

Кафедра Телевидения

Лабораторная работа № 67

ИЗУЧЕНИЕ ГАММА-КОРРЕКЦИИ

Москва 2010

План УМД на 2009/2010 уч. г.

Лабораторная работа № 67

ИЗУЧЕНИЕ ГАММА-КОРРЕКЦИИ

Составители      к.т.н. Власюк И.В.  
                         Врагова М.В.

Издание утверждено советом факультета Р и Т. Протокол №  
от                    2010г.

Рецензент д.т.н., проф. Безруков В.Н.

## ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить воздействия нелинейности телевизионного тракта на форму сигнала и характер воспроизведения полутонов изображения, а также изучения метода коррекции нелинейных искажений (гамма-коррекции).

## ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ

1. Изучить воздействия нелинейности амплитудной характеристики телевизионного тракта на форму и качество сигнала изображения, метод гамма-коррекции по [1] и [2].

## ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

Процесс выполнения работы сводится к изучению и фиксации в отчете информации, появляющейся на экране монитора, а так же осциллограмм, объясняющих принцип работы гамма-корректора.

**ВНИМАТЕЛЬНО** следуйте указаниям методического описания, при возникновении затруднений при выполнении работы обратитесь к преподавателю.

Лабораторный стенд имеет три панели. На левой панели расположены коммутатор входов, DVD-проигрыватель, генератор испытательных сигналов и тумблер «Сеть».

На средней панели располагается дисплей, предназначенный для отображения лабораторной работы со схемой исследуемого устройства и вспомогательными блоками. Слева, справа и снизу от дисплея расположены гнезда для подачи сигналов от различных источников на исследуемую схему или снятия сигналов на измерительные приборы (осциллограф). Пять ручек управления, находящихся под дисплеем используются для изменения различных параметров схемы или настроек вспомогательных блоков (например, номер строки в блоке осциллографа). На правой панели расположен видеомонитор, предназначенный для просмотра видеоизображения, содержащегося в композитном или компонентном видеосигнале. На панели видеомонитора находятся гнезда «ПЦТВС», «R», «G», «B», тумблер «ПЦТВС/RGB».

В работе используются следующие ручки управления:

$\gamma_R$  – показатель степени передаточной характеристики гамма-корректора для канала R.

$\gamma_G$  – показатель степени передаточной характеристики гамма-корректора для канала G.

$\gamma_B$  – показатель степени передаточной характеристики гамма-корректора для канала В.

**К** – коэффициент усилителей на входе схемы. Используется для установки рабочего уровня сигналов (уровень белого 700 мВ).

$\gamma_{RGB}$  – используется для синхронной перестройки  $\gamma_R = \gamma_G = \gamma_B$ .

Сигнал от источника, проходя через усилители с регулируемым коэффициентом усиления, поступает на видеотракт с нелинейной передаточной характеристикой (источник искажений) и на коммутатор. В источнике искажений сигнал получает нелинейные искажения соответствующие степенной функции с показателем степени, большим единицы (кнопки 1, 2 и 3), меньшим единицы (кнопки 4, 5 и 6), равным единице, т.е. без искажений (кнопка 7), и нелинейные искажения произвольной формы (кнопки 8 и 9). В режимах 1, 4, 8 и 9 передаточные характеристики для каналов R,G,B одинаковы. Далее сигнал через ручной гамма-корректор идет на коммутатор. В результате на коммутатор поступают 2 сигнала: искаженный, а затем откорректированный и исходный сигнал. Коммутатор имеет 3 режима работы, которые устанавливаются кнопками на блоке управления коммутатора. В 1 режиме на экране видеомонитора отображается исходное изображение, в режиме 2 - искаженное и откорректированное, в режиме 3 - на верхней половине экрана – исходное, на нижней – искаженное и откорректированное.

