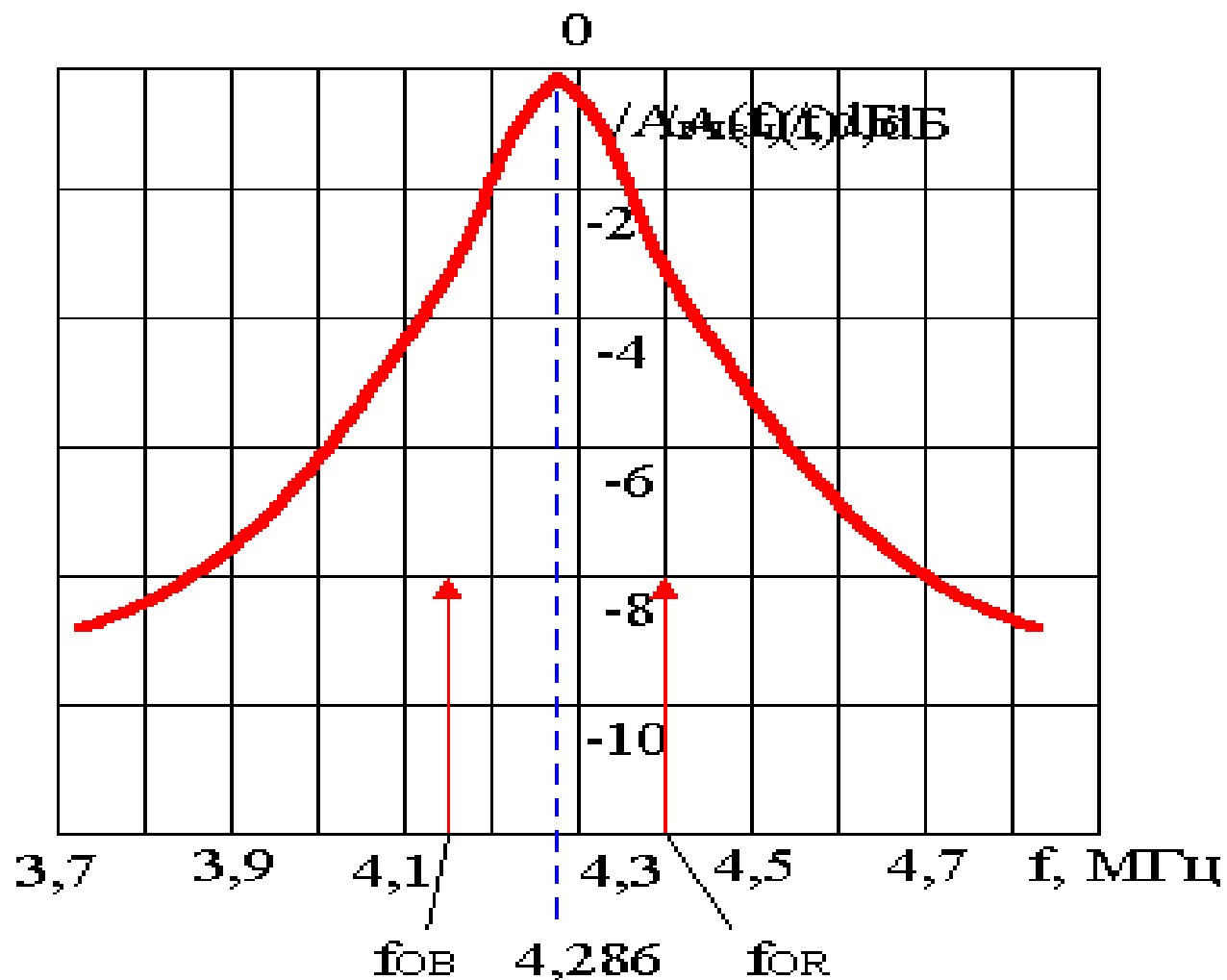
Коммутация фазы цветовой поднесущей



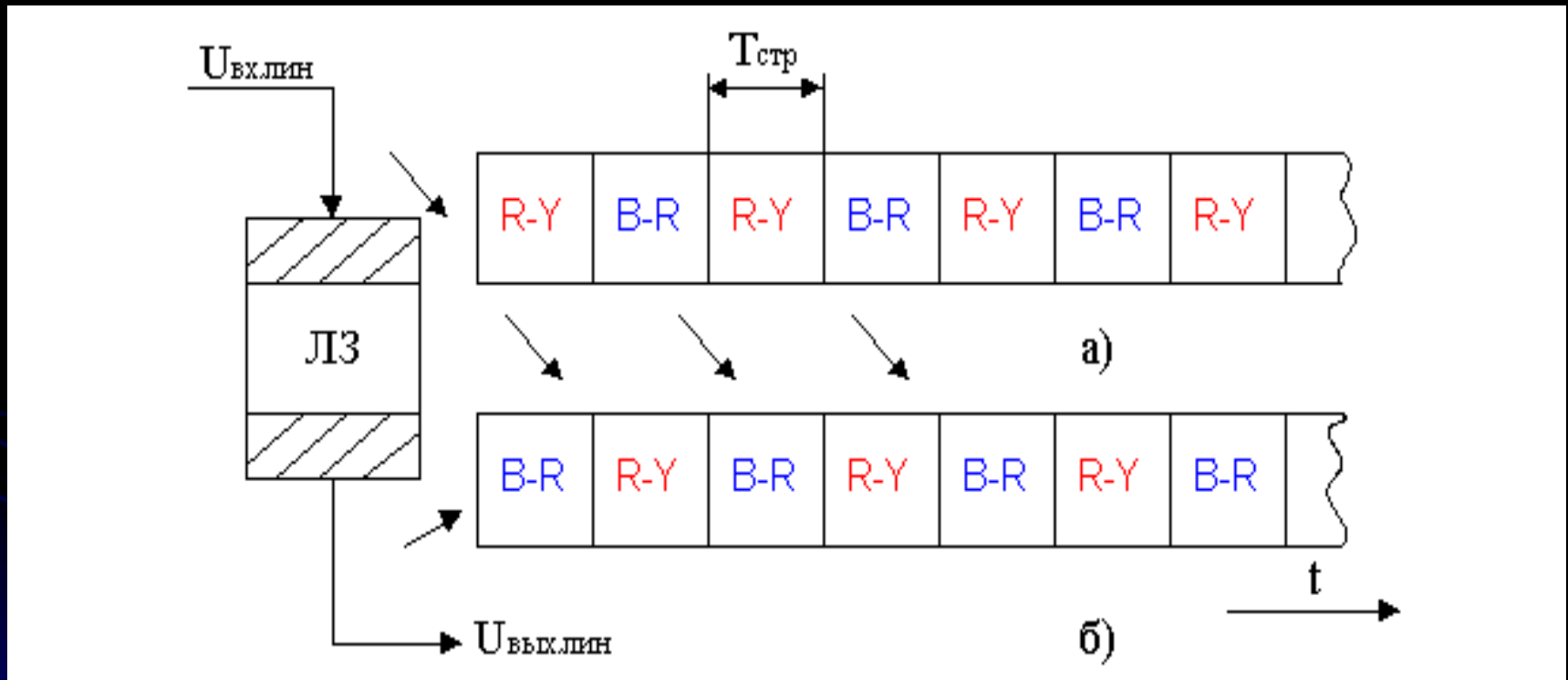
Цели ВЧП и коррекции ВЧП



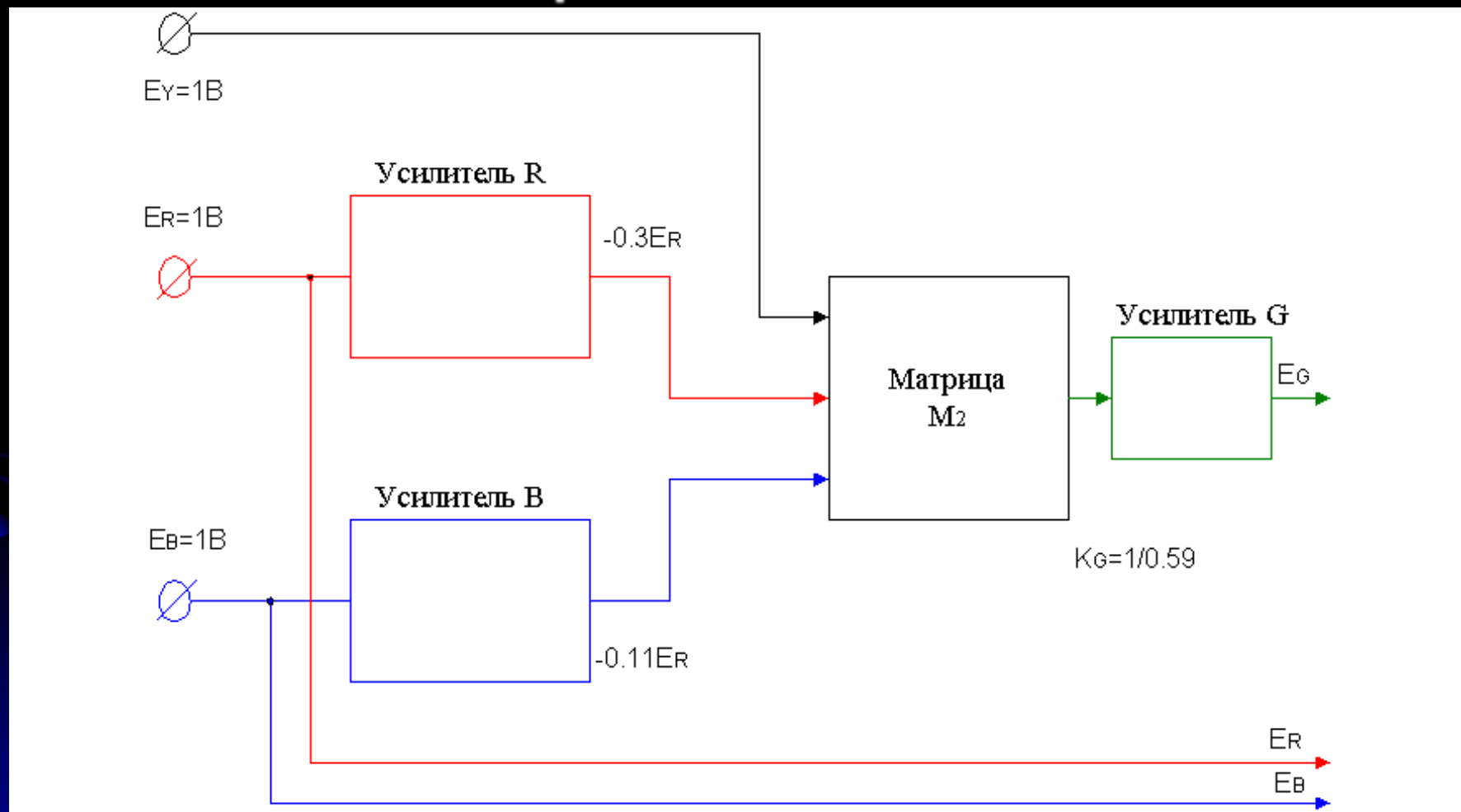
АЧХ корректора ВЧП



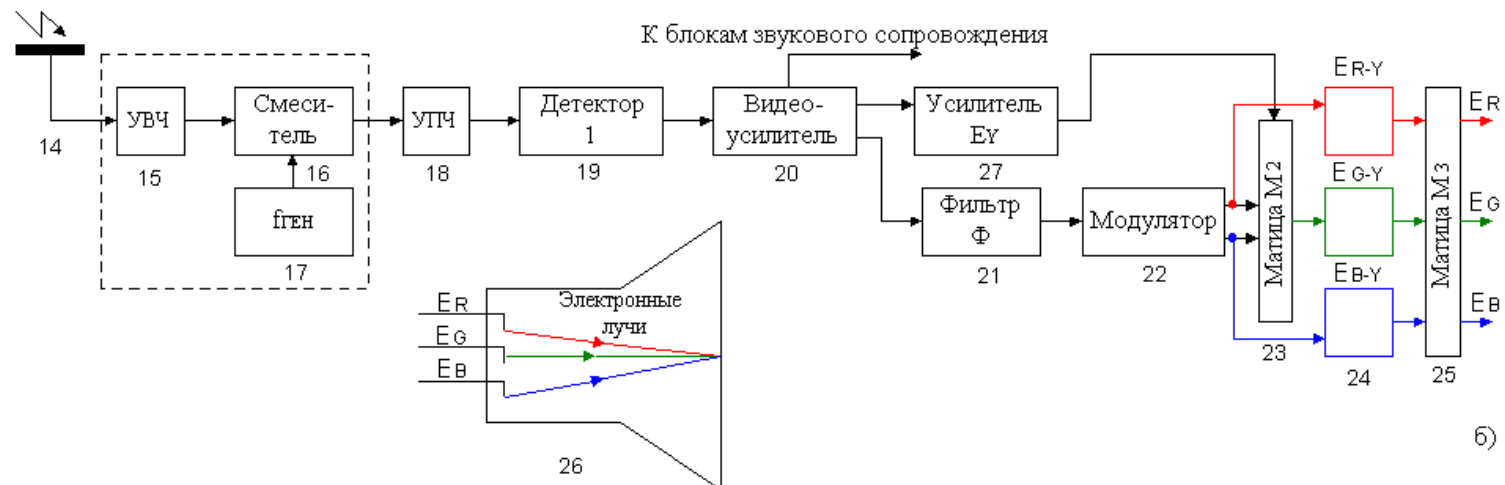
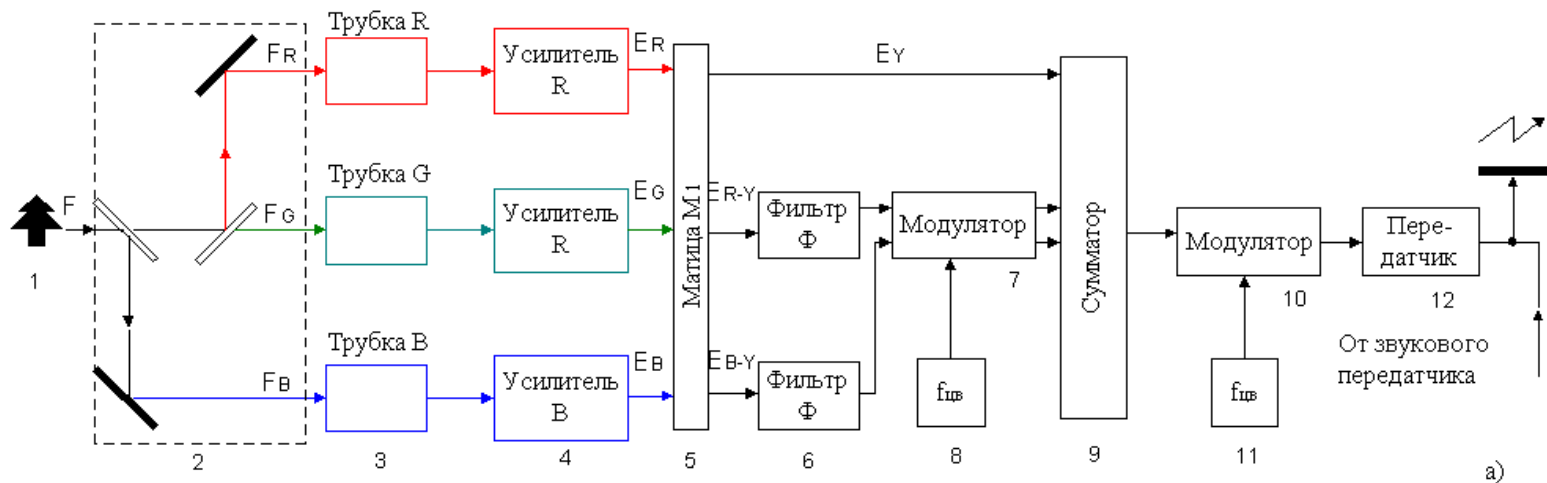
Декодирование сигналов СЕКАМ



