

Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального
образования
«Омский государственный технический университет»

Основы видеозаписи

Методические указания к лабораторным работам по дисциплине
«Основы телевидения и видеотехники»
для студентов специальности 210302 «Радиотехника»
очной, заочной и дистанционной формы обучения

Омск 2007

Составитель: Одинец Александр Ильич, канд., техн. наук

Лабораторная работа

Исследование видеоманитфона

Цель работы: изучить основы видеозаписи, принцип работы видеоманитфона и оценить качество записанного изображения

Основы магнитной видеозаписи

В основе магнитной видеозаписи лежат процессы, происходящие при взаимодействии магнитной ленты, перемещающейся относительно зазора магнитной головки, к обмотке которой подведен электрический сигнал U_c (рис. 1). На рис. 1 обозначены: 1 – лавсановая основа ленты; 2 – магнитный слой; 3 – магнитный сердечник; 4 – сигнальная обмотка; 5 – магнитный зазор.

Под действием сигнала U_c в сердечнике видеоголовки возникает переменный магнитный поток, который вследствие большого магнитного сопротивления зазора замыкается через магнитный (рабочий) слой ленты. Магнитная лента движется мимо зазора со скоростью V и намагничивается в соответствии с сигналом U_c , подводимым к обмотке видеоголовки.

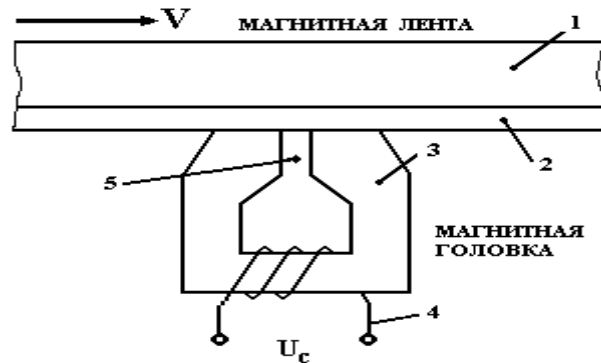


Рис.1

В результате записи на магнитной ленте создается след в виде переменной намагниченности, называемый магнитной дорожкой. При записи, например, синусоидального сигнала с частотой f намагниченность ленты можно условно представить виде цепочки элементарных магнитов, длина каждого из которых в два раза меньше длины волны на ленте λ записанного сигнала. Величины f , λ и V связаны между собой соотношением

$$\lambda = V / f.$$

Неравенство

$$V / (2\Delta) \leq f_{\max} < V / \Delta,$$

определяет максимальную частоту $f_{\max}$ записываемого спектра видеосигнала.

Таким образом, для увеличения $f_{\max}$ необходимо уменьшать ширину зазора Δ видеоголовки и увеличивать скорость транспортировки ленты относительно зазора. При ширине зазора 1 микрон (10^{-6} м) для записи сигнала с полосой 6 МГц требуется скорость движения ленты

$$V = 2\Delta f_{\max} = 12 \text{ м/с}.$$

Такая скорость является слишком большой, например, расход ленты 43,2 км на часовую программу. По указанным причинам в современных видеомагнитофонах используется метод наклонно-строчной записи, при которой лента перемещается в лентопротяжном механизме (ЛПМ) с небольшой скоростью и прижимается по спирали к вращающемуся цилиндру, на котором установлены видеоголовки. Существует много стандартов (форматов) наклонно-строчной записи с числом видеоголовок от 1 до 4.

Рассмотрим широко распространенный в бытовой видеотехнике формат VHS (Video Home System) в варианте, использующем блок вращающихся головок (БВГ) с двумя видеоголовками. На рис. 2 приведено взаиморасположение магнитной ленты и барабана видеоголовок (1 – лента; 2 – барабан видеоголовок; 3 – видеоголовка; 4 – направление движения ленты; 5 – направляющая; 6 – верхняя часть барабана (вращающаяся) и нижняя (неподвижная) соответственно). На рис. 2 видно, что ось вращения БВГ наклонена к поперечному сечению ленты на некоторый угол, благодаря чему лента охватывает барабан по спирали на угол, несколько больший 180° , и прижимается к барабану направляющими.

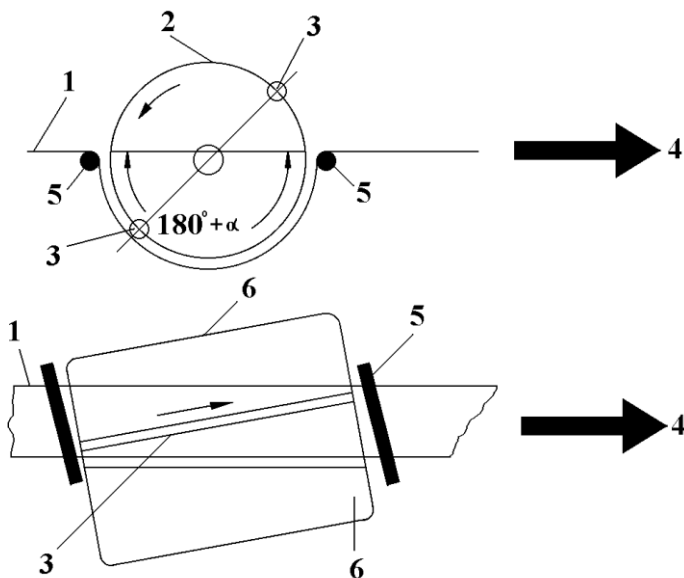


Рис. 2

Две видеоголовки расположены на нижней кромке вращающейся части барабана под углом 180° . За один оборот БВГ головки записывают две рядом расположенные наклонные дорожки в направлении от нижнего края ленты к верхнему краю. Динамические параметры ЛПМ и БВГ согласованы с параметрами видеосигнала таким образом, что на двух соседних дорожках записываются два поля одного кадра изображения. Такая организация процессов записи/воспроизведения позволяет легко осуществить режим «стоп-кадра» путем остановки продвижения ленты. В этом одно из существенных достоинств формата VHS и ему подобных.

На рис. 3. показано взаимное расположение на ленте строчек и дорожек записи в стандарте VHS (1 – дорожки звукозаписи каналов I и II; 2 – дорожка канала управления).

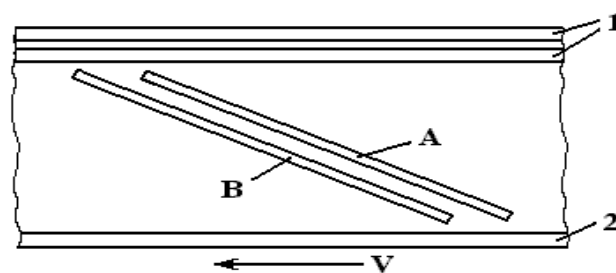


Рис. 3

Строки видеозаписи А и В расположены рядом (соприкасаются). При воспроизведении возможна перекрестная помеха – частичное считывание информации со смежной дорожки. Для устранения этого эффекта в формате VHS предусмотрена азимутальная запись, которая заключается в том, что зазор видеоголовки устанавливается не перпендикулярно к строке записи, а под некоторым углом, называемым азимутом.

В формате VHS азимуты двух видеоголовок выбраны разного знака и составляют $+6^\circ$ и -6° . При этом считывание возможно лишь в том случае, если запись и считывание сканируемой строки производятся видеоголовкой с одинаковым азимутом, а перекрестная помеха при этом исключается.

Приведем некоторые параметры формата VHS:

- скорость движения ленты 23,4 мм/с;
- скорость записи (V) 4,867 м/с;
- ширина ленты 12,65 мм;
- диаметр БВГ 62 мм;
- скорость вращения БВГ 1500 об/мин;
- длина строки записи 97,34 мм;
- ширина строки записи 49 мкм.

В формате VHS используется композитная запись преобразованным полным цветным телевизионным сигналом (ПЦТС). Необходимость преобразования ПЦТС перед записью связана со следующими причинами. Известно, что магнитная головка обладает дифференцирующим свойством по отношению к воспроизводимому сигналу, т.е. амплитуда сигнала при считывании пропорциональна частоте сигнала. Причина в том, что ЭДС, наводимая в обмотке головки, пропорциональна скорости изменения магнитного потока в сердечнике, а она, в свою очередь, зависит от скорости изменения намагниченности вдоль ленты и уменьшается с ростом λ .

В обычных условиях (магнитная звукозапись) стремятся скорректировать указанные искажения в сигнале воспроизведения, т.е. довести уровень низкочастотного сигнала до уровня высокочастотного, выровнять амплитудно-частотную характеристику канала воспроизведения. В телевидении, однако, это невозможно, так как на нижней частоте видеосигнала (50 Гц) ослабление, по сравнению с верхней частотой спектра (6 МГц), составляет 120 000 раз. При таком ослаблении НЧ-компоненты спектра опускаются далеко ниже уровня шумов усилителя и попытки выравнивания спектра приводят лишь к зашумлению сигнала.

Выход заключается в таком преобразовании спектра сигнала ПЦТС, при котором отношение верхней частоты спектра к нижней уменьшается до приемлемой величины (порядка $10 \div 13$). Можно, например, перенести спектр ПЦТС с участка $0 \div 6$ МГц в диапазон $0,5 \div 6,5$ МГц. На практике, однако, поступают по-другому. На рис.4 приведены спектрограммы сигналов: а) ПЦТС в системе PAL; б) после преобразования для записи в формате VHS.

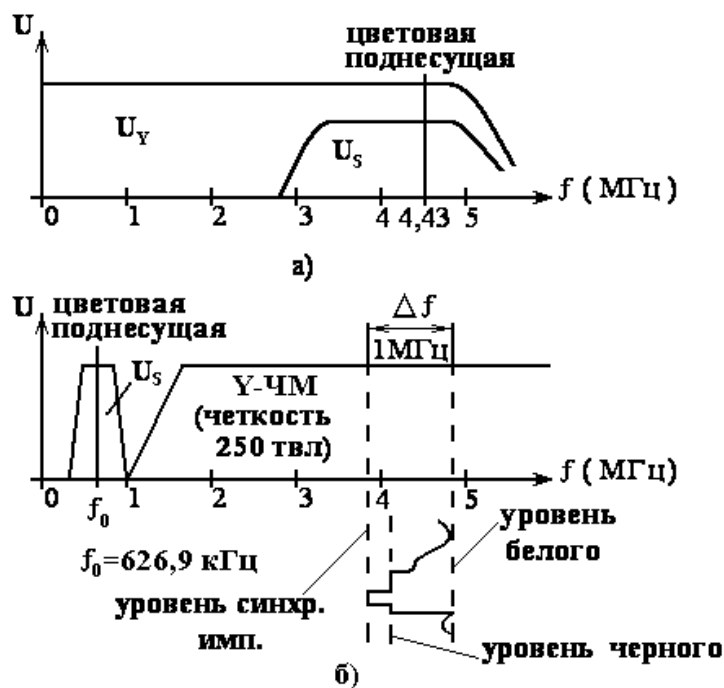


Рис. 4

Сигнал ПЦТС разделяется на яркостную и цветовую компоненты, полоса частот которых ограничивается на уровне 3 МГц и $\pm 0,4$ МГц соответственно. Затем сигналом яркости U_Y модулируется по частоте поднесущая, мгновенные значения которой изменяются в диапазоне частот $3,8 \div 4,8$ МГц. Сигнал цветности с частоты поднесущей 4,43 МГц переносится на частоту 626,9 кГц и суммируется с преобразованным сигналом яркости (Y-ЧМ). Результирующий сигнал (рис. 4,б) подается на головки для записи на магнитную ленту. При воспроизведении указанный сигнал после усиления и коррекции искажений подвергается обратному преобразованию с целью получения композитного сигнала PAL (правда, с уменьшенной полосой частот сигналов яркости и цветности).

Упрощенная структурная схема канала записи видеомagnetofона, работающего в формате VHS, приведена на рис. 5. Здесь обозначены: ПФ – полосовой фильтр; ПЧ – преобразователь частоты; Г – гетеродин; ВТ – вращающийся трансформатор; ВГ – видеоголовки. Вращающийся трансформатор, обеспечивает бесконтактную связь видеоголовок со схемой формирования сигнала записи. Для упрощения схемы сигнал записи подается одновременно на обе головки, при этом запись производится той головкой, которая в данный момент контактирует с лентой.

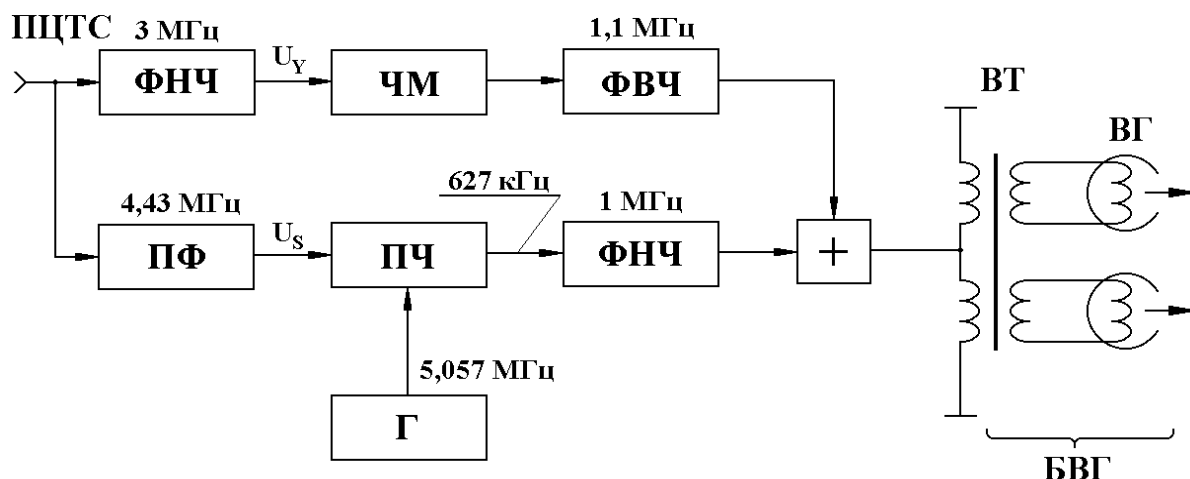


Рис. 5

На рис.6 приведена структурная схема канала воспроизведения видеоманитона. Здесь: ПУ – предварительный усилитель; ЭК – электронный коммутатор; КВ – компенсатор выпадений; ЧД – частотный детектор. Предварительные усилители ПУ1 и ПУ2 позволяют выровнять уровни сигналов с двух головок и скомпенсировать волновые потери за счет дифференцирования головкой считываемого сигнала. Затем с помощью электронного коммутатора ЭК сигналы с двух головок объединяются в общий сигнал, при этом подавляется помеха с неработающей головки. Коммутатор ЭК управляется симметричным импульсным сигналом 25 Гц.

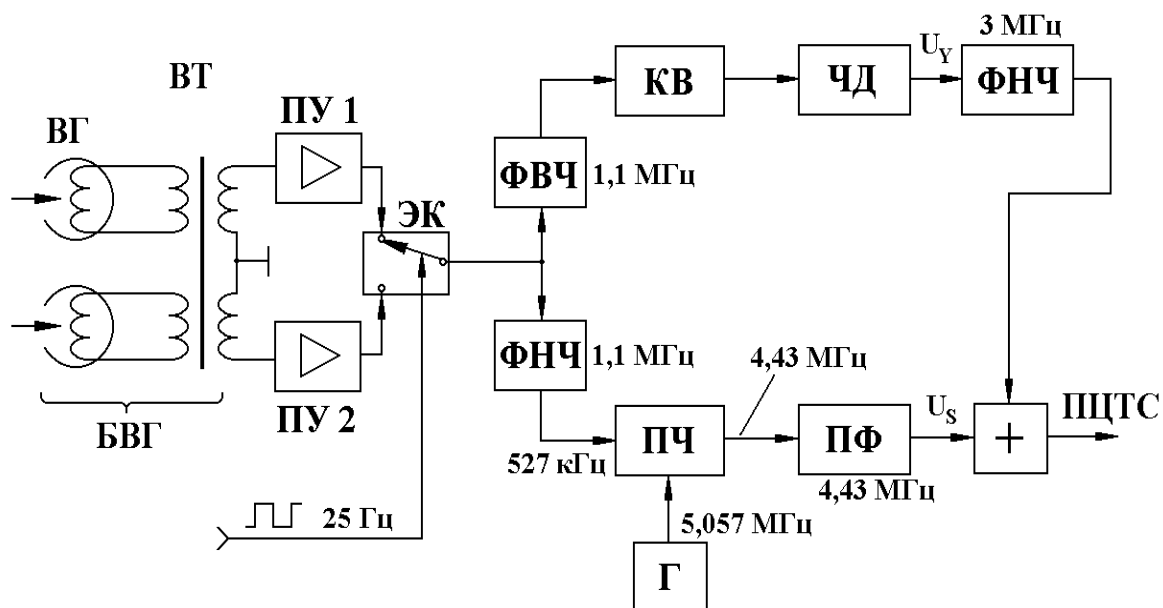


Рис. 6

В канале яркости после фильтра высокой частоты ФВЧ включен компенсатор выпадений КВ, который при пропадании сигнала в некоторой строке заменяет выпавшую строку сигналом предыдущей строки, запомненной с помощью линии задержки на строку.

Форматы видеозаписи

Формат видеозаписи определяет расположение строчек записи сигналов изображения на магнитной ленте, дорожек записи сигналов звукового сопровождения и вспомогательного сигнала управления. Форматы видеозаписи приведены на рис. 7.

Среди форматов аналоговой видеозаписи выделяют запись полного цветного ТВ-сигнала (форматы Q, C, B), компонентную видеозапись – раздельную запись в двух каналах сигналов яркости и цветности (формат Betacam и др.) и раздельную запись сигналов яркости и цветности в одном канале (форматы VHS, Betamax и др.). Из форматов цифровой видеозаписи выделяют форматы D1 и D2.