**Внимание!** Некоторые модели видеомониторов в режиме «внешний» + «RGB» не синхронизируются от компонентного RGB сигнала и требуют также подачи на гнездо «ПЦТВС» сигнала, содержащего синхросмесь. Поэтому в некоторых лабораторных работах для этих целей предусмотрено гнездо «синхр.». В случае, если монитор не синхронизируется, подключите «синхр.» к входу «ПЦТВС» монитора.

## ОСНОВНЫЕ ИЗУЧАЕМЫЕ ВОПРОСЫ

1. Нелинейные искажения, принципы возникновения, способы устранения.
2. Гамма-коррекция, основные принципы.
3. Принцип работы гамма-корректора, его основные характеристики.

## ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАДАНИЕ

1. 

<b>Внимание!</b> Включать стойку следует прежде, чем системный блок ПК, а выключать после того, как будет выключен ПК.
--

В противном случае это может приводить к ошибкам в работе установки, а также к потере настроек расширения рабочего стола Windows в случае использования этого режима.

2. Запустите программу **TV\_\*\*\*\*.exe**, воспользовавшись ярлыком на рабочем столе, и выберете работу в меню.

3. Подайте с выходов RGB ГИС или DVD – проигрывателя видеосигнал на входы RGB схемы, изображенной на дисплее. Выходы RGB схемы подключите к входам RGB видеомонитора. Видеомонитор должен быть переведён в режим «внешний» кнопкой «выбор входа», тумблер в положении «RGB». Оба канала осциллографа подключите к выходам коммутатора КТ.

4. Произвольно выбрать три видеотракта - по одному из трех групп: 1-3, 4-6, 7-9. На вход макета подать три видеопоследовательности с DVD-проигрывателя. Корректируя значения  $\gamma$ , добиться наилучшего качества изображения. Значения  $\gamma$  записать.

5. Измерение амплитудной характеристики видеотракта.

Подать на вход макета с ГИС черно-белый испытательный сигнал «Градационный клин». На первый и второй каналы осциллографа подать поочередно парами сигналы с КТ1 и КТ4, с КТ2 и КТ5, с КТ3 и КТ6. Измерить величину ступеней градационного клина по 4-5 точкам трех каналов на входе макета (КТ4-КТ6) и после видеотракта с нелинейной ПХ. Заполнить таблицу, представленную ниже, и рассчитать точные значения  $\gamma$  для видеотрактов с 1 по 7, а для трактов 8 и 9 найти среднее значение  $\gamma$ . Перевести коммутатор на виртуальном макете в положение 2, установить положения ручек, при которых гамма-коррекция отсутствует ( $\gamma_R = \gamma_G = \gamma_B = 1$ ), убедиться, что  $\gamma_{RGB} = 1$ . Оценить визуально и с помощью осциллографа искажения из-за нелинейности амплитудной характеристики видеотракта.

№ ступени	№ передаточной характеристики видеотракта			$\gamma$
	R	G	B	
1				
2				
3				
4				
5				

Определить значение гамма по формуле:

$$U_{\text{ВЫХ}} = kU_{\text{ВХ}}^{\gamma}$$

6. Для каждого видеотракта установить поочередно значения  $\gamma$  обратные рассчитанным в пункте 1. Перевести коммутатор в положение 3. Убедиться визуально и с помощью осциллографа в идентичности  $\gamma$  верхней и нижней половины растра. Для этого включить на осциллографе канал А, синхронизация «ждуш.», источник синхронизации А. Длительность развертки установить удобной для наблюдения одной строки. Контролировать осциллограммы в КТ10-КТ12 для каждой амплитудной характеристики видеотракта по очереди, соответственно  $\gamma_R$  для КТ10,  $\gamma_G$  для КТ11,  $\gamma_B$  для КТ12. В случае различия верхней и нижней половины растра подобрать и записать экспериментальные значения  $\gamma$ .

