

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
**БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ**
КАФЕДРА РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Исследование замкнутой телевизионной системы

МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

Для студентов по дисциплинам : РТС ПИ и РЭУик.

Минск 2014

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить принципы передачи и приема изображения, а также структурные схемы передающего и приемного телевизионного трактов.

2. КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Телевидение - это радиотехнические системы, предназначенные для передачи и приема видимой информации. Образование сигналов в телевидении осуществляется путем последовательного во времени преобразования яркости (или цвета в цветном телевидении) элементов изображения объектов в электрические сигналы. Этот процесс происходит в телевизионной передающей камере. Обратное преобразование - синтез изображения, осуществляется на приемной стороне в кинескопе. Для одновременного считывания и воспроизведения элементов изображения необходимо синхронизировать электронные лучи передающей и приемной трубок. Они должны начинать движение синхронно с левого верхнего угла кадра, последовательно считывая яркостные элементы первой строки слева направо и сверху вниз, и возвращаться ко второй строке, затем к третьей строке и т.д. Электронный луч передающей трубки синхронно с лучом кинескопа, закончив считывание всех строк изображения (первый кадр) в правом нижнем углу, должен возвратиться к началу первой строки (рис. 1). Обратный ход луча по строке и по кадру должен гаситься, чтобы не быть заметным на воспроизводимом изображении. Такой способ развертки называется строчным.

Полный телевизионный сигнал черно-белого изображения состоит: из сигнала изображения, строчных и кадровых гасящих импульсов, строчных и кадровых синхронизирующих импульсов, уравнивающих импульсов (рис. 2). Рассмотрим структуру части полного телевизионного сигнала (см. рис. 2) для временного интервала, соответствующего примерно двум строкам передаваемого изображения вертикальной черной полосы на сером фоне (рис. 1, а). Сигнал изображения передается в промежутках t_1, t_2 (рис. 2, б) и так далее, которые соответствуют прямому ходу луча строчной развертки при формировании раstra изображения. Растр - это совокупность всех строк, расположенных одна под другой при развертке изображения по экрану телевизионной трубки. Амплитуда сигнала изображения изменяется так же, как яркость различных элементов по строкам. При этом мгновенные значения

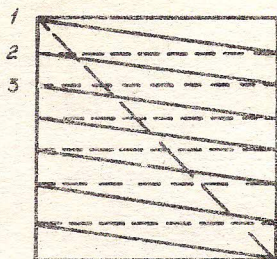


Рис. 1. Телевизионный растр

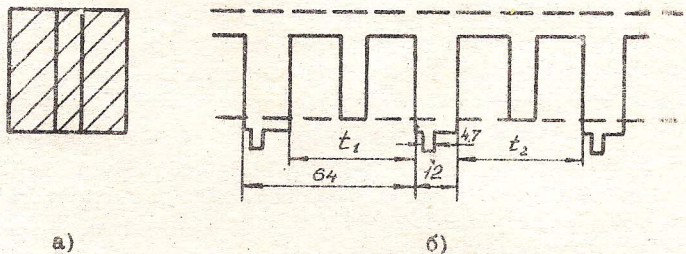


Рис. 2. Телевизионный сигнал

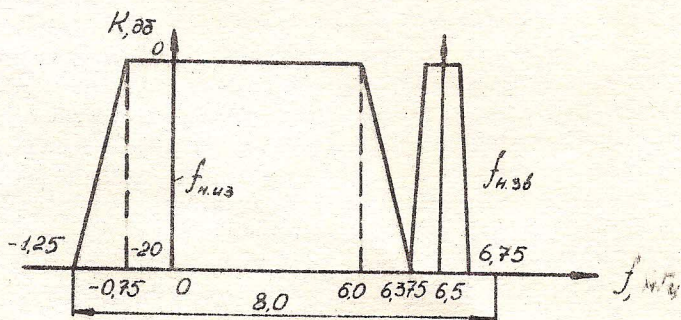


Рис. 4. АЧХ телевизионного сигнала

сигнала изображения располагаются по амплитуде от уровня "черного" до уровня "белого".