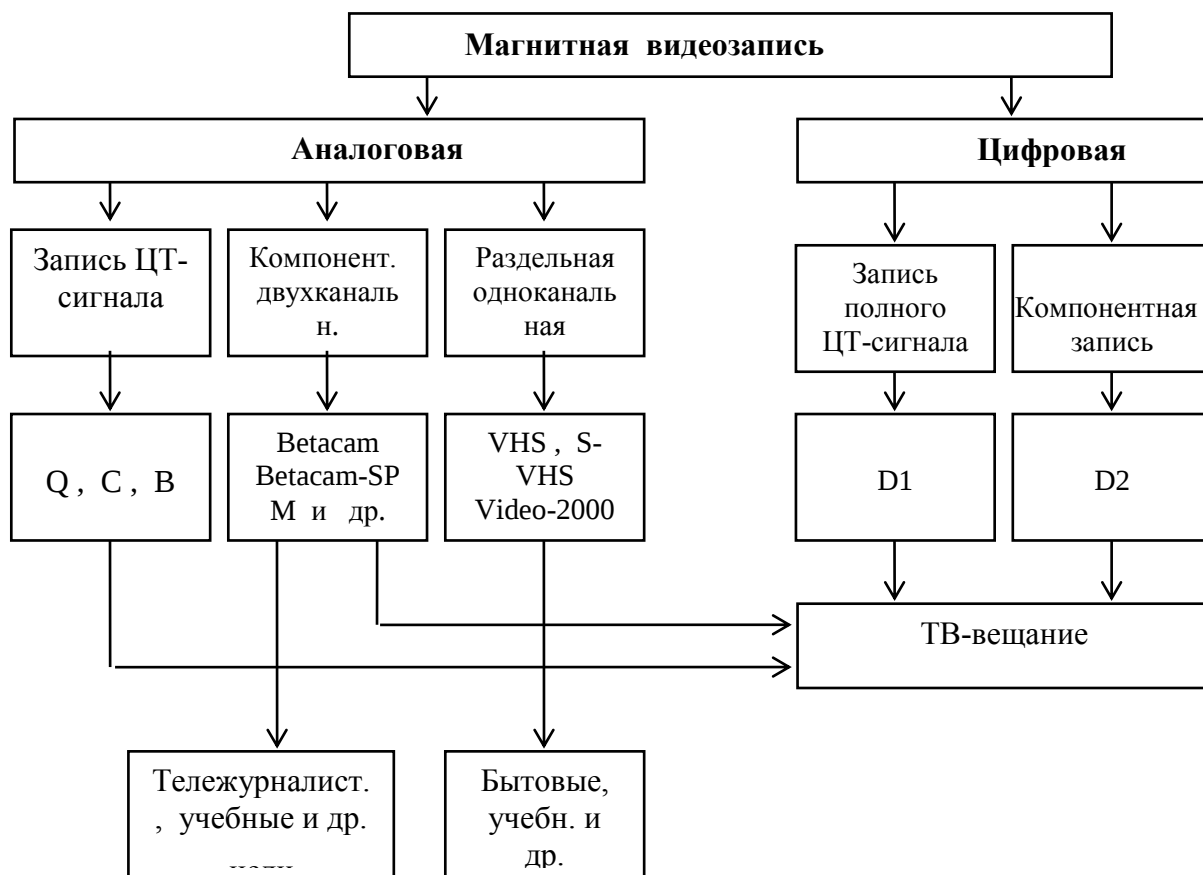


Рис. 7

Формат D1 предусматривает запись раздельных сигналов яркости и цветности, дискретизированных с частотами 13,5 МГц и 6,75 МГц соответственно при равномерном 8-разрядном квантовании.

К настоящему времени стандартизировано несколько форматов компонентной видеозаписи, например Betacam, M и др. Все ВМ построены на принципе двухканальной записи раздельных сигналов яркости (E_Y) и цветности с применением наклоннострочной записи целого телевизионного поля двумя сведенными магнитными головками. Одна пара этих головок записывает или воспроизводит сигнал яркости в полосе $3 \div 4$ МГц, а другая – одновременно передаваемые сигналы $E_R - Y$ и $E_B - Y$ в полосе примерно 1,3 МГц. Для выравнивания информационной плотности каналов яркости и цветности

применено временное уплотнение цветоразностных сигналов. Сигналы яркости и цветности записываются с помощью ЧМ.

При разработке бытовых ВМ использован наклонно-строчный способ записи ТВ-поля двумя вращающимися головками, а так же реализован ряд прогрессивных решений:

- сокращение расхода ленты за счёт уменьшения ширины строчек записи и устранения межстрочных промежутков;
- разделение полного цветового ТВ-сигнала на сигналы яркости и цветности;
- перенос поднесущей сигнала цветности вниз по частоте для записи его в одном канале с ЧМ-сигналом яркости;
- подавление помех от соседних строчек записи путём разворота рабочих зазоров магнитных головок по азимуту;
- сокращение полосы частот по каналу яркости до $2,5 \div 3,5$ МГц с записью одной боковой полсы ЧМ-сигнала и по каналу цветности до $0,5 \div 0,8$ МГц.

Появление на мировом рынке новых цифровых форматов видеозаписи, таких, как DVCPRO, DVCAM, Digital-S, Betacam SX, сделало процесс перехода от аналоговой техники к цифровой практически необратимым. Цифровая техника не просто улучшает технические показатели телевизионной аппаратуры. Речь идет о кардинальных изменениях в технологии производства и распределении телевизионных и аудиовизуальных программ. В табл. 1 приведены основные параметры наиболее распространенных аналоговых и цифровых форматов видеозаписи.

Аналоговые форматы видеозаписи

Первая видеозаписывающая аппаратура была аналоговых форматов. Первым форматом был **формат Q** (начальная буква слова Quadruplex (четырёхкратная)), в котором использовалась поперечно-строчная запись 4-мя вращающимися магнитными головками. Запись производилась на магнитную ленту шириной 2 дюйма (50.8 мм). В рабочем слое магнитной ленты использовался магнитный порошок из оксида железа. Скорость лента-головка составляла 41.27 м/с, продольная скорость движения ленты - 39.7 см/с.

Следующий **формат видеозаписи В** уже использовал наклонно-строчную запись. Он был разработан фирмой Bosch. Запись производилась на магнитную ленту шириной 1 дюйм (25.4 мм). В рабочем слое магнитной ленты использовался магнитный порошок из кобальтированного оксида железа или диоксида хрома. Скорость лента-головка составляла 24.0 м/с, продольная скорость движения ленты 24.3 см/с.

Следующий **формат С**, в отличие от предыдущих, несегментный. Важным преимуществом этого формата является легкость выполнения таких операций как стоп-кадр, замедленное и ускоренное воспроизведение. Дорожки образуют с осью ленты угол в 2,56 градусов. Ширина ленты составляет 1 дюйм (25,4 мм), продольная скорость движения ленты - 23,98 см/с, скорость лента-головка - 21, 39 м/с. В формате С используется система слежения за дорожкой записи.

Таблица 1

Формат записи	Тип записи	Сигнал	Ширина ленты, мм	Скорость движ. ленты, мм/с	Стандарт кодирования	Компрессия	Отнош. сигнал/шум, дБ
U-matic	Аналог	Y/C	19.01	95.3		-	46
VHS	Аналог	Композитный	12.65	23.39		-	43
S-VHS	Аналог	Y/C	12.65	23.39		-	45
Hi8	Аналог	Y/C	8	20.5		-	44
МII	Аналог	компонентный	12.65	66.2		-	49
Betacam	Аналог	компонентный	12.65	101.5		-	48
Betacam SP	Аналог	компонентный	12.65	101.5		-	51
D1	Цифр	компонентный	19.01	286.9	4:2:2	-	56
D2	Цифр	Композитный	19.01	131.7	4fsc	-	53
D3	Цифр	композиционный	12.65	83.88	4fsc	-	54
D5	Цифр	компонентный	12.65	167.228	4:2:2	ТВЧ 4:1	62
Digital Betacam	Цифр	компонентный	12.65	96.7	4:2:2	2:1(внутриполев. Метод DCT)	55
Betacam SX	Цифр	компонентный	12.65	59.575	4:2:2	10:1 (MPEG-2 4:2:2P@ML)	>51
DV	Цифр	компонентный	6.35	18.831	4:2:0(PAL) 4:1:1(NTSC)	5:1(внутрикадров. Метод DCT)	54
DVCPRO	Цифр	компонентный	6.35	33.813	4:1:1	5:1(внутрикадров. Метод DCT)	54
DVCPRO50	Цифр	компонентный	6.35	67.626	4:2:2	3.3:1(внутрикадров. Метод DCT)	62
DVCAM	Цифр	компонентный	6.35	28.2	4:2:0(PAL) 4:1:1(NTSC)	5:1(внутрикадров. Метод DCT)	54
Digital-S	Цифр	компонентный	12.65	57.8	4:2:2	3.3:1(внутрикадров. Метод DCT)	55

U-matic

Следующий шаг в развитии видеотехники сделала в 1971 году фирма Sony, которая предложила 3/4-дюймовый (19,01 мм) формат U-matic. Благодаря этому впервые удалось создать репортажный видеокомплект. Известны 3 версии формата - U-matic-L (узкий диапазон), U-matic -H (широкий диапазон), U-matic - SP (самый широкий диапазон). В этом формате записывается композитный видеосигнал; сигнал цветности переносится ниже сигнала яркости по шкале частот. Изображение записывается 2-мя вращающимися головками: на одной магнитной дорожке записывается одно поле. В верхней части ленты расположена продольная дорожка для записи управляющего сигнала. В нижней части ленты - две дорожки для записи звукового сигнала и дорожка временного кода, которую перекрывают дорожки с изображением. Ширина видеоленты составляет 19,01 мм, ширина наклонных дорожек 85 мкм, угол наклона 4,97 градуса. В рабочем слое магнитной ленты используется кобальтированный оксид железа.

VHS

Одной из первых причин, затруднивших распространение U-matic формата, был формат VHS (Video Home System), разработанный фирмой JVC в 1976 году. А в 1984 году этот формат был утвержден в качестве стандарта бытовой видеозаписи. Для VHS характерна полудюймовая (12,65 мм) лента, запись на которую производится с помощью двух вращающихся видеоголовок, расположенных на барабане под углом 180 градусов. Каждый кадр телевизионного изображения записывается за один оборот барабана с видеоголовками на 2-х соседних дорожках видеозаписи. Угол наклона дорожек - 5,96 градуса, ширина дорожек видеозаписи - 58 мкм. Вдоль ленты располагаются две звуковые дорожки и одна управляющая. Разрешение по горизонтали составляет 240 твл.

Видеомагнитофоны VHS имеют одну особенность: модели, оборудованные дополнительно к двум основным одной или двумя видеоголовками, могут обеспечивать три режима работы: SP (стандартная), LP (повышенная), EP (высокая продолжительность). Видеомагнитофоны характеризуются разными скоростями движения ленты при записи/воспроизведении, соответственно, SP: для PAL - 23,39 мм/с, для NTSC - 33,5 мм/с; LP: для PAL - 11,7 мм/с, для NTSC - 16,67 мм/с; EP: для NTSC - 11,12 мм/с. В рабочем слое магнитной ленты используется кобальтированный оксид железа или диоксид хрома.

S-VHS

Формат S-VHS явился дальнейшим развитием формата VHS, который позволяет получить цветное изображение более высокого качества. Скорость лента-головка - 4,85 м/с, ширина наклонных дорожек - 49 мкм, угол наклона дорожек - 5,96 градуса. Скорость движения ленты - 23,39 мм/с. Каждый кадр записывается на 2 дорожки. По сравнению с VHS этот формат обладает большим значением отношения сигнал/шум (45дБ), улучшенной контрастностью изображения и меньшими перекрестными искажениями. Благодаря существенному расширению полосы частот сигнала яркости, удалось увеличить

разрешающую способность по горизонтали на 160 твл. В рабочем слое магнитной ленты используется кобальтированный оксид железа или диоксид хрома.

BetacamSP

Формат Betacam основан на бытовом формате Betamax. Запись в формате Betacam производится наклонно-строчным способом на полудюймовые ленты, в рабочем слое магнитной ленты используется кобальтированный оксид железа. Скорость движения ленты - 101,5 мм/с. Запись сигнала компонентная: сигналы яркости (Y) и цветности (Cr, Cb) записываются на отдельные видеодорожки разными видеоголовками. В верхней части видеоленты расположены две продольные дорожки для записи звуковых сигналов, а в нижней части ленты размещаются дорожки управления и дорожки адресно-временного кода.

Дальнейшим развитием этого формата является Betacam SP. Здесь используется металлопорошковая лента, более расширенный частотный диапазон яркостного сигнала, полученный за счет сдвига в высокочастотную область спектра цветоразностных сигналов.

Video-8

Формат Video-8 был разработан фирмой Sony в 1984 году, а на его основе портативные видеомagniетофоны и автономные моноблочные камеры - Handycam. Этот формат ориентирован только на бытовую технику, т.к. его разрешающая способность по горизонтали составляет 250 твл. Для записи используются 8 мм металлопорошковая лента и лента с напылением металла.

МII

Разработанный в 1986 году формат МII предназначен для профессиональной видеожурналистики и студийного производства. Для записи компонентного сигнала используется S-VHS-кассета с высококачественной полудюймовой металлопорошковой лентой. В формате МII сигнал яркости поочередно записывается на одной дорожке, а на другой два скомпрессированных по времени цветоразностных сигнала. Скорость лента-головка составляет 5.9 м/с.

Цифровые форматы видеозаписи

Оборудование цифровых форматов видеозаписи позволяет получать материалы высокого качества и обладает стабильностью функционирования, большой надежностью и эффективностью. Еще одно преимущество цифровой видеозаписи - это возможность многократной перезаписи без потери качества изображения.

D1

D1 - цифровой формат, разработанный фирмой Sony. Запись осуществляется на магнитную ленту шириной 19,01 мм в соответствии со стандартом CCIR601 в варианте 4:2:2. Запись видео- и аудиосигналов сегментная, четырехканальная; скорость движения ленты - 286,9 мм/с. Одно телевизионное поле записывается на 12 наклонных дорожках шириной 30 мкм. Кроме наклонных дорожек имеются 3 продольные - монтажная звуковая дорожка, дорожка управления и дорожка временного кода. В центре наклонных дорожек для записи видеоданных

размещены 4 сектора с сигналами звука. Запись производится на кассеты трех размеров, которые обеспечивают 11, 34, 76 минут непрерывной записи при толщине ленты 16 мкм. При меньшей толщине ленты длительность записи, соответственно, увеличивается. Этот формат один из наилучших для студийной работы, так как используется компонентный сигнал и сохраняется полная полоса частот сигналов.

D2

Формат D2 был предложен для обработки, записи и воспроизведения композитного сигнала стандартов PAL и NTSC. Запись сигнала производится на 19,01 мм металлопорошковую ленту, упакованную в кассеты трех видов: малые, средние и большие. Способ записи наклонно-строчный сегментированный. Одно телевизионное поле записывается на 8-ми дорожках шириной 35 мкм. Уровневое квантование - 8 бит. Частота дискретизации аудиосигнала - 48 кГц, квантование - 20 бит. Записываемый цифровой поток достигает 154 Мбит/с. Кроме наклонных дорожек имеются три продольные - управления, монтажная звуковая, дорожка временного кода. Звуковые сектора располагаются в начале и конце программных строчек.

D3

Оборудование формата D3 цифровой видеозаписи на полудюймовую ленту работает с композитными 8-битовыми видеосигналами стандартов PAL и NTSC. Видеофонограмма примерно такая же, как и у формата D2, разница только в числовых характеристиках. Так ширина наклонных дорожек составляет 18 мкм, общая длина программной дорожки - 117.71 мм, а видеосектора - 108.9 мм, угол наклона дорожек - 4,9 градуса. Дорожка временного кода примыкает к нижнему краю наклонных дорожек. Длительность записи на одну кассету D3 - от 50 до 245 минут. Характеристики оборудования в целом такие же, как в D2. Плотность записи - 13.7 Мбит на квадратный сантиметр.

D5

Оборудование компонентного формата D5 использует те же кассеты, что и D3, но составляющие цветового сигнала снимаются с изображения в соответствии с рекомендациями для 10-битовой записи, изложенными в документе CCIR601, который распространяется на цветоразностные цифровые и RGB-сигналы, определяет уровни и частоты квантования, матрицирование RGB/Y, R-Y, B-Y и характеристики фильтров. Видеофонограмма такая же, как и у D3, только видеодорожки вдвоенные, т.к. сигнал в D5 компонентный. Записываемый цифровой поток составляет 270 Мбит/с. Используется металлопорошковая лента шириной 12.65 мм в такой же кассете, как и у D3. Продолжительность записи в зависимости от величины кассеты составляет - 32, 62, 132 минуты.

Видеомагнитофоны D5 обладают возможностью формировать изображение как в формате раstra 4:3, так и в широкоэкранный формате 16:9. Цифровая запись ведется без компрессии сигнала. Данный формат пригоден и для ТВЧ (телевидение высокой четкости) с компрессией сигнала 4:1. Формат D5 обеспечивает "прозрачную запись" (отсутствие искажений от входа до выхода)

сигнала в цифровом стандарте 4:2:2 при 8 и 10-битовом квантовании при его многоступенчатой обработке.

