

# **ОСНОВЫ ТЕЛЕВИДЕНИЯ**

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования

«Тамбовский государственный технический университет»

## **ОСНОВЫ ТЕЛЕВИДЕНИЯ**

Методические указания по дисциплине «Основы телевидения»  
для студентов очной и заочной форм обучения специальности 210303  
– «Бытовая радиоэлектронная аппаратура» и направления 210400 –  
«Радиотехника»

*Утверждено Редакционно-издательским советом ТГТУ  
для магистров по направлению 210400 – «Радиотехника»*

УДК 654.197(075)  
ББК 32.844.1.я7  
О-753

***Рецензент:***

Кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры  
«Конструирование радиоэлектронных и микропроцессорных  
систем» ФГБОУ ВПО «ТГТУ» *Н.Г. Чернышов*

***Составители:***

*Ю.И. Лёвочкин, С.П. Москвитин, М.А. Шелковников*

**О-753 Основы** телевидения: методические указания для проведения лабораторных работ / сост. Ю.И. Лёвочкин, С.П. Москвитин, М.А. Шелковников. – Тамбов: Изд-во Першина Р.В., 2012. – 40с.

Приведены теоретические базисы телевидения и видеотехники. Изложены физические процессы формирования оптических изображений и преобразования их в сигналы. Даны основы телевизионной передачи, видеозаписи, цифровой обработки и анализа изображений. Изложены методы синтеза и анализа современных телевизионных систем, даны оценки качества телевизионного изображения. Представлены подробные указания по проведению лабораторных работ и порядок представления отчета.

Предназначены для студентов дневной и заочной форм обучения специальности 210303 – «Бытовая радиоэлектронная аппаратура» и направления 210400 – «Радиотехника»

© Ю.И. Лёвочкин, С.П. Москвитин,  
М.А. Шелковников, составители, 2012  
© Издательство Першина Р.В., 2012

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

## Исследование закономерностей восприятия зрительной информации человеком-оператором

### Цель работы:

1. Привитие навыков работы с лабораторным оборудованием, контрольно-измерительными приборами и вычислительной техникой.
2. Практическое освоение слушателями научно-теоретических положений о физических принципах передачи и приема черно-белого изображения.
3. Овладение слушателями техникой экспериментальных исследований и развитие способностей по анализу полученных результатов.
4. Формирование и развитие у слушателей:
  - ✓ научного мышления, умения активно участвовать в творческой дискуссии, делать правильные выводы, аргументированно излагать и отстаивать свое мнение;
  - ✓ трудолюбия, добросовестного отношения к учебе и стремления в совершенстве овладеть избранной специальностью;
  - ✓ общей культуры и высоких морально-нравственных качеств.

### 1. НЕОБХОДИМЫЕ СВЕДЕНИЯ ИЗ ТЕОРИИ ВОПРОСА

При взаимодействии человека-оператора с СОИ необходимо решать различные поисковые задачи, заключающиеся в выделении визуально представляемой информации, необходимой для принятия решений, на фоне второстепенной информации (фона, помех). Несмотря на наблюдаемые в последние годы большие успехи в развитии автоматических систем обнаружения, визуальный поиск не теряет своего значения, т.к. обладает рядом преимуществ:

- 1) высокая разрешающая способность (около 1' для невооруженного глаза);
- 2) возможность работать в достаточно широком диапазоне яркостей ( $L = 10^{-6} \dots 10^4$  кд/м<sup>2</sup>), благодаря способности глаза к быстрой переадаптации);
- 3) способность глаза работать в достаточно широком спектральном диапазоне (380...760 нм) и различать цвета;
- 4) высокая световая чувствительность глаза (абсолютный порог  $10^{-9}$  лк);
- 5) способность достаточно точно воспринимать движение объекта (опознавание объектов по признаку движения);
- 6) способность человека-оператора к обучению и тренировке;
- 7) способность анализировать и исключать ненужные в данный момент объекты.

Зрительная система человека является “идеальной” системой анализа визуальной информации с точки зрения: инвариантности к геометрическим преобразованиям образов, адаптивности в широком

диапазоне условий наблюдения, распределения внимания на наиболее характерных особенностях объектов, емкости памяти и быстродействия анализа сложных зрительных образов. Другим замечательным свойством системы зрения человека, подтверждаемым экспериментально, является способность выделять искомые объекты из зашумленных изображений. Существенно, что процесс фильтрации зашумленного изображения осуществляется не сетчаткой глаза, а в более высоких отделах зрительной системы. Несмотря на то, что исследователи в соответствующих областях (нейрофизиологии, психологии, кибернетике и др.) значительно продвинулись в понимании структуры мозга и его назначении с точки зрения анализа зрительных образов, пока недостаточно ясно, как работает этот механизм для того, чтобы точно его моделировать и успешно использовать для создания человекоподобных автоматических систем анализа и конической информации.

Получение информации с помощью зрения всегда можно рассматривать как последовательное решение ряда задач: поиск и обнаружение объекта, относящегося к определенному классу объектов; идентификация типа объекта среди типов объектов данного класса; распознавание объекта по ряду признаков. Успешность решения зрительной задачи возможна при превышении условий видимости объекта уровня порога зрительного восприятия. При этом степень достоверности правильного решения задачи (вероятность правильного обнаружения), согласно пороговой модели зрительного процесса обнаружения, полученной на основе анализа и обобщения экспериментальных и теоретических сведений, определяется следующими факторами: время поиска, контраст объекта с фоном, угловой размер объекта, яркость фона, угловой размер ширины границ объекта. Вероятность правильного обнаружения увеличивается с увеличением первых трех факторов, и уменьшением последнего (повышением четкости изображения), увеличением до некоторого оптимального значения яркости фона. Кроме того, экспериментально установлено, что на вероятность правильного обнаружения оказывают влияние: состояние адаптации наблюдателя; ухудшение характеристик обнаружения при наличии фона переменной в пространстве или времени яркости и наличии других объектов в поле зрения. Задача поиска решается более успешно при наличии движения объекта, а также в случае поиска светлого объекта на темном фоне по сравнению с поиском темного объекта на светлом фоне.

Исследование закономерностей восприятия зрительной информации человеком в лабораторной работе выполняется на основе использования компьютерной программы, которая обеспечивает теоретическое вычисление вероятности правильного обнаружения объекта для определенных условий наблюдения. Согласно пороговой модели зрительного процесса обнаружения, полученной на основе анализа и

обобщения экспериментальных и теоретических сведений, экспериментально определяется вероятность правильного обнаружения: на экране монитора формируется реальное изображение, параметры которого для наблюдателя соответствуют заданным при моделировании. Таким образом, обеспечивается возможность рассмотрения закономерностей обнаружения с последующим выполнением экспериментальных исследований и сравнения полученных результатов.

Графический интерфейс программы включает информационное поле “О программе” с названием программы; поле ввода значений параметров фона и объекта “Исходные данные”; поле выдачи результата машинного моделирования для введенных параметров изображения - “Результат”; поле “Эксперимент” для выполнения экспериментального определения вероятности правильного обнаружения объекта по формируемому реальному изображению, параметры которого пересчитаны к условиям наблюдения эксперимента, исходя из введенных для моделирования параметров; поле “Выход” для завершения работы с программой.

После запуска исполняемого файла “PerFunc.exe” открывается окно “О программе”, в верхней части окна находится строка меню для перехода к другим окнам программы. Для ввода параметров изображения для моделирования необходимо перейти в окно “Исходные данные”, содержащее шесть строк для ввода параметров объекта и фона (время наблюдения изображения (с), яркость фона в области изображения (кандел/м<sup>2</sup>), локальная (относительно фона) яркость объекта (кандел/м<sup>2</sup>), расстояние до предметной плоскости (м), размер объекта (м), ширина границ изображения объекта (м)). В каждой строке ввода параметра находится перемещаемый с помощью левой кнопки мыши маркер, указан возможный диапазон изменения параметра. Справа от маркера находится поле, отображающее введенное значение параметра. Для точной установки значения параметра следует использовать кнопки “←” и “→” клавиатуры компьютера. После ввода всех параметров для получения результата машинного моделирования вероятности правильного обнаружения объекта для введенных параметров необходимо перейти через меню в поле “Результат”. Для выполнения экспериментального определения вероятности правильного обнаружения для введенных параметров необходимо перейти через меню в поле “Эксперимент”. Это поле содержит изображение фона серого цвета, поделенное на 8 зон (в верхнем левом углу каждая зона имеет соответствующий номер) и окно “Вывести тестовое изображение”, содержащее строки “Число проведенных экспериментов” и “Вероятность правильного обнаружения”, а также кнопки “Да” (вывод тестового изображения для проведения эксперимента) и “Нет” (отказ от вывода изображения). Перед выполнением эксперимента для адаптации зрительного аппарата к яркости экрана наблюдатель должен смотреть на начальное поле “Эксперимент” в течении минуты. При

выполнении эксперимента расстояние от экрана монитора до наблюдателя должно составлять около 40 см при размере диагонали монитора 14 дюймов и 50 см при размере диагонали монитора 17 дюймов. После нажатия кнопки “Да” выводится тестовое изображение, в котором на время наблюдения изображения в одной из зон находится изображение объекта в виде круга светлее фона. По окончании времени наблюдения изображение объекта исчезает и появляется окно “Введите номер квадрата, в котором была обнаружена цель” с полем для ввода номера квадрата. Наблюдатель должен ввести номер квадрата, где по его мнению находилась цель (для высокой достоверности результата решение должно приниматься самостоятельно). После ввода номера квадрата при нажатии кнопки “Да” вновь выводится начальное поле “Эксперимент” с окном, отображающим количество выполненных экспериментов и текущим значением вероятности правильного обнаружения. После этого необходимо выполнить новый эксперимент для тех же значений введенных в поле “Исходные данные” параметров. Общее количество экспериментов для высокой достоверности полученного результата должно быть не менее 20, это количество должно быть разделено на всех участников подгруппы: каждый выполняет свою серию экспериментов, после этого следующий участник эксперимента и т.д. до необходимого количества экспериментов.

## **2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ**

### **2.1 Исследование влияния относительной яркости объекта на вероятность правильного обнаружения**

В данном разделе лабораторной работы предлагается исследовать влияние относительной яркости объекта на вероятность правильного обнаружения при фиксированных значениях остальных параметров.

1. Ввести в поле “Исходные данные” следующие значения: время наблюдения изображения – 1,2 с, яркость фона в области изображения – 300 кандел/м<sup>2</sup>, локальная яркость объекта – 30 кандел/м<sup>2</sup>, расстояние до предметной плоскости – 5000 м, размер объекта - 20 м, ширина границ изображения объекта – 10 м. Перейти в поле “Результат” и записать результат машинного моделирования. Перейти в поле “Эксперимент” и выполнить необходимое количество экспериментов. Записать полученное экспериментально значение вероятности правильного обнаружения.
2. Изменить значение локальной яркости объекта на 20 кандел/м<sup>2</sup> в поле “Исходные данные” и повторить процедуру пункта 1. Изменяя значение локальной яркости, заполнить данными таблицу 1.

Построить график зависимости вероятности правильного обнаружения объекта от локальной яркости объекта по данным, полученным в результате моделирования и эксперимента.

Сделать выводы о характере влияния локальной яркости объекта на вероятность правильного обнаружения объекта.

Таблица 1

Локальная яркость объекта, кандел/м <sup>2</sup>				
Вероятность правильного обнаружения	30	20	10	5
Результат машинного моделирования				
Результат эксперимента				

## 2.2 Исследование влияния размеров объекта на вероятность правильного обнаружения

В данном разделе лабораторной работы предлагается исследовать влияние размеров объекта на вероятность правильного обнаружения при фиксированных значениях остальных параметров.