Строчные гасящие импульсы передаются в конце каждой строки. Они предназначены для гашения обратного хода луча кинескопа. Гасящие импульсы должны передаваться на уровне "чернее черного" или "черного" (рис. 2,б). Гасящий импульс начинается раньше и заканчивается позже обратного хода луча по кадру или строке.

Строчные синхронизирующие импульсы обеспечивают синхронный запуск генератора строчной развертки телевизионного приемника в соответствии с работой аналогичного генератора передающей камеры. С приходом строчного синхроимпульса в телевизионном приемнике начинается обратный ход луча по строке. Строчные синхроимпульсы сдвинуты относительно начала гасящих импульсов и их длительность меньше длительности гасящих импульсов. В вещательном телевидении используется чересстрочная развертка изображения: каждый кадр передается в виде двух полукадров, которые накладываются друг на друга. При чересстрочной развертке луч прочерчивает сначала все нечетные строки передаваемого изображения, а затем все четные строки. Структура полного телевизионного сигнала в начале первого и второго полукадров показана на рис. 3. Он изображен в "негативной полярности". То есть максимальное значение амплитуды сигнала изображения соответствует уровню "черного", и наоборот. Строки кадра полного телевизионного сигнала нумеруются цифрами последовательно от I до 625.

Кадровые гасящие импульсы предназначены для запирания кинескопа на время обратного хода развертки по кадрам. При чересстрочной развертке за время полного кадра происходит два обратных хода кадровой развертки и соответственно образуются два кадровых гасящих импульса: первый - в начале первого поля (см. рис. 3,а), второй - в начале второго (см. рис. 3,б). Форма кадровых гасящих импульсов аналогична форме строчных гасящих импульсов, но длительность их значительно больше.

Кадровые синхронизирующие импульсы расположены на кадровых гасящих импульсах подобно тому, как строчные синхронизирующие импульсы на строчных гасящих импульсах. Однако форма кадрового синхроимпульса значительно сложнее строчного. Он "порезан" на отдельные импульсы врезками для обеспечения синхронизации по строкам в момент передачи кадрового синхроимпульса.

Уравнивающие импульсы находятся перед кадровым синхроимпульсом и после него - по пять импульсов с каждой стороны. Следуют