D6

Цифровой широкополосный формат D6 разработан в 1993 году специально для записи цифровых сигналов ТВЧ (формат 16:9). Он рассчитан на пропускную способность до 1,2 Гбит/с. Видеомагнитофон формата D6 позволяет записывать цифровые сигналы ТВЧ обоих стандартов 1250/50/2:1 и 1125/60/2:1 на кассету с 19,01мм лентой наклонно-строчным способом в виде блоков цифровых данных. В каждом блоке находятся данные о видеосигнале и звуке, вспомогательной и служебной информации, а также содержится запись параметров и местоположения специальных зазоров, облегчающих монтажные операции. Запись производится на металлопорошковую ленту улучшенного качества толщиной 11мкм. Шаг дорожки записи - 21 мкм, угол наклона дорожек - +/-15 градусов. Продолжительность записи составляет 8, 28, 64 минуты.

Digital Betacam

Digital Betacam – это цифровой формат видеозаписи. Для записи используется та же полудюймовая лента, что и в аппаратах Betacam SP. Имеются продольные дорожки управления, режиссерская и временного кода. Все видео- и аудиосигналы записываются сегментным наклонно-строчным способом. Каждое телевизионное поле записывается на 6-ти наклонных дорожках. Соседние дорожки записываются с азимутальным разворотом рабочих зазоров видеоголовок на +/- 15 градусов. Записываемый цифровой поток составляет 125.58 Мбит/с. Digital Betacam обеспечивает запись 10-битного компонентного цифрового сигнала с соотношением частот дискретизации 4:2:2 для сигналов яркости и цветности. Поддерживаются 4 канала звукового сопровождения, частота дискретизации аудиосигнала 48 кГц при 20-битном квантовании. Миникассеты Digital Betacam обеспечивают 40 минут цифровой записи, а большие – более 2-х часов. Видеофонограмма формата Digital Betacam представлена на рис.8.

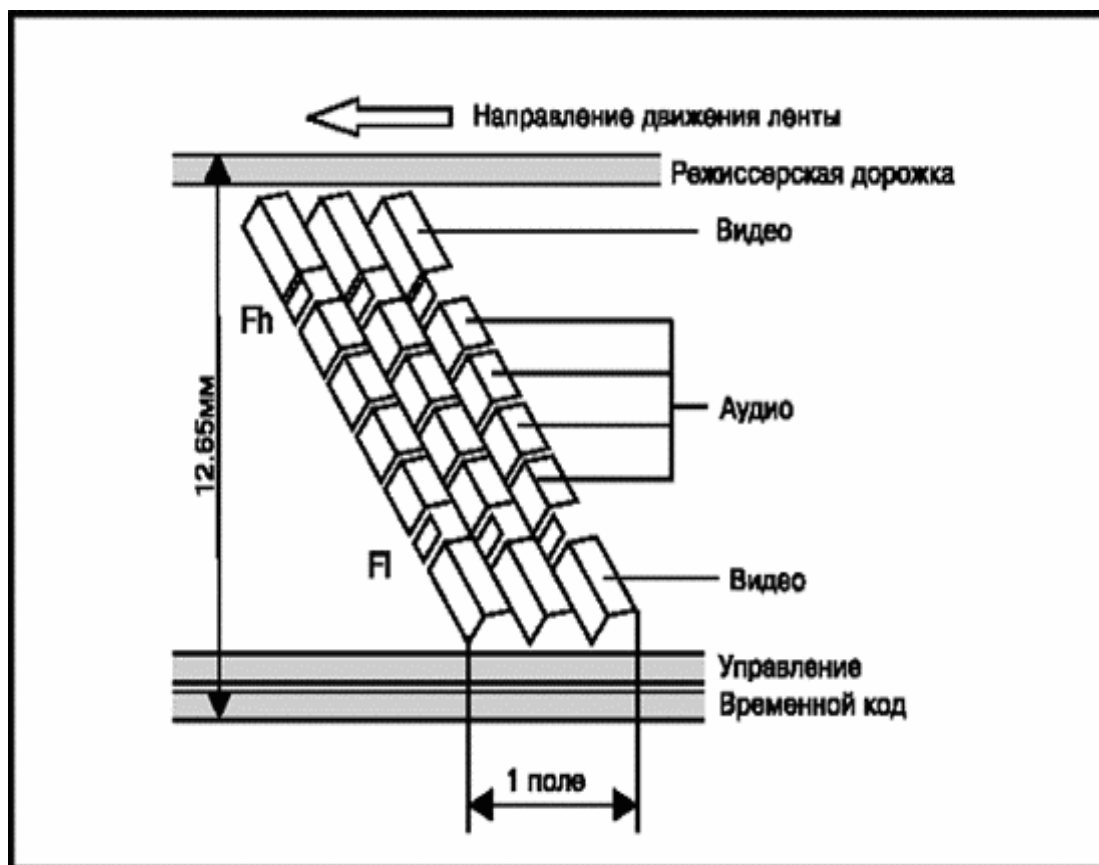


Рис. 8

В системе Digital Betacam используется очень эффективный способ обработки информации - BRR (уменьшение скорости потока данных). Благодаря этому одно и тоже количество видеoinформации может быть представлено меньшим объемом данных, чем раньше. Способ компрессии сигнала внутриполевой (intraframe) с использованием дискретного косинусного преобразования (DCT), коэффициент компрессии сигнала - 2:1. Имеется система коррекции и маскирования ошибок.

Betacam SX

Betacam SX - видеоформат фирмы Sony, который обеспечивает запись 8-битных компонентных цифровых видеосигналов с соотношением частот дискретизации 4:2:2 для сигналов яркости и цветности. Поддерживает 4 канала цифрового звука (16 бит/48 кГц). Схема сжатия, используемая в Betacam SX, основана на алгоритме 4:2:2 P@ML стандарта MPEG 2 с коэффициентом компрессии 10:1. Поток видеоданных составляет 18 Мбит/с. Запись производится на полудюймовую (12.65 мм) металлопорошковую ленту. Максимальное время записи - 184 минуты на кассету типа L и 60 минут на кассету типа S. Видеофонограмма формата Betacam SX представлена на рис. 9

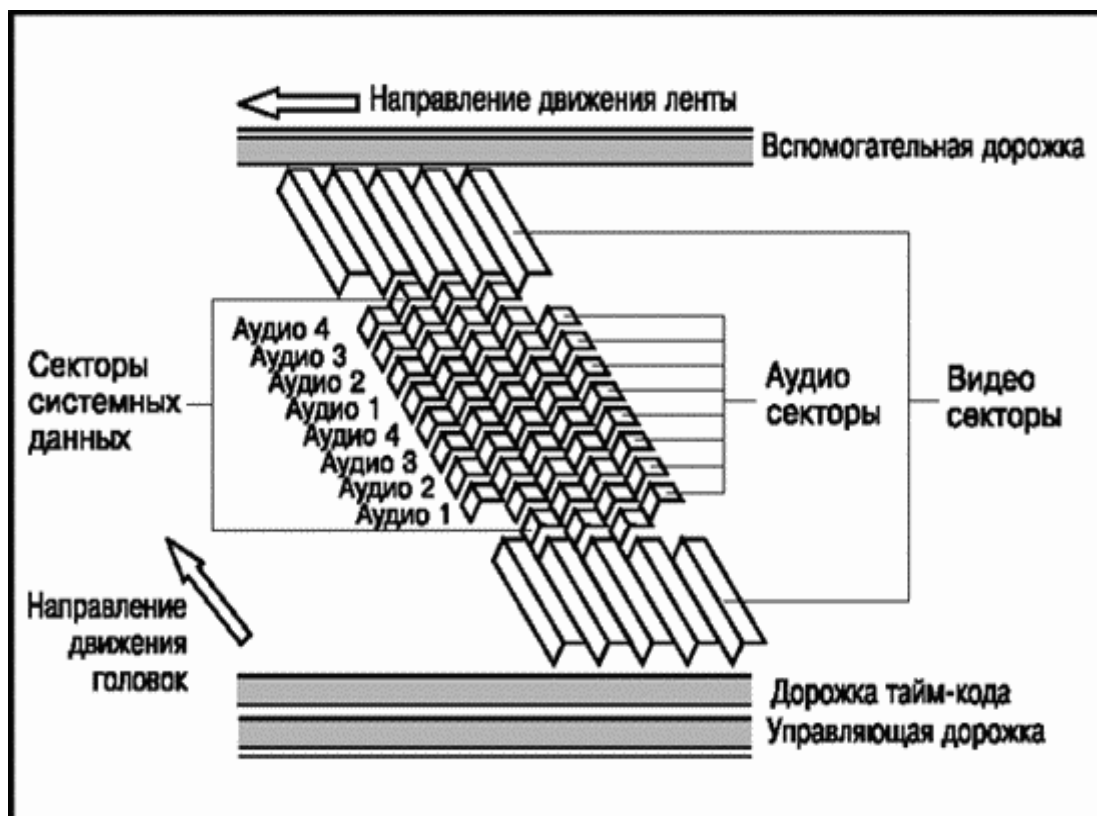


Рис. 9

Формат Betacam SX обеспечивает вещательное качество изображения от съемки до компоновки программ. При переносе видеоматериалов между аппаратами формата Betacam SX используется последовательный цифровой интерфейс SDDI (последовательный цифровой интерфейс передачи данных), обеспечивающий четырехкратную скорость передачи, с аппаратурой цифровых форматов используется интерфейс SDI (последовательный цифровой интерфейс). Оборудование Betacam SX совместимо с аналоговой аппаратурой форматов Betacam, Betacam SP.

Digital-S

D9 (Digital-S) - видеоформат, предложенный фирмой JVC, обеспечивает запись 8-битных компонентных сигналов с соотношением частот дискретизации 4:2:2 для сигналов яркости и цветности. Скорость передачи данных – 50 Мбит/с. Для сжатия применяется алгоритм внутрикадрового сжатия (intraframe), использующий метод дискретного косинусного преобразования (DCT). Коэффициент компрессии составляет 3.3:1. Каждый видеокадр записывается на 12-ти наклонных дорожках (PAL) шириной 20 мкм и углом наклона 5,96 градуса. Скорость лента-головка - 14,5 м/с, скорость движения ленты - 57,8 мм/с.

Видеофонограмма формата Digital S приведена на рис. 10.

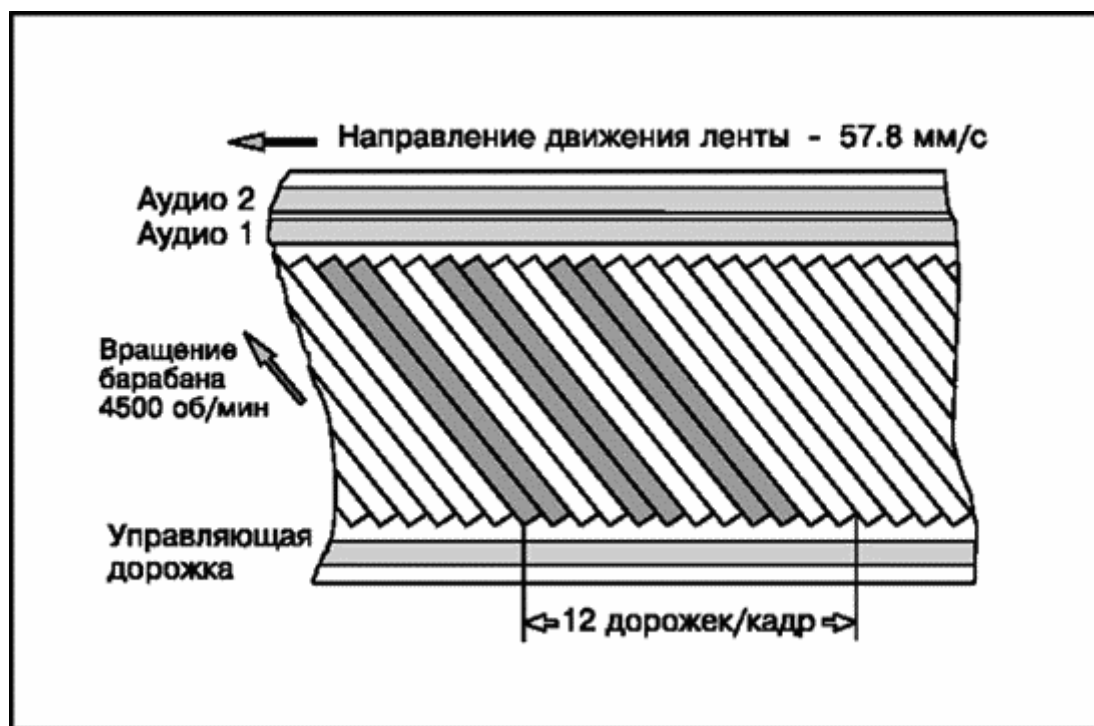


Рис. 10

Имеется полная линейка аппаратов Digital-S, включая систему нелинейного монтажа MW-S1000. Возможно воспроизведение кассет S-VHS на аппаратуре Digital-S.

DV

DV - это бытовой формат цифровой компонентной видеозаписи с обработкой по стандарту 4:2:0 (PAL) и 4:1:1 (NTSC) на 1/4-дюймовую (6,35 мм) ленту с напылением металла. Каждый кадр располагается на 12-ти наклонных дорожках шириной 10 мкм. На наклонные дорожки записывается видео/аудиоданные, субкод, служебные данные (ITI - Insert and Track Information). Часть области субкода используется для записи вспомогательных данных и сигналов временных кодов: линейного LTC и полевого VITC. Продольных дорожек нет. Применяется алгоритм внутрикадрового сжатия, использующий метод DCT. Коэффициент компрессии - 5:1. Обеспечивается разрешение по горизонтали - 500 твл. Для передачи данных в оборудовании этого формата предусмотрен универсальный последовательный интерфейс IEEE-1394, позволяющий переносить цифровые файлы напрямую на жесткий диск компьютера.

DVCPRO

D7 (DVCPRO) - формат видеозаписи, использующий для записи цифрового компонентного видеосигнала с обработкой по стандарту 4:1:1 металлопорошковую ленту шириной 1/4" (6,35 мм). Каждый кадр изображения записывается на 10-ти дорожках для стандарта NTSC (525/60) или 12-ти дорожках для стандарта PAL (625/50) шириной 18 мкм. Имеются две продольные дорожки - режиссерская (монтажная) и управляющая. Применяется алгоритм

внутрикадрового сжатия, использующий метод DCT. Коэффициент компрессии 5:1.

DVCPRO 50 - формат видеозаписи характеризуется скоростью передачи данных 50 Мбит/с, обработкой сигнала по стандарту 4:2:2, четырьмя несжатыми каналами звука 16бит/48 кГц. Для записи одного кадра используются 24 наклонные дорожки. Имеются 2 продольные дорожки - режиссерская (монтажная) и дорожка управления. Здесь предусмотрен способ внутрикадрового сжатия с коэффициентом компрессии 3.3:1. Возможен покадровый монтаж. Скорость движения ленты по сравнению с DVCPRO в 2 раза больше - 67,626 мм/с. Время записи на 1/4" кассеты DVCPRO 50 - 6,5 и 31,5 минут.

DVCAM

DVCAM - формат видеозаписи разработан для записи компонентного цифрового сигнала на 1/4" ленту с металлическим напылением с обработкой по стандарту 4:2:0 (PAL) и 4:1:1 (NTSC). Каждый кадр записывается на 12 (PAL) наклонных дорожках шириной 15 мкм. На наклонных дорожках записывается видео/аудиосигнал, субкод, служебные данные (ITI). Применяется алгоритм внутрикадрового сжатия, использующий метод DCT.

Видеофонограмма формата DVCAM приведена на рис. 11.

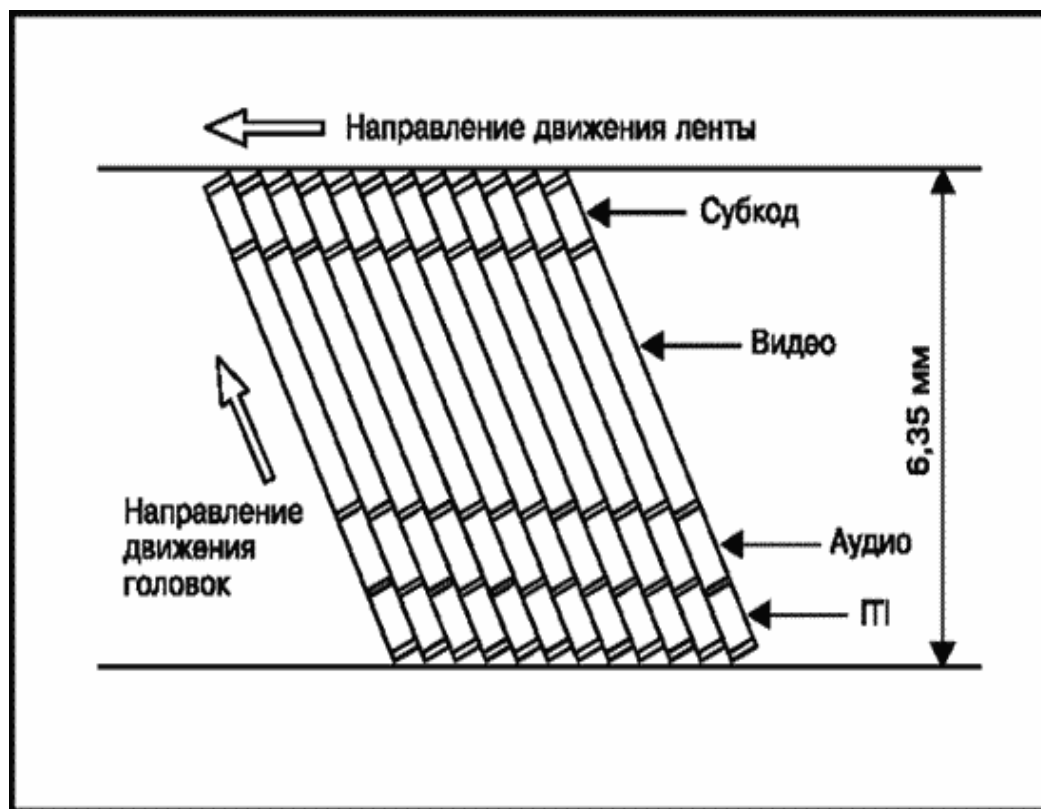


Рис.11

Дисковая видеозапись

В качестве носителя записи используются различные типы дисков: магнитные, механические, емкостные и оптические. Магнитные видеодиски применяются в ТВ-вещании для повтора сюжетов и замедленного воспроизведения. В процессе записи на диске формируются концентрические магнитные дорожки, на каждой из которых записывается одно ТВ-поле. Частота вращения диска выбрана равной 50 об/с, шаг записи 0,25 мм. Межстрочный промежуток составляет 0,05 мм, в результате чего на двухстороннем диске записывается 900 дорожек.