1. Ввести в поле “Исходные данные” следующие значения: время наблюдения изображения – 1,2 с, яркость фона в области изображения – 300 кандел/м<sup>2</sup>, локальная яркость объекта – 7 кандел/м<sup>2</sup>, расстояние до предметной плоскости – 5000 м, размер объекта - 35 м, ширина границ изображения объекта – 10 м. Перейти в поле “Результат” и записать результат машинного моделирования. Перейти в поле “Эксперимент” и выполнить необходимое количество экспериментов. Записать полученное экспериментально значение вероятности правильного обнаружения.

2. Изменить значение размера объекта на 30 м в поле “Исходные данные” и повторить процедуру пункта 1. Изменяя значение размера объекта, заполнить данными таблицу 2.

Таблица 2

Размер объекта, метры				
Вероятность правильного обнаружения	35	30	25	20
Результат машинного моделирования				
Результат эксперимента				

Построить график зависимости вероятности правильного обнаружения объекта от размера объекта по данным, полученным в результате моделирования и эксперимента.



Сделать выводы о характере влияния размера объекта на вероятность правильного обнаружения объекта.

### **2.3. Исследование влияния времени наблюдения на вероятность правильного обнаружения объекта**

В данном разделе лабораторной работы предлагается исследовать влияние времени наблюдения на вероятность правильного обнаружения при фиксированных значениях остальных параметров.

1. Ввести в поле “Исходные данные” следующие значения: время наблюдения изображения – 1,2 с, яркость фона в области изображения – 300 кандел/м<sup>2</sup>, локальная яркость объекта – 30 кандел/м<sup>2</sup>, расстояние до предметной плоскости – 5000 м, размер объекта - 20 м, ширина границ изображения объекта – 10 м. Перейти в поле “Результат” и записать результат машинного моделирования. Перейти в поле “Эксперимент” и выполнить необходимое количество экспериментов. Записать полученное экспериментальное значение вероятности правильного обнаружения.

2. Изменить значение времени наблюдения на 1 с в поле “Исходные данные” и повторить процедуру пункта 1. Изменяя значение времени наблюдения, заполнить данными таблицу 3.

Таблица 3

Время наблюдения, секунд	1,2	0,9	0,6	0,3
Вероятность правильного обнаружения				
Результат машинного моделирования				
Результат эксперимента				

Построить график зависимости вероятности правильного обнаружения объекта от времени наблюдения по данным, полученным в результате моделирования и эксперимента.

Сделать выводы о характере влияния размера объекта на вероятность правильного обнаружения объекта.

### **3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫВОДАМ**

Сделать выводы по работе с теоретическим анализом полученных результатов.

### **4 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА**

1. Название лабораторной работы.
2. Цель работы.
3. Содержание работы (вопросы занятия).
4. Именованные таблицы с результатами измерений.
5. Именованные графические диаграммы результатов измерений.

6. Выводы по работе с теоретическим анализом полученных результатов.

## **5 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Свойства зрения, определяющие принципы черно-белого изображения.
2. Методы передачи изображения.
3. Классификация и характеристики оптических и ТВ изображений.
4. Критерии оценки качества ТВ изображения.
5. Принципы формирования оптического изображения.
6. Согласование параметров развертки с характеристиками зрения.
7. Основные характеристики зрения.
8. Механизмы и характеристики цветовосприятия.
9. Связь между спектральными характеристиками и цветом.
10. Зрительная система человека.

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2**

### **Исследование характеристик канала изображения приемника цветного изображения**

#### **Цель работы:**

1. Привитие навыков работы с лабораторным оборудованием, контрольно-измерительными приборами и вычислительной техникой.
2. Практическое освоение слушателями научно-теоретических положений о физических принципах передачи и приема цветного изображения
3. Овладение слушателями техникой экспериментальных исследований и развитие способностей по анализу полученных результатов.
4. Формирование и развитие у слушателей:
  - ✓ научного мышления, умения активно участвовать в творческой дискуссии, делать правильные выводы, аргументировано излагать и отстаивать свое мнение;
  - ✓ трудолюбия, добросовестного отношения к учебе и стремления в совершенстве овладеть избранной специальностью.

#### **1 НЕОБХОДИМЫЕ СВЕДЕНИЯ ИЗ ТЕОРИИ ВОПРОСА**

- Для передачи цветного изображения в телевидении необходимо:
- оптически разложить цветное изображение на три одноцветных: красное, синее и зеленое;
  - три одноцветных изображения преобразовать в три электриче-

ских сигнала;

- передать эти сигналы по каналам связи;
- обратно преобразовать электрические сигналы в три одноцветных оптических изображения;
- осуществить пространственное совмещение трех одноцветных изображений в одно многоцветное.

Сложение компонент может осуществляться двумя способами: поочередным (последовательным) по одному каналу связи или одновременно по трем отдельным каналам связи.

При построении телевизионной аппаратуры необходимо обеспечить совместимость работы аппаратуры черно-белого и цветного телевидения.

Требования совместимости систем черно-белого и цветного телевидения заключаются в следующем:

- 1) телевизоры черно-белого изображения должны быть способны принимать сигнал цветного изображения и воспроизводить его в черно-белом виде с удовлетворительным качеством;
- 2) телевизоры цветного изображения должны быть способны принимать сигнал черно-белого изображения и воспроизводить его с удовлетворительным качеством;
- 3) передача сигналов черно-белого и цветного изображений должна осуществляться по единым каналам связи, то есть ширина спектров сигналов должна быть одинаковой.

Для снижения заметности помех, создаваемых сигналами цветности на экранах телевизоров черно-белого изображения, применяется эффективный способ сведения их к минимуму. На приемную сторону телевизионной системы можно передавать не сами сигналы цветности, а так называемые цветоразностные сигналы:

$$U_{R-Y} = U_R - U_Y, U_{B-Y} = U_B - U_Y.$$

При передаче слабонасыщенных цветов цветоразностные сигналы имеют незначительный уровень по сравнению с яркостным сигналом, и лишь при передаче сильнонасыщенных цветов их уровни соизмеримы. В большинстве случаев примерно 75% площади изображения представлено слабонасыщенными цветами, поэтому применение цветоразностных сигналов является эффективным средством снижения заметности помех.

Любой цвет характеризуется тремя параметрами: яркостью –  $B$ , цветовым тоном –  $H$  и насыщенностью –  $S$ . Цветовые компоненты передают их в скрытой форме, в форме весовых соотношений яркостей базовых цветов. Однако многие телевизионные вещательные системы передают цветовой тон и насыщенность непосредственно. Сигнал тона насыщенность  $U_{HS}$  формируется из цветоразностных сигналов методом квадратурной модуляции. Сущность этого метода заключается в следующем.

Сигналы  $U_{R-Y}(t)$ ,  $U_{B-Y}(t)$  модулируют по амплитуде гармонические сигналы одной несущей частоты  $\omega$ , но сдвинутые по фазе на  $90^\circ$ . Это приводит к формированию сигналов

$$U'_{R-Y} = U_{R-Y}(t)\cos\omega t, \quad U'_{B-Y} = U_{B-Y}(t)\sin\omega t.$$

Сигналы в начальный момент времени  $t = 0$  имеют амплитуды  $U_{R-Y}$ ,  $U_{B-Y}$  и фазы  $0^\circ$ ,  $90^\circ$  соответственно. Суммирование этих сигналов дает результирующий сигнал

$$U_{HS} = U'_{R-Y} + U'_{B-Y} = A(t)\sin[\omega t + \varphi(t)],$$

где  $A(t) = \sqrt{U_{R-Y}^2(t) + U_{B-Y}^2(t)}$ ,  $\varphi(t) = \arctg[U_{R-Y}(t)/U_{B-Y}(t)]$ .

Амплитуда и фаза сигнала  $U_{HS}$  в каждый момент времени определяется амплитудами сигналов  $U_{R-Y}(t)$ ,  $U_{B-Y}(t)$ , поэтому метод квадратурной модуляции является методом амплитудно-фазовой модуляции. Он реализуется с помощью балансного модулятора. Амплитуда  $A$  характеризует насыщенность цвета, а фаза  $\varphi$  – цветовой тон.

## 2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

### 2.1 Исследование параметров видеосигналов блока цветности приемника цветного изображения

Состав лабораторной установки для проведения лабораторных исследований представлен на схеме рис.1.

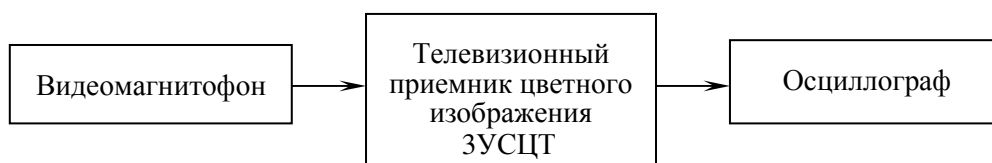


Рисунок 1.Схема лабораторной установки

Перед выполнением лабораторных исследований была выполнена запись видеомаягнитофоном на магнитную ленту изображения испытательных сигналов, формируемых генератором испытательных сигналов (сигнал “цветные полосы”, сигнал “красное поле” и сигнал ”синее поле”). В ходе исследований характеристик канала изображения соответствующий сигнал с видеомаягнитофона необходимо подавать на вход приемника в качестве испытательного сигнала.

Для передачи цветного изображения и обеспечения совместимости черно-белого и цветного телевидения на приемную сторону передаются сигнал яркости  $u_Y$  и два цветоразностных сигнала  $u_{R-Y}$ ,  $u_{B-Y}$ , из которых в матрице восстанавливаются сигналы цветности. Основной задачей блока цветности (рис.2) цветного телевизора является восстановление исходных цветоделенных сигналов  $u_R$ ,  $u_B$ ,  $u_G$ . В настоящем разделе лабораторной работы предлагается исследовать осциллограммы видеосигналов блока цветности при подаче на вход приемника испытательного сигнала в виде вертикальных цветных полос.

1. Подготовить к работе осциллограф, телевизионный прием-

ник и видеоманитофон. Включить осциллограф, вытянув кнопку СЕТЬ на себя, телевизионный приемник с помощью тумблера на лицевой панели, и видеоманитофон нажатием кнопки СЕТЬ.

2. Подключить к ДМВ-входу телевизионного приемника сигнал с ВЧ-выхода (RF-OUT) видеоманитофона. Установить переключатель АВТ-ЖДУЩ в положение “АВТ”, что обеспечит автоматический режим синхронизации.

Установить луч развертки осциллографа на центр экрана осциллографа с помощью ручки  $\updownarrow$  соответствующего канала и ручки  $\leftrightarrow$ .

Используя ручку  $\odot$ , установить достаточную для наблюдения яркость луча развертки. Используя ручки ФОКУС -  $\otimes$  и  $\square$ , добиться минимальной толщины луча развертки. При необходимости скорректировать яркость луча развертки.

Установить переключатель выбора сигнала синхронизации ВНЕШ-ВНУТР-СЕТЬ в положение ВНУТР, а переключатель А-Б в положение, соответствующее используемому каналу осциллографа.

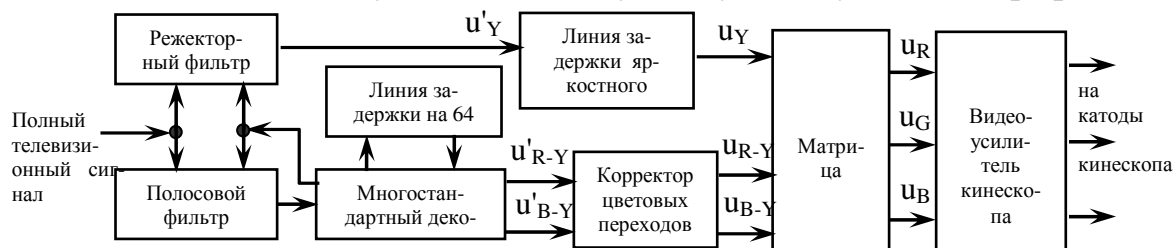


Рисунок 2. Структурная схема блока цветности

3. Вставить кассету с тестовой записью в видеоманитофон, перемотать на начало кассеты, используя кнопку  $\ll$  “ПН”. Включить воспроизведение кассеты кнопкой  $\triangleright$  “ВОСП”, при этом на экране телевизионного приемника должно воспроизводиться изображение вертикальных цветных полос.