Совпадения удобно добиваться по осциллографу ручками  $\gamma_R$ ,  $\gamma_G$ ,  $\gamma_B$ . Заполнить таблицу:

№ АХ видеотракта	$\gamma_R$	$\gamma_G$	$\gamma_B$
1			
2			
...			
9			

## ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Нелинейные искажения ТВ сигнала возникают в фотоэлектронных и электронно-оптических преобразователях из-за нелинейности световой и модуляционной характеристик, а также в электрическом канале передачи (модуляторе передатчика, каскадах видеоусилителя и др.).

Нелинейные искажения сигнала изображения вызывают изменение контраста деталей репродукции и числа воспроизводимых градаций (полутонов).

Оценка контраста изображения и числа воспроизводимых градаций производится по шкале перепадов яркости – градационному клину. Диапазон изменения освещенности объектов  $L_0$  или яркости воспроизводимых изображений (от минимальной  $L_{\min}$  до максимальной  $L_{\max}$ ) характеризуется максимальным контрастом  $K_{\max} = L_{\max} / L_{\min}$ . Минимальное (пороговое) значение яркости светового пятна  $L_{\min}$ , обнаруживаемое глазом на черном фоне (при темновой адаптации), называется *абсолютным порогом световой чувствительности*. Такие шкалы перепадов яркости составлены в большинстве случаев из 10 сравнительно больших черно-белых прямоугольников, причем первый и последний имеют соответственно максимальную и минимальную яркости, а яркость промежуточных прямоугольников визуальнo линейно меняется в заданном диапазоне яркостей. Шкалы располагаются, как правило, горизонтально в центральной части таблицы. Форма сигнала изображения от подобного клина представляет собой ступенчатую спадающую (возрастающую) кривую.

Измерение яркостей первого и последнего элементов шкалы дает возможность оценить величину контраста изображения, а число прямоугольников с отличающимися от соседних яркостями (число ступеней яркости) позволяет ориентировочно оценить число воспроизводимых градаций (полутонов) изображения.

На практике глазу чаще приходится различать отдельные детали на некотором фоне с яркостью  $L_{\phi}$ . При этом глаз реагирует на относительное приращение яркости:

$(L - L_{\Phi}) / L_{\Phi} = \Delta L / L_{\Phi}$ . Отношение  $(\Delta L / L_{\Phi})_{\text{пор}}$  при  $\Delta L = \Delta L_{\text{min}}$  называют *пороговым контрастом*, который зависит от яркости фона, угловых размеров детали и фона, наличия/отсутствия внешней засветки, адаптации наблюдателя, а также от других параметров и условий наблюдения.

В рабочем диапазоне *изменения яркости фона* (яркости адаптации)  $L_{\Phi}$  в первом приближении  $\sigma = (\Delta L / L_{\Phi})_{\text{пор}} = 0,02 - 0,05 = \text{const}$ .

При заданном контрасте зритель может воспринять вполне определенное количество ступеней изменений яркости – *полутонов*, т. е. градаций яркости. Оценим их число. Первая различимая ступень яркости  $L_1 = L'_{\text{min}} + \sigma L'_{\text{min}} = (1 + \sigma) L'_{\text{min}}$ . Следующая ступень яркости  $L_2$  будет определяться приращением яркости первой ступени на величину  $\sigma L_1$ :  $L_2 = L_1 + \sigma L_1 = (1 + \sigma) \cdot 2L'_{\text{min}}$  и т. д.

Наконец, последняя ступень яркости  $L'_{\text{max}} = (1 + \sigma)^m L'_{\text{min}}$ .

Отсюда число ступеней  $m$  или число градаций  $A$  определится так:

$$A = \frac{\ln \frac{L'_{\text{max}}}{L'_{\text{min}}}}{\ln(1 + \sigma)}$$

Яркость природных объектов может изменяться в  $10^5$  и более раз. Зрительная система неспособна одновременно воспринять весь этот диапазон изменения яркости и сужает диапазон освещенностей на сетчатке благодаря адаптации – приспособлению к различным яркостям. Полагая, что максимальный контраст, ограничиваемый глазом,  $L_{\text{max}} / L_{\text{min}} = 100$ , а  $\sigma = 0,05$ , получаем, что максимальное число градаций, различаемых глазом в данных условиях  $A \approx 90$ .