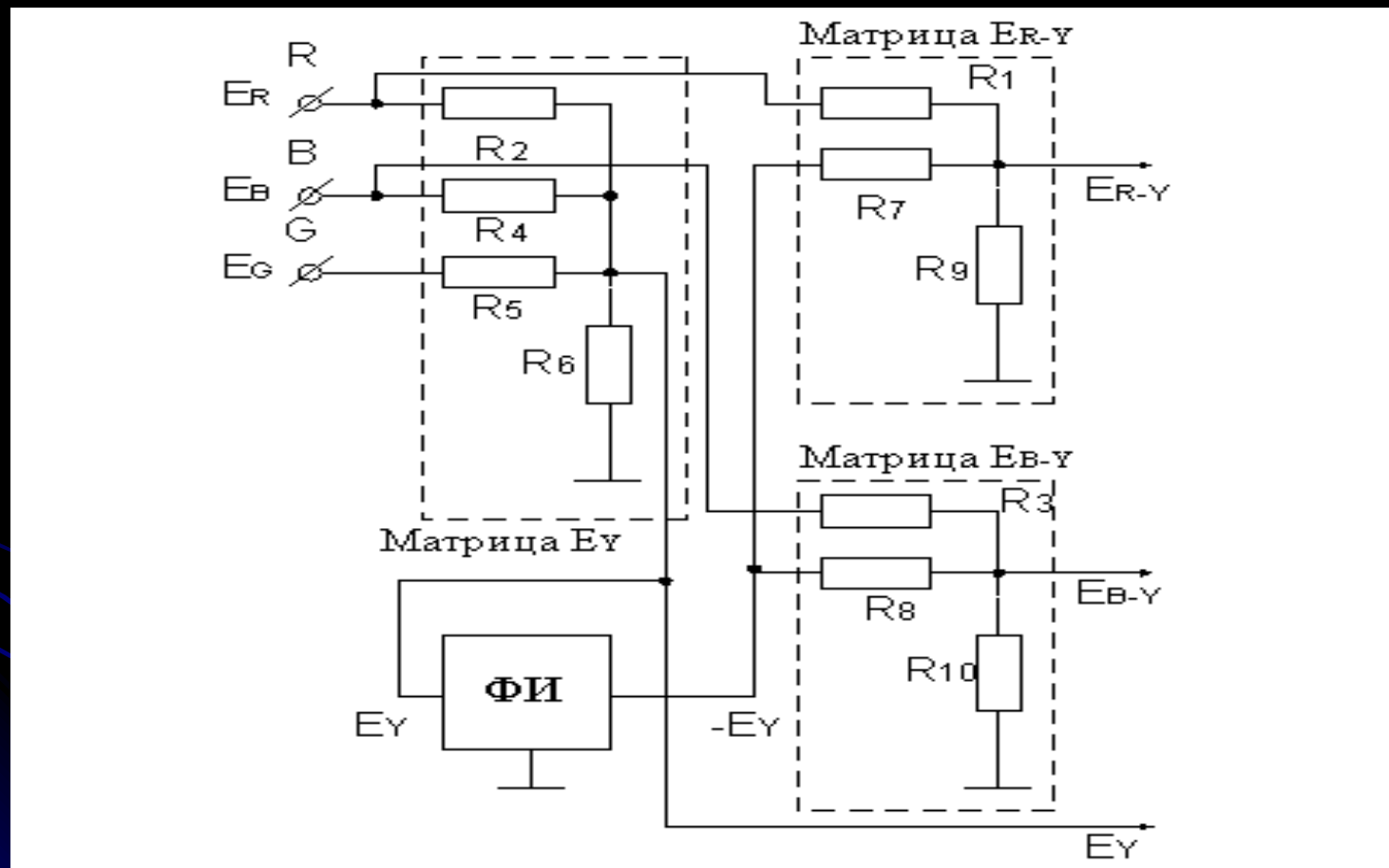
Формирование сигнала G в приемнике



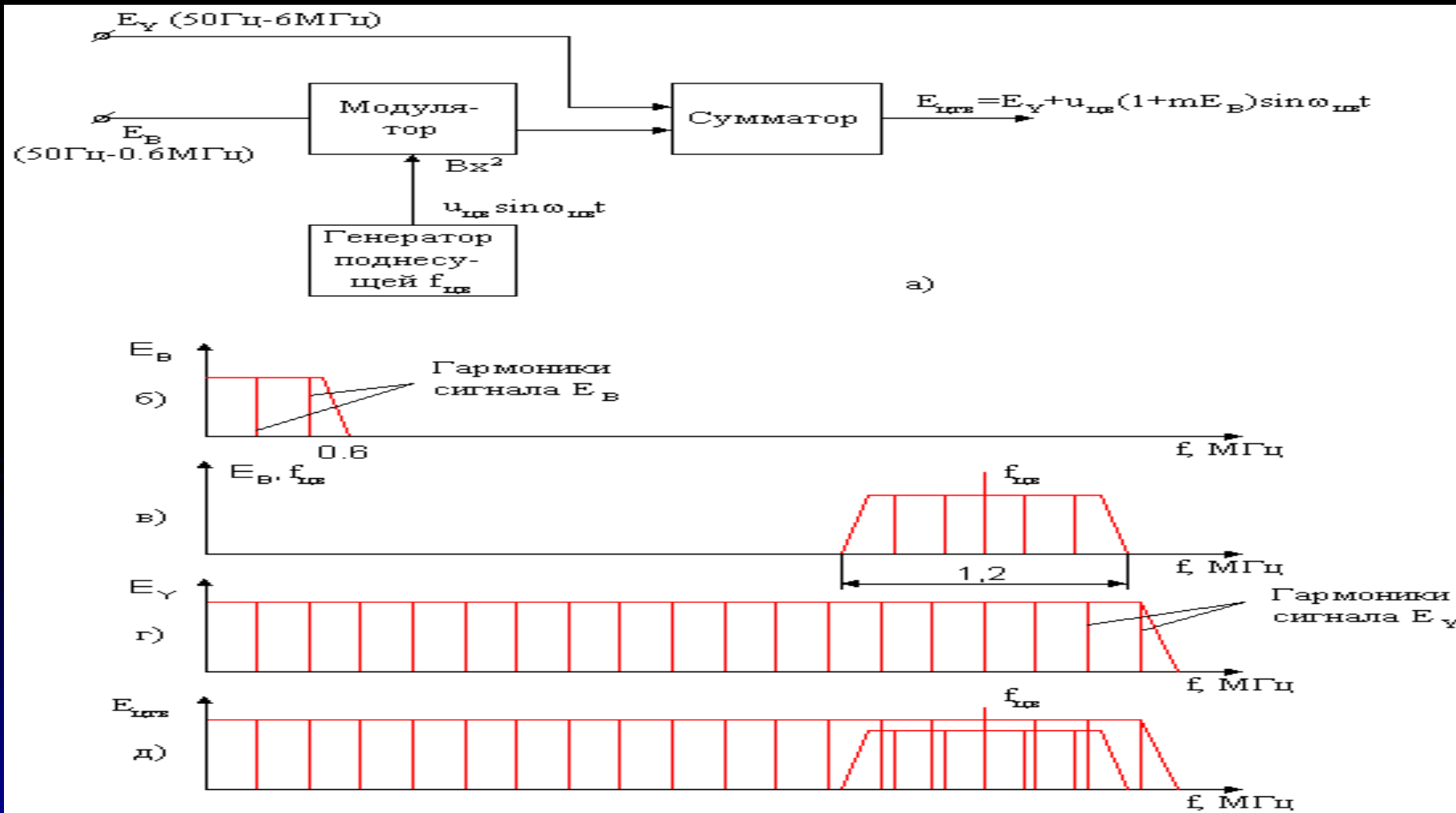
Структурная схема цветного ТВ вещания



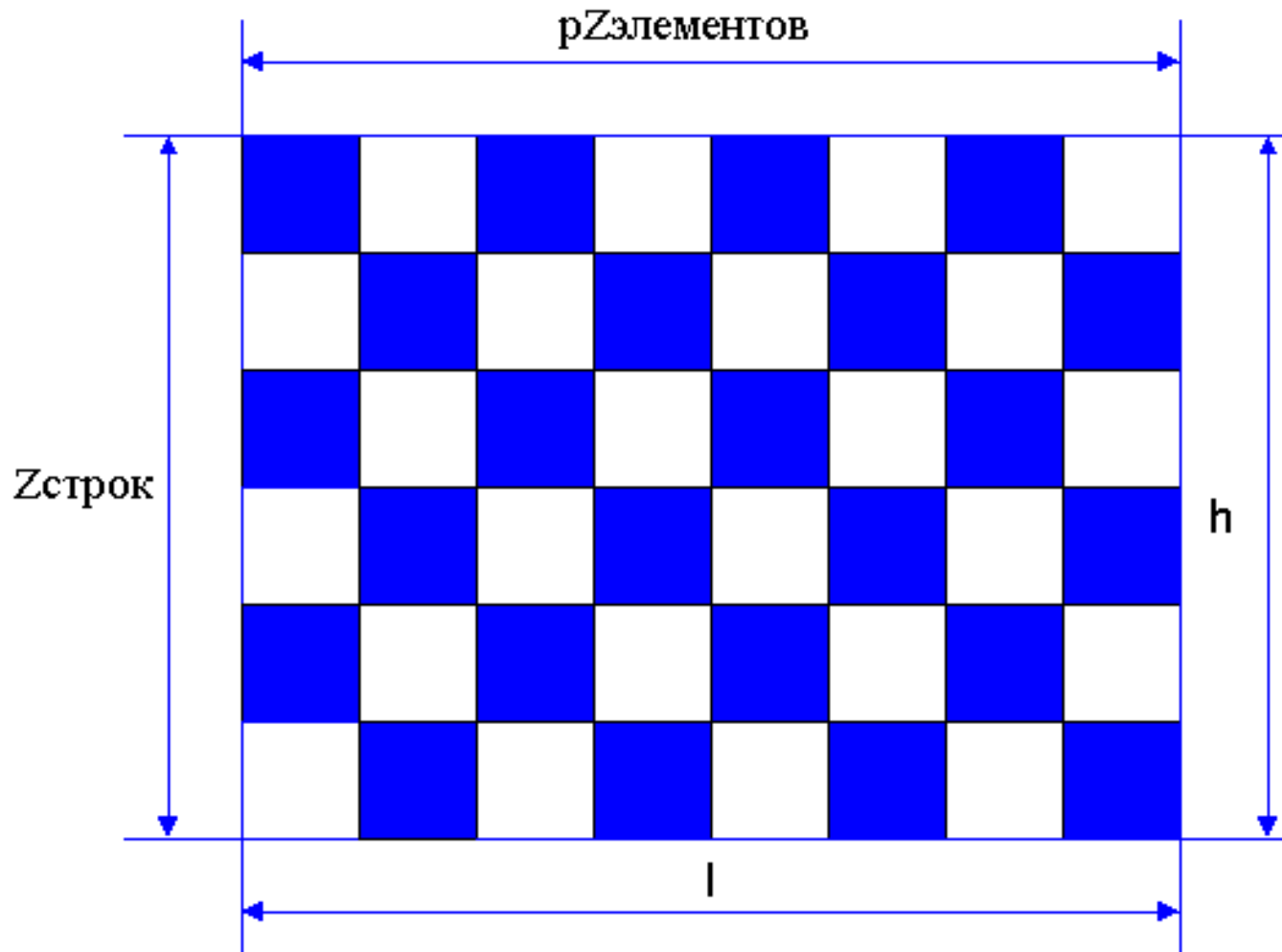
Формирование яркостного и цветоразностных сигналов