Первый емкостной видеодиск (CED) разработан в 1972г. Видеодиск диаметром 30 см при частоте вращения 450 об/мин обеспечивал длительность воспроизведения 20 мин. Запись видео- и звуковой информации заключается в формировании на поверхности диска микроуглублений (пит), расположенных вдоль мелкой (глубиной 0,5 мкм) V-образной канавки (рис. 12, а).

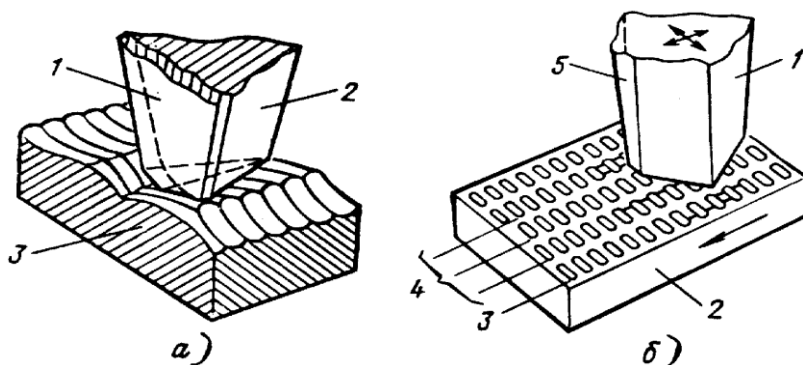


Рис. 12

Как видно из рисунка, питы располагаются вдоль V-образных направляющих канавок, благодаря которым алмазная игла видеоснимателя с металлическим электродом 1 совмещается по дорожке записи. Воспроизведение сигнала основано на изменении электрической емкости между электродом на воспроизводящей алмазной игле 2 и проводящим полихлорвинилом видеодиска. Если в процессе движения электрод иглы видеоснимателя располагался над питом глубиной 0,1 мкм, то емкость указанного конденсатора изменялась на 10^{-4} пФ. Этот конденсатор является составной частью резонансного контура, возбуждаемого напряжением с частотой 914 МГц, изменение емкости которого приводит к АМ напряжения. Сигнал огибающей последнего эквивалентен записанному на диск.

В 1978г. была предложена система VHD (видео высокой плотности (записи) или домашний видеодиск). Особенность системы VHD заключается в том, что удалось обеспечить движение иглы видеоснимателя вдоль дорожки записи на диске, не имеющем направляющих канавок (рис. 12, б). На рисунке обозначены: 1 – электропроводный поливинилхлорид, 2 – информационный сигнал, 3 – сигнал слежения за дорожкой, 4 – электрод, 5 – конец алмазной иглы,

6 – направление вращения диска. В видеопроеигрывателе происходит одновременно считывание информационных сигналов и сигналов сопровождения, обеспечивающих автоматическое совмещение иглы с информационной дорожкой записи. Так как на диске нет направляющих канавок, то реализуется более высокая плотность записи и обеспечиваются такие режимы воспроизведения, как ускорение, замедление изображения, стоп – кадр, произвольная выборка фрагментов ТВ – программ.

При записи (воспроизведении) на оптических дисках роль преобразователя сигналов выполняет лазерный луч, сфокусированный на рабочем слое диска в пятно диаметром около 1мкм. В результате поверхностная плотность записи оптического диска составляет $10^7 - 10^8$ бит/см², а информационная емкость – 1Гбайт при диаметре диска 30см. Информация (аналоговая или цифровая) на оптические диски записывается в виде питов, формируемых в рабочем слое. При цифровой записи используется модуляция длины пита или модуляция положения пита. Структурная схема оптического видеопроеигрывателя изображена на рис. 13.

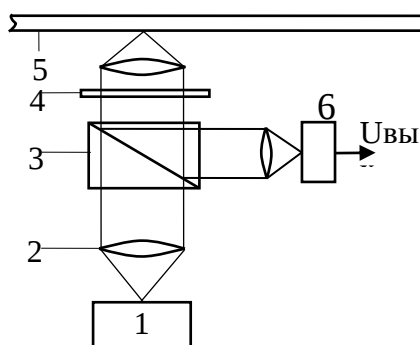


Рис. 13

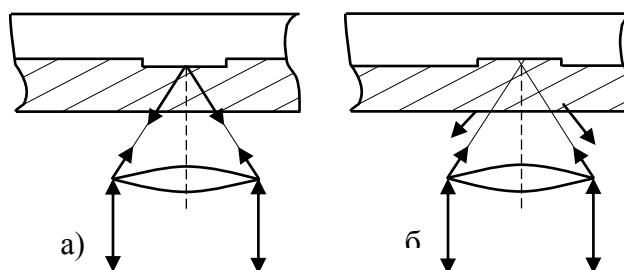


Рис. 14

Луч лазера 1 через объектив 2, светоотделительную призму 3, четвертьволновую пластину 4 и объектив попадает на оптический диск (LOR-диск) 5, отражаясь от которого вторично проходит через объектив, четвертьволновую пластину. Если луч попадет на участок диска, где нет пит, то почти полностью отражается обратно (рис. 14, а) и падает на объектив, фокусирующий луч на фотоприемник 6. Если луч попадает на питы, то он рассеивается и не попадает на фотоприемник (рис. 14, б). Интенсивность выходного сигнала $U_{вых}$ максимальна, если глубина пит равна $\lambda/4$.

В видеопроеигрывателях системы LOT (лазерный, оптический, пропускающий) световой поток от лазера 1 достигает фотоприемника 2 только в том случае, если он проходит сквозь поверхность диска 3 через отверстие, размер которого, как и размеры пита, зависят от характеристик записываемого сигнала (рис. 15).

Система LOR не нашла широкого распространения, так как пространство между источником и приемником светового потока разделено осью симметрии MM' , что усложнило конструкцию видеопроигрывателя.

Оптические диски делятся на три класса.

Оптические диски с постоянной сигналогаммой (видеодиски, компакт-диски (CD, CD-ROM)) имеют пластмассовую основу. Их изготовление осуществляется методом штамповки. Шаг между дорожками записи около 1,66 мкм.

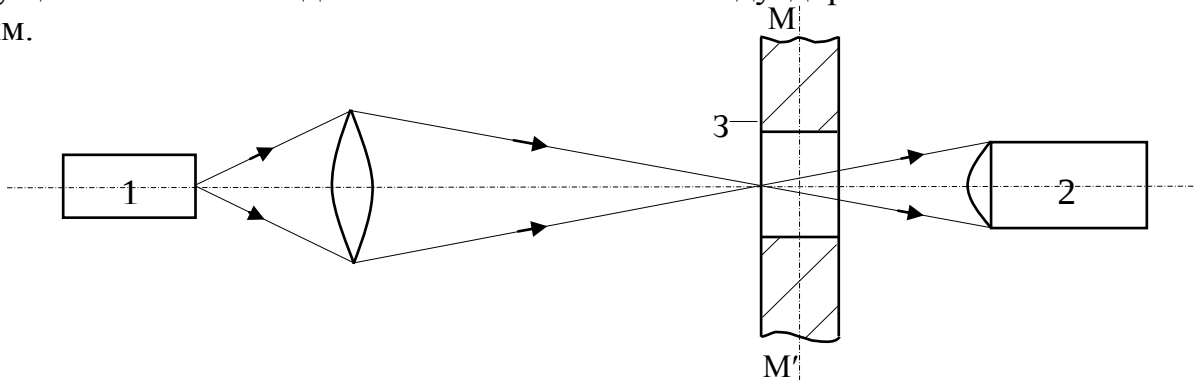


Рис. 15

Диски для однократной записи (WORM) допускают многократное воспроизведение сигналов без возможности их стирания. Плиты могут иметь различную физическую структуру: отверстия или углубления в рабочем слое, пузырьки, изменение поверхностного микрорельефа, изменение фазового состояния и др..

Диски с многократной записью (реверсивные) позволяют многократно записывать, воспроизводить и стирать сигналы и содержат рабочий слой, в котором физические процессы записи являются обратимыми. Для стирания и записи используют луч лазера различной протяженности и интенсивности для того, чтобы обеспечить различные режимы нагрева и охлаждения материала на дорожках.

Видеодиски имеют два различных типа движения оптической головки относительно дорожки диска: с постоянной угловой скоростью (CAV) и с постоянной линейной скоростью (CLN). На диске CAV ТВ-кадр записан на одной концентрической дорожке диска, который вращается с частотой 1500 мин^{-1} (PAL, SECAM) или 1800 мин^{-1} (NTSC). Преимущества: возможность реализации стоп-кадра, быстрого поиска, произвольной выборки ТВ-кадра; недостаток – время записи только 1 час. При воспроизведении видеодисков CLN частота вращения диска изменяется от 1500 (1800) до 600 мин^{-1} . Преимущество: время записи 2 часа; недостаток – усложнение аппаратуры и ограничение возможности использования нестандартных режимов воспроизведения.

Высокой плотностью записи и большой скоростью выборки обладает устройство записи на оптической ленте (DOT). Оно позволяет хранить информацию объемом 10^{12} байт, время поиска информации в пределах файла емкостью 200 Мбайт не превышает 1с, скорость записи и считывания

информации до 3 Мбайт/с, срок службы до 15 лет. Структура цифровой оптической ленты (модификации: диск, полоска, листок, кредитная карточка и др.) приведена на рис. 16 и содержит: 1 – подложка из полиэфира Melinex; 2 – металлический отражающий слой; 3 – слой полимера с носителем; 4 – защитное покрытие.

Запись информации производится с помощью лазерного луча, который деформирует слой полимера с красителем, образуя в нем углубления диаметром

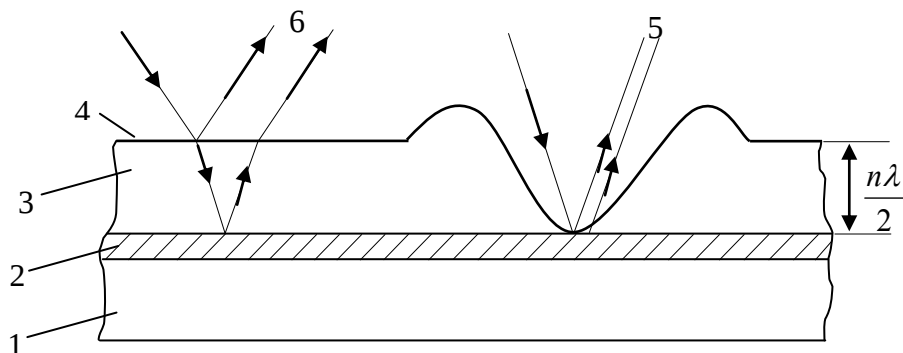


Рис. 16

около 1 мкм. Для считывания используется луч маломощного лазера. Так как толщина слоя 3 равна $n\lambda/2$, то при наличии углубления толщина слоя не является кратной $\lambda/2$, поэтому отраженные лучи 5 частично или полностью уничтожают друг друга. Если углублений нет, то лучи 6 совпадают по фазе и усиливают друг друга. Разработаны кассеты с ДОТ, которые содержат материалы телевидения высокой четкости на 8 часов показа.

Структурная схема видеопроигрывателя

Упрощенная структурная схема видеопроигрывателя приведена на рис. 17.

Работа схемы заключается в следующем. Установка головки воспроизведения (ГВ) в требуемую зону дорожки записи обеспечивается системой радикального слежения. Система грубого позиционирования (СГП) обеспечивает установку ГВ на заданную дорожку с ошибкой, не превышающей половины ее ширины, а система точного позиционирования (СТП) обеспечивает ее совмещение с дорожкой записи во время работы ВП.

Диск приводится во вращение двигателем, который является исполнительным элементом системы автоматического регулирования частоты вращения диска. Для компенсации ошибок работы этой системы в ВП вводится система тангенциального слежения.

Системы радиального слежения. В ВП для грубого позиционирования в основном используются системы трех типов:

- с линейным электродвигателем;
- с винтовым механизмом;
- с электромагнитным преобразователем.

Рассмотрим систему грубого позиционирования на базе винтового механизма (рис. 18).

Головка воспроизведения имеет двухскоростное перемещение за счет наличия быстрого (ДВ 1) и медленного (ДВ 2) двигателей. Первый двигатель необходим для быстрого поиска заданной дорожки, а второй – для организации непрерывного считывания видеоинформации. Двигатель ДВ соединяется винтом механизма точного движения (В) посредством электромагнитной муфты (ЭМ). Винтовые механизмы обеспечивают очень малые ошибки перемещения головки (десятые доли мкм) при практически полном отсутствии мертвого хода.

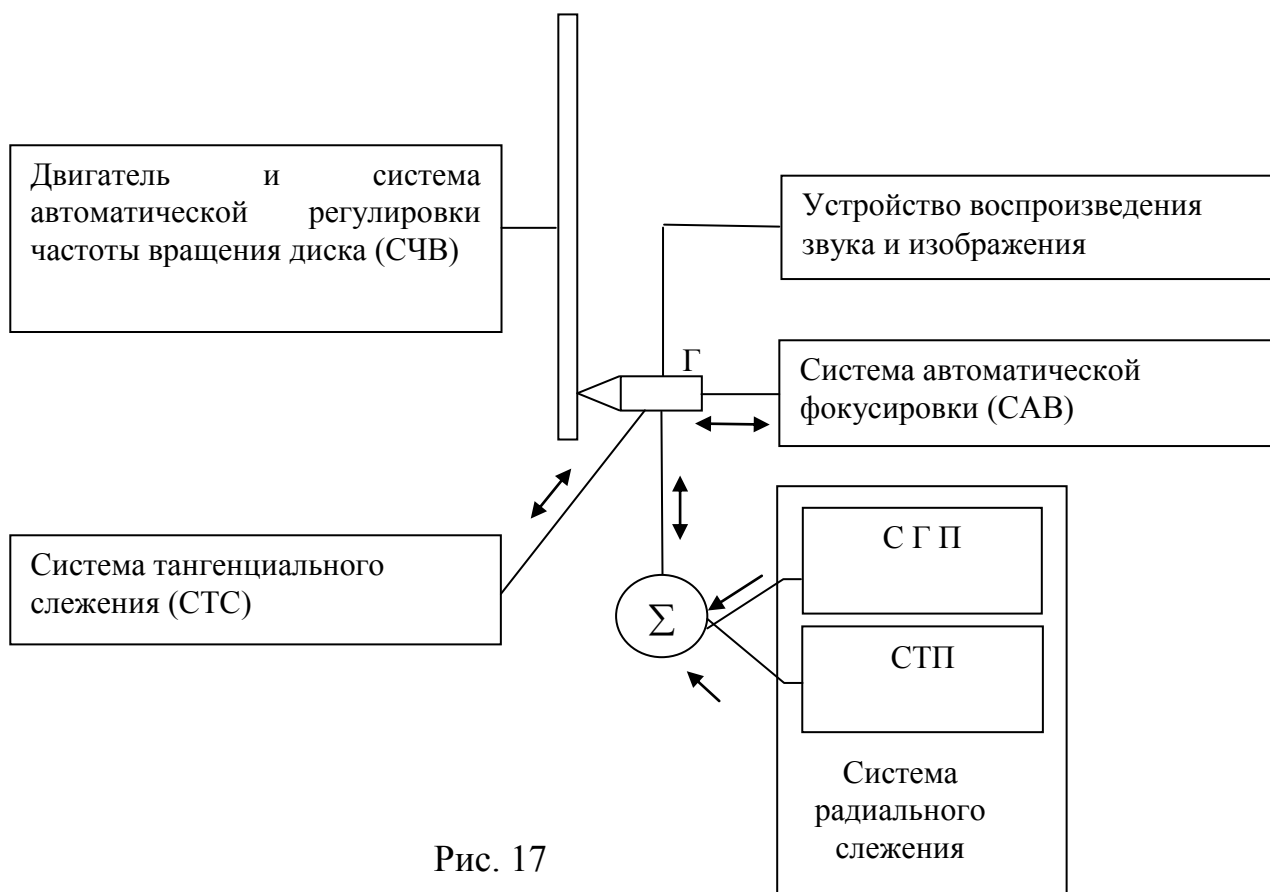


Рис. 17

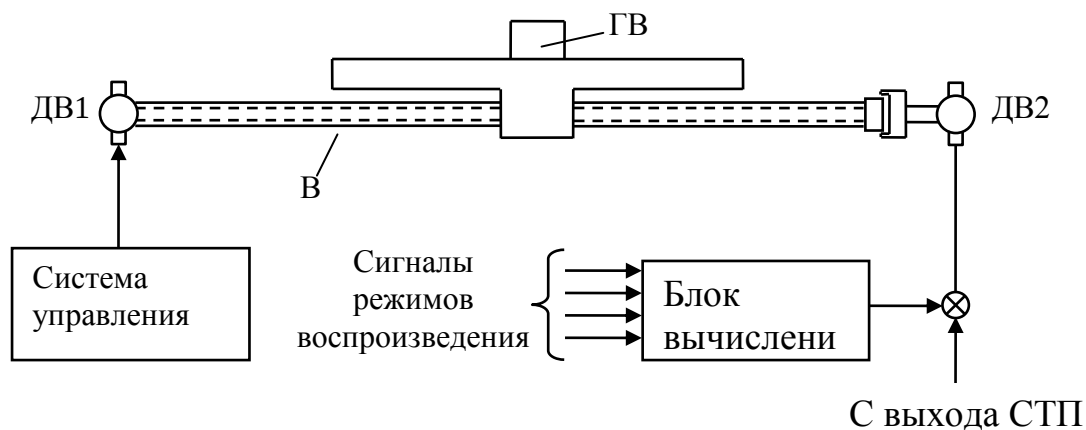


Рис. 18

Система точного позиционирования обеспечивает совмещение дорожек записи и воспроизведения с ошибкой порядка $\pm 0,1$ мкм в оптических ВП. Структурная схема системы радиального слежения с поисковым сигналом приведена на рис. 19.