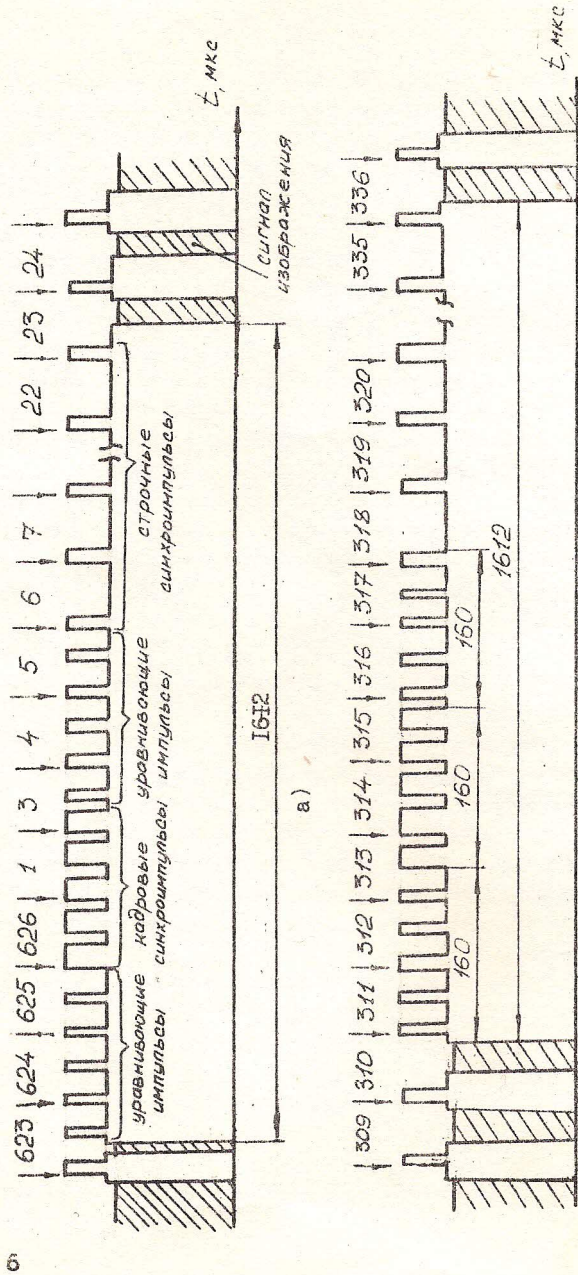


Рис. 3. Полный телевизионный сигнал:
 а) в начале первого поля;
 б) в начале второго поля

эти импульсы с удвоенной строчной частотой, и те из них, которые отмечены стрелками, являются импульсами строчной синхронизации. Дополнительные уравнивающие импульсы (не отмеченные стрелками) уравнивают первый и второй кадровые импульсы по форме. Выравнивание форм кадровых импульсов необходимо для разделения строчных и кадровых синхроимпульсов в телевизионном приемнике и важно для получения правильного взаимного расположения строк обоих полукадров при черестрочной развертке. После уравнивавших импульсов на кадровых гасящих следуют нормальные строчные синхроимпульсы.

В промышленном телевидении форма кадровых гасящих и синхронизирующих импульсов значительно упрощается. Они подобны строчным гасящим и синхронизирующим импульсам, но больше по длительности. Кроме того, используется построчная развертка, т.е. изображение передается за один кадр.

Если максимальную амплитуду телевизионного сигнала (см. рис. 3) принять за 100 %, то относительный уровень его отдельных составляющих будет следующий: сигнал изображения может передаваться в пределах от 0 до 65-67 % (соответственно уровень "белого" и уровень "черного"), гасящие строчные и кадровые импульсы передаются на уровне 70 %. Разность уровня "черного" и уровня гашения, составляющая 3-5 % размаха полного телевизионного сигнала, называют затитным интервалом. Он предотвращает возможность попадания случайных импульсов помех из видеосигнала в область синхроимпульсов. Синхронизирующие импульсы занимают уровень от 70 до 100 %.

Видеосигнал - широкополосный сигнал, занимающий полосу частот от $f_H = 50$ Гц до $f_B = 6,0$ МГц. Идеализированная амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) сигнала изображения и звука приведена на рис. 4. Под АЧХ понимают зависимость модуля коэффициента передачи от частоты. Отсчет частот (рис. 4) ведется от несущей частоты изображения $f_{н.из.}$, которая для упрощения обозначений принята равной 0.

Показатели телевизионного изображения делятся на световые и растровые. К световым относятся: контраст, количество воспроизводимых градаций яркости, максимальная яркость, четкость, допустимый уровень различного рода помех и правильность цветопередачи (в ЦТВ). Растровыми показателями являются: геометрическое подобие изображения оригиналу, размер кадра и его формат, стабильность положения изображения (устойчивость синхронизации).

Контраст характеризуется отношением яркости наиболее светлых участков изображения к яркости наиболее темных участков. Количество

воспроизводимых градаций яркости, т.е. число ступеней серого цвета в интервале между максимальной и минимальной яркостями, позволяет судить о правильной передаче полутонов изображения. Оценка производится по градационным прямоугольникам, состоящим из равномерных полутоновых полей, непрерывно следующих друг за другом. При хорошем качестве изображения на экране должны воспроизводиться не менее 8 градаций яркости, при удовлетворительном - 4.

Под четкостью понимают совокупность трех параметров: разрешающей способности, резкости и детальности. Разрешающая способность характеризует способность телевизионной системы неискаженно воспроизводить группу штрихов. Разрешающая способность оценивается по числовым отметкам вдоль штриховых клиньев, которые соответствуют максимально различимому числу строк разложения. Резкость - способность неискаженно воспроизводить одиночный скачок напряжения.

