

# **Лабораторная работа №1. Свойства телевизионного изображения и сигналов аналогового ТВ**

## **1. Цель работы**

Целью лабораторной работы является исследование свойств телевизионного изображения, структуры ПЦТС и свойств сигналов яркости и цветности систем PAL и SECAM.

## **2. Описание лабораторного стенда**

Лабораторный стенд содержит персональный компьютер, имеющий видеокарту с ТВ выходом, телевизор и осциллограф. ТВ сигнал с выхода видеокарты компьютера подается на вход телевизора и на вход осциллографа. Испытательные изображения создаются компьютерной программой. На ТВ выходе видеокарты формируется сигнал системы PAL. Сигналы системы SECAM формируются генератором испытательных телевизионных сигналов "Ласпи ТТ-03" и подаются на входы телевизора и осциллографа. Для фиксации осциллограмм может использоваться цифровой фотоаппарат.

## **3. Задание для предварительной подготовки**

3.1. По рекомендованной литературе, лекциям и Приложению к описанию лабораторной работы изучить параметры развертки телевидения стандартной четкости, структуру и составляющие ПЦТС, основы колориметрической системы XYZ, принципы формирования сигналов яркости и цветности в системах PAL и SECAM.

3.2. Создать файл MS Word для отчета по лабораторной работе.

## **4. Задание к экспериментальной части работы**

### **4.1. Исследование передачи движения в телевидении**

4.1.1. Включить компьютер. Запустить программу "TVImage". Включить телевизор и осциллограф. Убедиться, что на них поступает ТВ сигнал.

4.1.2. В программе выбрать закладку "Передача движения".

4.1.3. Меняя частоту перерисовки движущегося объекта в диапазоне от 1 до 25 Гц оценивать по пятибалльной шкале (Раздел 3.6 электронного учебного пособия «Современные системы цифрового телевидения») заметность дискретности движения на экранах телевизора и монитора. Результаты записывать в табл. 1.1 (Приложение 2). Эксперимент выполнить для минимальной и максимальной скоростей движения объекта, задавая в каждом случае не менее 8 различных частот.

## 4.2. Исследование заметности мерцаний изображения

4.2.1. В программе выбрать закладку "Заметность мерцаний", а затем закладку "Исследование заметности мерцаний с частотой 50 Гц".

4.2.2. Оценить по пятибалльной шкале заметность мерцаний на экранах кинескопа телевизора (50 Гц) и ЖК монитора (60 Гц) при не менее пяти значениях уровня яркости в диапазоне от 0 до 255. Результаты записать в табл. 1.2.

4.2.3. Сравнить заметность мерцаний при наблюдении экранов телевизора и монитора центральным и периферическим зрением. Результаты сравнения записать в отчет.

4.2.4. Выбрать закладку "Исследование заметности мерцаний с частотой 25 Гц". Установить значения ширины темных и светлых полос в диапазоне 2 – 4 строки так, чтобы мерцания на экране телевизора были хорошо заметны. Записать в отчет эти значения и оценки заметности мерцаний с частотой 25 Гц на экранах телевизора и монитора.

4.2.5. Выбрать закладку "Исследование заметности мерцаний на испытательной таблице". Отметить на изображении испытательной таблицы в отчете участки, на которых наблюдаются мерцания с частотой 25 Гц.

## 4.3. Оценка параметров телевизионного изображения

4.3.1. Выбрать закладку "Параметры ТВ изображения". В списке изображений выбрать испытательную таблицу 0249.

4.3.2. Оценить по испытательной таблице четкость изображения по горизонтали и по вертикали для телевизора и монитора (см. Приложение 1, п.1). Записать результаты в табл. 1.3.

4.3.3. Оценить число воспроизводимых градаций яркости на экранах телевизора и монитора (см. Приложение 1, п.3). Записать результаты в отчет.

4.4. Исследование влияния ограничения полосы частот видеосигнала на качество изображения

4.4.1. Выбрать закладку "Полоса частот ТВ сигнала". Выбрать из списка изображение для проведения экспериментов.

4.4.2. Задавая значения верхней граничной частоты, получать изображения, соответствующие ограниченной полосе частот в левом окне и сравнивать их с исходным изображением в правом окне. Результат сравнения оценивается по семибалльной шкале (Раздел 3.6 электронного учебного пособия). Оценки для телевизора и монитора записывать в табл. 1.4.

4.4.3. Выйти из программы "TVImage".

## 4.5. Исследование формы ПЦТС системы PAL

4.5.1. Запустить программу "TVColor". В окне программы выбрать заклад-

ку "ПЦТС системы PAL". Получить на осциллографе осциллограмму строки.