Зеркальный отражатель (ЗО) совершает колебания с частотой несколько кГц в направлении, перпендикулярном оси симметрии дорожки записи. Сфокусированное на поверхности диска световое пятно также колеблется с амплитудой около 1 мкм. Выходной сигнал фотоприемника ФП поступает на синхронный детектор, который формирует напряжение управления, поступающее на ЗО.

Известны конструкции детекторов рассовмещения, в которых световой поток с помощью дифракционной решетки делит на три луча. Эти лучи фокусируются так что точки фокуса располагаются на линии, перпендикулярной оси симметрии дорожки записи. Два крайних луча используются для выработки напряжения, управляющего подвижным отражателем головки воспроизведения, а средний луч – для считывания информации.

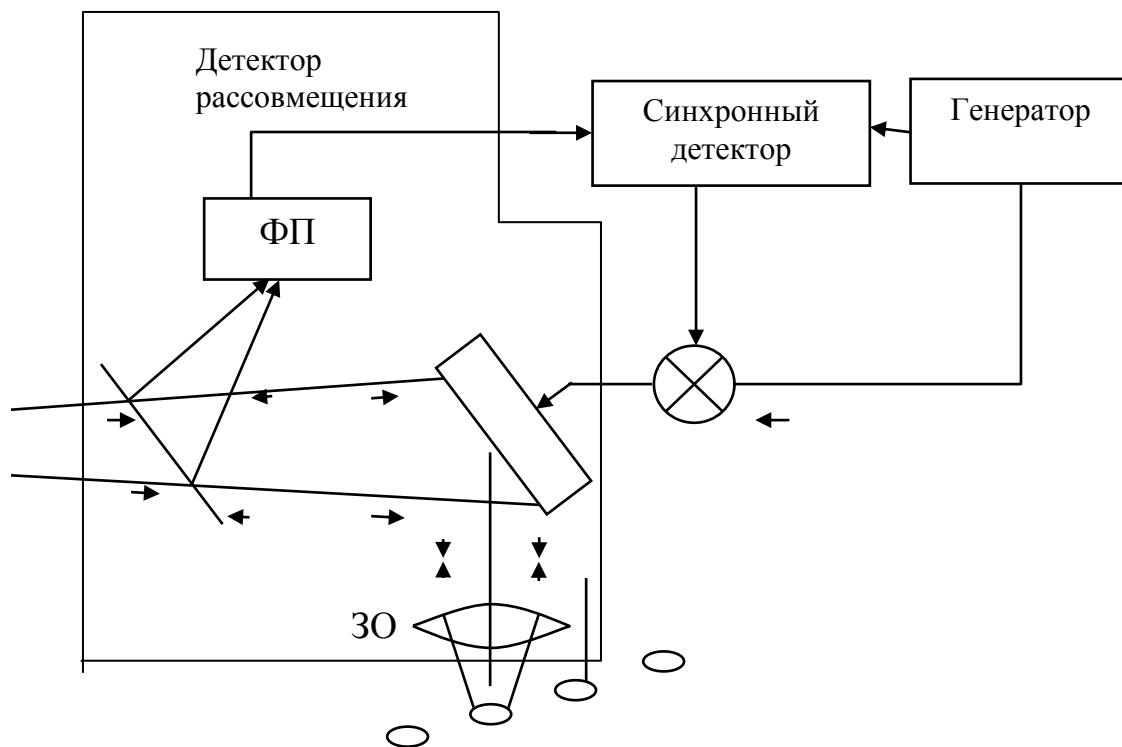


Рис. 19

Системы тангенциального слежения.

Вследствие высокочастотных ошибок вращения диска в ВП появляются временные искажения ЧМ-сигнала, которые влияют на воспроизводимое ТВ-изображение. В видеомагнитофонах такие искажения устраняются цифровым корректором. Воспроизводящий аналоговый видеосигнал преобразуют в

цифровой, который поступает в ОЗУ. При считывании информации из ОЗУ временные искажения становятся незначительными. В оптическую схему ВП дополнительно включается подвижный отражатель (корректирующий дефлектор), на который подается управляющий сигнал, пропорциональный ошибкам вращения диска. В ВП системы LOR в качестве корректирующего дефлектора применяется дефлектор с зеркалом, вращающемся одновременно относительно двух осей (рис. 20). Здесь ЭПМ – электромагнитные поворотные механизмы. На входы фазового детектора (ФД) поступают строчные синхроимпульсы опорного (СО) и воспроизводимого (СВ) сигналов.

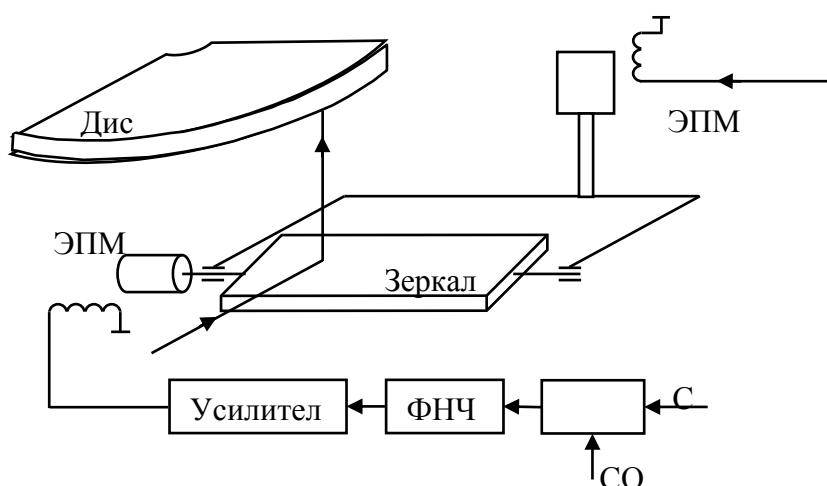


Рис. 20

Система автоматического регулирования частоты вращения видеодиска.

Каждый элемент носителя записи в ВП имеет постоянную линейную или постоянную угловую скорость. Необходимая для работы этих систем информация о мгновенной частоте вращения диска может быть получена с выхода тахометра двигателя или путем воспроизведения сервосигналов, записанных на его поверхности. Если диск необходимо вращать с постоянной угловой скоростью, то в состав системы управления должны войти опорный генератор, частотный и фазовый детекторы. Выходное напряжение детекторов воздействует на двигатель, стабилизируя его вращение.

Система автоматической фокусировки (вертикального слежения).

Замкнутые системы автоматической фокусировки (САФ) должны компенсировать биения поверхности диска (несколько десятых мм). Это обусловлено тем, что глубина резкости объективов составляет единицы мкм. Степень компенсации биений зависит от инерционности исполнительного элемента (ИЭ), к которому крепится объектив (О) (рис. 21). Измерительным элементом САФ служит детектор ошибки фокусировки (ДОФ), который

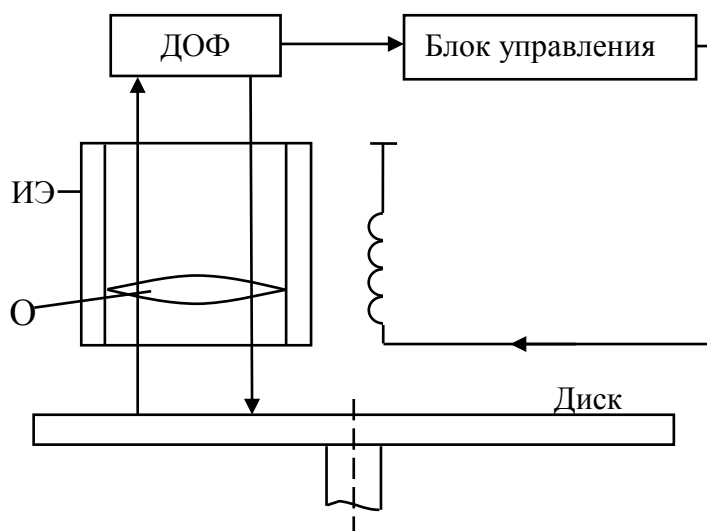


Рис. 21

предназначен для выработки сигнала с параметрами, зависящими от величины и знака отклонения поверхности диска от горизонтальной плоскости.

Простейшим ДОФ является емкостный позиционный датчик, который имеет два электрода, один из которых закреплен на объективе головки воспроизведения, а другой образован электропроводной поверхностью диска.

Широкое распространение получил ДОФ с цилиндрической оптикой (астигматический ДОФ). В этом ДОФ (рис. 22) цилиндрическая линза (ЦЛ) установлена на пути отраженного от поверхности диска пучка света. Она расщепляет исходный сфокусированный световой поток на две ортогональные линии. Четырехсекционный фотоприемник (ФП) устанавливается в ДОФ таким образом, что его центр совпадает с центром круглого пятна света, когда точка фокуса считывающего пучка лежит на поверхности диска (рис. 23, а). Если диск приближается к объективу головки воспроизведения, пятно из круглого становится эллиптическим (рис. 23, б – диск удален от головки считывания; в – диск приближен к головке) и два сегмента четырехсекционного ФП освещаются интенсивнее других. Таким образом,

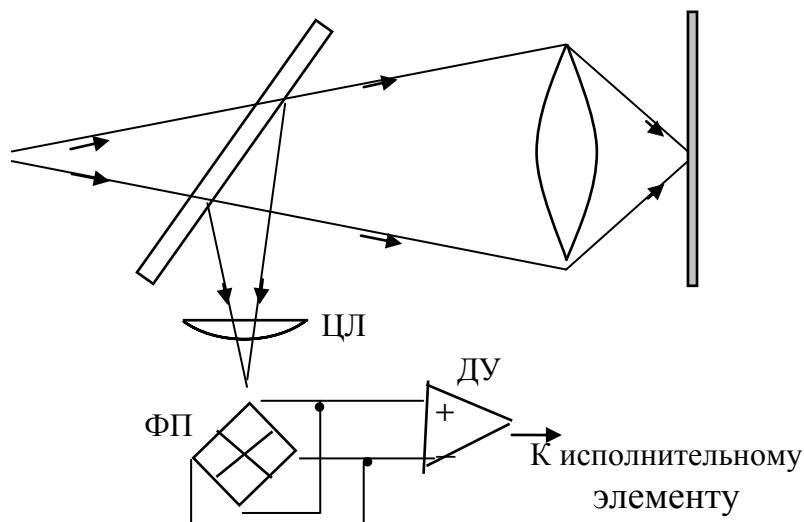


Рис. 22

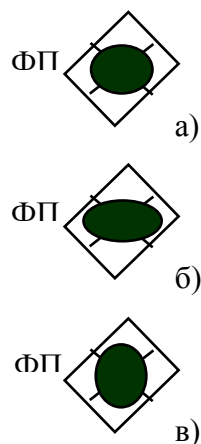


Рис. 23

параметры выходного сигнала дифференциального усилителя (ДУ) зависят от направления и величины смещения поверхности диска вдоль оси, параллельной оси его вращения.

В САФ лазерных ВП могут применяться экстремальные регуляторы. При этом точка фокуса непрерывно колеблется в направлении, параллельном оси вращения диска, а сигнал ошибки фокусировки формируется с помощью синхронного детектора.

Известны САФ, реализованные на базе аэродинамического стабилизатора. Это устройство представляет собой U-образную пластину, в пазу которой перемещается часть поверхности диска. Увлекаемый диском воздух сжимается, образуя воздушную прокладку, которая удерживает диск в фокусе объектива с точностью до нескольких микрон.

Структурная схема дискового видеопроигрывателя (рис. 24).

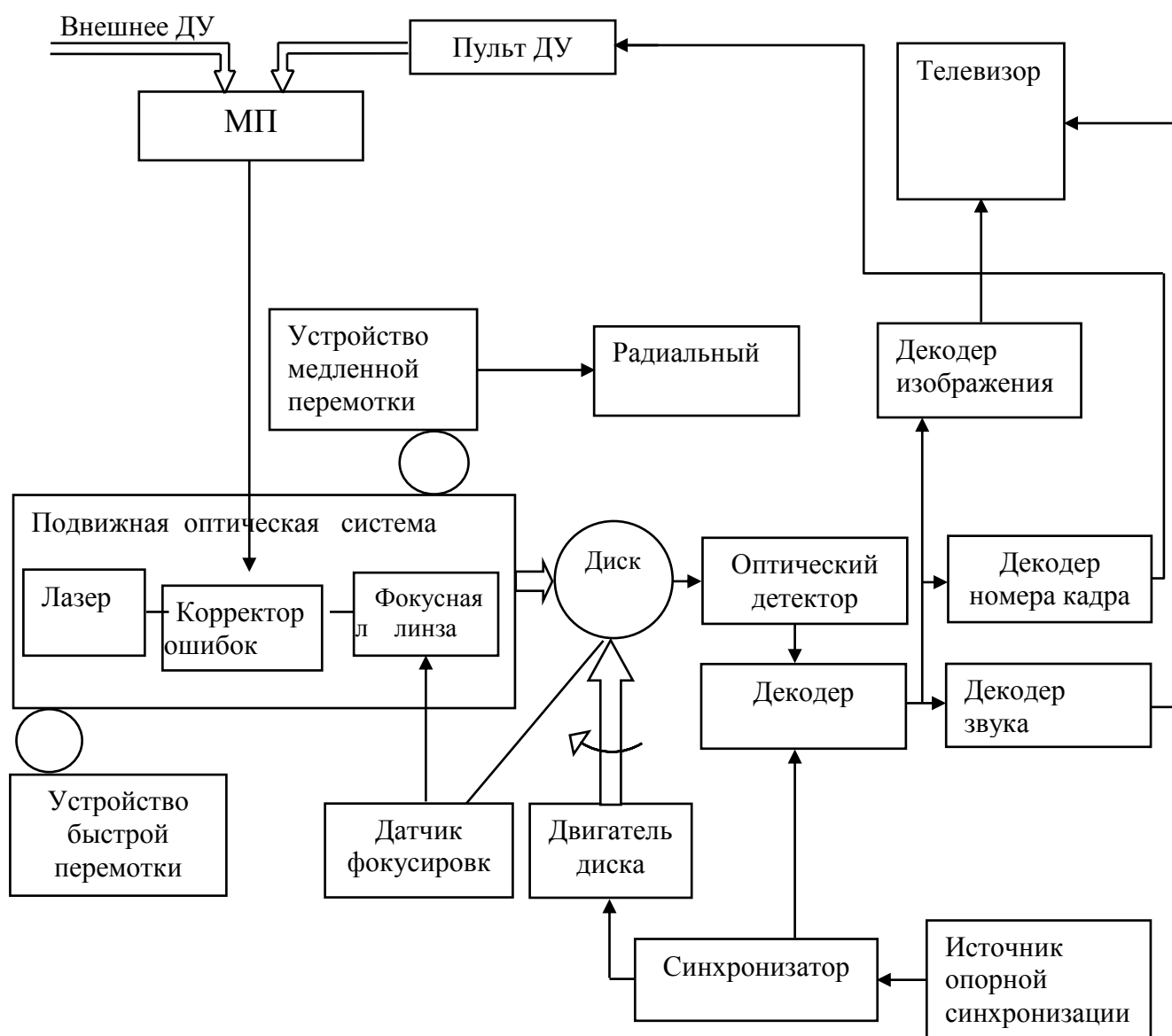


Рис. 24

В видеопроеигрывателе диск непрерывно вращается электродвигателем. Луч лазера попадает на диск через подвижную оптическую систему, которая может медленно или быстро (скачком) перемещаться устройствами медленной или быстрой перемотки. Для фокусировки луча установлена линза, управляемая датчиком фокусировки. Точное положение луча на строчке корректируется от датчика радиального положения устройства медленной перемотки и корректором ошибок. Отраженный от записанных углублений, луч попадает на оптический детектор сигнал, с выхода которого подается в декодеры изображения, звука, номера кадра. Микропроцессор (МП) осуществляет управление видеопроеигрывателем.

Спектр сигналов, присутствующих на выходе фотоприемника головки воспроизведения, изображен на рис. 25.