Детальность - способность воспроизводить одиночные импульсы малой длительности. Нелинейные и геометрические искажения раstra проверяют по элементам, имеющим правильную геометрическую форму (окружности, квадраты). Оценка качества телевизионного изображения производится по испытательным таблицам. В лабораторной работе используется таблица ТИТ-0249.

3. ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

Экспериментальная часть лабораторной работы выполняется на базе промышленной телевизионной установки (ПТУ).

ПТУ является однокамерной телевизионной установкой замкнутого типа и предназначается для дистанционного наблюдения на экране видеоконтрольного устройства черно-белого изображения различных подвижных и неподвижных объектов, производственных процессов и т.п. ПТУ применяются в различных отраслях промышленности с целью улучшения условий труда, повышения его производительности и эффективности, используются в учебных и научных целях.

Структурная схема лабораторной установки показана на рис. 5 и передней панели макета. Установка состоит из передающей телекамеры типа "Волна-801" и видеоконтрольного устройства, выполненного на базе телевизора "Электроника ВЛ-100". Передающая телекамера содержит: передающую трубку (видикон), генераторы синхроимпульсов, генератор строчной и кадровой разверток, формирователь гасящих импульсов, видеоусилитель, схему АРУ и блок питания. Рассмотрим принцип работы телекамеры. Передаваемое изображение проецируется с помощью линзового объектива на мишень видикона с электростатической фокуси-

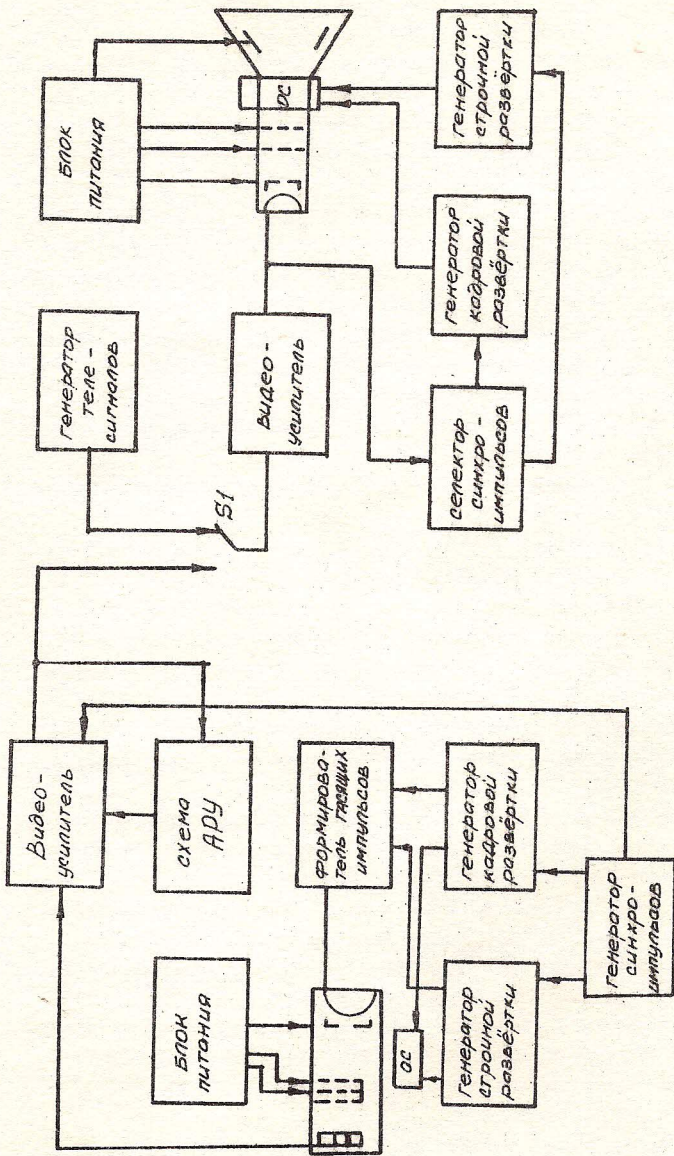


Рис. 5. Структурная схема лабораторной установки.