4. Подключить ко входу осциллографа полный телевизионный сигнал, используя разъемы “ПЦТС” и ”корпус” на передней панели телевизора.

Выбрать удобный для наблюдения сигнала масштаб развертки по амплитуде с помощью переключателя V/ДЕЛ и по длительности с помощью переключателя ВРЕМЯ/ДЕЛ. С помощью ручек УРОВЕНЬ и СТАБИЛЬНОСТЬ добиться синхронизации развертки и получить на экране изображение сигнала. Зарисовать полученную осциллограмму в отчет с учетом масштаба развертки.

Аналогично получить и зарисовать осциллограммы сигнала яркости (разъем “uY”), синий (“uB-Y”) и красный (“uR-Y”) цветоразностные сигналы.

5. Проанализировать связь формы полученных осциллограмм сигналов блока цветности с изображением цветных полос. Сделать выводы о принципах обработки полного телевизионного сигнала в

блоке цветности.

## 2.2 Исследование правильности матрицирования

Правильность матрицирования яркостного и цветоразностного сигналов проверяется при настройке приемника цветного изображения. На вход приемника подается сигнал несущей частоты изображения, модулированный сигналом цветных полос с генератора испытательных сигналов (в лабораторной работе испытательный сигнал в виде цветных полос подается с видеомагнитофона). Для перехода к участку ленты с записанным сигналом цветных полос использовать кнопки:  $\triangleright \triangleright$  “ПВ” – для перемотки вперед,  $\triangleleft \triangleleft$  “ПН” – для перемотки назад, ■ “СТОП” – остановка (перемотки ленты или воспроизведения) и  $\triangleright$  “ВОСП” – начало воспроизведения.

1. Для проверки правильности матрицирования поочередно выключают по два электронных прожектора кинескопа. С помощью кнопок, расположенных на передней панели телевизора в нижнем правом углу (красная кнопка “ $u_R$ ” при отжатом положении отключает красный прожектор, черная “ $u_G$ ” – зеленый прожектор, белая “ $u_B$ ” – синий прожектор) оставить включенным прожектор, создающий синее свечение (“ $u_B$ ”), - на экране должны воспроизводиться четыре синие вертикальные полосы одинаковой ширины и яркости свечения. Оценить данные параметры полос визуально, зарисовать в отчет наблюдаемые полосы. Для увеличения точности визуальной оценки предварительно уменьшить яркость свечения экрана с помощью регулятора яркости приемника на передней панели.

2. Аналогично, при включенном прожекторе (“ $u_R$ ”), создающем красное свечение, на экране должны воспроизводиться две красные вертикальные полосы одинаковой ширины и яркости свечения. Оценить данные параметры полос визуально, зарисовать в отчет наблюдаемые полосы.

3. При включенном прожекторе (“ $u_G$ ”), создающем зеленое свечение, должна светиться только левая половина экрана. Оценить визуально и зарисовать в отчет наблюдаемое изображение.

5. Сделать выводы о правильности матрицирования.

## 2.3 Измерение перекрестных искажений цветоразностных сигналов

Измерение перекрестных искажений между синим и красным цветоразностными сигналами производится при подаче на вход приемника сигналов с генератора испытательных сигналов (в лабораторной работе испытательный сигнал подается с видеомагнитофона). Для перехода к участку ленты с записанным сигналом синего или красного поля использовать кнопки:  $\triangleright \triangleright$  “ПВ” – для перемотки вперед,  $\triangleleft \triangleleft$  “ПН” – для перемотки назад, ■ “СТОП” – остановка (перемотки ленты или воспроизведения) и  $\triangleright$  “ВОСП” – начало воспроизведения. В

настоящем разделе лабораторной работы предлагается оценить уровень перекрестных искажений между цветоразностными сигналами.

1. При подаче на вход приемника сигнала несущей частоты изображения, модулированного синим цветом (изображение синего поля), с помощью осциллографа измерить размах красного цветоразностного сигнала, подключив на вход осциллографа сигнал с разъема “ $u_{R-Y}$ ” на передней панели телевизора.

2. При подаче на вход сигнала несущей частоты изображения, модулированного красным цветом (изображение красного поля), с помощью осциллографа измерить размах синего цветоразностного сигнала, подключив на вход осциллографа сигнал с разъема “ $u_{B-Y}$ ” на передней панели телевизора.

3. Сделать вывод о наличии взаимного влияния цветоразностных сигналов.

### **3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫВОДАМ**

Сделать выводы по работе с теоретическим анализом полученных результатов.

### **4 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА**

1. Название лабораторной работы.
2. Цель работы.
3. Содержание работы (вопросы занятия).
4. Осциллограммы видеосигналов блока цветности.
5. Изображения на экране телевизора, полученные при проверке правильности матрицирования.
6. Результаты измерения перекрестных искажений цветоразностных сигналов.
7. Выводы по работе с теоретическим анализом полученных результатов.

### **5 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Принципы передачи цветного изображения.
2. Способы смешения цветов, используемых в телевидении.
3. Требования к колориметрически точному воспроизведению цветности.
4. Принципы формирования черно-белого и цветного изображения.
5. Показатели качества цветного изображения.
6. Определение координат цветности.
7. Методы, позволяющие выполнять требования совместимости систем черно-белого и цветного телевидения.
8. Кодирование цвета.
9. Особенность построения камер цветного изображения.
10. Система цветности RGB.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

### Исследование характеристик телевизионного приемника

#### Цель работы:

1. Привитие навыков работы с лабораторным оборудованием, контрольно-измерительными приборами и вычислительной техникой.
2. Практическое освоение слушателями научно-теоретических положений о физических принципах работы телевизионного приемника.
3. Овладение слушателями техникой экспериментальных исследований и развитие способностей по анализу полученных результатов.
4. Формирование и развитие у слушателей:
  - ✓ научного мышления, умения активно участвовать в творческой дискуссии, делать правильные выводы, аргументировано излагать и отстаивать свое мнение;
  - ✓ трудолюбия, добросовестного отношения к учебе и стремления в совершенстве овладеть избранной специальностью;
  - ✓ умения конструктивно взаимодействовать с другими людьми для достижения общих целей.

#### 1 НЕОБХОДИМЫЕ СВЕДЕНИЯ ИЗ ТЕОРИИ ВОПРОСА

Для реализации передачи изображения на расстояние необходимо обеспечить формирование сигнала изображения и его передачу с последующим восстановлением из него изображения в исходной геометрической последовательности.

Развертывающий элемент преобразует световой поток в сигнал изображения, который также описывается функцией времени  $u = f(t)$ . Если снижение яркости изображения вызывает уменьшение сигнала, то сигнал называется позитивным. Максимальный уровень такого сигнала называется уровнем белого, а минимальный уровень – уровнем черного. Если снижение яркости изображения вызывает увеличение сигнала, то сигнал называется негативным. Максимальный уровень такого сигнала называется уровнем черного, а минимальный уровень – уровнем белого. Величина размаха сигнала от максимального до минимального значения называется динамическим диапазоном сигнала.

Видеосигнал не является гармоническим колебанием, а имеет импульсный характер: в нем присутствуют резкие переходы между уровнями (фронты) и плоские участки импульсов.

По своей природе сигнал изображения униполярен, так как яркость не может быть отрицательной. Средняя составляющая сигнала пропорциональна средней яркости изображения.

Строчная и покадровая развертка изображения приводят к тому, что сигнал формируется отрезками. На интервалах обратного хода сигнал должен иметь уровень черного, что достигается замешиванием



в него гасящих импульсов. Учитывая, что в развертке даже мелких деталей участвует, как правило, несколько строк, можно считать сигнал соседних строк идентичным, а весь сигнал описывается периодической функцией с частотой строчной развертки  $f_c = 1/T_c$  или с частотой кадровой развертки  $f_k = 1/T_k$ .

Произвольное изображение можно рассматривать как суперпозицию вертикальных и горизонтальных полос различных размеров и яркости, а его сигнал как суперпозицию соответствующих сигналов. Таким образом, спектр сигнала изображения линейчатый. Этот вывод не противоречит теории гармонического анализа, так как сигнал описывается периодической функцией. По мере уменьшения деталей изображения спектр сигнала сдвигается в сторону высоких частот. Следовательно, спектральные составляющие низких частот несут информацию о распределении яркости на крупных участках изображения, а спектральные составляющие высоких частот – о распределении яркости на мелких участках изображения. С ростом частоты амплитуда гармоник уменьшается, следовательно, большую долю энергии сигнала переносят низкочастотные составляющие.

Для одновременной передачи информации о яркостях всех элементов число линий связи должно быть равно числу элементов изображения. Очевидно, что при передаче изображений на большие расстояния такой метод неприемлем. Однако *метод мгновенной передачи* реализуется в эндоскопии, благодаря удивительным свойствам световых волокон. Световолоконные эндоскопы успешно применяются в медицинской и технической диагностике.

В телевидении применяется *метод развертки изображения* – процесс последовательной поочередной передачи ЭО. Яркости элементов можно передавать по одному каналу связи последовательно друг за другом, и синтезировать изображение в том же порядке на приемной стороне. Это осуществляется с помощью считывающего и воспроизводящего элементов, сканирующих синхронно по определенному закону в плоскостях передаваемого и воспроизводимого изображений (рис.1). Считывающий элемент осуществляет развертку изображения, а воспроизводящий – обратный синтез. Практически во всех телевизионных системах используется принцип линейной развертки. Если строки разворачиваются друг за другом без пропусков, то развертка называется *построчной* или *прогрессивной*.

Принцип *чересстрочной развертки* заключается в том, что строки кадра разворачиваются в два приема. Если увеличить период строчной развертки  $T_c$  вдвое, то за время движения развертывающего элемента сверху вниз успеет развернуться лишь половина строк растра так, что между строками останутся свободные промежутки такой же ширины, что и сами строки. Развернутое изображение называется *полукадром* или *первым полем кадра*. При повторном движении развертывающего элемента сверху вниз будет развернута вторая полови-

на строк, то есть второй полукадр или второе поле кадра. Для того, чтобы строки попали в свободные промежутки, первый полукадр должен заканчиваться разверткой половины строки, а второй начинаться с половины строки. Наложение строк обоих полей образует полный растр.

Если последовательно пронумеровать все строки раstra, то строки первого поля окажутся нечетными, а второго – четными. Поэтому поля называются соответственно нечетным полем и четным полем.

Выигрыш в использовании чересстрочной развертки очевиден. Частота строчной развертки  $f_c$  уменьшается вдвое, то есть вдвое уменьшается и частота кадровой развертки  $f_k$ , а значит вдвое уменьшается и ширина спектра сигнала изображения.

Четкость при чересстрочной развертке остается такой же, как и при построчной, т.к. четные строки располагаются между нечетными, а вследствие инерционности зрения и те и другие видны одновременно.