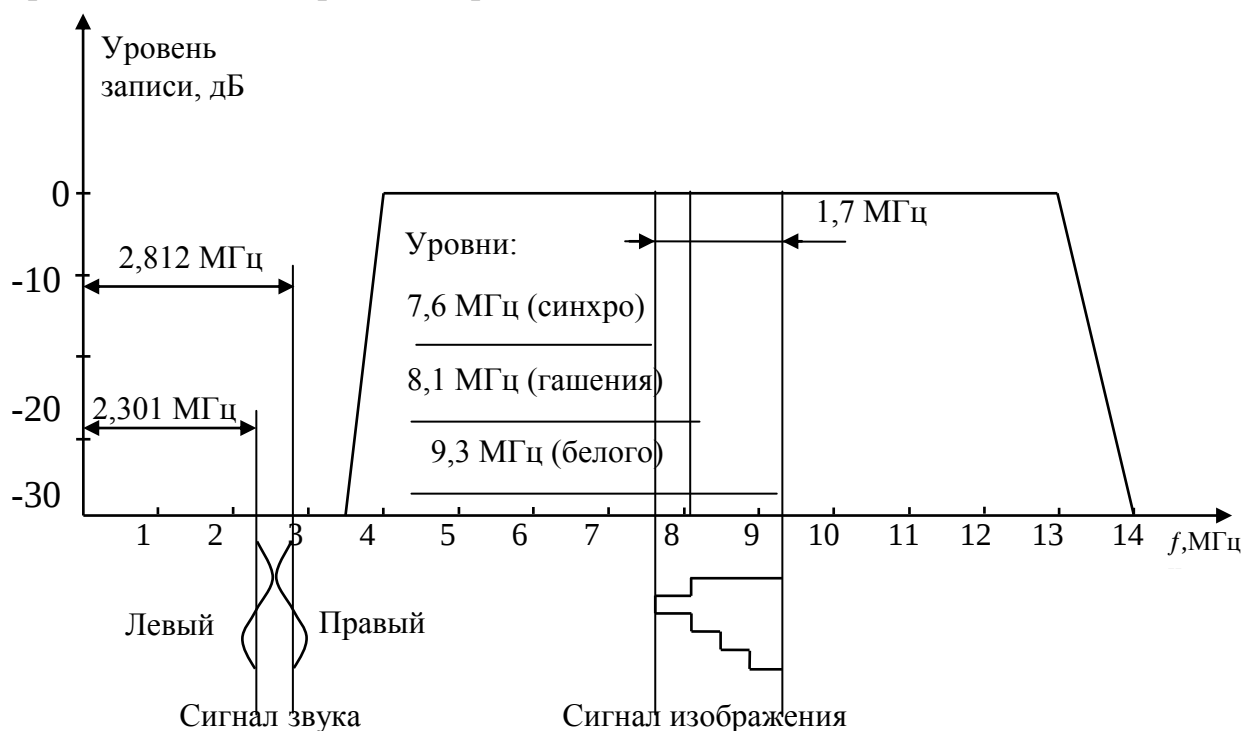


Рис. 25

Устройство для записи оптических дисков. Информация в системе CLV записывается на оптический прозрачный носитель из полимерных материалов в виде мельчайших углублений, которые расположены по спирали; дорожка записи начинается в центре и заканчивается на краю диска. В устройстве (рис. 26) для записи матрицы при производстве видеодисков строчки записываются лучом лазера на светочувствительном слое диска, изготовленного на стекле.

Затем диск с экспонированным слоем покрывается гальваническим способом тонким слоем никеля. Получается матрица, с помощью которой можно отпрессовать до 1000 видеодисков из пластмассы. В состав устройства входят так же системы автофокусировки (САР - Ф) и система автоматического регулирования (САР - CD).

Основные характеристики оптической дисковой системы CLV (PHILIPS VP 830) приведены в табл. 2.

Таблица 2

Параметр	Значение
Размер диска, мм:	
Диаметр	300
Толщина	1,25
Размер отверстий, мкм:	
Ширина	0,4
Глубина	0,1
Расстояние между строчками, мкм	1,6
Число оборотов диска	Переменная
Длительность записи (1 строка), мин	60

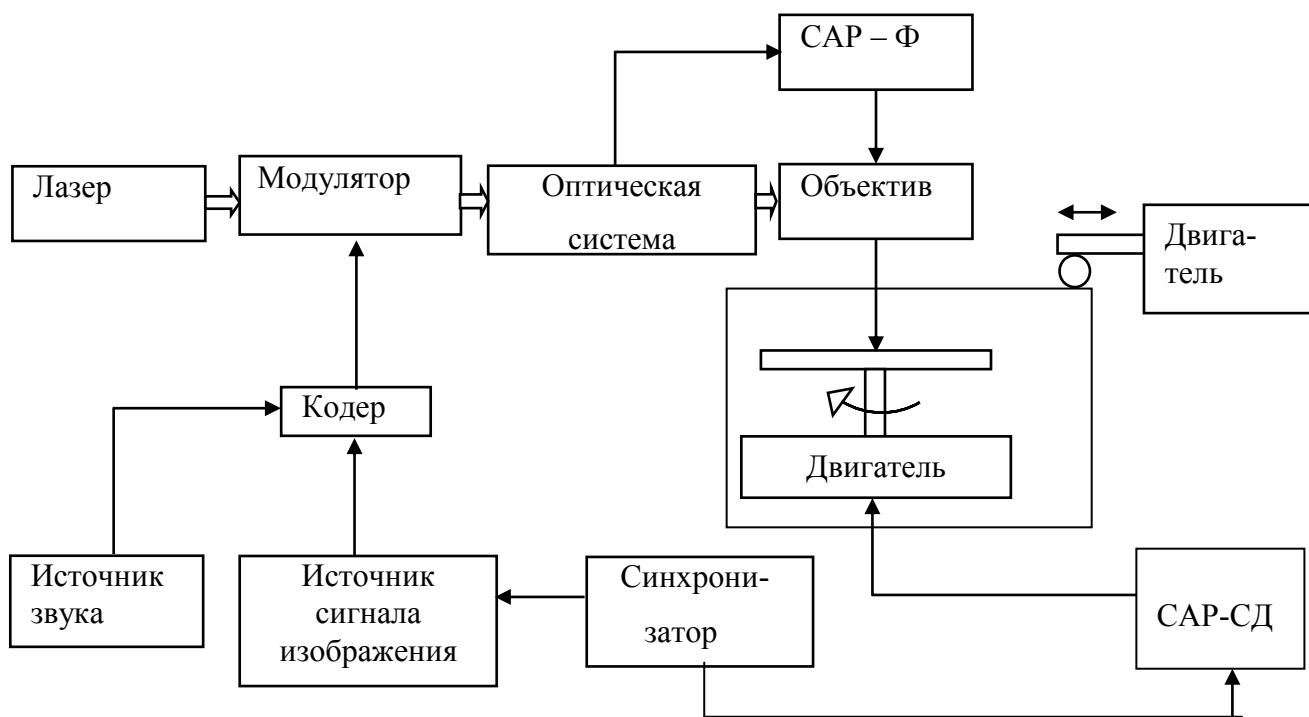


Рис. 26

Задание

1. Изучить основы видеозаписи и функциональную схему видеоманитофона.

2. Подключить видеокамеру к видеоманитону и осуществить запись следующих изображений: вертикальных, горизонтальных полос, сетки и шахматного поля.

3. Подключить осциллограф к выходу видеоманитофона и измерить параметры видеосигнала одной строки для каждого из записанных изображений.

4. Осуществить запись на видеоманитон испытательной таблицы. Воспроизвести на экране телевизора изображение испытательной таблицы и оценить качество телевизионного изображения.

4.1. Определить формат кадра. В телевидении формат кадра равен 4:3 и вычисляется как отношение ширины изображения к его высоте.

4.2. Определить размер элемента изображения, который зависит от высоты H изображения и числа N строк разложения. При разложении изображения на 625 строк и длительности обратного хода 8%, количество видимых (активных) строк, приходящихся на высоту передаваемого изображения, составляет примерно 575 строк.

Если высота таблицы равна 450 мм, то размер элемента изображения равен $450/575=0,78$ мм. Этот размер служит единицей измерения штрихов. Так, если ширина штрихов равна одному элементу изображения, то этим штрихам условно соответствует четкость 625 строк, штрихам в два элемента – 313 строк, штрихам в три элемента – 208 строк и т.д.

4.3. Определить количество градаций яркости, т.е. количество различных по яркости ступеней постепенного перехода от черного к белому. На испытательной таблице изображена шкала градаций яркости с 10 уровнями для установки яркости, контрастности и контроля баланса белого.

Количество градаций яркости определить для всех шкал испытательной таблицы, указав их координаты. Результаты представить в виде таблицы.

4.4. С помощью сходящихся клином горизонтальных и вертикальных линий в центральном круге и по углам испытательной таблицы оценить:

- четкость по вертикали;
- четкость по горизонтали.

Значение четкости определить для всех шкал, указав их координаты на испытательной таблице.

4.5. Оценить качество фокусировки телевизионного изображения.

4.6. Оценить величину искажений в виде светлых и темных продолжений, наблюдаемых после темных крупных деталей («тянучек»).

4.7. Определить наличие повторных изображений постепенно затухающей интенсивности.

4.8. Определить наличие искажений типа «пластика», при которых вертикальные черные линии таблицы окантованы тонкими светлыми полосками. Эти полоски создают ложное представление выпуклости, пластичности изображения.

- 4.9. Оценить координатные искажения раstra.
- 4.10. Подключить осциллограф и телевизор к выходу видеокамеры и оценить качество телевизионного изображения по испытательной таблице.

Содержание отчета

1. Название работы и ее цель.
2. Временные диаграммы сигнала одной строки видеосигнала для каждого испытательного изображения.
3. Результаты измерения качества телевизионного изображения на выходе видеокамеры и видеоманитофона.
4. Выводы.

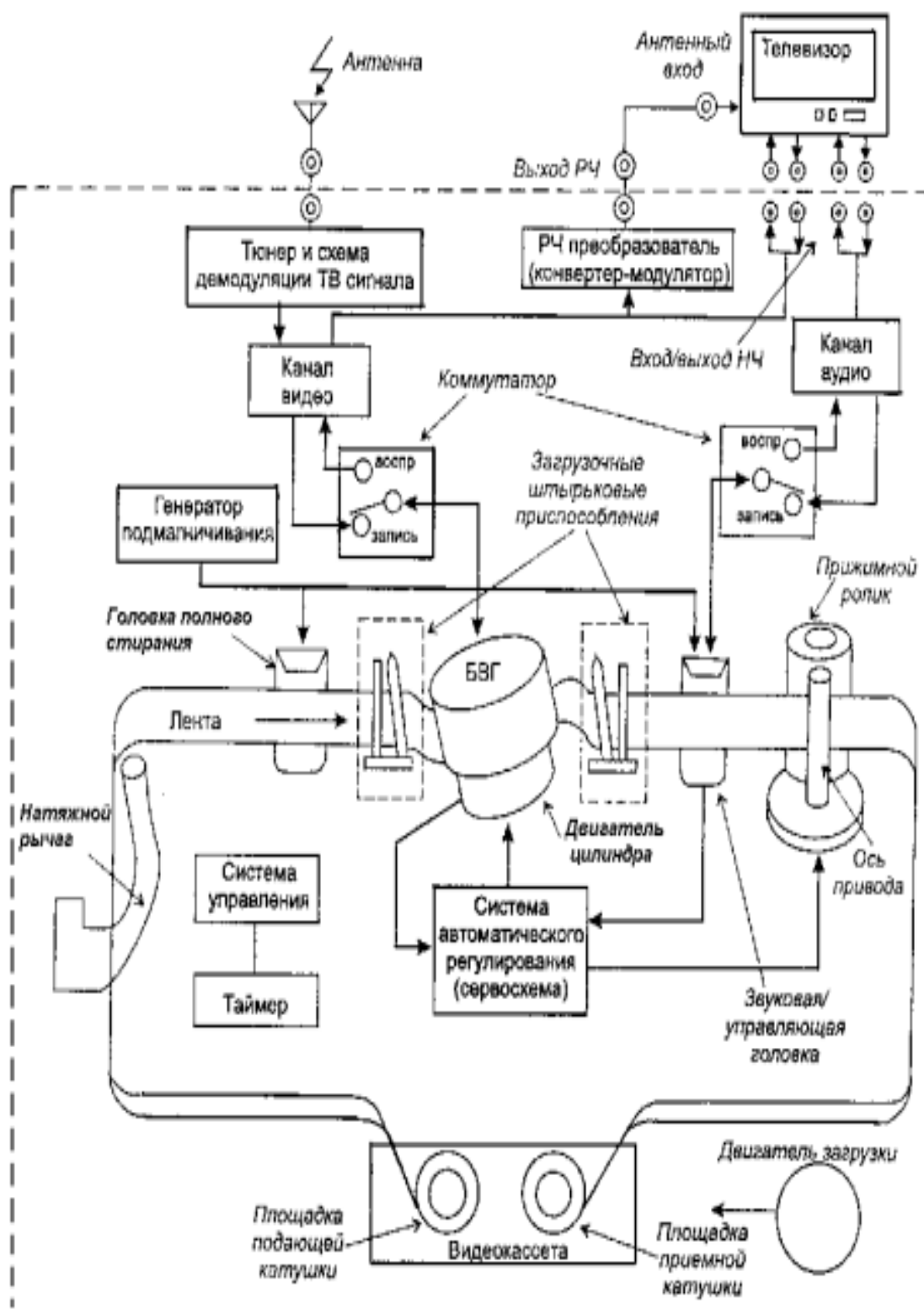
Контрольные вопросы

1. Принцип магнитной видеозаписи.
2. Устройство видеоголовки.
3. Как увеличить максимальную частоту видеозаписи?
4. Зачем нужен блок вращающихся головок?
5. Что такое наклонно-строчная запись и в чем ее преимущества?
6. Основные характеристики формата записи VHS.
7. Сигналограмма в формате VHS.
8. Что такое азимутальная запись?
9. Спектрограмма сигнала записи в формате VHS.
10. Зачем при записи используется частотная модуляция?
11. Структурная схема канала записи видеоманитофона.
12. Структурная схема канала воспроизведения видеоманитофона.
13. Преимущества цифровой обработки ТВ сигналов.
14. Особенности дисковой видеозаписи.
15. Для чего нужны сигналы испытательных строк?

Литература

1. Телевидение: Учеб. пособие для вузов/ Р.Е. Быков, В.М. Сигалов, Г.А. Эйсенгардт; Под ред. Р.Е. Быкова.- М.: Высш.шк., 1988. – С. 189-217.
2. Кривошеев М.И. Основы телевизионных измерений. – М.: Связь, 1976.- С. 207-211.
3. Телевизионная техника: Справочник: Под общ. ред. Ю.Б. Зубарева и Г.Л. Глоризова. – М.: Радио и связь, 1994. – С.199-224.
4. Телевидение: Учебник для вузов / Аксентов Ю.В., Веревкин Н.С., Джакония В.Е. и др.; Под ред. П.В. Шмакова. М.: Связь, 1979. – С. 306-332.
5. Телевидение: Учебник для вузов. В.Е. Джакония, А.А. Гоголь, Н.А. Ерганжиев и др.; Под ред. В.Е. Джаконии. – М.: Радио и связь, 1986. – С. 346-395.
6. Бытовая радиоэлектронная техника. Энциклопедический справочник. Под ред. Ткаченко А.П. – Минск: Беларуская энцыклапедыя, 1995 – С. 650-675.
7. Казанцев Г.Д. Основы телевидения. Учебное методич. пособие. Томск: Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2002. – 31 с.

Функциональная схема видеомagnetофона формата VHS



Оценка координатных искажений

Координатные искажения изображения вызываются геометрическими и нелинейными искажениями раstra. К геометрическим относятся искажения типов трапеция, параллелограмм, подушка и бочка (рис. П1). В результате происходит перекося изображения и искривление прямых линий. Эти искажения оцениваются величиной $\Delta b/b$. Искажения вида параллелограмм (рис. П1, б) определяются отношением $(c-a)/(c+a)$. Величины искажений типов «подушка» и «бочка» должны быть не более 0,02 – 0,05. Искажения в виде искривления вертикальных линий из-за фона переменного тока (рис. П1, д) оцениваются величиной не более 0,01 – 0,02. Эти искажения наиболее заметны, так как волнистая линия непрерывно перемещается в вертикальном направлении.

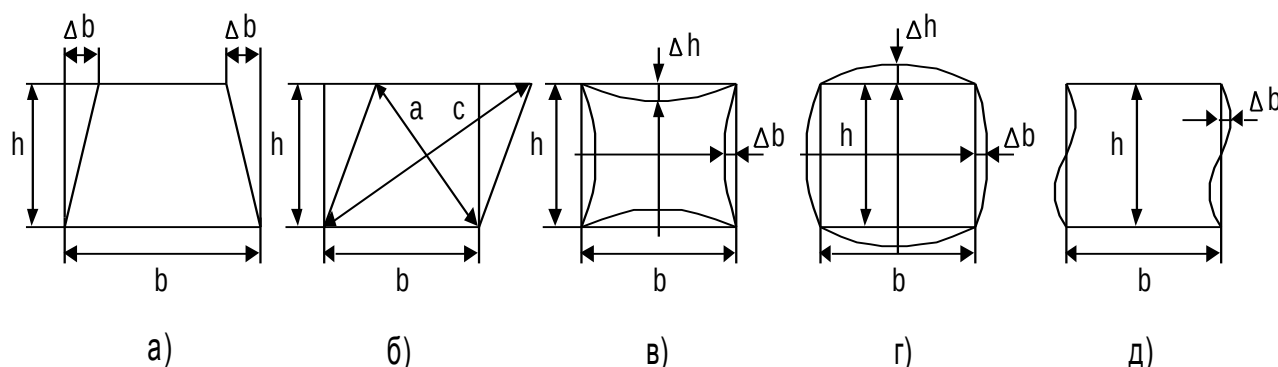


Рис. П1

Нелинейные искажения раstra вызываются отклонением от линейного закона перемещения электронного пучка в плоскости экрана кинескопа в процессе развертки. Они приводят к локальному изменению масштаба изображения в зависимости от положения на растре. Приближенная оценка нелинейных искажений производится по окружностям таблицы. При наличии этих искажений окружности приобретают яйцеобразную форму.