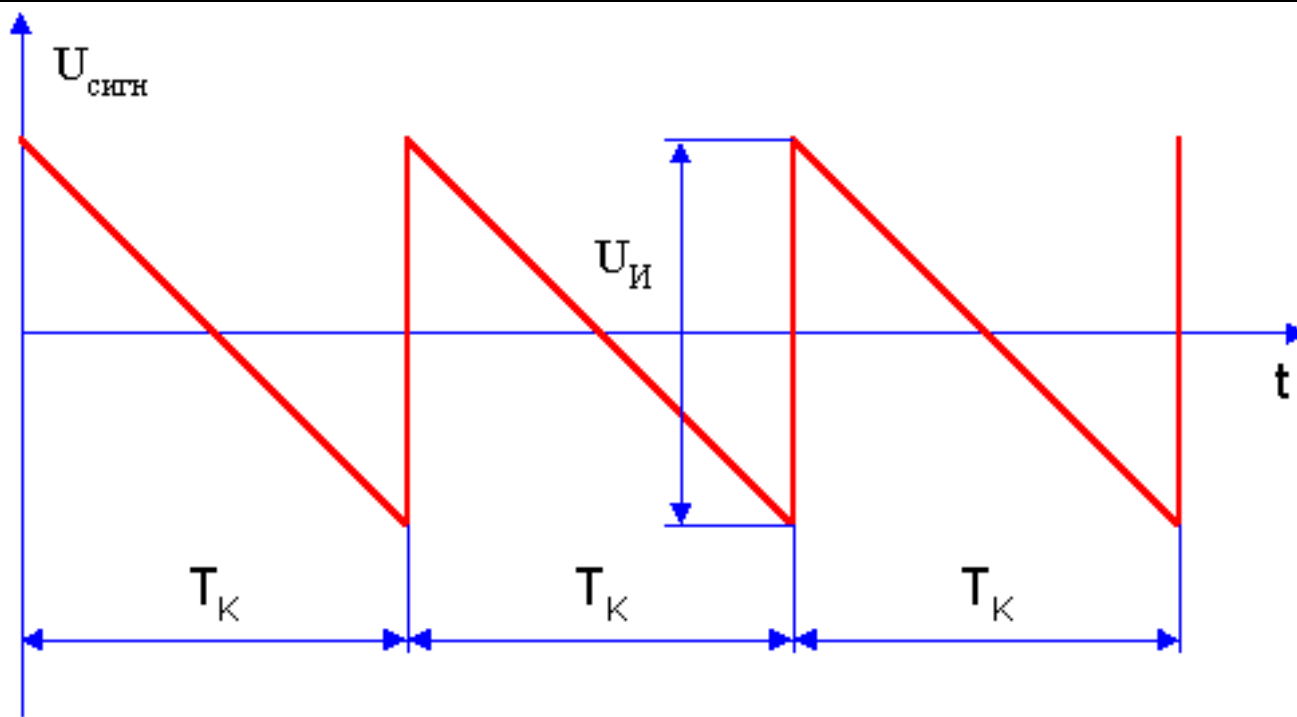
Структура спектра ПЦТВ сигнала



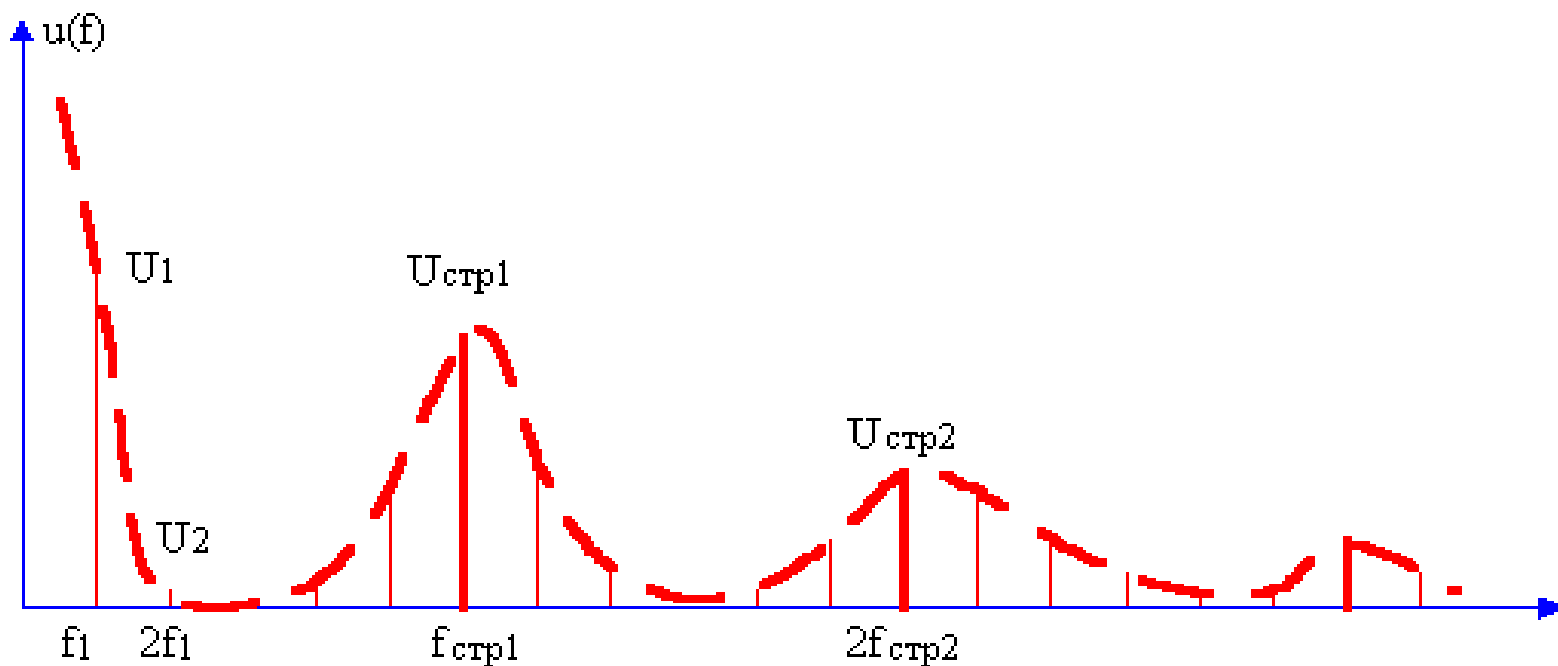
К оценке полосы частот ПТВС



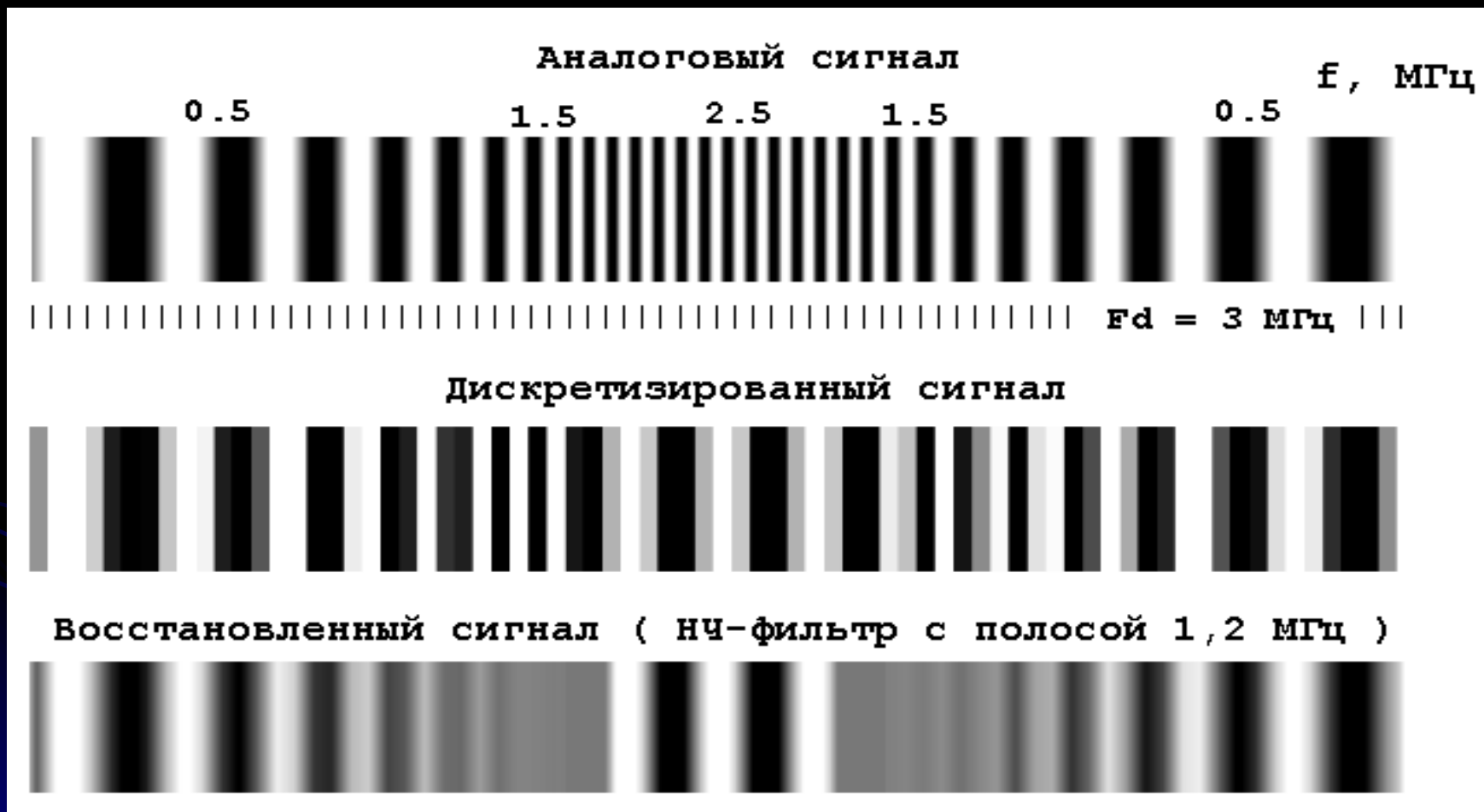
Форма напряжения и тока отклонения в кадровых катушках



Структура спектра ПТВС



Искажения дискретизации



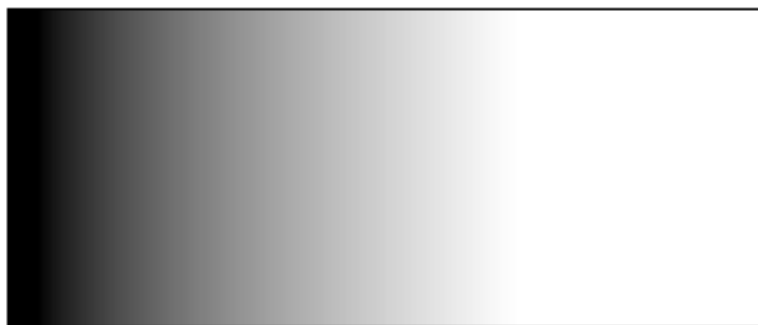
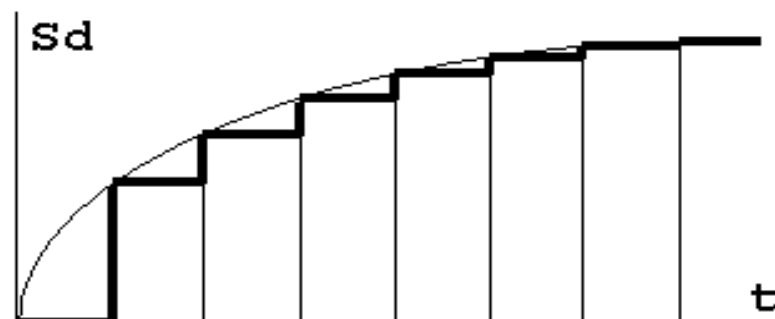
Дискретизация

Дискретизация

Аналоговый сигнал

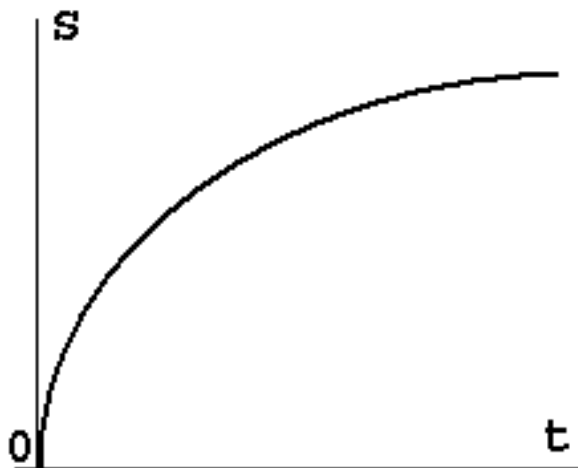


Дискретизированный сигнал

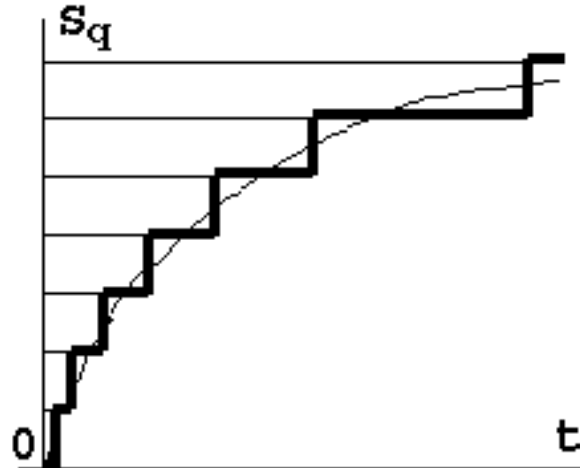


Квантование

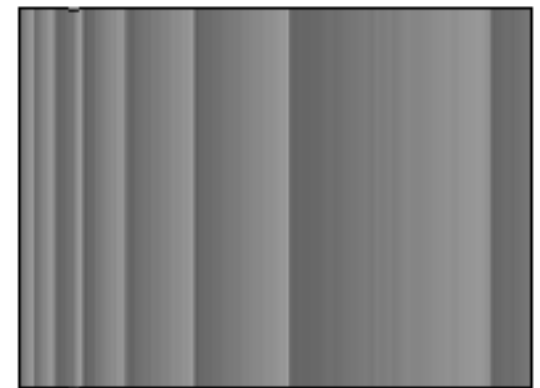
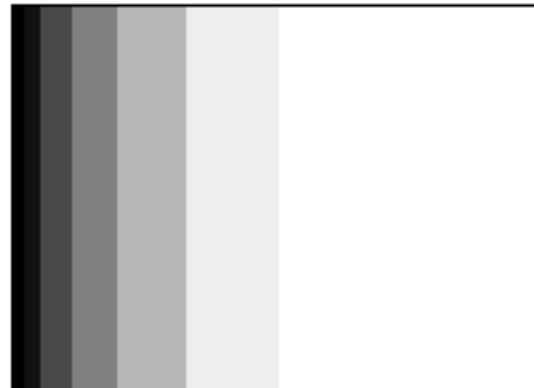
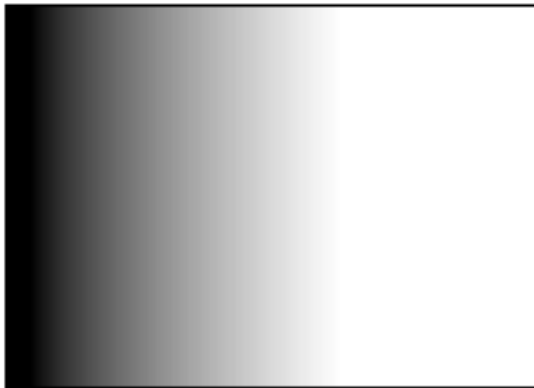
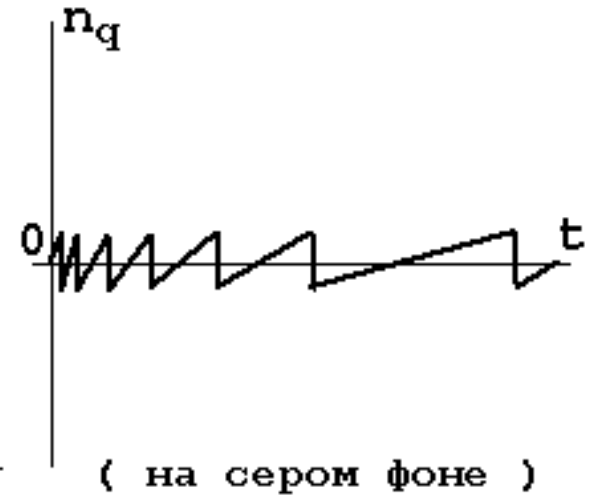
Аналоговый сигнал