Обычно для универсальных ТИТ (шкал градации яркости) контраст репродукции должен быть порядка 50, а число полутонов 7–9. Следует учесть, что при этом номинальное число градаций, которое может воспроизвести ТВ система, будет примерно на порядок выше – 70–80, так как величина каждого перепада яркости градационного клина содержит 8–10 пороговых градаций.

Амплитудная характеристика многих устройств, используемых для ввода, печати или визуализации изображений, соответствует степенному закону. По традиции, показатель степени в уравнении степенного преобразования называют *гамма*, и именно поэтому символ  $\gamma$  использован в уравнении  $s = cr^{\gamma}$ , где  $r$  и  $s$  – значения пикселей до и после обработки соответственно. Процедура, используемая для коррекции такой степенной характеристики, называется *гамма-коррекцией*. Например, устройства с электронно-лучевой трубкой (ЭЛТ) имеют степенную зависимость яркости от напряжения с показателем степени в диапазоне от 1,8 до 2,5.

Обращая внимание на кривую для  $\gamma = 2,5$  на Рис. 1, можно видеть, что подобная система отображения будет иметь тенденцию к воспроизведению изображений темнее, чем они есть на самом деле. Необходимость применения гамма-коррекции очевидна. Все, что требуется для компенсации — это произвести предобработку визуализируемого изображения с помощью преобразования  $s = r^{1/2,5} = r^{0,4}$  прежде, чем оно поступит на вход монитора. При

воспроизведении на том же мониторе, такая гамма-коррекция обеспечивает вывод, визуально близкий к оригинальному изображению.

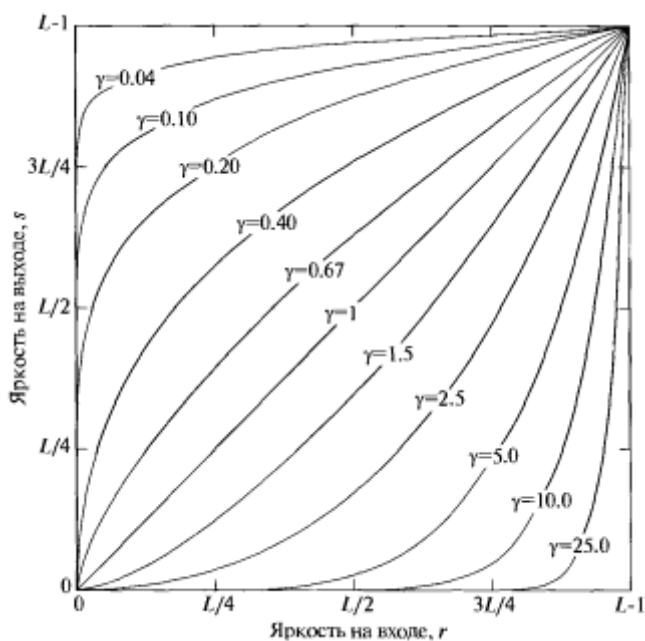


Рисунок 1. Графики уравнения  $s = cr^\gamma$  для различных значений  $\gamma$ , ( $c = 1$  во всех случаях)

Яркостными параметрами ТВ изображения являются его средняя яркость (яркость адаптации)  $L_{из(ад)}$ , максимальная яркость  $L_{из\ max}$ , максимальный контраст

$$K_{из\ max} = L_{из\ max} / L_{из\ min}$$

и число полутонов – различных градаций яркости  $A_{из}$ . Средняя яркость, соответствующая наилучшему восприятию, зависит от условий наблюдения, свойств зрения и от содержания изображений. Практикой установлено, что средняя яркость  $L_{из\ max} \approx 30$  кд/м<sup>2</sup> вполне достаточна для наблюдения изображения и рассматривания его деталей без особого утомления зрения. При этом максимальная яркость белых деталей изображения может достигать  $L_{из\_max} = 200-300$  кд/м<sup>2</sup>.