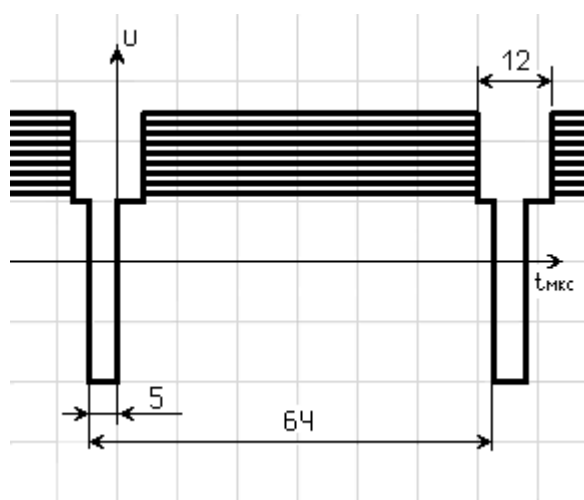
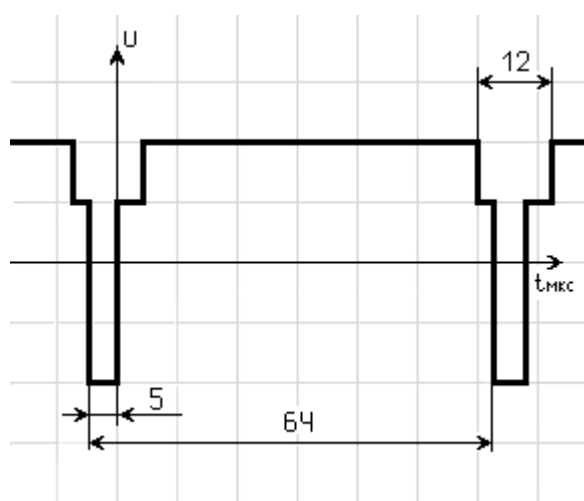
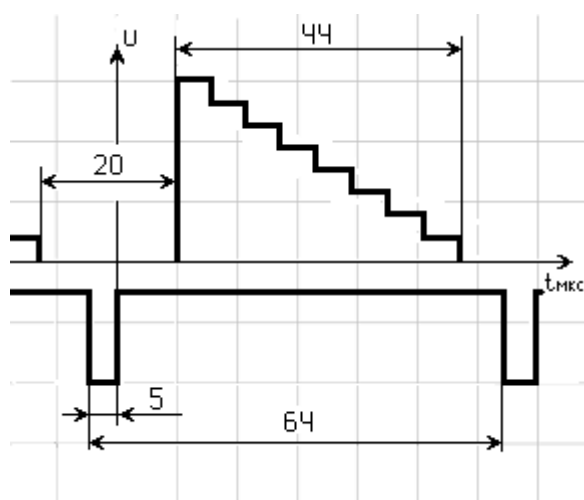
Коэффициент нелинейных искажений

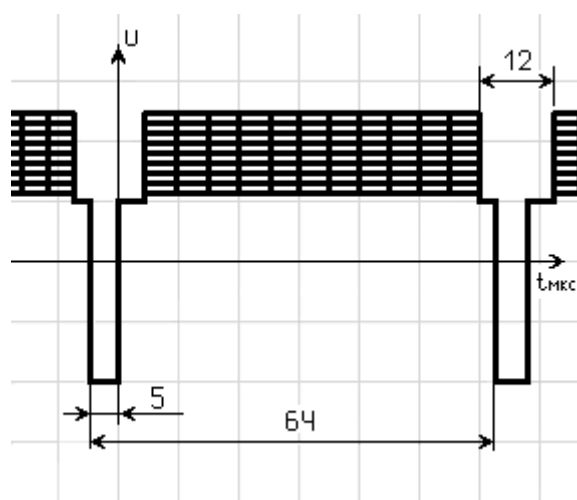
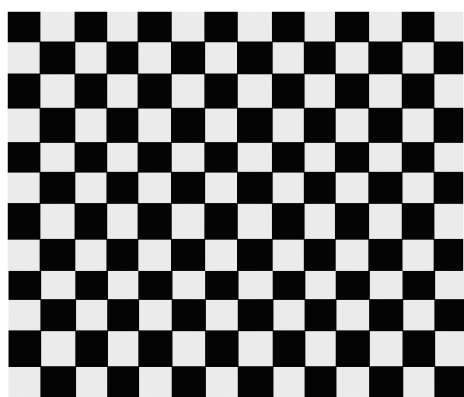
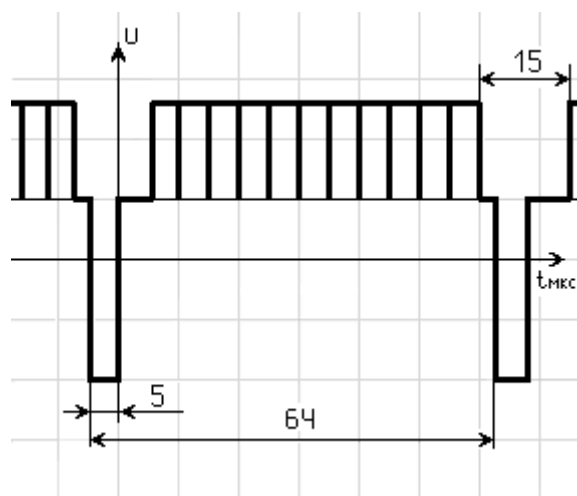
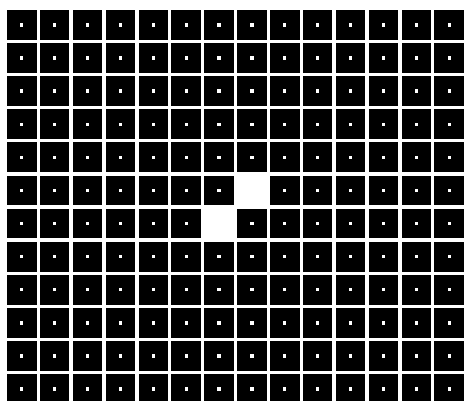
$$k_{\text{нел}} = 2 \frac{a_{\text{max}} - a_{\text{min}}}{a_{\text{mfx}} - a_{\text{min}}},$$

где a_{max} и a_{min} – максимальная и минимальная ширина прямоугольников сетчатого поля в горизонтальной полосе при измерении коэффициента нелинейности в направлении строчной развертки и при измерении нелинейности по кадрам (например, вдоль вертикального столбца 1 – 20).

Допустимая величина коэффициента для видеоконтрольных устройств $k_{\text{нел}}=0,04 - 0,05$, для телевизоров (в зависимости от класса) $k_{\text{нел}}=0,08 - 0,12$.

Вид испытательных сигналов и форма одной строки изображения





Материалы для контроля знаний

1. Нарисовать форму раstra по следующим данным: число строк $z=11$; кратность перемежения (коэффициент чересстрочности) $m = 2$. Временем обратного хода разверток пренебречь.

2. Определить верхнюю граничную частоту f_v видеосигнала для следующего стандарта:

частота полей $f_n = 75$ Гц;

коэффициент чересстрочности $m = 3$;

число строк разложения $z = 800$;

формат кадра $k = 4/3$.

Временем обратного хода разверток пренебречь.

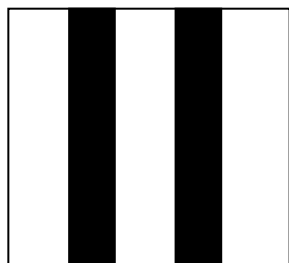
3. Некоторый цвет А передается следующими сигналами: $U_Y = 2,76$ В, $U_{G-Y} = 0,33$ В, $U_{R-Y} = 0,33$ В.

Определить:

а) величины сигналов U_R , U_G , U_B ;

б) положение точки А на цветовом треугольнике RGB.

4. Нарисовать форму полного ТВ сигнала за период строки для изображения, представленного на следующем рисунке:



Сигнал представить в двух вариантах:

а) положительная полярность;

б) отрицательная полярность.

На полученных осциллограммах отметить следующие уровни сигнала:

- уровень белого;
- уровень черного;
- уровень синхроимпульсов.

5. Некоторый цвет А передается следующими сигналами: $U_Y = 2,05$ В, $U_{R-Y} = 2,95$ В, $U_{B-Y} = 2,95$ В.

Определить:

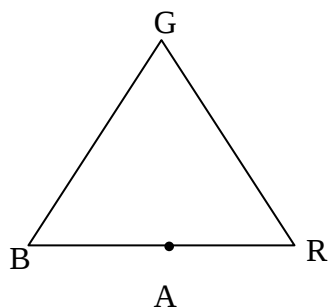
а) величины сигналов U_R , U_G , U_B ;

б) положение точки А на цветовом графике.

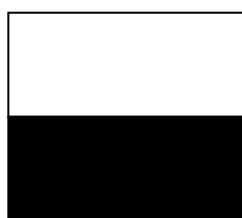
6. Определить верхнюю граничную частоту f_v видеосигнала по следующим данным:

- длительность прямого хода строки $t_{пхс} = 52$ мкс;
- число активных строк раstra $Z_{акт} = 575$;
- формат кадра $k = 4/3$.

7. Для цвета А известны значения сигналов: $U_{R-Y}=1,74 \text{ В}$,
 $U_{G-Y} = -1,26 \text{ В}$, $U_{B-Y} = 1,74 \text{ В}$.
 Вычислить сигналы U_R , U_G , U_B .



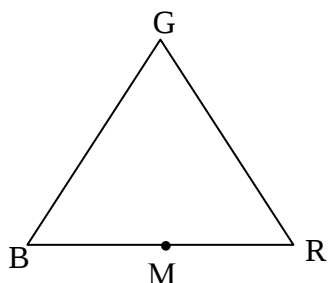
8. Для изображения, показанного на рисунке, нарисовать осциллограммы видеосигнала за период строки (в «белых» и «черных» строках). Учесть постоянную составляющую сигнала. На осциллограммах показать уровни:



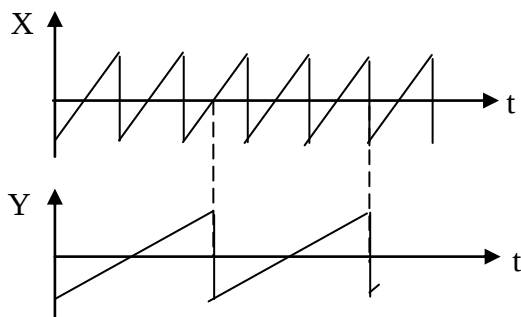
- белого;
- черного;
- синхроимпульсов.

Сигналы показать в положительной полярности.

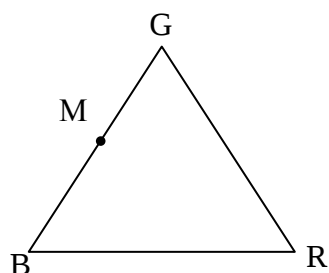
9. Некоторый цвет М задан точкой на цветовом треугольнике RGB. Определить значения сигналов U_R , U_G , U_B , если известно значение сигнала яркости $U_Y = 2,87 \text{ В}$.



10. Нарисовать растр, если известны осциллограммы токов строчной $X(t)$ и кадровой $Y(t)$ разверток. Определить параметры стандарта разложения Z , m .

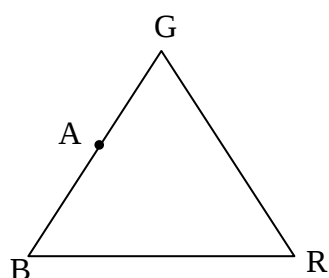


11. Некоторый цвет М задан точкой на цветовом треугольнике RGB.



Определить значения сигналов U_R , U_G , U_B , если известно значение сигнала яркости $U_Y = 1,05$ В.

12. Для цвета А даны значения сигналов: $U_{R-Y} = -4,9$ В,



$U_{G-Y} = 2,1$ В, $U_{B-Y} = 2,1$ В.

Вычислить соответствующие значения сигналов U_R , U_G , U_B для цвета А.

13. Определить верхнюю граничную частоту спектра видеосигнала в ТВ стандарте с трехкратным ($m = 3$) перемежением строк по следующим данным:

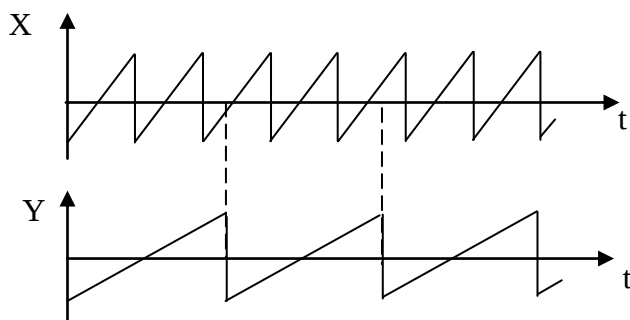
- частота полей $f_{\Pi} = 50$ Гц;

- число строк $z = 625$;

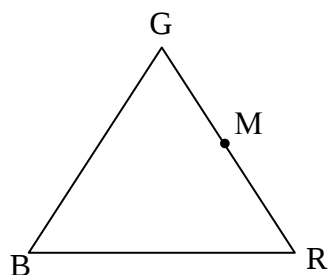
- формат кадра $k = 4/3$.

Временем обратного хода разверток пренебречь.

14. Нарисовать растр, если известны осциллограммы токов строчной $X(t)$ и кадровой $Y(t)$ разверток.

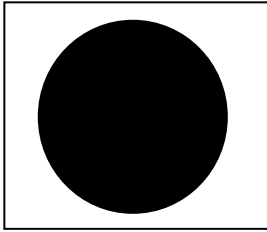


15. Некоторый цвет М задан точкой на цветовом треугольнике RGB.

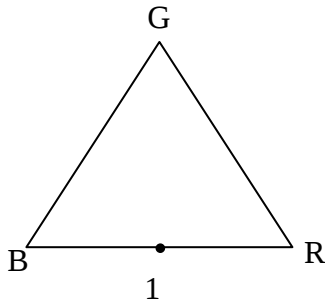


Определить значения сигналов U_R , U_G , U_B , если известно значение сигнала яркости $U_Y = 4,45$ В.

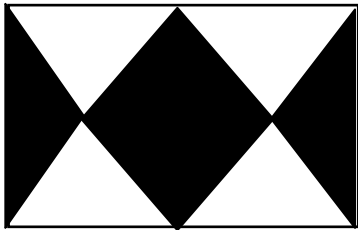
16. Как изменится изображение, приведенное на рисунке, если частоту кадровой развертки в телевизоре уменьшить в два раза?



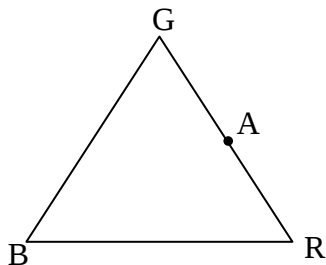
17. Максимальная яркость цвета R на экране телевизора составляет 60 кд/м^2 . Какую максимальную яркость пурпурного цвета (точка 1 на рисунке) можно получить на экране этого телевизора?



18. Для изображения, приведенного на рисунке, представить осциллограммы видеосигнала для крайней и центральной строки раstra. Сигналы представить в положительной полярности, указав уровни белого, черного и синхроимпульсов.



19. Для цвета A даны значения сигналов: $U_{R-Y} = 0,55 \text{ В}$, $U_{G-Y} = 0,55 \text{ В}$, $U_{B-Y} = -4,45 \text{ В}$. Вычислить значения сигналов U_R , U_G , U_B для этого цвета.

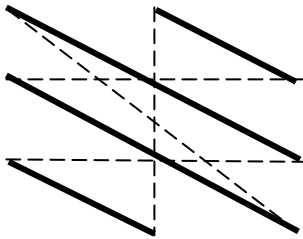


20. Некоторый цвет M составлен путем суммирования цветов R, G, B, взятых с одинаковой яркостью. При этом сигнал яркости равен $U_Y = 3,6 \text{ В}$. Определить значения сигналов U_R , U_G , U_B для цвета M.

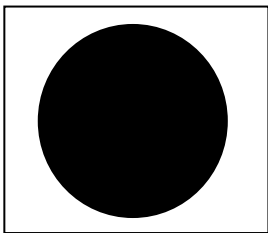
21. Как изменится растр, показанный на рисунке, если (при прочих равных условиях) увеличить ровно в 2 раза частоту строк?

Нарисуйте растр, определите значения Z и m .

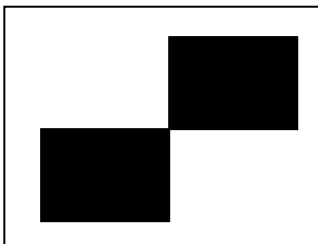
$$Z = 3; \quad m = 2$$



22. Как изменится ТВ-изображение, приведенное на рисунке, если частоты строчной и кадровой разверток в ТВ-приемнике увеличить в 2 раза?

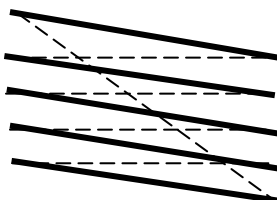


23. Как изменится ТВ-изображение, приведенное на рисунке, если в телевизоре изменить направление токов в кадровых и строчных отклоняющих катушках?



24. Как изменится растр, показанный на рисунке, если (при прочих равных условиях) уменьшить ровно в 2 раза частоту строк? Нарисуйте растр, определите значения Z и m .

$$Z = 5; \quad m = 1$$



25. Некоторый цвет А передается следующими сигналами $U_Y = 3,5 \text{ В}$, $U_{B-Y} = 1,5 \text{ В}$, $U_{R-Y} = -3,5 \text{ В}$.