4.5.2. Сфотографировать осциллограмму. Записать в отчете значения масштабов по горизонтальной и вертикальной осям.

4.5.3. С помощью увеличительного стекла рассмотреть структуры экранов кинескопа телевизора и ЖК монитора. Зарисовать фрагменты структуры. Оценить размеры триад элементов основных цветов.

#### 4.6. Исследование свойств сигналов яркости и цветности системы PAL

4.6.1. Выбрать закладку "Цветовой график". На экране монитора появится изображение цветового графика XY и органов управления цветом. На экране телевизора появится изображение трех вертикальных полос: белой, цветной и черной. Такие же полосы будут и на экране монитора справа от цветового графика. На экране осциллографа получить осциллограмму ПЦТС строки.

4.6.2. С помощью органов управления задавать значения основных цветов R,G,B, указанные в табл. 1.5 (см. Приложение). Для каждой комбинации значений R,G,B записывать в соответствующие клетки таблицы наблюдаемый цветовой тон, значения цветовых координат X и Y, отображаемые на экране монитора под цветовым графиком. Для каждой комбинации значений R,G,B измерять значения нижнего ( $U_1$ ) и верхнего ( $U_2$ ) уровней сигнала цветности для цветной (средней) полосы изображения и записывать их в соответствующие клетки таблицы.  $U_1$  и  $U_2$  отсчитывать от уровня черного (правый крайний участок сигнала строки).  $U_1$  может принимать и отрицательные значения.

4.6.3. Аналогично п. 4.6.2. провести измерения для комбинаций R,G,B, заданных в заданном преподавателем варианте табл. 1.6 и записать в табл. 1.6 результаты измерений  $U_1$ ,  $U_2$ , X, Y, названия наблюдаемых цветовых тонов.

#### 4.7. Исследование свойств сигнала цветности SECAM

4.7.1. Подключить выход "Видео" телетестера к НЧ входу телевизора. Получить на экране осциллографа осциллограмму двух последовательных строк ПЦТС. Для этого использовать режим R-B блока выбора строки. Сфотографировать осциллограмму.

4.7.2. Отключить цвет в телетестере. Сфотографировать осциллограмму.

4.7.3. Включить цветность. Переключиться в режим "PAL". Сфотографировать осциллограмму. Снова включить режим "SECAM".

4.7.4. Получить осциллограммы участков ПЦТС, содержащих синхроимпульс поля и сигналы цветовой синхронизации в первом и втором полях. Сфотографировать осциллограммы.

### 5. Обработка результатов экспериментов

5.1. По результатам п. 4.2.1 сделать выводы о минимальной частоте смены

кадров, необходимой для передачи движения. Выводы записать в отчет под табл. 1.1.

5.2. По результатам пп. 4.2.2 - 4.2.3 сделать выводы о критической частоте заметности мерцаний и ее зависимости от яркости изображения, типа экрана, расположения экрана в поле зрения. Выводы записать под табл. 1.2.

5.3. По результатам п.4.2.4 объяснить, почему на экране телевизора наблюдаются сильные мерцания с частотой 25 Гц, а на экране монитора мерцаний практически не видно. Объяснение записать в отчет.

5.4. По п.4.2.6 объяснить, почему мерцания с частотой 25 Гц сильнее всего заметны на определенных участках испытательной таблицы 0249. Объяснение записать в отчет.

5.5. По п.4.4 сделать выводы о допустимом ограничении полосы частот видеосигнала и записать их под таблицей 1.4.

5.6. На осциллограмме по п.4.5.2 отметить уровни черного и белого, интервалы прямого и обратного хода строчной развертки, строчные синхроимпульсы, вспышки, участки каждого из 8 цветов. Указать значения периода строчной развертки (длительность строки  $H$ ) и длительности обратного хода строки. Рядом с осциллограммой указать цены делений по горизонтали и по вертикали.

5.7. Обработка результатов измерений сигналов PAL

5.7.1. Для всех строк табл. 1.5 рассчитать измеренные значения сигнала яркости  $E_Y$  по формуле

$$E_Y = (U_2 + U_1)/2 \quad (1.1)$$

и записать полученные значения в клетки столбца  $E_Y$ .

5.7.2. Для всех строк табл. 1.5 и табл.1.6 рассчитать теоретические значения сигнала яркости  $E_{Yp}$  по формуле

$$E_{Yp} = (0,30 R + 0,59 G + 0,11 B)/255 \quad (1.2)$$

и записать полученные значения в клетки столбца  $E_{Yp}$ .