Средняя яркость одной и той же сцены может быть различной в зависимости от того, в какое время дня она воспроизводится: в солнечный полдень или в сумерки. Но в каждом изображении в большинстве случаев желательно наличие деталей с яркостями, близкими к  $L_{из\ max}$  и  $L_{из\ min} \rightarrow 0$ , ограниченными параметрами монитора и условиями наблюдения изображения.

При воспроизведении ТВ изображений динамический диапазон изменения яркости, контраст  $K_{из\ max}$  и число воспроизводимых градаций  $A_{из}$  ограничиваются:

- параметрами монитора (размером экрана, яркостью  $L_{из\ max}$ , максимальным контрастом в крупных и мелких деталях и др.);
- рациональным выбором режима работы монитора – яркостью и контрастом (размахом ТВ сигнала при фиксированном уровне черного), устанавливаемых с помощью оперативных органов управления;
- условиями наблюдения изображения – расстоянием рассматривания, внешней и внутренней (от соседних участков) паразитными засветками экрана, размерами деталей и всего изображения в целом.

Гамма-коррекция необходима, если требуется точное воспроизведение изображения на экране компьютера. Изображения, которые не откорректированы правильно, могут выглядеть или как выбеленные, или, что более вероятно, как слишком темные. Правильное воспроизведение цветов также требует некоторых знаний о гамма-коррекции, поскольку подобное преобразование меняет не только яркость, но также соотношения между красным, зеленым и синим цветами.



Ухудшение условий наблюдения затрудняет распознавание объектов из-за увеличения порогового контраста. Паразитные засветки  $L_{\text{пар}}$  снижают максимальный контраст изображения  $K_{\text{из max}}$ , который и так из-за малых размеров экрана и малой средней яркости (по сравнению с соответствующими параметрами оригинала) в большинстве случаев меньше максимального контраста оригинала  $K_{0 \text{ max}}$ :

$$K'_{\text{из max}} = \frac{L_{\text{из max}} + L_{\text{пар}}}{L_{\text{из min}} + L_{\text{пар}}} < K_{\text{из max}} < K_{0 \text{ max}}$$

Указанные причины приводят к тому, что на экране монитора уменьшается и число отображаемых градацией оригинала  $A_0$ , т. е.  $A_{\text{из}} < A_0$ , поэтому повысить качество изображения в ТВ системе можно только за счет улучшения параметров монитора и перераспределения градаций по динамическому диапазону изменения яркости репродукции  $L_{\text{из min}} - L_{\text{из max}}$ , а также за счет адаптации ТВ системы к конкретным передаваемым изображениям из широкого ансамбля изображений с разными яркостными параметрами. Адаптация ТВ систем производится с помощью специфического освещения передаваемых сцены, ручного или автоматического изменения параметров оптической системы ТВ камеры (диафрагмирования, использования светофильтров и т. д.), режима работы преобразователей свет-сигнал на матрицах ПЗС, регулировки уровня черного, контраста и т. п.

Нелинейность преобразования свет-сигнал и сигнал-свет в отдельных звеньях ТВ системы приводит к перераспределению числа воспроизводимых градаций по динамическому диапазону изменения яркости репродукции. Для увеличения числа воспроизводимых полутонов в сюжетно важных участках диапазона применяется **гамма-корректор** за счет изменения формы характеристики передачи уровней яркости системы. Корректор формирует сквозную (от света до света) характеристику передачи уровней яркости ТВ системы так, чтобы она соответствовала параболической функции с показателем степени, равным  $\gamma_{\text{СКВ}} = 1,2-1,3$ .