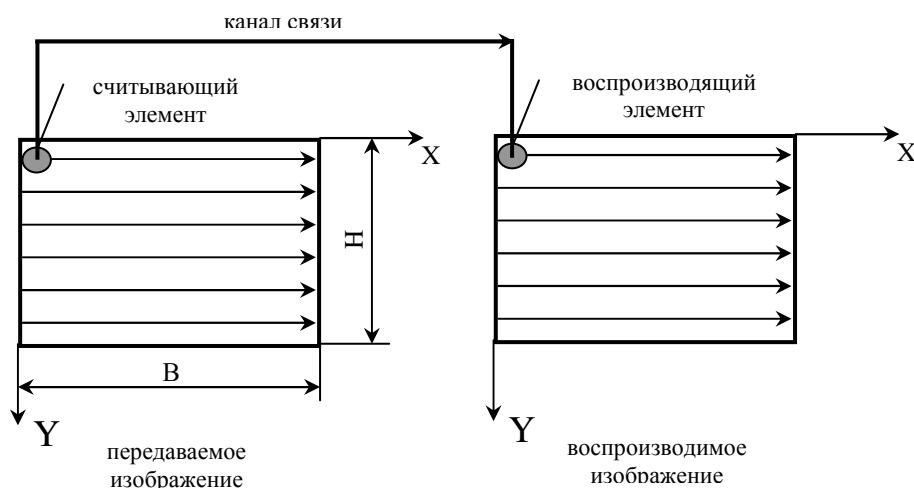


Рисунок 1. Принцип развертки изображения

менно. Для обеспечения строгой синфазности сигнала изображения и синхросигнала целесообразно размещать синхрогенератор на передающей стороне ТВ-системы и передавать оба сигнала на приемную сторону по единому каналу связи. При этом сложный синхросигнал замешивается в сигнал изображения. При использовании негативной формы сигнала изображения строчные синхроимпульсы размещаются на строчных гасящих импульсах, а кадровые синхроимпульсы и уравнивающие импульсы на гасящих кадровых импульсах, как на пьедесталах. Говорят, что синхросигнал по отношению к сигналу изображения лежит на уровне чернее черного. В результате формируется полный телевизионный сигнал (см. рис. 2).

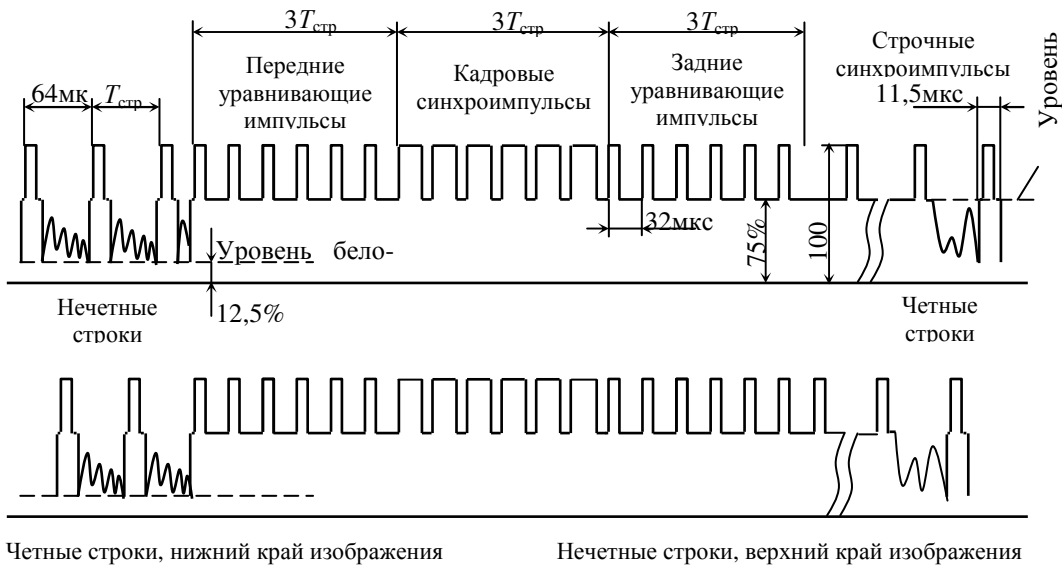


Рисунок 2. Полный телевизионный сигнал

## 2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

### 2.1 Исследование геометрических искажений телевизионного раstra

Состав лабораторной установки для проведения лабораторных исследований представлен на схеме рис.3.

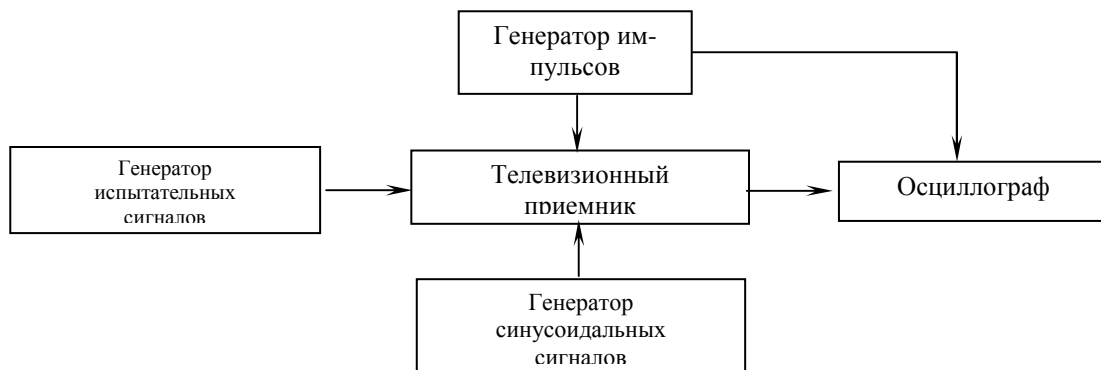


Рисунок 3. Схема лабораторной установки

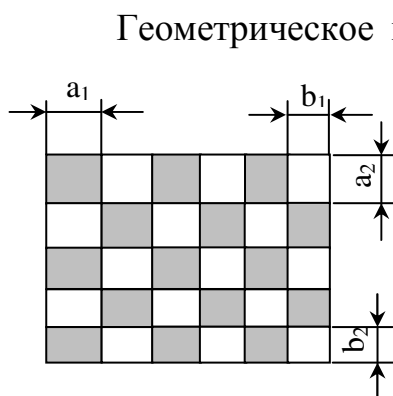


Рисунок 4

Геометрическое подобие изображения заключается в правильном воспроизведении на экране кинескопа геометрических размеров деталей передаваемого объекта.

Искажения геометрического подобия выражаются в нарушении масштаба отдельных участков изображения, нарушении прямоугольности раstra и искривлении прямых линий. Идеальный растр формируется сигналами строчной и кадровой разверток, обеспечивающими постоянную скорость разверток, прямолинейность строк и их одинаковую длину. При нелинейности

строчной развертки изображение искажается в горизонтальном направлении, при нелинейности кадровой развертки – в вертикальном.

Для оценки этих искажений используют изображение типа «шахматное поле». Величина коэффициента нелинейности  $\Delta_z$  показывает наибольшее относительное изменение масштаба объекта вдоль строк и  $\Delta_k$  – вдоль кадра:

$$\Delta_z = 2 \frac{a_1 - b_1}{a_1 + b_1} \cdot 100\% \quad , \quad \Delta_k = 2 \frac{a_2 - b_2}{a_2 + b_2} \cdot 100\% \quad ,$$

где  $a_1$  и  $b_1$  – соответственно размеры самого широкого и самого узкого элементов шахматного поля в горизонтальном направлении;  $a_2$  и  $b_2$  – соответственно размеры элементов в вертикальном направлении (см. рис.4).

В настоящем разделе лабораторной работы предлагается оценить геометрические искажения раstra и устранить их.

1. Включите телевизионный приемник с помощью тумблера на лицевой панели. Включите генератор испытательных сигналов ГИС-01Т кнопкой «СЕТЬ» на лицевой панели. Включить осциллограф тумблером «СЕТЬ».
2. С генератора испытательных сигналов подайте на вход телевизионного приемника сигнал типа «шахматное поле», нажав соответствующую клавишу на лицевой панели прибора.
3. Рассчитайте величины коэффициентов нелинейности  $\Delta_z$  и  $\Delta_k$ , произведя необходимые измерения.
4. Подключите сигнальный вывод осциллографа к гнезду «СИГНАЛ КАДРОВОЙ РАЗВЕРТКИ» и с помощью регуляторов настройки добейтесь изображения осциллограммы сигнала кадровой развертки в интервале  $1 \div 2$  периодов. Зарисуйте осциллограмму сигнала в поле координатной сетки.
5. Регуляторами «ЛИНЕЙНОСТЬ ПО ВЕРТИКАЛИ» на верхней панели телевизора и «ЛИНЕЙНОСТЬ ПО ГОРИЗОНТАЛИ» на задней панели телевизора добейтесь устранения искажений раstra так, чтобы параметры  $\Delta_z$  и  $\Delta_k$  приняли нулевые значения.
6. Зарисуйте осциллограмму сигнала кадровой развертки. Сравните осциллограммы и дайте краткое письменное пояснение, как связана форма сигнала с изображением на экране.

## **2.2 Исследование амплитудно-частотной характеристики видеоусилителя**

Основное усиление сигнала изображения в телевизионном приёмнике осуществляется на промежуточной частоте. Тем не менее, после операции детектирования необходимо доведение уровня сигнала до требуемого значения. Эту задачу выполняет видеоусилитель.

В настоящем разделе лабораторной работы предлагается исследовать амплитудно-частотную характеристику видеоусилителя.

1. Установите величину выходного сигнала с генератора синусоидального напряжения Г4-117 равную 2 В.
2. С помощью регуляторов настройки осциллографа добейтесь устойчивого изображения осциллограммы синусоидального сигнала.
3. Изменяйте частоту входного сигнала от нулевого значения до величины, при которой амплитуда наблюдаемого сигнала уменьшится практически до нулевого значения. Результаты измерений занесите в таблицу. На участках, где не наблюдается заметного изменения амплитуды сигнала отсчёты регистрируйте через большие интервалы. На участках, где имеет место изменение амплитуды регистрируйте отсчёты чаще.

Таблица 1

f, МГц					
U, В					
$k = U/U_{\max}$					

4. По данным таблицы постройте график амплитудно-частотной характеристики видеоусилителя. Отметьте на графике значение верхней граничной частоты видеоусилителя. Дайте письменное разъяснение по факту выявленного значения (почему верхняя граничная частота имеет именно такое значение).

### 3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫВОДАМ

Сделать выводы по работе с теоретическим анализом полученных результатов.

### 4 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Название лабораторной работы.
2. Цель работы.
3. Содержание работы (вопросы занятия).
4. Именованная таблица с результатами измерений.
5. Именованные графические диаграммы результатов измерений.
6. Именованные формулы и результаты вычислений.
7. Выводы по работе с теоретическим анализом полученных результатов.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Свойства сигнала изображения.
2. Свойства спектра сигнала изображения.
3. Прогрессивная и чересстрочная развертки.
4. Полный телевизионный сигнал (состав и назначение импульсов).
5. Причины возникновения апертурных искажений.
6. Основные показатели передающих трубок.
7. Виды искажения ТВ изображений.
8. Принцип работы кинескопа.

9. Способы передачи в ТВ системе сигнала звукового сопровождения.
10. Особенности конструктивного исполнения устройств строчной и кадровой развертки.

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4**

### **Исследование влияния помех на качество изображения**

#### **Цель работы:**

1. Привитие навыков работы с лабораторным оборудованием, контрольно-измерительными приборами и вычислительной техникой.
2. Практическое освоение слушателями научно-теоретических положений о физических принципах работы телевизионного приемника.
3. Овладение слушателями техникой экспериментальных исследований и развитие способностей по анализу полученных результатов.
4. Формирование и развитие у слушателей:
  - ✓ научного мышления, умения активно участвовать в творческой дискуссии, делать правильные выводы, аргументировано излагать и отстаивать свое мнение;
  - ✓ трудолюбия, добросовестного отношения к учебе и стремления в совершенстве овладеть избранной специальностью;
  - ✓ умения конструктивно взаимодействовать с другими людьми для достижения общих целей.