5.7.3. Для всех строк табл. 1.5 и табл.1.6 рассчитать измеренные значения размаха сигнала цветности  $E_C$  по формуле

$$E_C = (U_2 - U_1)/2 \quad (1.3)$$

и записать полученные значения в клетки столбца  $E_C$ .

5.7.4. Для всех строк табл. 1.5 и табл.1.6 рассчитать теоретические значения цветоразностных сигналов по формулам

$$U_p = 0,493 (B/255 - E_{Yp}), \quad (1.4)$$

$$V_p = 0,877 (R/255 - E_{Yp}) \quad (1.5)$$

и записать полученные значения в клетки столбцов  $U_p$  и  $V_p$ .

5.7.5. Для всех строк табл. 1.6 рассчитать теоретическое значение размаха сигнала цветности  $E_{cp}$  по формуле

$$E_{cp} = 2\sqrt{U_p^2 + V_p^2} \quad (1.6)$$

5.7.6. Построить графики зависимостей, связывающих экспериментальные и теоретические значения сигнала яркости по табл. 1.5, а также экспериментальные и теоретические значения размаха сигнала цветности по табл. 1.6. Записать выводы о монотонности и линейности этих зависимостей.

5.8. Указание цветов на цветовом графике и векторной диаграмме

5.8.1. На чертеже цветового графика отметить точками положения цветов из таблиц 1.5 и 1.6. Каждая точка должна иметь обозначение, позволяющее определить, к какой строке, из какой таблицы она относится, например 5-7 – табл. 1.5, строка 7.

5.8.2. Сделать вывод о связи положения на цветовом графике изображающей цвет точки с насыщенностью цвета. Вывод записать в отчет.

5.8.3. Отметить точками положения цветов на векторной диаграмме («вектроскоп») в координатах  $U_p / V_p$ .

5.8.4. Сделать вывод о связи положения на векторной диаграмме изображающей цвет точки с насыщенностью цвета. Вывод записать в отчет.

5.9. Обработка осциллограмм сигнала SECAM.

5.9.1. На осциллограмме по п. 4.7.1 отметить уровни черного и белого, интервалы прямого и обратного хода строчной развертки, строчные синхроимпульсы, вспышки, участки каждого из 8 цветов. Указать значения периода строчной развертки (длительность строки  $H$ ) и длительности обратного хода строки. Отметить строки, в которых передаются красный и синий цветоразностные сигналы. Размах вспышки перед "красной" строкой немного больше.

5.9.2. На осциллограммах по п. 4.7.4 отметить синхроимпульсы поля, врезки, передние и задние уравнивающие импульсы, сигналы покадровой цветовой синхронизации. Указать длительность синхроимпульса поля. Отметить номера строк в начале и в конце осциллограммы в соответствии со стандартом (см. Приложение 3).

5.10. Сравнение систем PAL и SECAM.

5.10.1. Ответить на вопрос, как различить по осциллограмме сигналы систем PAL и SECAM для случая испытательного сигнала "8 цветных полос". Надо указать не менее 5 различий. Записать ответ в отчет.

5.10.2. Объяснить, от каких факторов зависит размах сигнала цветности в системах PAL и SECAM. Записать объяснения в отчет.

5.10.3. Записать в отчет перечни функций "вспышек" в системах PAL и

SECAM. Информацию по этому и предыдущему вопросам следует искать в учебниках и другой литературе.

## 6. Контрольные вопросы

6.1. Назовите значения частоты кадров, частоты полей, числа строк в кадре и в поле, частоты строк для действующего в России стандарта телевидения обычной четкости.

6.2. Какова ширина полосы частот ТВ сигнала в соответствии со стандартом аналогового ТВ вещания обычной четкости?

6.3. В чем состоит принцип совместимости в цветном ТВ?

6.4. Что такое цветовой тон и насыщенность цвета? Как зависит от них положение цвета на цветовом графике XYZ?

6.5. Дать определения сигнала яркости и цветоразностных сигналов?

6.6. Что называется сигналом цветности? Как он формируется в системах PAL и SECAM?

6.7. Почему на неокрашенных участках изображения сигнал цветности в системе PAL отсутствует, а в SECAM присутствует?

6.8. Каково назначение низкочастотных предискажений в системе SECAM? Как выглядит АЧХ этих предискажений?

6.9. Каково назначение высокочастотных предискажений в системе SECAM? Как выглядит АЧХ этих предискажений?

6.10. Чем объясняется сложная форма огибающей сигнала цветности системы SECAM?