Квантованный сигнал



Шум квантования



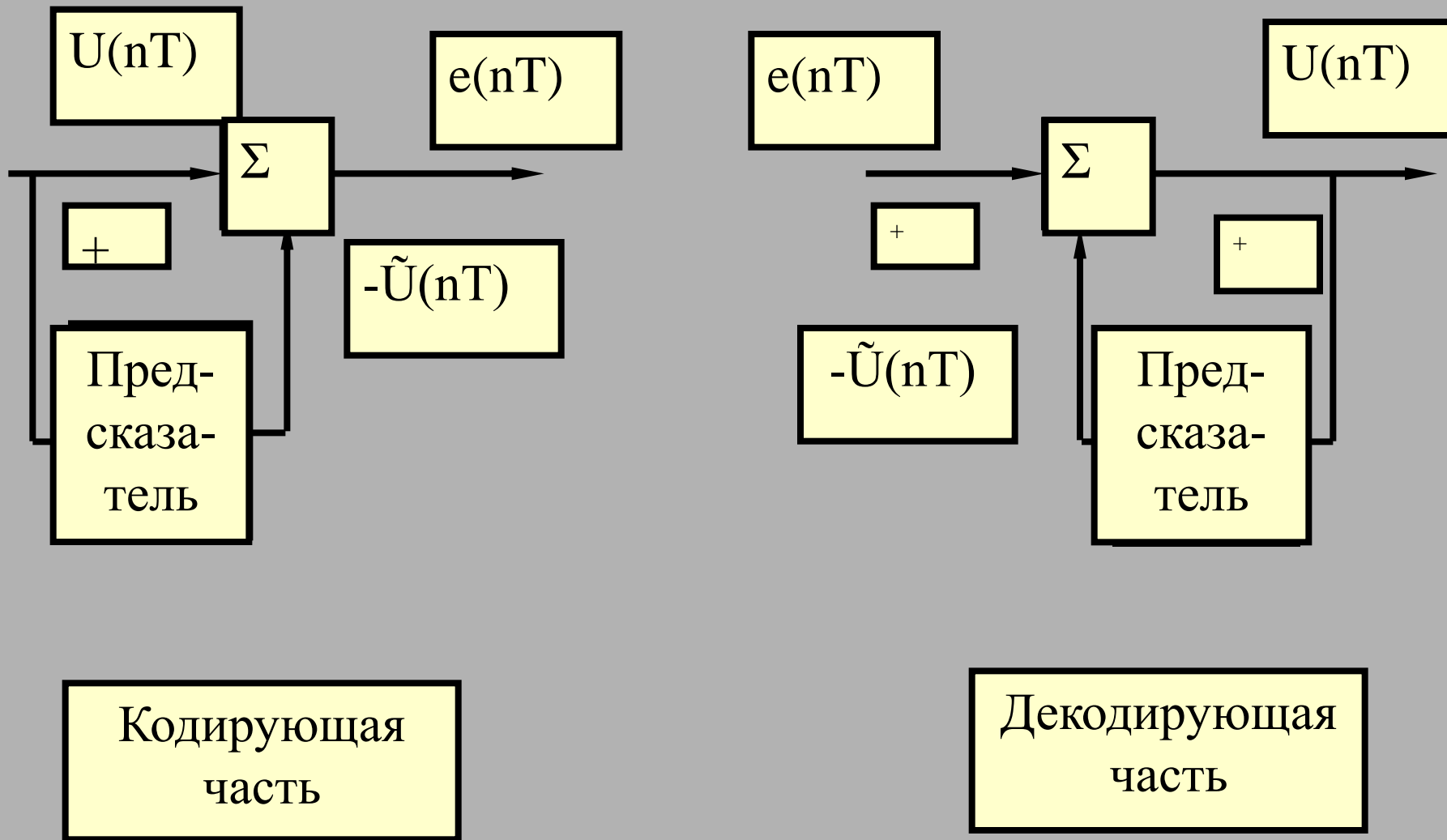
Шумы квантования



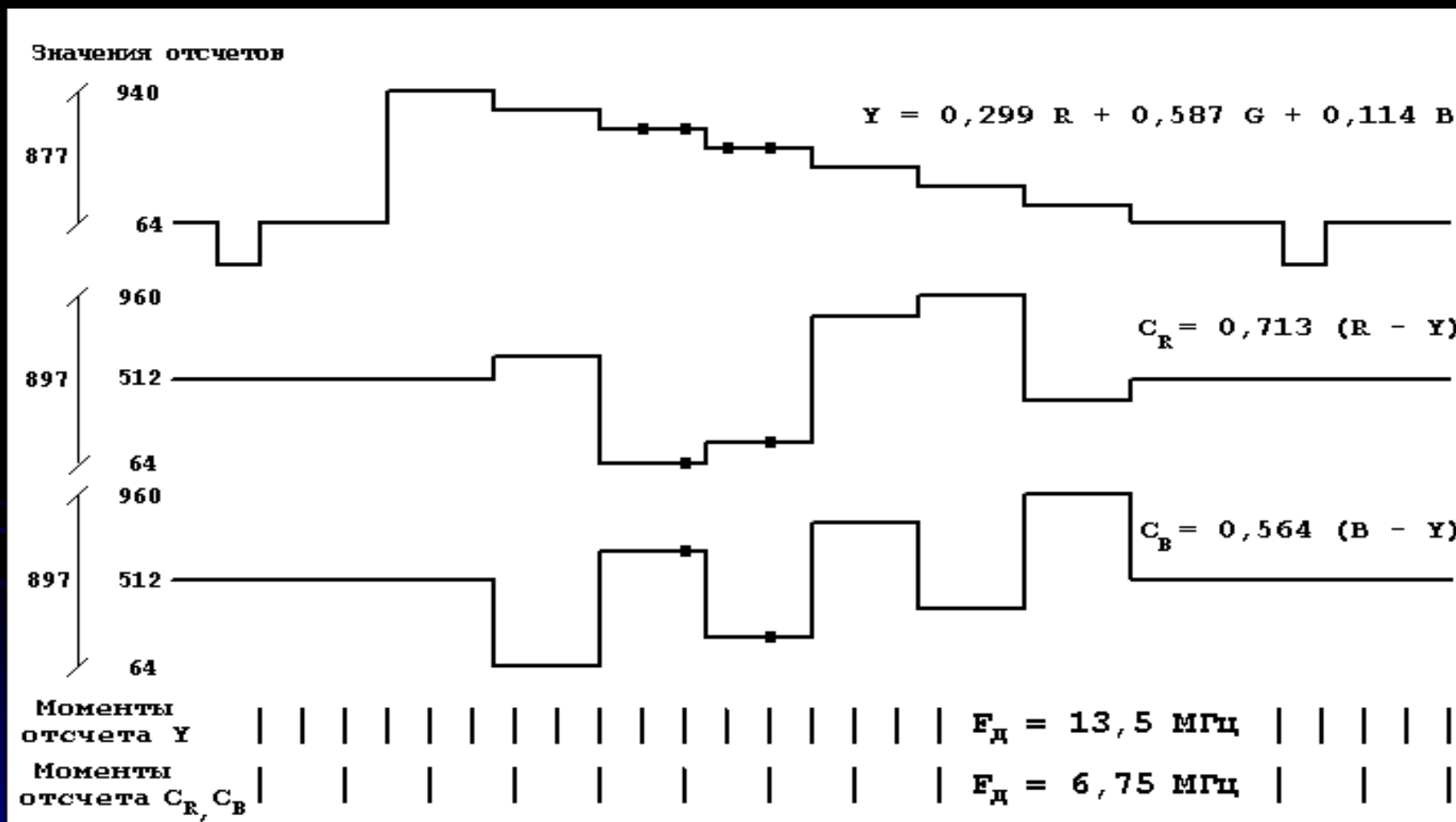
Щумы квантования



К определению ошибки предсказания

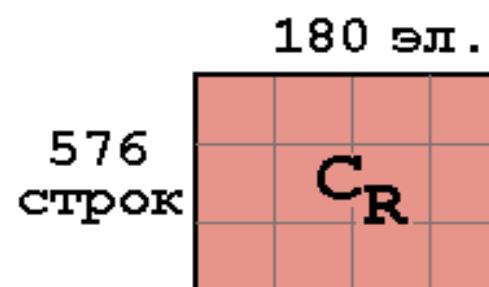
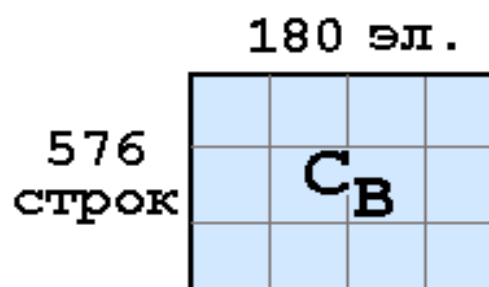
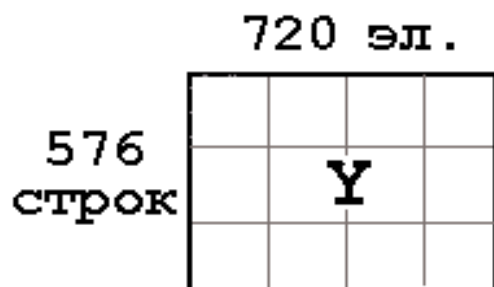