ровкой и электромагнитным отклонением луча. На поверхности мишени, обращенной к лучу, создается потенциальный рельеф - распределение потенциалов, соответствующее распределению освещенности по поверхности мишени. Телевизионный сигнал образуется при последовательном прохождении участков поверхности мишени электронным лучом. Электронный луч последовательно, элемент за элементом, строка за строкой скользит по мишени видикона и считывает накопленные на ней заряды. Ток электронного луча изменяется пропорционально освещенности каждого элемента раstra. Строчная развертка, т.е. движение электронного луча от одного элемента изображения к другому, осуществляется генератором строчной развертки. Генератор создает в отклоняющих катушках видикона ток пилообразной формы, который вызывает переменное магнитное поле, отклоняющее электронный луч вдоль строк (по горизонтали). Движение электронного луча от строки к строке, т.е. по кадру изображения (кадровая развертка), осуществляется под действием генератора кадровой развертки.

Форма токов в строчных и кадровых отклоняющих катушках показана на рис. 6.

Управление генераторами строчной и кадровой разверток осуществляют строчные и кадровые синхриимпульсы, которые вырабатываются генератором синхриимпульсов.

Формирователь гасящих импульсов вырабатывает строчные и кадровые гасящие импульсы, которые запирают луч видикона на время обратного хода строчной и кадровой разверток.

Электрический видеосигнал с выхода видикона поступает на вход видеоусилителя, где усиливается и затем подается на вход видеоконтрольного устройства.

Видеоконтрольное устройство состоит из видеоусилителя, селектора синхриимпульсов, генератора строчной и кадровой разверток, кинескопа, генератора телесигналов, блока питания.

Полный телевизионный сигнал поступает на вход видеоусилителя, усиливается и в негативной полярности подается на катод кинескопа. В селекторе синхриимпульсов из полного телевизионного сигнала выделяются синхриимпульсы, которые управляют работой генераторов строчной и кадровой разверток. Этим обеспечивается синхронная и синфазная работа развертывающих устройств на передающей и приемной трубках.

Блок питания вырабатывает все необходимые напряжения для работы видеоконтрольного устройства.

Генератор телесигналов вырабатывает видеосигналы, соответствующ-

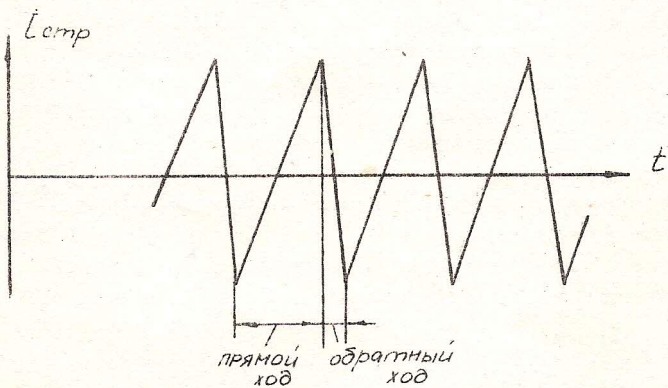
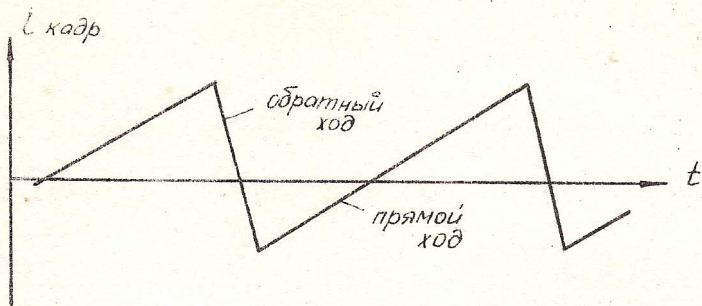


Рис. 6. Форма токов в строчных и кадровых отклоняющих катушках.