## Приложение 1

### 1. Оценка четкости по испытательной таблице.

Четкость характеризует передачу мелких деталей изображения и измеряется в числе линий или телевизионных линий (ТВЛ).

Четкость по горизонтали определяется как максимальное число параллельных вертикальных линий, которые можно различить на экране. Данный параметр определяют по группам вертикальных сходящихся штрихов в центральном и угловых кругах испытательной таблицы. Величина четкости равна максимальному числу у группы штрихов, на уровне которого штрихи еще различаются. За значение четкости на краях экрана берут максимальное из двух значений, найденных для углов таблицы.

Четкость по вертикали определяется как максимальное число параллельных горизонтальных линий, которые можно различить на экране. Данный параметр определяют по группам горизонтальных сходящихся штрихов в центральном и угловых кругах таблицы аналогично изложенному выше. Отметки у

групп штрихов соответствуют числам (начиная с широкого конца группы штрихов) 600, 500, 400 и 300, как и у вертикальных штрихов.

2. Оценка числа различных градаций по испытательной таблице осуществляется путем подсчета различных градаций яркости в каждом из 4 градационных клиньев в испытательной таблице 0249 и выбора максимального из полученных значений.

## Приложение 2

Таблица 1.1. Заметность дискретности движения

	Частота (Гц)								
Миним. скорость	ТВ								
	Монитор								
Максим. скорость	ТВ								
	Монитор								

Таблица 1.2. Заметность мерцаний экрана

Уровень яркости					
Телевизор					
ЖК монитор					

Таблица 1.3. Оценка четкости по испытательной таблице

	По горизонтали в центре	По горизонтали на краях	По вертикали в центре	По вертикали на краях
Телевизор				
Монитор				

Таблица 1.4. Оценка влияния ограничения полосы частот

$f_B$ (МГц)	6	5	4	3	2,5	1,5	1
Телевизор							
Монитор							

Таблица 1.5. Результаты измерений параметров ПЦТС системы PAL для цветов с максимальной насыщенностью

[illegible]

Таблица 1.6. Результаты измерений параметров ПЦТС системы PAL для цветов с изменяемой насыщенностью

№	R	G	B	X	Y	U1	U2	$E_C$	$E_{Yp}$	$U_p$	$V_p$	$E_{Cp}$
1												
2												
3												
4												
5												

Таблица 1.7. Параметры сигналов основных цветов по вариантам

Вариант 1				Вариант 2				Вариант 3				Вариант 4				Вариант 5			
№	R	G	B	№	R	G	B	№	R	G	B	№	R	G	B	№	R	G	B
1	255	0	0	1	0	0	255	1	0	255	0	1	255	0	255	1	0	210	210
2	230	50	50	2	50	50	230	2	50	230	50	2	240	50	240	2	50	205	205
3	200	100	100	3	100	100	200	3	100	200	100	3	220	120	220	3	100	200	200
4	160	112	112	4	112	112	160	4	112	160	112	4	190	140	190	4	140	190	190
5	125	125	125	5	125	125	125	5	125	125	125	5	160	160	160	5	180	180	180
Вариант 6				Вариант 7				Вариант 8				Вариант 9				Вариант 10			
№	R	G	B	№	R	G	B	№	R	G	B	№	R	G	B	№	R	G	B
1	200	200	0	1	60	180	0	1	255	115	0	1	250	0	70	1	0	180	45
2	195	195	50	2	60	175	25	2	240	115	35	2	225	30	95	2	20	175	65
3	190	190	100	3	67	165	58	3	210	135	80	3	190	70	115	3	45	170	90
4	185	185	140	4	75	155	100	4	185	140	125	4	145	85	120	4	80	165	120
5	180	180	180	5	125	125	125	5	135	135	135	5	125	125	125	5	135	135	135

### Приложение 3

Форма полного телевизионного сигнала (ПТВС) черно-белого телевидения при чересстрочной развертке показана на рис.1.1.

В ПТВС определены уровни гасящих импульсов  $U_{\Gamma}$ , синхроимпульсов  $U_c$ , черного  $U_{\text{ч}}$  и белого  $U_{\text{б}}$ . Если весь размах ПТВС от  $U_{\text{ч}}$  до  $U_{\text{б}}$  равен 1 В, а уровень  $U_{\Gamma} = 0$  В, то  $U_c = -0,3$  В,  $U_{\text{ч}} = 0,05$  В, а  $U_{\text{б}} = 0,7$  В.