Дискретизация ТВ сигналов



Дискретизация 4:1:1

4:1:1

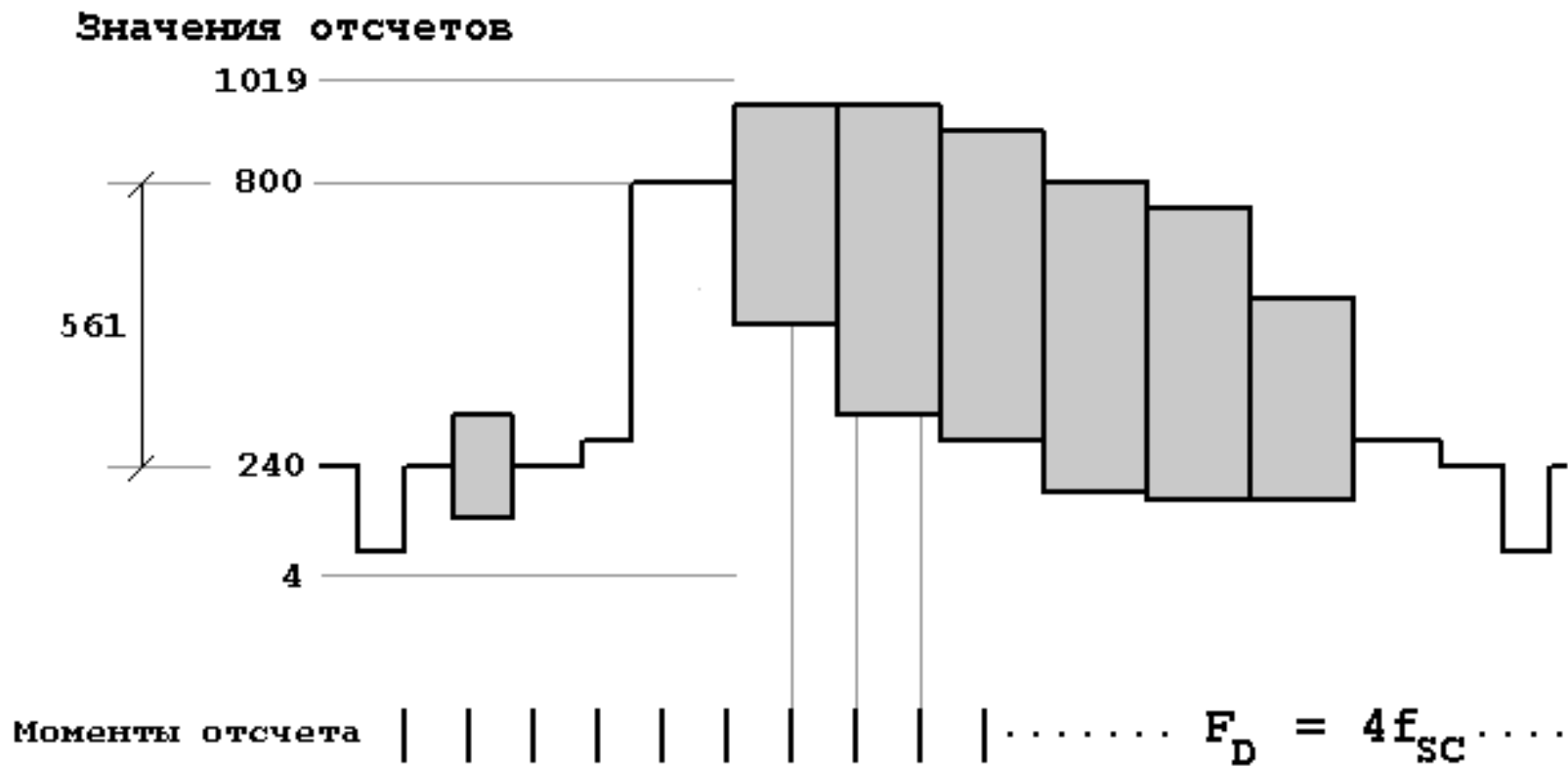


Полный цифровой поток
 $C = 162$ МБит/с (8 бит)

Цифровой поток
(активная часть изображения)

$C = 124$ МБит/с (8 бит)

ПЦТВС NTSC, PAL



Формирования блока звукоданных

Блок звукоданных (192 кадра)

A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
0	0	1	1	2	2		190	190	191	191

A	B	Кадр данных (2 субкадра)
---	---	--------------------------

Субкадр (32 бита)

Синхро- слово	Звукоданные	V	U	S	P
------------------	-------------	---	---	---	---

V – бит корректности; S – бит статуса канала
U – бит пользователя; P – бит паритета

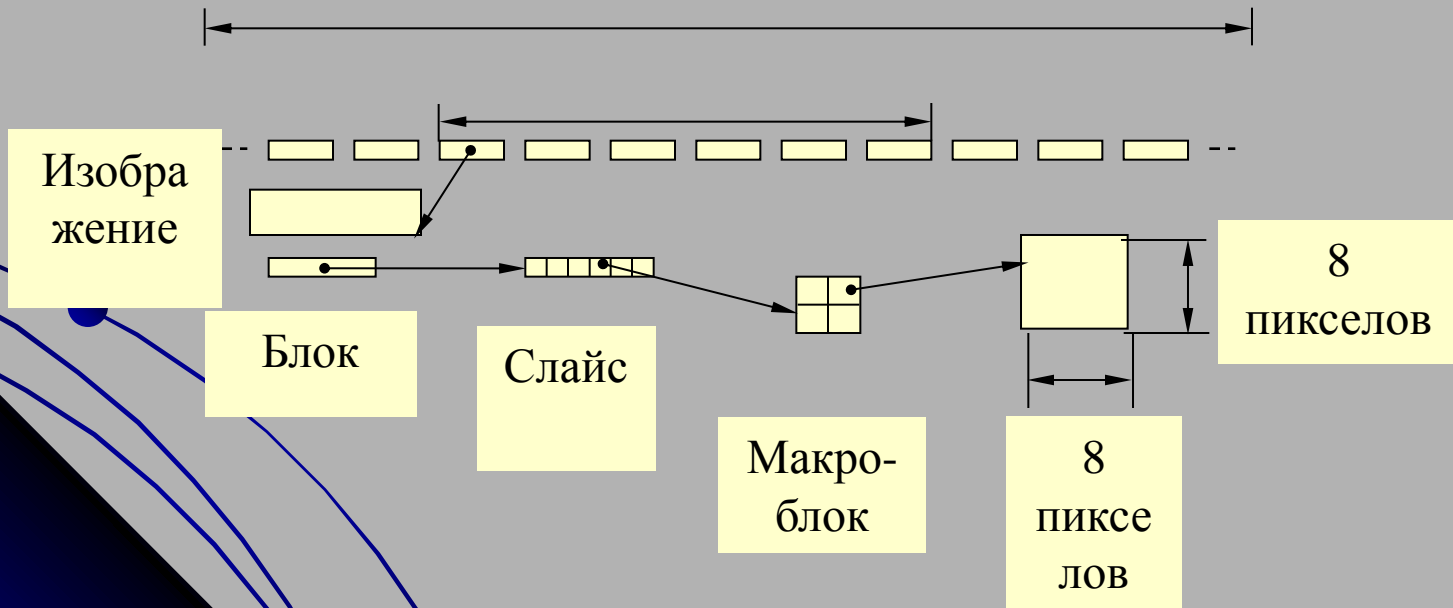
Частота дискретизации $f_D = 48$ кГц

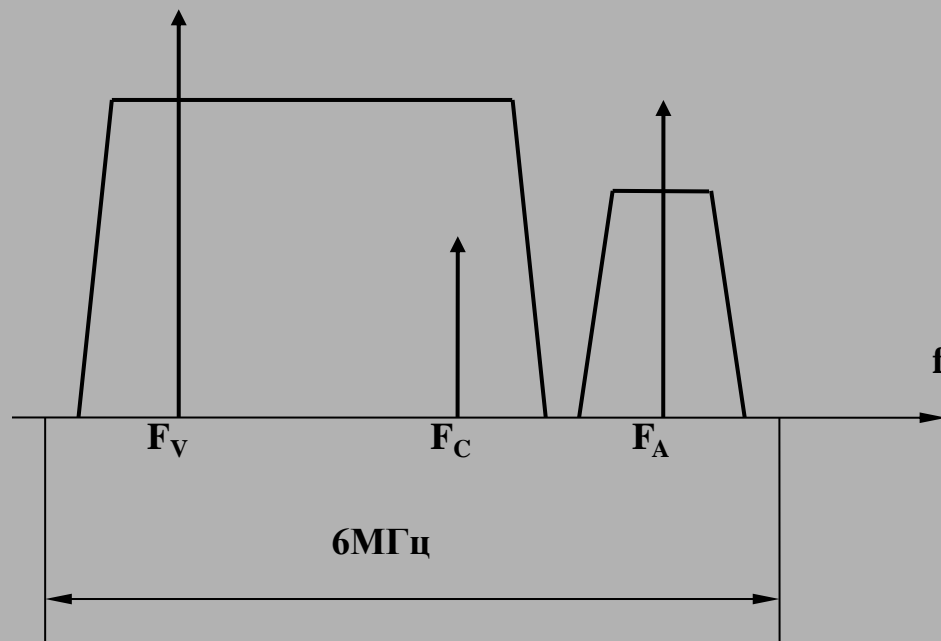
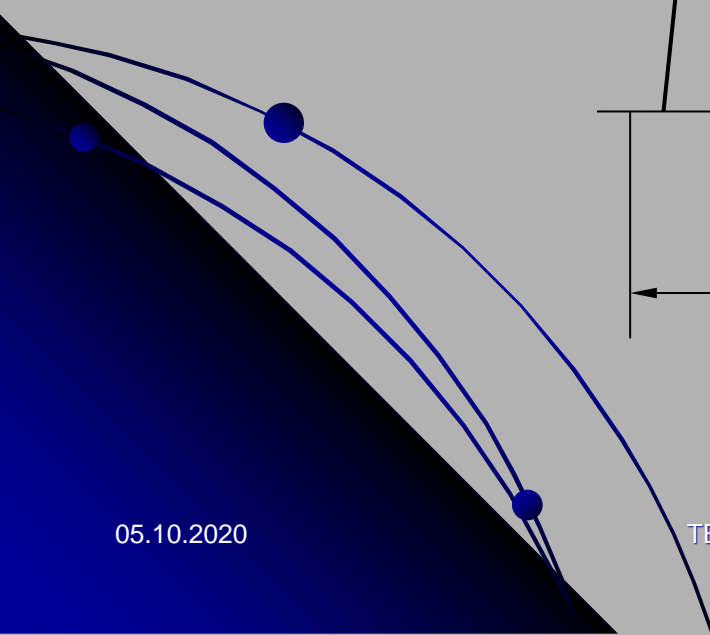
Цифровой поток $C = 3,072$ Мбит/с