### **1 НЕОБХОДИМЫЕ СВЕДЕНИЯ ИЗ ТЕОРИИ ВОПРОСА**

Для реализации передачи изображения на расстояние необходимо обеспечить формирование сигнала изображения и его передачу с последующим восстановлением из него изображения в исходной геометрической последовательности.

Развертывающий элемент преобразует световой поток в сигнал изображения, который также описывается функцией времени  $u = f(t)$ . Если снижение яркости изображения вызывает уменьшение сигнала, то сигнал называется позитивным. Максимальный уровень такого сигнала называется уровнем белого, а минимальный уровень – уровнем черного. Если снижение яркости изображения вызывает увеличение сигнала, то сигнал называется негативным. Максимальный уровень такого сигнала называется уровнем черного, а минимальный уровень – уровнем белого. Величина размаха сигнала от максимального до минимального значения называется динамическим диапазоном сигнала.

Видеосигнал не является гармоническим колебанием, а имеет импульсный характер: в нем присутствуют резкие переходы между уровнями (фронты) и плоские участки импульсов.

По своей природе сигнал изображения униполярен, так как яр-

кость не может быть отрицательной. Средняя составляющая сигнала пропорциональна средней яркости изображения.

Строчная и покадровая развертка изображения приводят к тому, что сигнал формируется отрезками. На интервалах обратного хода сигнал должен иметь уровень черного, что достигается замешиванием в него гасящих импульсов. Учитывая, что в развертке даже мелких деталей участвует, как правило, несколько строк, можно считать сигнал соседних строк идентичным, а весь сигнал описывается периодической функцией с частотой строчной развертки  $f_c = 1/T_c$  или с частотой кадровой развертки  $f_k = 1/T_k$ .

Произвольное изображение можно рассматривать как суперпозицию вертикальных и горизонтальных полос различных размеров и яркости, а его сигнал как суперпозицию соответствующих сигналов. Таким образом, спектр сигнала изображения линейчатый. Этот вывод не противоречит теории гармонического анализа, так как сигнал описывается периодической функцией. По мере уменьшения деталей изобра-

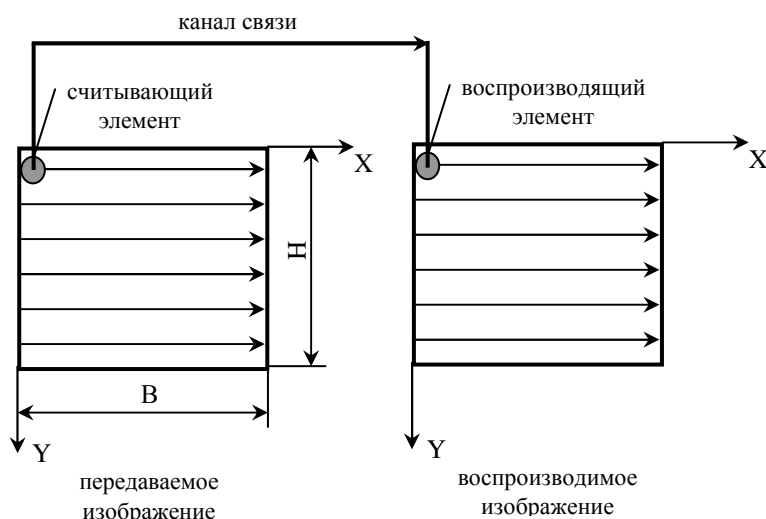


Рисунок 1. Принцип развертки изображения

жения спектр сигнала сдвигается в сторону высоких частот. Следовательно, спектральные составляющие низких частот несут информацию о распределении яркости на крупных участках изображения, а спектральные составляющие высоких частот – о распределении яркости на мелких участках изображения. С ро-

стом частоты амплитуда гармоник уменьшается, следовательно, большую долю энергии сигнала переносят низкочастотные составляющие.

Для одновременной передачи информации о яркостях всех элементов число линий связи должно быть равно числу элементов изображения. Очевидно, что при передаче изображений на большие расстояния такой метод неприемлем. Однако *метод мгновенной передачи* реализуется в эндоскопии, благодаря удивительным свойствам световых волокон. Световолоконные эндоскопы успешно применяются в медицинской и технической диагностике.

В телевидении применяется *метод развертки изображения* – процесс последовательной поочередной передачи ЭО. Яркости элементов можно передавать по одному каналу связи последовательно

друг за другом, и синтезировать изображение в том же порядке на приемной стороне. Это осуществляется с помощью считывающего и воспроизводящего элементов, сканирующих синхронно по определенному закону в плоскостях передаваемого и воспроизводимого изображений (рис.1). Считывающий элемент осуществляет развертку изображения, а воспроизводящий – обратный синтез. Практически во всех телевизионных системах используется принцип линейной развертки. Если строки разворачиваются друг за другом без пропусков, то развертка называется *построчной* или *прогрессивной*.

Принцип *чересстрочной развертки* заключается в том, что строки кадра разворачиваются в два приема. Если увеличить период строчной развертки  $T_c$  вдвое, то за время движения развертывающего элемента сверху вниз успеет развернуться лишь половина строк раstra так, что между строками останутся свободные промежутки такой же ширины, что и сами строки. Развернутое изображение называется полукадром или первым полем кадра. При повторном движении развертывающего элемента сверху вниз будет развернута вторая половина строк, то есть второй полукадр или второе поле кадра. Для того, чтобы строки попали в свободные промежутки, первый полукадр должен заканчиваться разверткой половины строки, а второй начинаться с половины строки. Наложение строк обоих полей образует полный растр.

Если последовательно пронумеровать все строки раstra, то строки первого поля окажутся нечетными, а второго – четными. Поэтому поля называются соответственно нечетным полем и четным полем.

Выигрыш в использовании чересстрочной развертки очевиден. Частота строчной развертки  $f_c$  уменьшается вдвое, то есть вдвое уменьшается и частота кадровой развертки  $f_k$ , а значит вдвое уменьшается и ширина спектра сигнала изображения.

Четкость при чересстрочной развертке остается такой же, как и при построчной, т.к. четные строки располагаются между нечетными, а вследствие инерционности зрения и те и другие видны одновременно.



Для обеспечения строгой синфазности сигнала изображения и син-

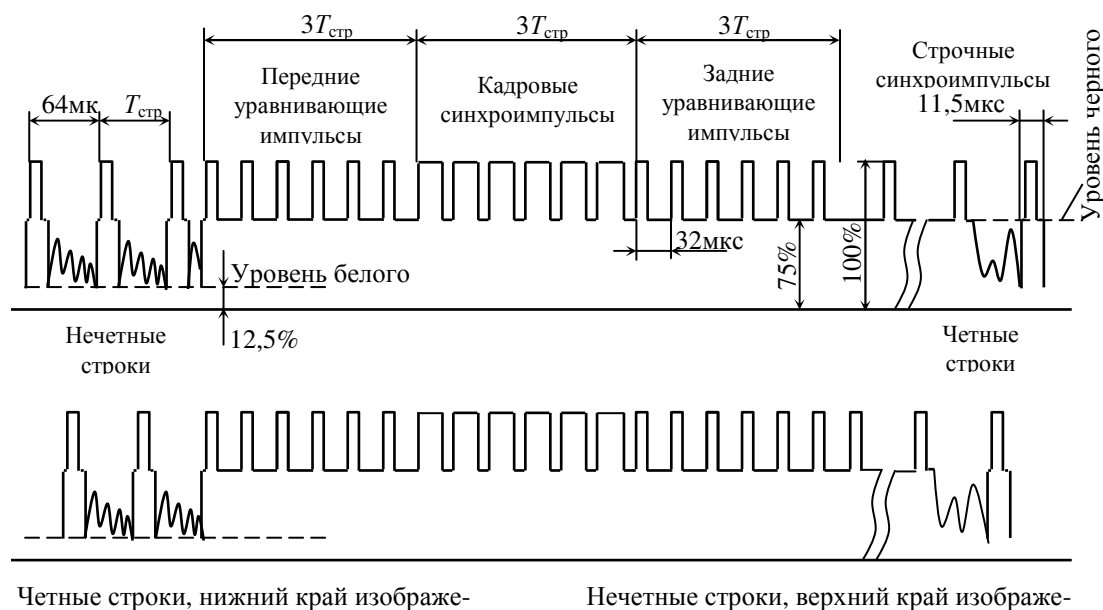


Рисунок 2. Полный телевизионный сигнал

хросигнала целесообразно размещать синхрогенератор на передающей стороне ТВ-системы и передавать оба сигнала на приемную сторону по единому каналу связи. При этом сложный синхросигнал замешивается в сигнал изображения. При использовании негативной формы сигнала изображения строчные синхроимпульсы размещаются на строчных гасящих импульсах, а кадровые синхроимпульсы и уравнивающие импульсы на гасящих кадровых импульсах, как на пьедесталах. Говорят, что синхросигнал по отношению к сигналу изображения лежит на уровне чернее черного. В результате формируется полный телевизионный сигнал (см. рис. 2).

## 2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

### 2.1 Исследование параметров телевизионного сигнала

Состав лабораторной установки для проведения лабораторных исследований представлен на схеме рис.1.

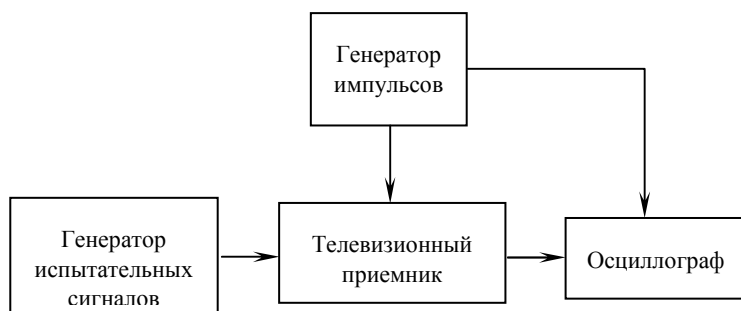


Рисунок 1. Схема лабораторной

Информацию об изображении несёт видеосигнал, формируемый телекамерой или специальным генератором испытательных сигналов. Для обеспечения синхронного и синфазного поступления ви-

деосигнала на модулятор кинескопа и сигнала развёртки электронного

луча в сигнал изображения замешиваются последовательности синхроимпульсов строчной и кадровой частоты. Результирующий сигнал называется полным телевизионным сигналом.

В настоящем разделе лабораторной работы предлагается исследовать осциллограмму полного телевизионного сигнала, формируемого генератором испытательных сигналов, а также осциллограммы кадровых и строчных синхроимпульсов.

1. Подключите сигнальный вывод осциллографа к гнезду «ВИДЕО» телевизионного приёмника.

2. С генератора ГИС-01Т подайте сигнал полос градации яркости, нажав соответствующую клавишу на лицевой панели прибора, и с помощью регуляторов настройки добейтесь изображения осциллограммы полного телевизионного сигнала на интервале  $1\div 2$  телевизионных строк. Зарисуйте осциллограмму сигнала в поле координатной сетки.

3. Укажите на рисунке осциллограммы сигнал изображения строки, синхроимпульсы, уровни «чёрного», «белого», «чернее чёрного». Измерьте амплитуду сигнала изображения, соответствующую каждой полосе градации яркости; укажите уровень, соответствующий полосе с наибольшей и с наименьшей яркостью. Укажите вид сигнал – негативный или позитивный.

4. Подключите сигнальный вывод осциллографа к гнезду «СТРОЧНЫЕ СИНХРОИМПУЛЬСЫ» и добейтесь изображения устойчивой осциллограммы на интервале  $1\div 2$  периодов. Определите частоту следования синхроимпульсов.

5. Подключите сигнальный вывод осциллографа к гнезду «КАДРОВЫЕ СИНХРОИМПУЛЬСЫ» и добейтесь изображения устойчивой осциллограммы на интервале  $1\div 2$  периодов. Определите частоту следования синхроимпульсов.