Для обеспечения подобия воспроизведенного изображения с объектом необходимо иметь прямую пропорциональность между яркостями соответствующих точек объекта и изображения. Для коррекции полутоновых искажений изображений, т. е. получения определенной формы нелинейной амплитудной характеристики, в телевизионный тракт вводится нелинейный корректор с амплитудной характеристикой, описывается выражением:

$$U_{\text{ВЫХ}} = kU_{\text{ВХ}}^{\gamma_k}$$

где  $\gamma_k$  – показатель степени, определяющий форму нелинейности амплитудной характеристики корректора. В этом случае результирующий коэффициент нелинейности телевизионного тракта «от света до света» будет определяться так:

$$\gamma = \gamma_1 \cdot \gamma_2 \cdot \gamma_3 \cdot \gamma_k$$

Видно, что для получения линейной амплитудной характеристики всего телевизионного тракта необходим корректор с коэффициентом нелинейности:

$$\gamma_k = \frac{1}{\gamma_1 \cdot \gamma_2 \cdot \gamma_3}$$

Выбор оптимального значения  $\gamma_k$  осложняется тем, что модуляционные характеристики кинескопов имеют довольно большой разброс коэффициентов нелинейности, а нелинейность световой характеристики передающих трубок кроме этого зависит от содержания изображения.

**При  $\gamma = 1$**  имеет место линейная зависимость яркости деталей изображения от яркости соответствующих деталей оригинала  $L_{из} \equiv L_0$  и пропорциональное воспроизведение полутонов по всему диапазону изменения яркости репродукции. Однако в этом случае при  $A_{из} < A_0$  несколько градаций объекта воспроизводятся лишь как одна градация репродукции. Как следствие, распознаваемость объектов ухудшается.

**При  $\gamma < 1$**  за счет увеличения крутизны характеристики в области уровня черного подчеркивается различие и улучшается опознавание малоосвещенных деталей, но за счет уменьшения числа полутонов и ухудшения распознаваемости деталей, яркость которых лежит вблизи уровня белого.

**При  $\gamma > 1$**  улучшается распознавание градаций яркости светлых деталей (за счет ухудшения распознавания градаций яркости темных деталей). Этот случай наиболее приемлем для цветных ТВ изображений, несмотря на некоторые искажения цветности объектов, так как сюжетно важные детали, как правило, находятся в области большей освещенности. Практикой видеосъемки установлено, что наилучшее качество изображения в большинстве случаев наблюдается при сквозной  $\gamma_{СКВ} = 1,2 - 1,3$ .

С момента появления электронного телевидения основным элементом, осуществляющим развертку, был электронный луч, а само изображение воспроизводилось на экране кинескопа. Максимально угол отклонения электронного луча в кинескопе  $110^\circ$ , в связи с чем увеличение размеров изображения приводило к значительному увеличению габаритов воспроизводящего устройства — телевизора или монитора. Поэтому встала необходимость в воспроизводящем устройстве, позволяющем наблюдать изображение на плоском экране, ими стали ТВ панели на жидких кристаллах и плоские плазменные экраны.

Работа жидкокристаллических экранов основана на явлении поляризации светового потока. Известно, что поляроиды осуществляют деления изображения путем поляризации световых пучков во взаимно перпендикулярных плоскостях. Поляроид пропускает только ту составляющую света, вектор электромагнитной индукции которой лежит в плоскости, параллельной оптической плоскости поляризатора. Для оставшейся части светового потока поляроид будет непрозрачным. Данный эффект называется поляризацией света. Два скрещенных (ортогональных) поляризатора, помещенные на пути светового потока, полностью

непрозрачны для света. Открытие свойств жидких кристаллов изменять угол поляризации под действием электростатического или электромагнитного поля позволили создать электронно-оптический модулятор света, прозрачность которого меняется под действием приложенного напряжения.