Структура MPEG -2 пакета ATSC

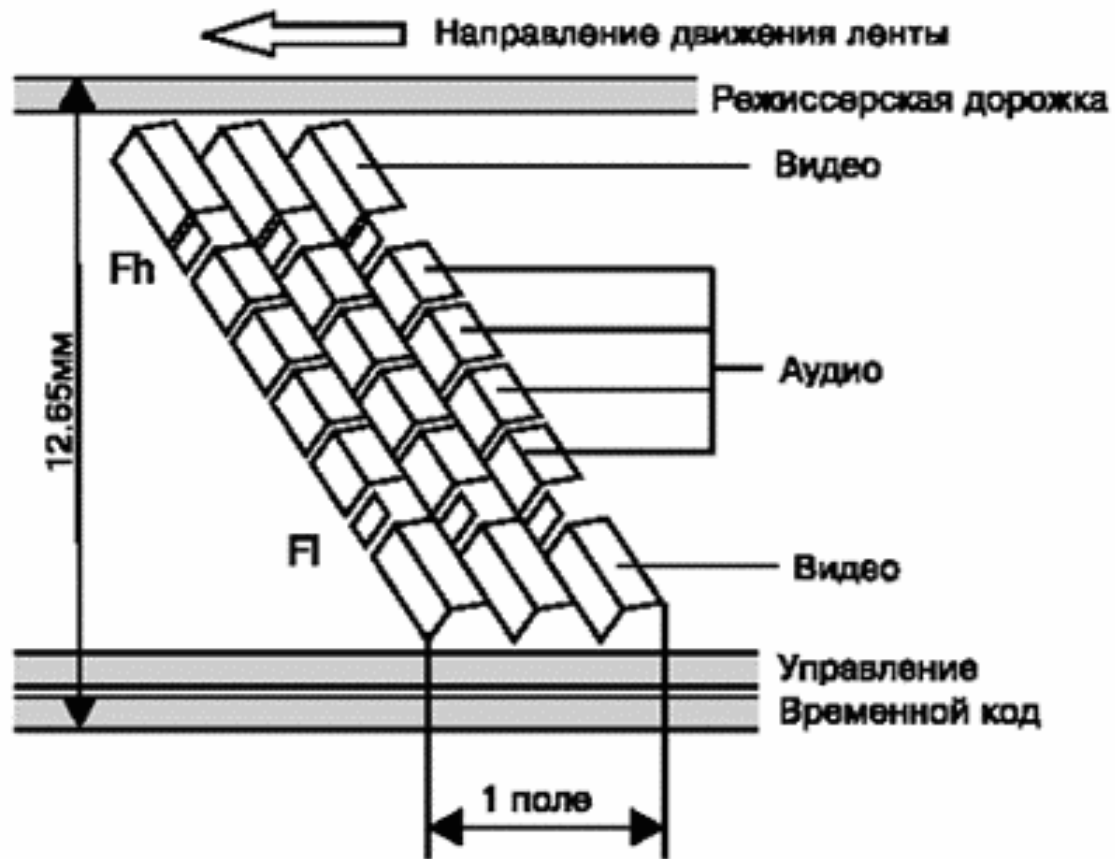
Видеопоток MPEG - 2

Группа изображений (I-, P-, B-кадры)