## **2.2 Исследование влияния помех на качество изображения**

Одним из главных условий синтеза изображения на экране телевизионного приёмника является синхронность и синфазность сигнала изображения и сигналов развёртки. Нарушение этого условия ведёт сначала к искажению изображения, а затем и к полному его разрушению. Одной из причин нарушения синхронизации является наличие импульсных хаотических и регулярных помех в полном телевизионном сигнале.

В настоящем разделе лабораторной работы предлагается исследовать устойчивость развёртывающих устройств к влиянию помеховых сигналов, что влияет на качество изображения.

1. Подготовьте таблицу для внесения результатов измерений.

Таблица 2

Частота, Гц	6.	7.	8.	9.
Амплитуда, В	10.	11.	12.	13.

2. Подключите сигнальный вывод генератора импульсных сигналов к гнезду “ВИДЕО” телевизионного приёмника и на вход осциллографа.

3. Установите частоту выходного сигнала отрицательной полярности, близкую частоте строчной развертки. Меняйте амплитуду сигнала до наступления момента разрушения изображения. Зарегистрируйте величину амплитуды помехового сигнала с помощью осциллографа.

4. Повторите эксперимент при частоте помехового сигнала в 5000 Гц и 500 Гц. Сравните зарегистрированные амплитуды.

5. Установите частоту выходного сигнала, равную частоте кадровой развертки. Изменяя амплитуду помехового сигнала, попытайтесь добиться разрушения изображения. Опишите наблюдаемые изменения в изображении.

6. Поменяйте полярность помехового сигнала и повторите экспериментальные исследования.

7. Дайте письменное объяснение, почему помеховый сигнал положительной полярности не вызывает разрушения изображения.

### **3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫВОДАМ**

Сделать выводы по работе с теоретическим анализом полученных результатов

### **4 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА**

1. Название лабораторной работы.
2. Цель работы.
3. Содержание работы (вопросы занятия).
4. Именованная таблица с результатами измерений.
5. Именованные графические диаграммы результатов измерений.
6. Именованные формулы и результаты вычислений.
7. Выводы по работе с теоретическим анализом полученных результатов.

### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:**

1. Свойства сигнала изображения.
2. Свойства спектра сигнала изображения.
3. Прогрессивная и чересстрочная развертки.
4. Полный телевизионный сигнал (состав и назначение импульсов).
5. Требования к сигналам синхронизации.

6. Принципы выделения синхроимпульсов из ТВ сигнала и их разделение.
7. Виды синхронизации генераторов.
8. Особенности наземного ТВ вещания.
9. Зоны обслуживания ТВ вещанием.
10. Принципы построения ТВ приемников.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

### Исследование формирователя видеосигнала на ПЗС

#### Цель работы:

1. Привитие навыков работы с лабораторным оборудованием, контрольно-измерительными приборами и вычислительной техникой.
2. Практическое освоение слушателями научно-теоретических положений о характеристиках формирователя видеосигнала на ПЗС;
3. Овладение слушателями техникой экспериментальных исследований и развитие способностей по анализу полученных результатов.
4. Формирование и развитие у слушателей:
  - ✓ научного мышления, умения активно участвовать в творческой дискуссии, делать правильные выводы, аргументировано излагать и отстаивать свое мнение;
  - ✓ трудолюбия, добросовестного отношения к учебе и стремления в совершенстве овладеть избранной специальностью;
  - ✓ умения конструктивно взаимодействовать с другими людьми для достижения общих целей.

#### 1 НЕОБХОДИМЫЕ СВЕДЕНИЯ ИЗ ТЕОРИИ ВОПРОСА

В основе работы ПЗС лежат свойства структуры металла-

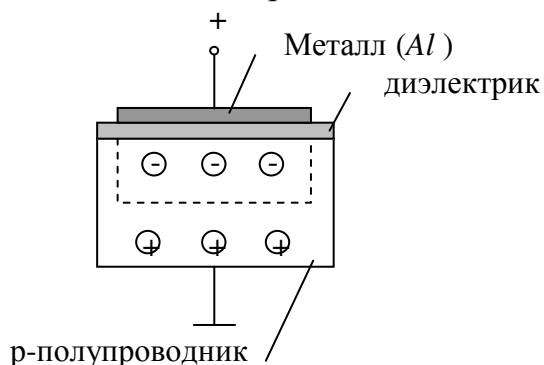


Рисунок 1. Структура МДП

диэлектрик-полупроводник (МДП-структура) (см. рис. 1), способной собирать, накапливать и хранить неосновные носители заряда в локализованных потенциальных ямах, образующихся у поверхности под действием электрического поля. Роль диэлектрика выполняет окисел кремния. Р-полупроводник представляет собой кристалл легированного кремния. Под действием поля неосновные носители (электроны)

концентрируются под металлическим электродом и удерживаются в потенциальной яме в виде зарядового пакета, а основные носители (дырки) - у основания полупроводника. Если в потенциальную яму

каким-либо образом поместить дополнительный заряд, то зарядовый пакет будет удерживаться в течении определенного времени. С течением времени из-за процесса термогенерации величина зарядового пакета может сильно измениться.

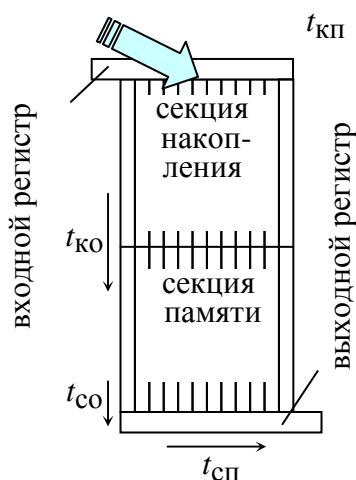


Рисунок 3 - Двухсекционная матрица

Алюминиевый электрод и пленка диэлектрика могут быть достаточно прозрачными для проникновения светового потока в полупроводник. Под действием света в потенциальной яме образуется зарядовый пакет, величина которого пропорциональна освещенности ячейки и времени накопления. Если изготовить линейку ячеек МДП-структуры (рис. 2), объединить электроды одной фазной шиной положительного потенциала и спроецировать на линейку строку изображения, то возникшие зарядовые пакеты будут отображать зарядовый рельеф изображения строки. Режим записи потенциального рельефа должен иметь оптимальную длительность, т.к. процесс термогенерации

зарядов может создать сильное зашумление полезного сигнала. Для того, чтобы такая структура окончательно стала преобразователем изображения, в ней необходимо обеспечить развертку потенциального рельефа в сигнал. Осуществляется это путем создания в структуре режима направленного переноса зарядов к устройству преобразования зарядовых пакетов в потенциал. Направленная передача заряда в ПЗС обеспечивается расположением ячеек на столь близком расстоянии, что их потенциальные ямы соединяются. При этом заряд будет накап-

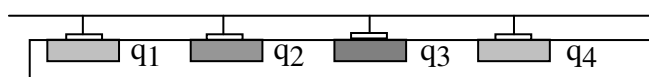


Рисунок 2. Линейка МДП-ячеек

ливаться в более глубокой потенциальной яме.

Этого недостатка лишены двухсекционные матрицы (см. рис.3). Обе секции изготавливаются на основе одного набора линеек, разделенного на две равные части. Первая секция — секция накопления — открыта для светового потока; в ней происходит формирование зарядового рельефа за время, соответствующее времени прямого хода по кадру. Вторая секция — секция памяти — закрыта от светового потока; в нее после процесса накопления переносится зарядовый рельеф за время обратного хода по кадру. Построчный вывод зарядов из секции памяти в выходной регистр осуществляется за время накопления зарядового рельефа следующего кадра изображения, но в интервалы

времени обратного хода по строке. В интервалы прямого хода из выходного регистра считываются сигналы изображения строк.

Двухсекционная матрица позволяет легко реализовать чересстрочное разложение изображения; нечетное поле формируется под электродами одной фазной шины, а четное – под электродами другой.

## 2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

### 2.1 Исследование частотно-контрастной характеристики формирователя видеосигнала на ПЗС

Состав лабораторной установки для проведения лабораторных исследований представлен на схеме рис.4.

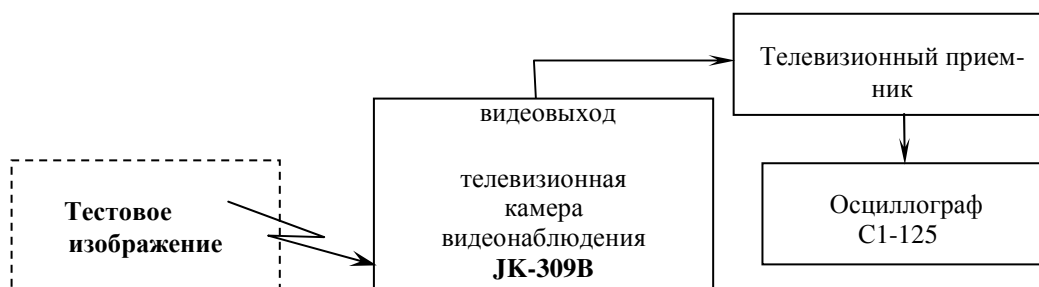


Рисунок 4. Схема лабораторной установки

В настоящем разделе лабораторной работы предлагается исследовать частотно-контрастную характеристику формирователя изображения на ПЗС. Частотно-контрастная характеристика (ЧКХ) описывает реакцию формирователя изображения на оптические входные воздействия с различными пространственными частотами. Данная характеристика отображает потери, связанные с уменьшением амплитуды высокочастотных гармонических составляющих, из которых складывается исходное изображение. Для определения ЧКХ экспериментальным путем используются оптические штриховые миры (тестовые изображения чередующихся белых и черных полос, расположенных вертикально вдоль линии развертки строк). По осциллографу определяется амплитуда видеосигнала на выходе формирователя изображения в зависимости от числа полос, приходящихся на ширину телевизионного раstra.



1. Подготовить к работе осциллограф С1-125, телевизионный приемник и телекамеру видеонаблюдения. Включить осциллограф, вытянув кнопку СЕТЬ на себя, телевизионный приемник с помощью тумблера на лицевой панели и телекамеру.

2. Подать на НЧ-вход телевизионного приемника сигнал с видеовыхода телекамеры.

3. Перед объективом телекамеры разместить планшет со штриховой мирой (№ 1), имеющей наибольшую ширину полос. Установить наибольшую четкость и нормальную контрастность телевизионного

изображения, используя ручки регулировки на передней панели телевизора.

4. Установить переключатель осциллографа АВТ-ЖДУЩ в положение “Авт”, что обеспечит автоматический режим синхронизации. Установить луч развертки осциллографа на центр экрана осциллографа с помощью ручки  $\updownarrow$  соответствующего канала и ручки  $\leftrightarrow$ .

Используя ручку , установить достаточную для наблюдения яркость луча развертки. Используя ручки ФОКУС  $\otimes$  и , добиться минимальной толщины луча развертки. При необходимости скорректировать яркость луча развертки.

Установить переключатель выбора сигнала синхронизации ВНЕШ-ВНУТР-СЕТЬ в положение “Внутр”, а переключатель А-Б в положение, соответствующее используемому каналу осциллографа.

5. Подключить ко входу осциллографа телевизионный сигнал с видеовыхода телевизора, используя разъемы “корпус” и №5 “Видео (6 В)” на боковой панели телевизора. Выбрать удобный для наблюдения сигнала масштаб развертки по амплитуде с помощью переключателя V/ДЕЛ и по длительности с помощью переключателя ВРЕМЯ/ДЕЛ. С помощью ручек УРОВЕНЬ и СТАБИЛЬНОСТЬ добиться синхронизации развертки и получить на экране изображение сигнала. Выбрать удобный для наблюдения сигнала масштаб развертки по амплитуде и по длительности. Зарисовать полученную осциллограмму в отчет с учетом масштаба развертки. Определить амплитуду телевизионного сигнала изображения штриховой миры по осциллограмме с учетом масштаба развертки. Подсчитать число полос, приходящихся на ширину экрана. Результат занести в таблицу 1.