Основными элементами модулятора света являются два скрещенных поляризатора и помещенная между ними жидкокристаллическая ячейка, угол поворота плоскости поляризации которой может регулироваться. Прозрачность электронно-оптического модулятора изменяется при изменении угла поворота плоскости поляризации.

Модуляционная характеристика ЖК ячейки (рис. 2) существенно нелинейна, что заметно уменьшает число воспроизводимых градаций яркости. Поэтому видеосигнал перед подачей на ЖК ячейку необходимо подвергнуть нелинейной обработке, корректирующей форму модуляционной характеристики ячейки.

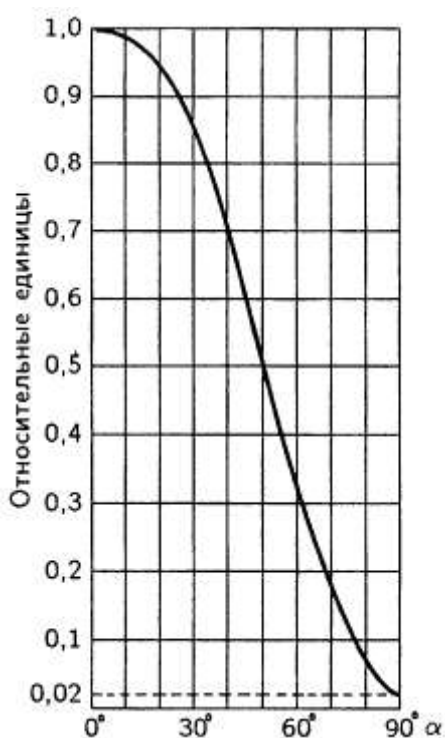


Рисунок 2. Зависимость интенсивности света на входе электронно-оптического модулятора от угла поворота плоскости поляризации

ЖК экраны обладают рядом преимуществ перед кинескопными, среди которых малая толщина экрана, пониженное потребление энергии, малый вес, высокое разрешение — 1024x768 точек, высокая яркость (200...250 кд/м<sup>2</sup>) и контрастность 300:1, отсутствие геометрических искажений, отсутствие искажения растров и их мелькания. Эти экраны широко используются в компьютерных мониторах, карманных и автомобильных цветных телевизорах, в видеоискателях бытовых и профессиональных видеокамер.

Сравнительно небольшие размеры жидкокристаллических экранов и ограниченный угол наблюдения стимулировали разработку плазменных плоских экранов (панелей). Работа плазменной панели основана на свечении люминофоров экрана панели под воздействием ультрафиолетовых лучей, возникающих при электрическом разряде в плазме (разреженном газе). Конструктивный элемент, формирующий отдельную точку изображения — пиксель, включает в себя три субпикселя, излучающих три основных цвета RGB. Каждый субпиксель представляет собой отдельную микрокамеру, заполненную разреженным газом, на стенках которой нанесены люминофоры одного из трех основных цветов. Пиксели расположены в точках пересечения прозрачных разрядных электродов, образующих прямоугольную сетку (матрицу).

Прогресс в развитии плазменных панелей идет необычайно быстро. Свидетельство тому выпускаемые плазменные телевизоры с размером экрана по диагонали 127 см. Разрешающая способность экрана 1366x768 пиксель. Яркость 400...500 кд/м<sup>2</sup>. Контраст 3000:1. Число воспроизводимых цветов  $16 \cdot 10^6$ .

Существенным недостатком плазменных телевизоров является высокая потребляемая мощность и масса.

Принцип работы схемы гамма-корректора поясняется на рис.3. Он основан на применении нелинейных элементов с таким расчетом, чтобы, регулируя их, можно было менять гамма-характеристику в желаемых пределах. Сигнал передаваемого изображения, искаженный нелинейной характеристикой телевизионного тракта (рис.3, а) (сигнал с неравномерными перепадами напряжений), поступает на вход гамма-корректора, нелинейная характеристика (рис.3, б) которого рассчитана так, что сигнал на выходе (рис.3, в) получается необходимой формы.