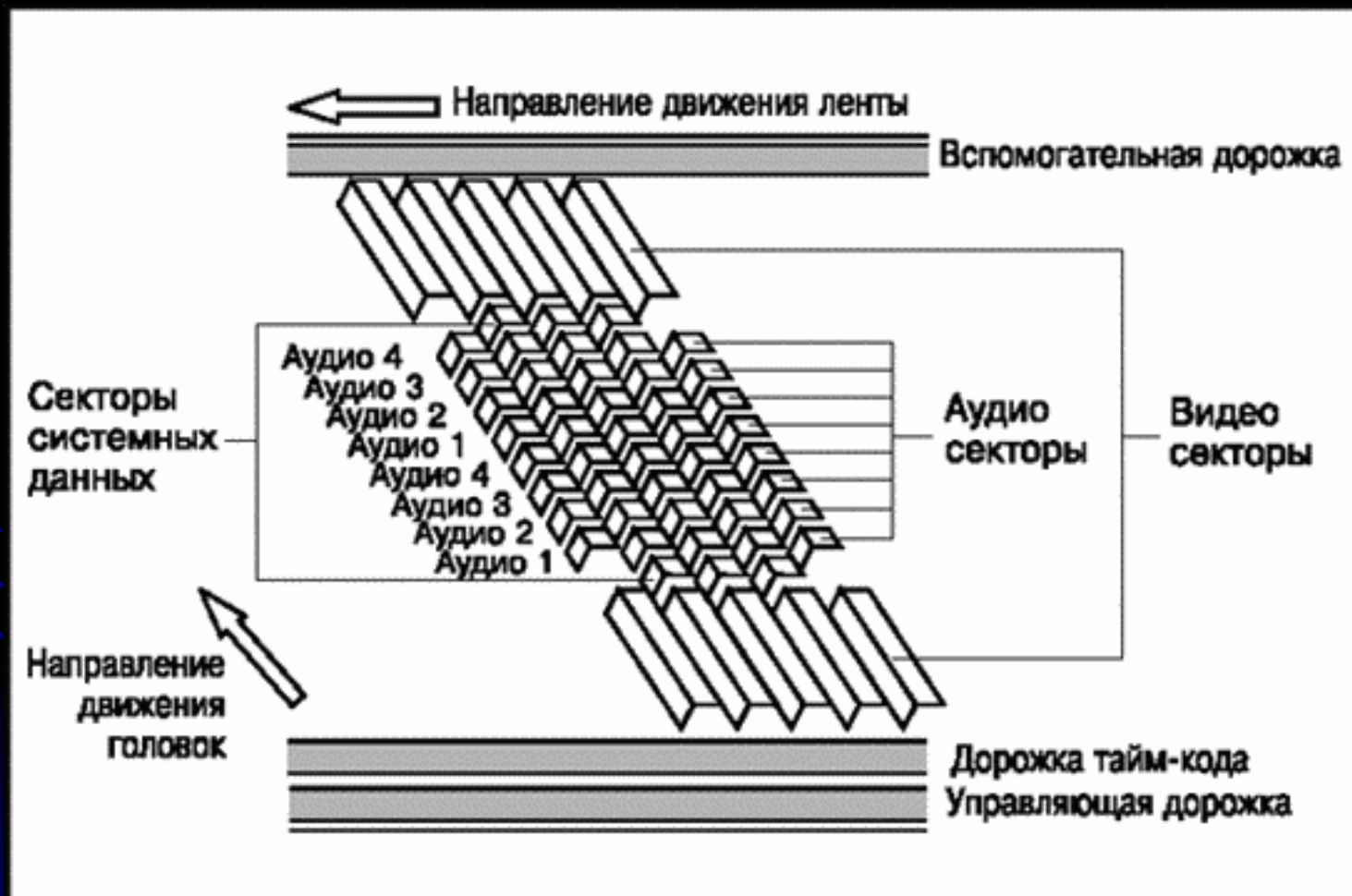


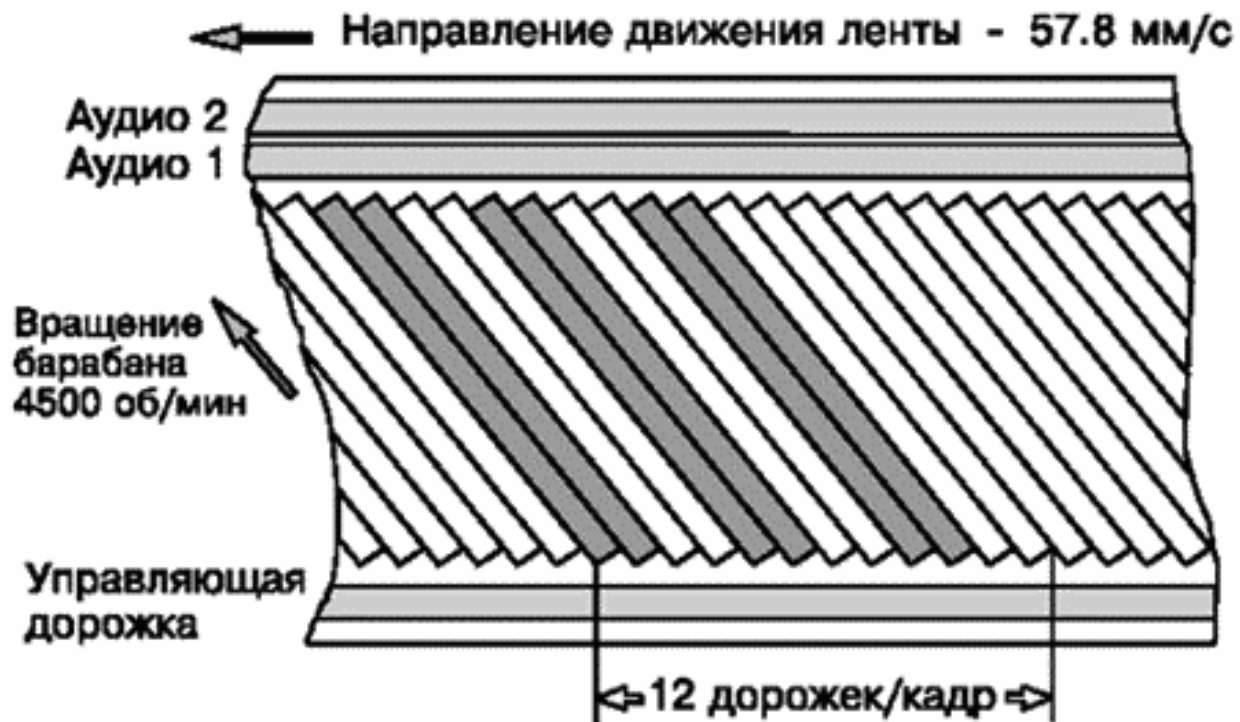


Видеофонограмма формата Digital Betacam

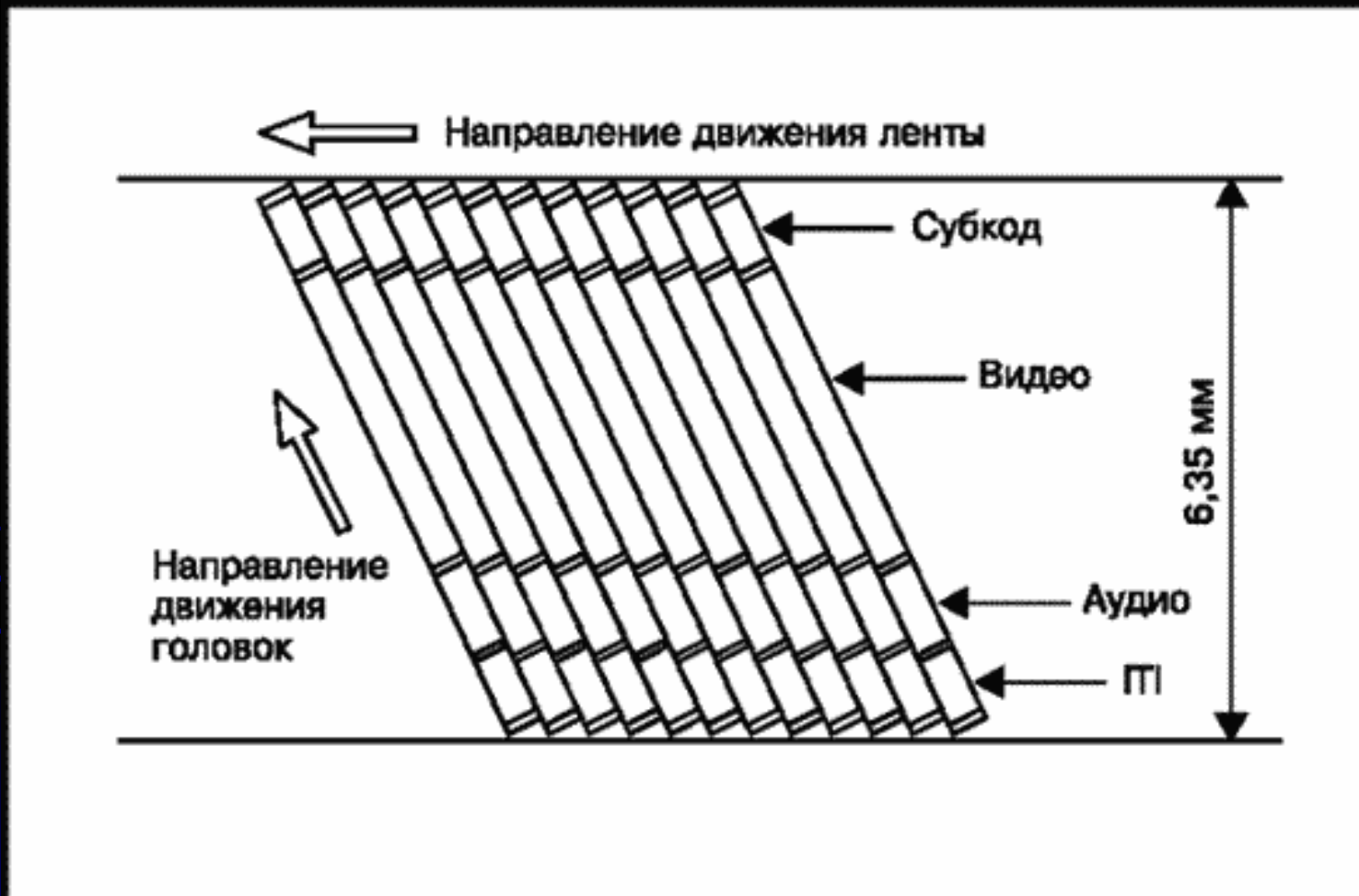


Видеофонограмма формата Betacam SX





Видеофонограмма формата DVСAM



Формат записи

VHS

- Тип записи Аналоговая

- Сигнал Композитный

- Тип ленты Оксидная

- Ширина ленты, мм 12.65

23.39

-43

Параметры форматов ВЗ

- Формат записи
- Тип записи
- Сигнал
- Тип ленты
- Ширина ленты, *мм*
- Скорость движения ленты, *мм/с*
- Стандарт кодирования
- Компрессия
- Отношение сигнал/ шум, *дБ*

VHS

- формат **VHS** (Video Home System), разработанный фирмой JVC в 1976 году.
- в 1984 году этот формат был утвержден в качестве стандарта бытовой видеозаписи.
- полудюймовая (12,65 мм) лента, запись на которую производится с помощью двух вращающихся видеоголовок, расположенных на барабане под углом 180 градусов.
- Каждый кадр телевизионного изображения записывается за один оборот барабана с видеоголовками на 2-х соседних дорожках видеозаписи.
- Угол наклона дорожек - 5,96 градусов,
- ширина дорожек видеозаписи - 58 мкм.
- Вдоль ленты располагаются две звуковые дорожки и одна управляющая.
- Разрешение по горизонтали составляет 240 твл.
- модели, оборудованные дополнительно к двум основным одной или двумя видеоголовками, могут обеспечивать три режима работы:
 - SP (стандартная),
 - LP (повышенная),
 - EP (высокая продолжительность), которые характеризуются разными скоростями движения ленты при записи/воспроизведении, соответственно, SP: для PAL - 23,39 мм/с, для NTSC - 33,5 мм/с; LP: для PAL - 11,7 мм/с, для NTSC - 16,67 мм/с; EP: для NTSC - 11,12 мм/с. В рабочем слое магнитной ленты используется кобальтированный оксид железа или диоксид хрома.

S-VHS

- формат **S-VHS** позволяет получить цветное изображение более высокого качества.
- Скорость лента-головка - 4.85 м/с,
- ширина наклонных дорожек - 49 мкм,
- угол наклона дорожек - 5.96 градусов.
- Скорость движения ленты - 23.39 мм/с.
- Каждый кадр записывается на 2 дорожки.
- По сравнению с VHS этот формат обладает большим значением отношения сигнал/шум (45дБ),
- улучшенной контрастностью изображения
- меньшими перекрестными искажениями.
- Благодаря существенному расширению полосы частот сигнала яркости, удалось увеличить разрешающую способность по горизонтали на 160 твл. В рабочем слое магнитной ленты используется кобальтированный оксид железа или диоксид хрома.
- Аппаратура формата S-VHS хорошо стыкуется с оборудованием других форматов, поэтому, например, в монтажных системах можно использовать в качестве мастера аппарат другого формата. А, если учесть весьма высокую разрешающую способность, возможность разделения сигналов, сравнительно низкую стоимость аппаратуры, то можно сделать вывод о привлекательности для потребителя, а следовательно, перспективности формата S-VHS

Аналоговые форматы видеозаписи

Формат записи	Тип сигнала	Тип ленты	Скорость движения ленты, мм/с	Отношение сигнал/шум дБ
Ni8	Y/C	металло-порошковая 8 мм	20.5	44
VHS	ПЦТС	Оксидная 12.65 мм	23.39	43
Betacam	Компонент-ный	Оксидная, металло-порошковая 12.65мм	101.5	48
Betacam SP				51

Цифровые компонентные форматы видеозаписи.

Формат записи	Тип ленты, ширина мм	Скорость движения ленты, мм/с	Тип кодирования, компрессия	Отнош. сигнал/ шум, дБ
Digital Betacam	металло-порошковая, 12.65	96.7	4:2:2, (внутриполев. 2:1 DCT)	55
Betacam SX	металло-порошковая, 12,65	59.575	4:2:2, (MPEG-2 4:2:2P@ ML) 10:1	>51

Цифровые компонентные форматы видеозаписи