Таблица 1

Число полос миры, приходящихся на ширину раstra					
Амплитуда телевизионного сигнала $U_m$ , В					
$K = \frac{U_m}{U_{m \max}}$					

6. Перед телекамерой поместить тестовое изображение с меньшей толщиной полос (№ 2) и повторить измерение амплитуды телевизионного сигнала и подсчет числа полос на экране. Повторить измерения для всех тестовых изображений (№ 3-5) и занести результаты в таблицу 1.

По результатам измерений построить нормированный график частотно-контрастной характеристики  $K = f(n)$ . Сделать выводы по полученной зависимости.

### 3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫВОДАМ

Сделать выводы по работе с теоретическим анализом полученных

результатов.

#### **4 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА**

1. Название лабораторной работы.
2. Цель работы.
3. Содержание работы (вопросы занятия).
4. Именованная таблица с результатами измерений.
5. Выводы по работе с теоретическим анализом полученных результатов.

#### **5 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Физические принципы формирования изображения на основе фоточувствительных ПЗС.
2. Формирования сигнала изображения в линейном фоточувствительном ПЗС.
3. Матричные формирователи изображения на основе ФПЗС.
4. Основные показатели передающих трубок.
5. Типы и законы фотоэффекта.
6. Принцип мгновенного действия ЭЛТ.
7. Принцип действия ЭЛТ с накоплением зарядов.
8. Принцип перемещения зарядовых пакетов в сдвиге регистре ПЗС.
9. Принципы построения цветных кинескопов.
10. Связь между спектральными характеристиками и цветом.

### **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6**

#### **Исследование системы магнитной записи изображения**

##### **Цель работы:**

1. Привитие навыков работы с лабораторным оборудованием, контрольно-измерительными приборами и вычислительной техникой.
2. Практическое освоение слушателями научно-теоретических положений о характеристиках видеоманитофона.
3. Овладение слушателями техникой экспериментальных исследований и развитие способностей по анализу полученных результатов.
4. Формирование и развитие у слушателей:
  - ✓ научного мышления, умения активно участвовать в творческой дискуссии, делать правильные выводы, аргументировано излагать и отстаивать свое мнение;
  - ✓ трудолюбия, добросовестного отношения к учебе и стремления в совершенстве овладеть избранной специальностью;
  - ✓ умения конструктивно взаимодействовать с другими людьми для достижения общих целей.



## 1 НЕОБХОДИМЫЕ СВЕДЕНИЯ ИЗ ТЕОРИИ ВОПРОСА

Запись телевизионных сигналов на магнитный носитель, как и звуковых сигналов, основана на способности некоторых материалов намагничиваться под воздействием магнитного поля, создаваемого электрическим сигналом, и сохранять остаточную намагниченность после снятия внешнего поля продолжительное время. В качестве магнитных носителей в настоящее время наибольшее распространение получили магнитные ленты.

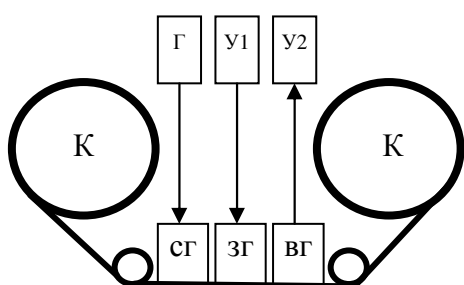


Рисунок 1. Схема устройства записи и воспроизведения видеосиг-

налы. Благодаря движению ленты информация, содержащаяся в сигнале, переносится на ленту в виде последовательности намагниченных участков. При воспроизведении происходит обратный процесс восстановления сигнала в воспроизводящей головке ВГ и усиление усилителем У2.

Ленты для видеомагнитофонов изготавливаются из полиэфирной пленки толщиной от 30 до 12 мкм. На поверхность пленки наносится тонкий слой ферромагнитного материала, состоящий из мельчайших частичек игольчатой формы. Частицы удерживаются на поверхности связующим материалом, который одновременно обеспечивает высокую износостойкость и плотность контакта ленты с головками, а также снижает коэффициент трения.

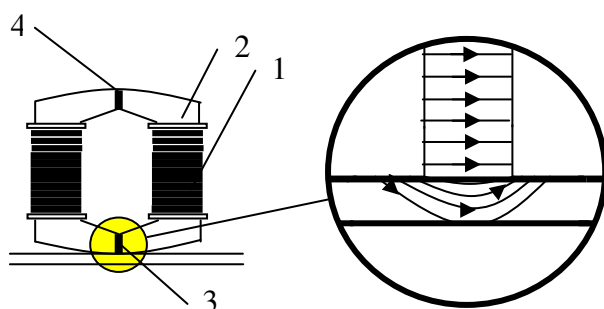


Рисунок 2. Конструкция записывающей головки

Она представляет собой магнитную катушку.

Магнитная лента намотанная на катушки К с помощью лентопротяжного механизма непрерывно перемещается относительно функциональных элементов устройства (см. рис. 1). Стирающая головка СГ создает с помощью генератора Г магнитное поле размагничивания ленты для снятия случайных магнитных полей ленты или стирания ранее записанной информации. Сигнал, подлежащий записи, усиливается усилителем У1 и преобразуется в записывающей головке ЗГ в магнитное поле

Ферромагнитный материал для обеспечения высокого отношения сигнал/шум должен обладать большой остаточной намагниченностью и большой коэрцитивной силой для уменьшения возможности размагничивания случайными полями.

Конструкция записывающей головки схематично изображена на рис. 2.

Если через обмотку 1 проходит ток сигнала, то в сердечнике 2 индуцируется магнитный поток. Сердечник имеет рабочий 3 и технологический 4 зазоры и образует замкнутую магнитную цепь. Зазоры заполняются немагнитным материалом. Заполнение технологического зазора позволяет стабилизировать магнитное сопротивление в процессе износа рабочей поверхности головки. Материал сердечника в отличие от материала магнитного слоя ленты должен обладать малым магнитным сопротивлением и малой коэрцитивной силой, чтобы уменьшить возможность случайного намагничивания.

Магнитный слой ленты шунтирует рабочий зазор. В результате основная часть магнитного потока проходит через рабочий слой ленты. В процессе движения на ленте формируется магнитный след – сигналограмма. Длина волны записи зависит от частоты сигнала и скорости движения ленты относительно головки

$$\lambda = \frac{v}{f}.$$

Теоретические и экспериментальные исследования показывают, что предельная граница верхних частот спектра сигнала при записи лежит выше 100 МГц.

При воспроизведении силовые линии магнитного поля ленты замыкаются через сердечник головки, индуцируя в обмотке электрический ток. Если длина волны записи соизмерима с длиной рабочего участка головки, что имеет место на средних частотах, то воспроизведение осуществляется без потерь и искажений. Если длина волны записи превышает размер рабочего участка, то магнитное поле в сердечнике оказывается значительно ослабленным. Это в свою очередь приводит к наведению в обмотке ЭДС низкого уровня. Высокочастотному сигналу соответствует малая длина волны записи. Когда она становится соизмерима с рабочим зазором головки, магнитное поле не проникает в сердечник, - силовые линии замыкаются через зазор и сигнал записи не воспроизводится в обмотке. Граничная частота, на которой воспроизводимый сигнал становится соизмерим с шумами определяется выражением

$$f_0 = \frac{v}{\delta},$$

где  $v$  – скорость движения ленты,  $\delta$  - ширина зазора. Уменьшение щелевых потерь достигается совершенствованием технологии изготовления головок с узкими рабочими зазорами.

$$\lambda_{\max} = \lambda_{\min} \frac{f_{\max}}{f_{\min}}.$$

Стирание служит для устранения любой остаточной намагниченности на ленте. Для этого необходимо поместить ленту в поле, противоположное полю намагничивания. Напряженность должна точно соответствовать величине, необходимой для компенсации остаточной

намагниченности. Так как сигналограмма носит случайный характер, то на первый взгляд стирание осуществить нельзя. Применяется следующий способ: ленту помещают в переменное магнитное поле, напряженность которого с каждым циклом перемагничивания убывает до нуля. Изменение намагниченности поясняется рисунком 4. Сначала намагниченность ленты доводится до насыщения, а затем постепенно с каждым циклом уменьшается до нуля.

Современная техника позволяет записывать сигналы с длиной волны не менее 2 мкм. Следовательно, если применять методы звуковой записи, то для записи верхней граничной частоты видеосигнала потребуется скорость протяжки ленты, равная  $v = f_{\max} \lambda = 6 \cdot 10^6 \cdot 2 \cdot 10^{-6} = 12$  м/с. Очевидно, что такая скорость неприемлема ни с технической, ни с экономической точки зрения.

Для снижения скорости протяжки применяется техника поперечно-строчной и наклонно-строчной записи. Для этого одна или несколько головок размещаются на вращающемся диске. Скорость перемещения ленты относительно головки определяется геометрической суммой линейной скорости вращения головок  $v_r$  и поступательной скорости движения ленты  $v_{л.}$

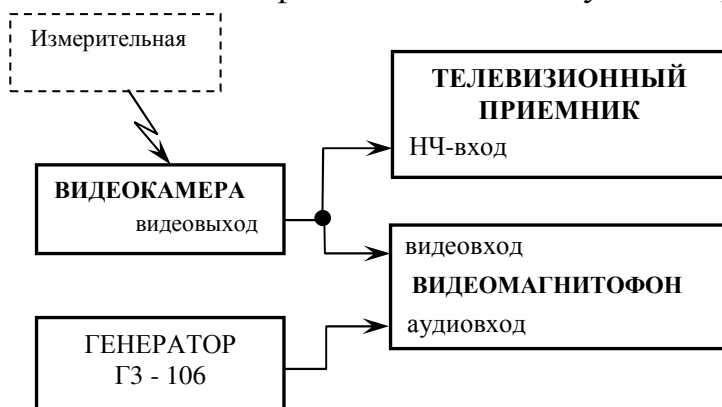
$$v_{лг} \approx v_r \pm v_{л} \cos \theta$$

где  $\theta$  - угол между векторами скорости вращения головок и перпендикуляром к кромке ленты..

При поперечно-строчной записи (применяется в профессиональной аппаратуре телевизионного вещания) используется диск с четырьмя и более головками, а при наклонно-строчной с одной, двумя, четырьмя и даже шестью головками. В обоих форматах записи магнитная дорожка представляет следующие друг за другом строчки записи. В первом случае строчки почти перпендикулярны кромке ленты, во втором – угол наклона равен  $3 \div 5^\circ$ .

## 2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

Перед выполнением лабораторных исследований была выполнена запись видеомagnитофоном на магнитную ленту сигнала тестового



изображения, формируемого с помощью видеокамеры, и сигнала звукового сопровождения, в качестве которого использован синусоидальный сигнал с выхода генератора (рис. 3).

Рисунок 3. Схема записи тестовых сигналов на магнитную ленту

В качестве тестового используется изображение телевизионной измерительной таблицы ТИТ-0249 (рис. 4), имеющее в центре и по углам штриховые миры, образованные группами сходящихся линий для визуальной оценки разрешающей способности формируемого изображения.