шие изображения шахматного поля и градациям яркости на экране телевизора. Переключателем S_2 выбирается режим работы генератора телесигналов.

Переключатель S_1 соединяет вход видеусилителя телевизора либо с телекамерой, либо с генератором телесигналов.

4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Изучить структурную схему макета.

2. Включить макет и осциллограф, прогреть их в течение 10 мин.

3. Телекамеру подключить к видеусилителю телевизора (перевести S_1 в положение I).

4. Исследовать визуально форму и измерить с помощью осциллографа временные характеристики строчных и кадровых синхроимпульсов на выходе синхрогенератора в гнездах Г1 и Г2.

5. Исследовать визуально форму и измерить временные характеристики токов отклоняющей системы на выходе генераторов строчной и кадровой разверток телекамеры в гнездах Г3 и Г4.

6. Проверка и оценка качества изображения по телевизионной испытательной таблице ТИТ-0249.

6.1. С помощью ручек регулировки "Яркость", "Контрастность", "Частота строк", "Частота кадров" добиться хорошего изображения таблицы на экране телевизора.

6.2. Зарисовать полный телевизионный сигнал на выходе видеусилителя телевизора (гнездо Г5) и измерить его временные характеристики.

6.3. С помощью ручек регулировки добиться максимального количества градаций яркости по градационным прямоугольникам внутри круга и определить их число.

6.4. Определить разрешающую способность системы в центре и по краям испытательной таблицы по горизонтальным и вертикальным клиньям, расходящимся от центра круга. Оценку проводить с помощью градационных цифр по длине клина.

Разрешающая способность - это количество видимых глазом линий на единицу длины.

6.5. Определить коэффициент нелинейности развертки по горизонтали и вертикали по формулам (1):

$$N_r = 2 \frac{A_{\max} - A_{\min}}{A_{\max} + A_{\min}} \cdot 100; N_b = 2 \frac{B_{\max} - B_{\min}}{B_{\max} + B_{\min}} \cdot 100 (\%), (I)$$

где: A_{\min} и A_{\max} - ширина наиболее узкого и наиболее широкого прямоугольников в изображении таблицы 0249;

B_{\max} и B_{\min} - высота наиболее высокого и наиболее низкого прямоугольников в горизонтальной строке и вертикальном столбце. Величины A и B измерить линейкой с точностью до 0,5 мм.

7. Нарисовать форму полного телевизионного сигнала при перепаде стандартных изображений (поле черное-белое-черное, черное-белое и т.п.).

8. Определить параметры телевизионного приемника.

8.1. Подключить к видеосузителю телевизора генератор теле-сигналов.

8.2. Переключатель S_2 перевести в положение 1. С помощью ручки регулировки добиться наибольшего числа градаций яркости и определить их число.

8.3. Переключатель S_2 - в положение 2. Добиться изображения шахматного поля. По формулам (I) рассчитать коэффициент нелинейности развертки по вертикали и горизонтали.

5. ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Как образуется электрический сигнал в телевидении?
2. Объяснить назначение синхрои импульсов.
3. Какую роль выполняют гасящие импульсы?
4. Из чего состоит полный телевизионный сигнал?
5. Объяснить размещение строчных синхрои импульсов на строчных гасящих импульсах.
6. С какой целью сделаны врезки в кадровый синхрои импульс?
7. Объяснить назначение уравнивающих импульсов.
8. По каким параметрам производится оценка качества телевизионного изображения?

6. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Цель работы.
2. Структурная схема лабораторной установки.

3. Осциллограммы в контрольных точках.
4. Оценка качества телевизионного изображения.
5. Расчеты параметров видимого изображения.
6. Выводы и замечания по работе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Телевидение / Под ред. В.Е. Джакобия - М.: Радио и связь, 1986.
2. А.П. Ткаченко, В.И. Кириллов. Техника телевизионных измерений, - Мн.: Выш.шк., 1976.
3. А.П. Ткаченко. Цветное телевидение. - Мн.: Беларусь, 1981.