Формат записи	Тип ленты, ширина мм	Скорость движения ленты, мм/с	Тип кодирования, компрессия	Отнош. сигнал/шум, дБ
DVCPRO	металлопорошковая, 6.35	33.813	4:1:1 (внутрикадров. 5:1 DCT)	54
DVCPRO50	металлопорошковая, 6.35	67.626	4:2:2, (внутрикадров. DCT3,3:1)	62

Цифровые компонентные форматы видеозаписи

Формат записи	Тип ленты, ширина мм	Скорость движения ленты, мм/с	Тип кодирования, компрессия	Отнош. сигнал/ шум, дБ
DV	С напылен. мет-ла, 6,35	18.831	4:2:0 (B,G), 4:1:1 (M) (внутрикадров. DCT 5:1)	54
DVCAM	С напылен. мет-ла, 6,35	28.2	4:2:0 (B,G) 4:1:1 (M) (внутрикадров. DCT 5:1)	54
Digital-S	металло-порошковая 12.65	57.8	4:2:2 (внутрикадров. DCT 3.3:1)	55

- В верхней части ленты располагаются две звуковые дорожки 1 между ними — защитный промежуток 2. На нижнем крае ленты записывается дорожка сигнала управления 4

- Видеосигнал записывается двумя вращающимися головками, расположенными под углом 180° на барабане диаметром 62 мм. Частота вращения барабана 1500 об/мин. Рабочие зазоры видеоголовок развернуты под углом ± 60 относительно перпендикуляра к направлению движения головок. Каждая головка записывает одно поле изображения, а угол обхвата барабана видеоголовок лентой чуть превышает 180° . Это создает перекрытие во времени сигналов, воспроизводимых видеоголовками, примерно на три телевизионные строки. Видеоголовки коммутируются сигналом датчика оборотов барабана с частотой 25 Гц примерно за 5...8 строк до начала синхронизирующего импульса полей. Видеоманитофоны формата VHS имеют, кроме этого, блок неподвижных головок (стирающая головка, звуковая головка и головка управления). Запись сигналов изображения без межстрочных промежутков дает повышения плотности записи и выигрыш в расходовании ленты. При примыкании вплотную дорожек записи, естественно, должно ухудшиться отношение сигнал/помеха, так как видеоголовки при воспроизведении будут захватывать часть соседней дорожки. Для подавления помех от соседних дорожек рабочие зазоры видеоголовок развернуты по азимуту. Эффективность такого решения позволила еще уменьшить ширину строчек

- Уменьшение ширины дорожек записи при воспроизведении видео-головками с заметно большей шириной полюсных наконечников, т.е. с большей длиной рабочего зазора, приводит к тому, что видеоголовка одновременно воспроизводит сигнал с двух-трех строчек записи. Как уже Отмечалось, разворот в разные стороны рабочих зазоров видеоголовок на угол $\pm 6^\circ$ обеспечивает изменение направления намагниченности от строчки на значение двойного угла наклона рабочих зазоров. При правильном воспроизведении строчки записи ориентации намагниченности ленты и зазора совпадают, а при воспроизведении соседних строчек — нет. Возникающие при этом азимутальные потери значительно уменьшают уровень воспроизводимого мешающего сигнала, следовательно, повышается отношение сигнал/помеха. Записываемый сигнал разделяется фильтром на яркостную и цветовую составляющие. На рис.9 а показаны частоты, определяющие полосы пропускания фильтров, разделяющих сигнал яркости и цветности. На рис.9, б показаны характеристики сигналов яркости и цветности после преобразования спектра. Сигнал цветности Ц располагается в нижней части спектра. Девиация частоты равна 1 МГц.

- $\lambda = v / f$ (1)



- где λ — длина волны записи, м;

- v — скорость движения носитель-элемент записи, м/с;

- f — частота записанного сигнала, Гц.

- На практике обычно выполняется условие $a/\lambda_{\min}=0,5$ или $\lambda_{\min} = 2a$. Отсюда $f_{\max}=v/2a$.