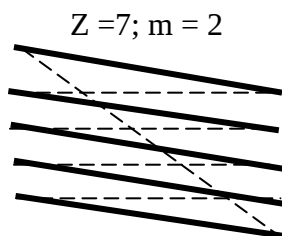
Определить:

а) величины сигналов U_R , U_G , U_B ;

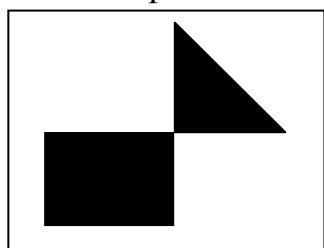
б) положение точки А на цветовом графике (или треугольнике RGB).

26. Некоторый цвет M составлен из цветов R, G, B одинаковой яркости. Определить значения цветоразностных сигналов U_{R-Y} , U_{G-Y} , U_{B-Y} , если известно, что сигнал яркости для цвета M равен $U_Y = 3,6 \text{ В}$.

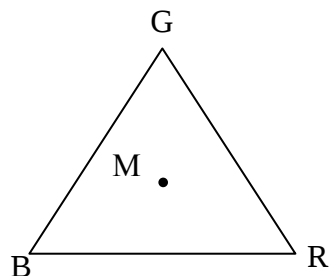
27. Как изменится растр, показанный на рисунке, если (при прочих равных условиях) увеличить вдвое частоту вертикальной развертки (частоту полей)? Нарисовать новый растр, определить соответствующие ему значения Z и m .



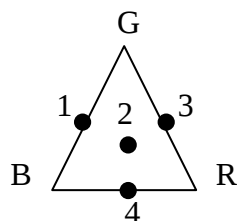
28. Как изменится ТВ-изображение, приведенное на рисунке, если в телевизоре изменить направление токов в кадровых и строчных отклоняющих катушках?



29. Некоторый цвет M задан точкой на цветовом треугольнике RGB . Определить значения сигналов U_R , U_G , U_B , если известно значение сигнала яркости $U_Y = 1 \text{ В}$.



30. Цвета, обозначенные цифрами на цветовом треугольнике, воспроизводятся на телеэкране, как показано на рисунке. Построить осциллограммы сигналов U_R , U_G , U_B за время прямого хода строки (амплитуды сигналов принять равными 1 В .)



1	2	3	4
---	---	---	---

Методические указания к решению задач

Для проверки работоспособности и настройки телевизионной аппаратуры используется генератор цветных полос (ГЦП). Изображение, создаваемое на ТВ экране сигналами ГЦП, состоит обычно из восьми вертикальных полос, цвета которых обозначим номерами 1...8 слева направо (на экране). На рис. П2 эти цвета изображены в виде точек на цветовом графике (треугольнике) RGB: 1 – белый; 2 – желтый; 3 – голубой; 4 – зеленый; 5 – пурпурный; 6 – красный; 7 – синий. Условимся, что для получения максимальной яркости основных цветов RGB необходимо сигналы U_R , U_G , U_B взять по 1 В.

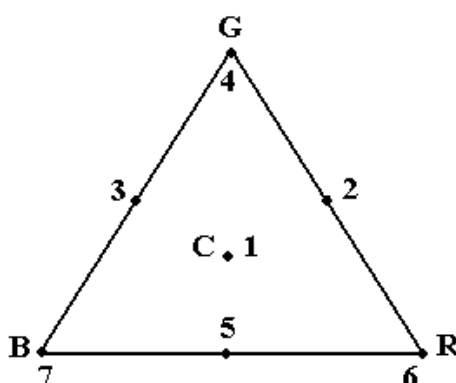


Рис. П2

На рис. П3 приведены расположение цветных полос на ТВ экране и соответствующие осциллограммы сигналов цветоделенных изображений U_R , U_G , U_B и сигнала яркости U_Y за время прямого хода строки (52 мкс). Отметим, что вертикальный масштаб осциллограммы U_Y увеличен в 5 раз по сравнению с сигналами U_R , U_G , и U_B .

Поясним форму осциллограмм и их связь с рис. П2. В течение первых 6,5 мкс прямого хода каждой строки передается цвет 1 (белый). Для получения белого цвета С максимальной яркости необходимо установить $U_R=U_G=U_B=1$ В, при этом $U_Y=0,3U_R+0,59U_G+0,11U_B=1$ В, что мы и видим на осциллограммах рис.П3. Для второй полосы (цвет 2, желтый) максимальной яркости имеем: $U_R=U_G=1$ В; $U_B=0$; $U_Y=0,89$. Для восьмой полосы (черный цвет) имеем $U_R=U_G=U_B=U_Y=0$. Для этого цвета точки на цветовом графике нет, т.к. это не цвет, а отсутствие цвета (и света).

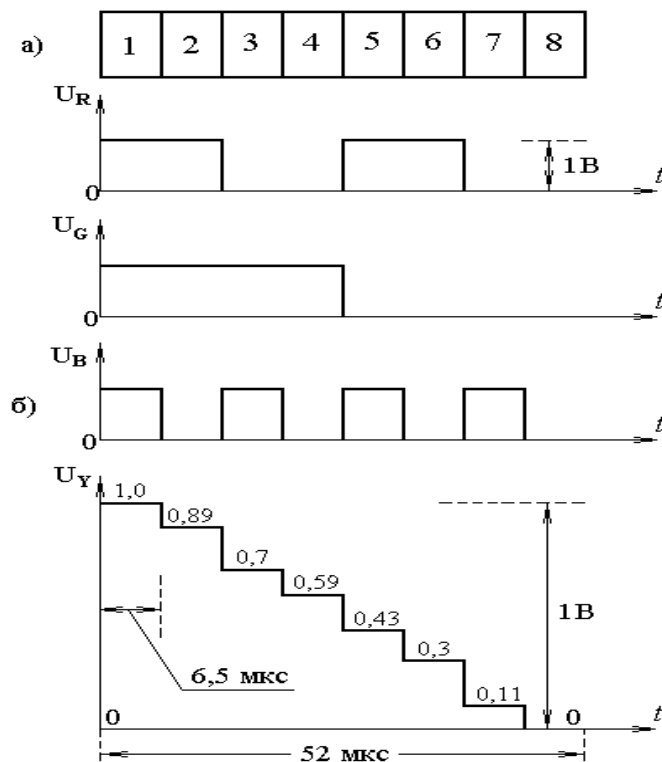


Рис. ПЗ

На рис. П4 приведена строчная осциллограмма ПЦТС, в котором цветное кодирование выполнено по системе PAL. Цветоразностные сигналы перенесены с помощью балансной модуляции на цветовую поднесущую, которая замешивается с яркостным сигналом. На задней площадке строчного гасящего импульса расположен сигнал цветовой синхронизации в виде вспышки поднесущей, содержащей информацию, необходимую для правильного декодирования сигналов в телевизионном приемнике.

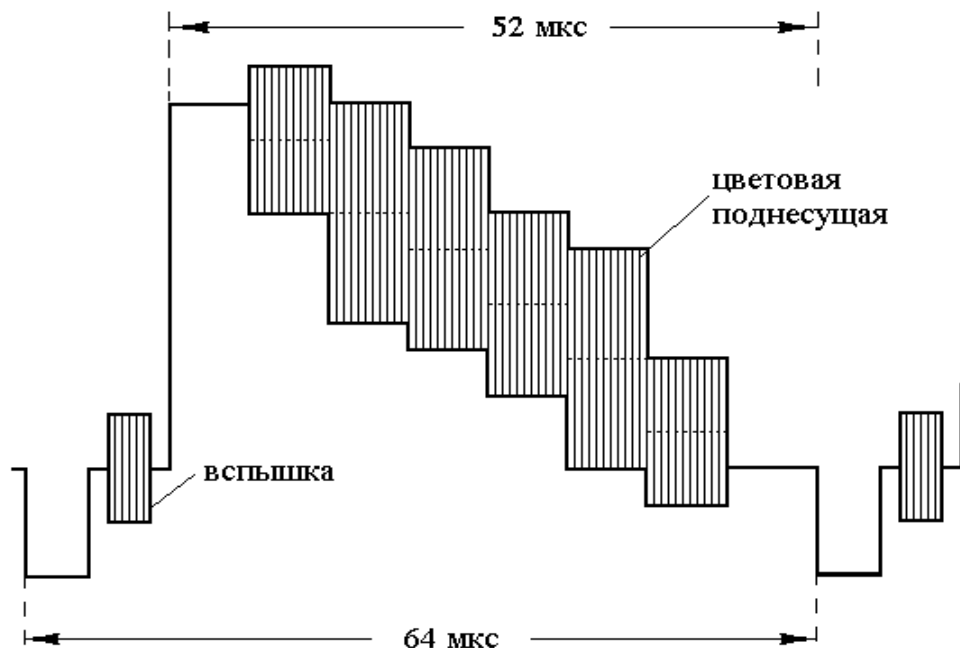


Рис. П4

Примеры решения задач

Задача 1

Даны осциллограммы сигналов U_R , U_G , U_B (рис. П5). Показать на цветовой графике (рис. П6) точки цветов, передаваемых этими сигналами в интервалах времени t_1 , t_2 , t_3 .

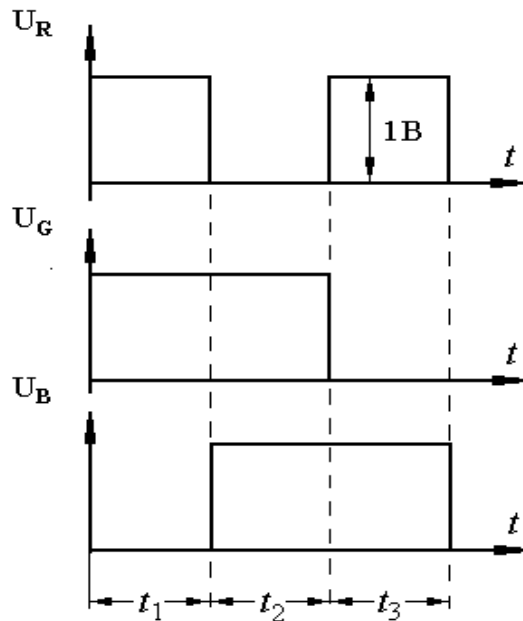


Рис. П5

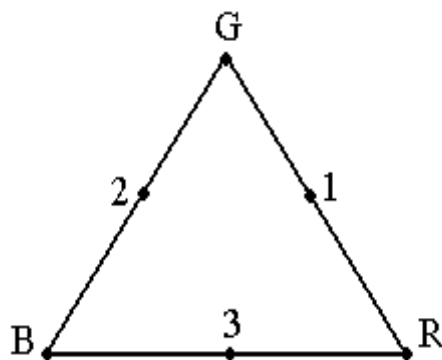


Рис. П6

Решение

В интервале времени t_1 сигналы таковы: $U_R=U_G=1\text{ В}$; $U_B=0$. Так как $U_B=0$, искомый цвет лежит на стороне RG цветового треугольника. Так как $U_R=U_G$, цвет смеси равноудален от точек R и G , т.е. лежит на середине стороны RG цветового треугольника. Обозначим этот цвет цифрой 1 и наносим точку 1 на цветовой график. Аналогичным образом находим цвета 2 и 3, передаваемые в интервалах времени t_2 и t_3 соответственно, и наносим точки 2 и 3 на цветовой график.

Задача 2

На рис. П7а цифрами 1, 2, 3 обозначены цвета, расположенные на экране телевизора. Построить осциллограмму сигнала U_{B-Y} (за время прямого хода строки). Повторить расчеты для сигналов: U_R , U_G , U_B , U_Y , U_{R-Y} , U_{G-Y} ,

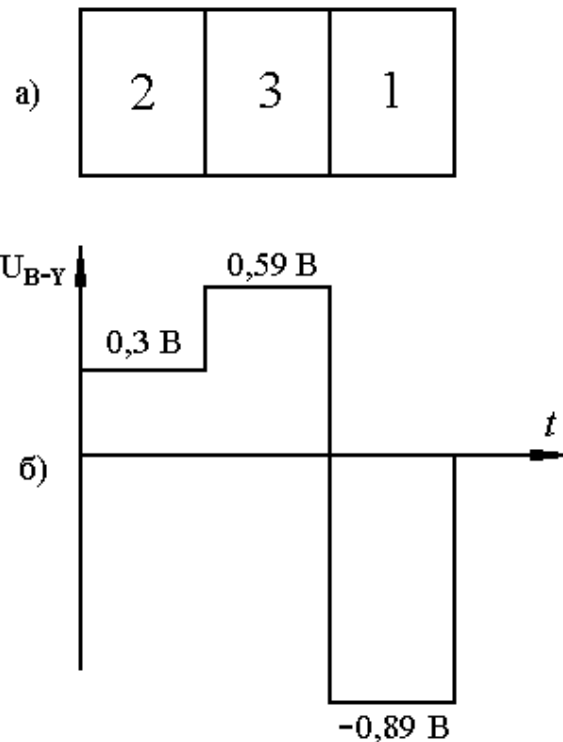


Рис. П7

Решение

Цвет 2 передается сигналами $U_R=0$; $U_G=U_B=1$ В. Остальные сигналы вычисляем следующим образом:

$$\begin{aligned}
 U_Y &= 0,59U_G + 0,11U_B = 0,7 \text{ В}; \\
 U_{R-Y} &= U_R - U_Y = 0 - 0,7 = -0,7 \text{ В}; \\
 U_{G-Y} &= U_G - U_Y = 1 - 0,7 = 0,3 \text{ В}; \\
 U_{B-Y} &= U_B - U_Y = 1 - 0,7 = 0,3 \text{ В}.
 \end{aligned}$$

Полученные результаты занесем во вторую строку табл. П1.

Таблица П1

Цвет	U_R	U_G	U_B	U_Y	U_{R-Y}	U_{G-Y}	U_{B-Y}	Полоса
2	0 В	1 В	1 В	0,7 В	-0,7 В	0,3 В	0,3 В	Левая
3	1 В	0 В	1 В	0,41 В	0,59 В	-0,41 В	0,59 В	Средняя
1	1 В	1 В	0 В	0,89 В	0,11 В	0,11 В	-0,89 В	Правая

На рис. П7б изображена осциллограмма сигнала U_{B-Y} .

Измерения и контроль в телевидении

Рассмотрим метод, который позволяет во время телевизионной передачи, не мешая ей, контролировать работоспособность телевизионного канала и измерять его качественные показатели (полоса пропускания, нелинейные искажения и др.). Метод реализуется с помощью сигналов испытательных строк, которые вводятся в ПЦТС во время обратного хода по кадру

На рис. П8 показана измерительная строка, содержащая синусквадратичный импульс 1 и опорный импульс «белого» 2. По изменению амплитуды импульса 1 по отношению к опорному 2 можно судить об искажении АЧХ тракта в области высоких частот. По искажению вершины импульса 2 судят о качестве передачи средних частот спектра видеосигнала (от 15 до 300 кГц).

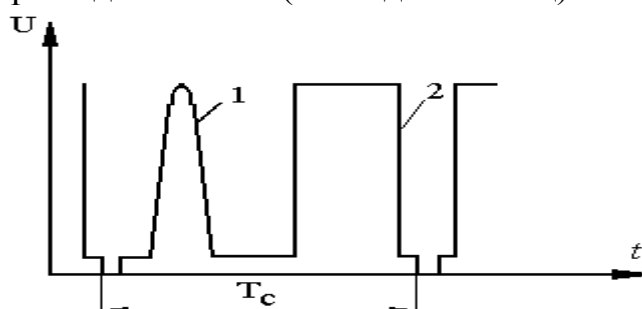


Рис. П8

На рис. П9, а показана измерительная строка, состоящая из шести пакетов синусоидального сигнала с частотами 0,5; 1,5; 2,8; 4,43; 5,0 и 5,8 МГц. Очевидно, что, зафиксировав амплитуды сигналов в пакетах на выходе контролируемого тракта (или его участка), мы получим необходимую информацию для построения АЧХ по шести точкам (рис. П9, б).

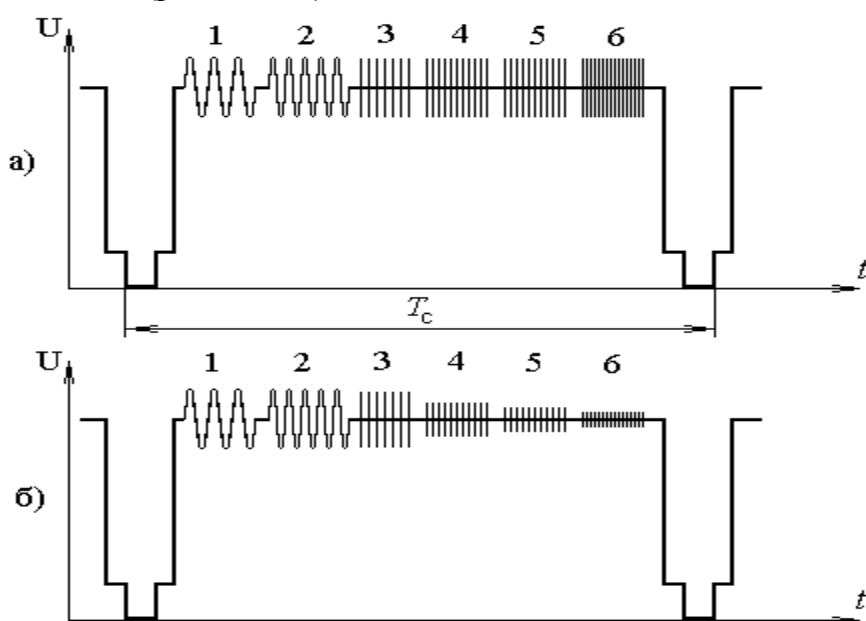


Рис. П9