Схемы гамма-корректоров строятся на разных принципах, однако наибольшее распространение получили гамма-корректоры, в которых требуемая форма амплитудной характеристики получается за счет изменения амплитудно-зависимой отрицательной обратной связи, нелинейного изменения сопротивления нагрузки или амплитудно-зависимого делителя сигнала изображения.

В качестве нелинейных элементов в схемах гамма-корректоров обычно используются полупроводниковые диоды, имеющие нелинейные вольт-амперные характеристики. Для получения достаточно больших значений нелинейности диоды иногда включают последовательно или параллельно.

Для работы гамма-корректора необходимо, чтобы уровни сигналов, соответствующие одинаковым яркостям изображения, всегда располагались на одних и тех же нелинейных участках характеристики корректора. Для этого в телевизионном сигнале, поступающем на нелинейный элемент корректора, должна быть восстановлена постоянная составляющая, т. е. фиксирован уровень черного сигнала изображения.

Точная гамма-коррекция требует наличия индивидуальных, регулируемых гамма-корректоров в каждом из R, G, B каналов воспроизводящего устройства.

Число градаций яркости ТВ изображения, воспринимаемое наблюдателем, ограничено адаптационными свойствами глаза и его контрастной чувствительностью, и даже в современных ТВ приемниках и мониторах с повышенной яркостью не может составлять (на крупных деталях изображения) более 100–200 градаций.

Таким образом, основными причинами возникновения полутоновых (градационных) искажений ТВ изображения являются: несоответствие динамического диапазона изменения яркостей оригинала и воспроизводимого ТВ изображения; несоответствие условий наблюдения оригинала и его изображения (паразитные засветки, изменение размеров изображения и его деталей и т. п.);

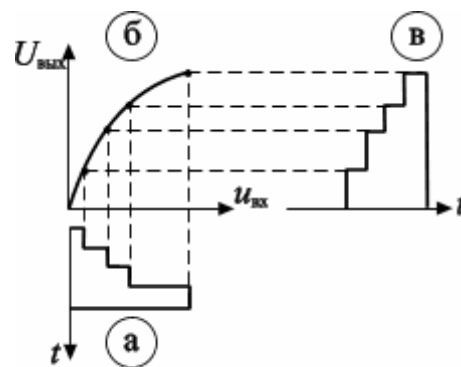


Рисунок 3. Принцип работы гамма-корректора

нелинейность преобразования свет-сигнал и сигнал-свет в ТВ системе как черно-белого, так и цветного изображения.

## **СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА**

1. Структурная схема устройства
2. Заполненные таблицы, с измеренными и рассчитанными данными.
3. По данным таблицы из п.5 построить АХ для трех видеотрактов (по одному из трех групп 1-3, 4-6, 7-9) для каждого из цветов R, G, B.
4. Выводы по результатам исследований.

## **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Что такое контраст изображения?
2. Что такое пороговый контраст изображения?
3. Что такое полутона?
4. В чем заключается принцип гамма-коррекции?
5. С какими нелинейными искажениями борется гамма-коррекция?
6. Как проявляются на изображении нелинейные искажения ТВ сигнала?
7. Какие элементы ТВ тракта вносят нелинейные искажения? Какие характеристики ТВ канала определяют нелинейные искажения?
8. Как определить результирующий коэффициент нелинейности ТВ тракта?
9. Поясните принцип работы гамма-корректора, его структуры и характеристики.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Телевидение / под ред. В.Е. Джакони.- М.: Радио и связь, 2003. - 616с.
2. Цифровое телевидение от теории к практике / А. В. Смирнов, А. Е. Пескин. – М.: Горячая Линия – Телеком, 2005. - 349с.
3. Цифровая обработка изображений / Гонсалес Р., Вудс Р., Эддинс С.– М.: Техносфера, 2006. – 1072с.