Каждый кадр состоит из 1-го поля и 2-го поля. Кадр содержит 625 строк. Длительность строки в европейских стандартах аналогового ТВ-вещания  $H = 64$  мкс. Счет строк начинается от начала синхроимпульса первого поля кадра. Первое поле содержит строки с 1-й по 312-ю и половину 313-й строки. Второе поле содержит вторую половину 313-й строки и строки с 314-й по 625-ю.

В составе ПТВС передаются гасящие импульсы, во время которых выполняется обратный ход строчной и кадровой разверток. В эти интервалы времени уровень ПТВС устанавливается ниже уровня черного, чтобы гасить электронный луч в кинескопе во время обратного хода развертки. Длительность гасяще-



го импульса строк  $a = 12$  мкс. Длительность гасящего импульса полей  $j = 1600$  мкс ( $25 H$ ). Гасящий импульс перед 1-м полем начинается с середины 623-й строки предыдущего кадра и заканчивается в середине 23-й строки. Гасящий импульс перед вторым полем начинается в конце 310-й строки и кончается в начале 336-й строки.

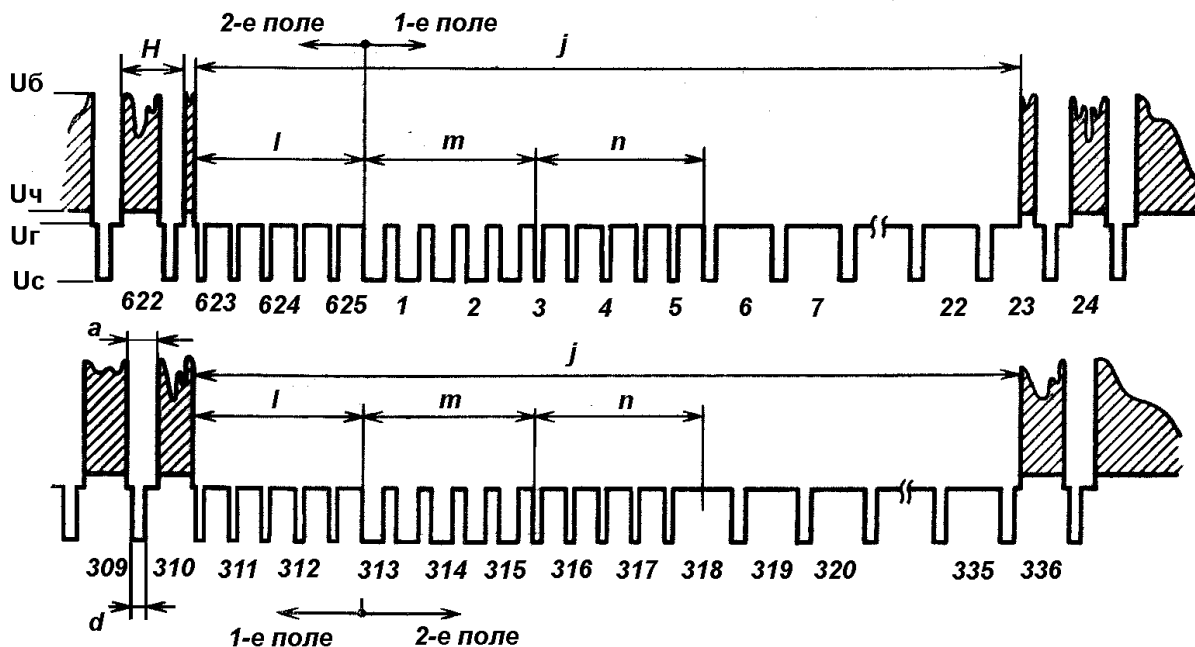


Рисунок 1.1. Полный телевизионный сигнал

Синхроимпульсы строк передаются во время гасящих импульсов строк. Длительность синхроимпульса строк  $d = 4,7$  мкс. Синхроимпульс поля представляет собой последовательность из 5 импульсов общей длительностью  $m = 160$  мкс ( $2,5 H$ ). Период следования этих импульсов 32 мкс ( $0,5 H$ ). Импульсы разделены интервалами (врезками) длительностью 4,7 мкс. Перед синхроимпульсами полей и после них передаются, соответственно, передние и задние уравнивающие импульсы. Длительности последовательностей уравнивающих импульсов  $l = n = 160$  мкс ( $2,5 H$ ). Последовательности содержат по 5 уравнивающих импульсов длительностью 2,35 мкс, следующих с периодом 32 мкс ( $0,5 H$ ).

В цветовом телевидении по системе SECAM после синхроимпульсов полей в строках 7 - 15 и 320 - 328 передаются сигналы цветовой синхронизации, предназначавшиеся для опознавания строк, в которых передаются красный и синий цветоразностные сигналы.