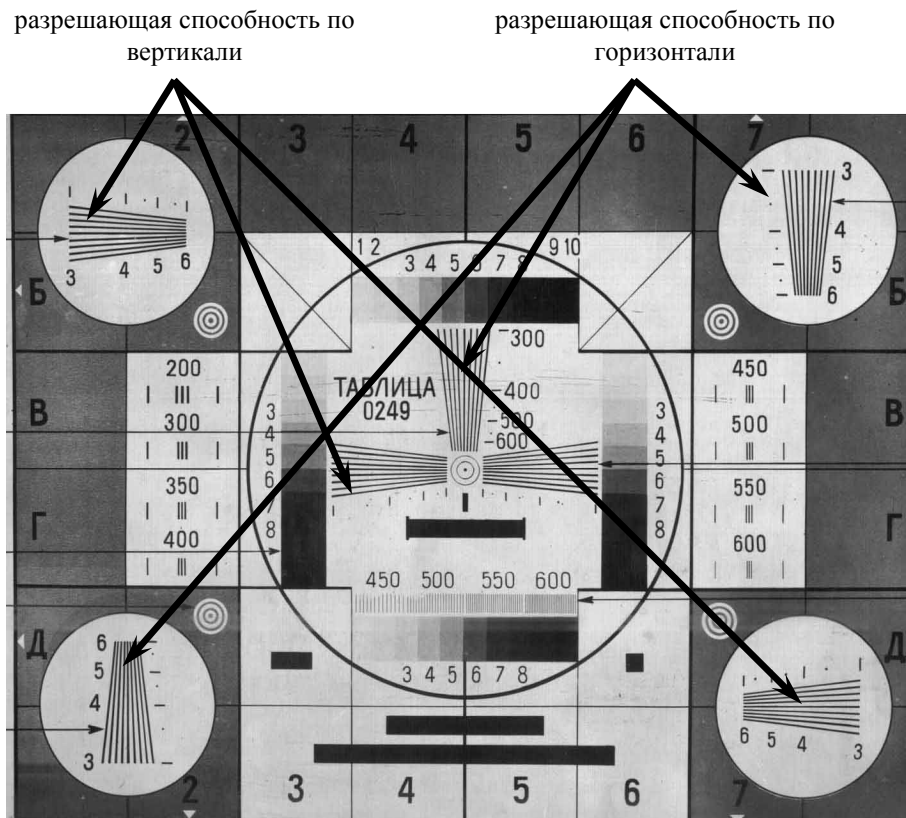


Рисунок 4. Телевизионная измерительная таблица ТИТ-0249

Для оценки разрешения по вертикали используются миры из горизонтально ориентированных линий в левом верхнем и правом нижнем углах, а также в центре; для оценки разрешения по горизонтали используются миры из вертикально ориентированных линий в правом верхнем и левом нижнем углах, а также в центре. Для оценки разрешающей способности используется цифровая шкала: определяется участок миры, в котором линии миры начинают визуально восприниматься раздельно и определяется по шкале соответствующее этому участку значение. Для изображения, формируемого видеокамерой и выводимого для контроля в процессе записи на экран телевизионного приемника, определено значение разрешающей способности изображения: по горизонтали в центре – 350 и по краям - 350, по вертикали в центре - 300 и по краям - 300.

При записи сигнала звукового сопровождения использован синусоидальный сигнал постоянной амплитуды  $U_{вых Г} = 250$  мВ и различной частоты (на ленте записаны участки с частотой сигнала 50 Гц, 100 Гц, 250 Гц, 500 Гц, 1 кГц, 3 кГц, 5 кГц, 10 кГц, 12 кГц длительно-

стью примерно 3 минуты каждый; при этом для отображения значения частоты сигнала звукового сопровождения воспроизводимого участка ленты используется метка в левой верхней четверти изображения измерительной таблицы.

При записи использованы нормальная (SP) и пониженная (LP) скорости движения ленты. Скорость движения ленты отображается при воспроизведении ленты на изображении (SP или LP). В начале кассеты использована нормальная скорость движения ленты при записи всех указанных частот сигнала звукового сопровождения, далее запись повторяется при использовании пониженной скорости.

Состав лабораторной установки для проведения лабораторных исследований представлен на схеме рис. 5.

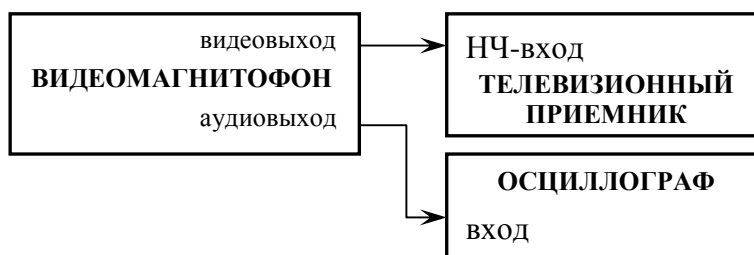


Рисунок 5. Лабораторная установка для исследования характеристик видеомэгнитофона.



## 2.1 Исследование амплитудно-частотной характеристики тракта звукового сопровождения видеомэгнитофона

Амплитудно-частотная характеристика тракта записи-воспроизведения видеомэгнитофона вследствие щелевых, контактных и слойных потерь, возникающих в процессе записи и воспроизведения сигнала с использованием магнитной ленты имеет спад в высокочастотной области. Кроме того, верхний предел частотной характеристики зависит также от скорости движения ленты. В настоящем разделе лабораторной работы предлагается оценить АЧХ тракта звукового сопровождения, определяя по осциллографу амплитуду гармоник различных частот при воспроизведении с магнитной ленты сигнала звукового сопровождения.

5. Подготовить к работе осциллограф, телевизионный приемник и видеомэгнитофон. Включить осциллограф, вытянув кнопку СЕТЬ на себя, телевизионный приемник с помощью тумблера на лицевой панели, и видеомэгнитофон нажатием кнопки POWER.

6. Подключить к НЧ-входу телевизионного приемника сигнал с видеовыхода видеомэгнитофона. Подключить к входу осциллографа сигнал с аудиовыхода видеомэгнитофона, установить переключатель выбора каналов осциллографа в соответствующее положение. Установить переключатель АВТ-ЖДУЩ в положение "АВТ", что обеспечит автоматический режим синхронизации.

Установить луч развертки осциллографа на центр экрана осциллографа с помощью ручки  $\updownarrow$  соответствующего канала и ручки  $\leftrightarrow$ .

Используя ручку , установить достаточную для наблюдения яркость луча развертки. Используя ручки ФОКУС  $\otimes$  и , добиться минимальной толщины луча развертки. При необходимости скорректировать яркость луча развертки.

Установить переключатель выбора сигнала синхронизации ВНЕШ-ВНУТР-СЕТЬ в положение ВНУТР, а переключатель А-Б в положение, соответствующее используемому каналу осциллографа.

7. Вставить кассету с тестовой записью в видеомэгнитофон, перемотать на начало кассеты, используя кнопку  $\triangleleft\triangleleft$ . Включить воспроизведение кассеты кнопкой  $\triangleright$ , при этом на экране телевизионного приемника должно воспроизводиться изображение измерительной таблицы.

8. Выбрать удобный для наблюдения синусоидального сигнала масштаб развертки по амплитуде с помощью переключателя V/ДЕЛ и по длительности с помощью переключателя ВРЕМЯ/ДЕЛ.

С помощью ручек УРОВЕНЬ и СТАБИЛЬНОСТЬ добиться синхронизации развертки и получить на экране изображение сигнала с аудиовыхода видеомэгнитофона.

9. Выполнить измерение амплитуды синусоидального сигнала по экрану осциллографа с учетом масштаба развертки по амплитуде для всех записанных на ленте участков с различной частотой звукового сопровождения для нормальной (SP) скорости движения ленты, а затем повторить измерения для использованной далее на ленте пониженной (LP) скорости, ориентируясь по указанной в левой верхней четверти измерительной таблицы метке частоты для текущего участка ленты и метке скорости движения ленты на воспроизводимом изображении. При необходимости перехода к другому участку ленты использовать кнопки:  $\triangleright\triangleright$  – для перемотки вперед,  $\triangleleft\triangleleft$  – для перемотки назад,  $\square$  – остановка (перемотки ленты или воспроизведения) и  $\triangleright$  – начало воспроизведения.

10. Результаты измерений записать в таблицу 1.

Таблица 1

Частота $f_{зв.}$		50 Гц	100 Гц	250 Гц	500 Гц	1 кГц	3 кГц	5 кГц	10 кГц	12 кГц
скорость ленты нормальная (SP)	$U_{вых\ зв.}$ , В									
	$k = \frac{U_{вых\ зв.}}{U_{вых\ зв.\ max}}$									
скорость ленты пониженная (LP)	$U_{вых\ зв.}$ , В									
	$k = \frac{U_{вых\ зв.}}{U_{вых\ зв.\ max}}$									

По данным таблицы построить графики амплитудно-частотной

характеристики тракта звукового сопровождения видеомангитфона для двух используемых скоростей движения ленты. Отметить на графиках значения верхней граничной частоты. Дать письменное разъяснение по факту выявленного отличия графиков.

## 2.2 Измерение разрешающей способности телевизионного изображения, воспроизводимого видеомангитфоном

При записи и воспроизведении видеосигнала на магнитную ленту ухудшается разрешающая способность изображения, т.к. используемая в видеомангитфонах техника магнитной записи, несмотря на используемые методы коррекции спада АЧХ на верхних частотах, не обеспечивает запись-воспроизведение видеосигналов в полном диапазоне частот телевизионного сигнала.

В настоящем разделе лабораторной работы предлагается исследовать изменение разрешающей способности воспроизводимого видеомангитфоном изображения относительно исходного изображения при использовании нормальной и пониженной скорости движения ленты.

1. Включить воспроизведение кассеты, определить по метке в левой верхней четверти изображения измерительной таблицы на экране телевизионного приемника используемую скорость движения ленты. Сначала выполнить оценку разрешающей способности изображения при использовании нормальной скорости (SP). При наличии на изображении метки LP (используется пониженная скорость) перемотать ленту назад на место, где использовалась нормальная скорость.

2. Выполнить визуально оценку разрешающей способности изображения по горизонтали и по вертикали, в центре и по краям изображения, используя соответствующие штриховые миры изображения измерительной таблицы.

3. Выполнить аналогично оценку разрешающей способности изображения при использовании пониженной скорости движения ленты, для чего перемотать кассету вперед до участка ленты, воспроизводимое изображение с которого имеет метку SP.

4. Результаты измерений записать в таблицу 2.

Таблица 2

Разрешающая способность изображения Скорость движения ленты	в центре изображения		по углам изображения	
	по вертикали	по горизонтали	по вертикали	по горизонтали
нормальная (SP)				
пониженная (LP)				

Сравнить полученные данные по разрешающей способности изображения по горизонтали и вертикали, в центре и по углам изображения для одинаковых скоростей движения ленты, а также одно-

именные значения разрешающей способности при разной скорости движения ленты. Сравнить полученные данные со значениями разрешающей способности изображения, формируемого видеокамерой. Дать письменное разъяснение по факту выявленных различий в разрешающей способности изображений.

### **3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫВОДАМ**

Сделать выводы по работе с теоретическим анализом полученных результатов.

### **4 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА**

1. Название лабораторной работы.
2. Цель работы.
3. Содержание работы (вопросы занятия).
4. Таблицы с результатами измерений.
5. График АЧХ тракта звукового сопровождения видеоманитфона.
6. Выводы по работе с теоретическим анализом полученных результатов.

### **5 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Схема и функционирование устройства записи и воспроизведения сигнала телевизионного изображения на магнитную ленту.
2. Методы записи видеосигнала на магнитную ленту.
3. Понятие амлитудно-частотной характеристики радиоканала ТВ системы.
4. Аналоговая и цифровая запись сигналов изображения и звука.
5. Цифровая обработка сигналов изображения и звука в процессе записи и воспроизведения.
6. Форматы видеозаписи.
7. Особенности и виды динамической компрессии изображений.
8. Виды алгоритмов сжатия видеоизображений.
9. Дискретизация и квантования сигналов.
10. Цифровое представление сигналов изображения.