

МИНИСТЕРСТВО ПО РАЗВИТИЮ ИНФОРМАЦИОННЫХ  
ТЕХНОЛОГИЙ И КОММУНИКАЦИЙ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН  
ТАШКЕНТСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

К защите допустить  
Заведующий кафедрой

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2015 \_\_ г.

**Выпускная  
квалификационная работа**

на тему: **Особенности цифровой видеозаписи  
ТВ сигналов**

Выпускник \_\_\_\_\_  
(подпись)

Собиров С.  
(Фамилия)

Руководитель \_\_\_\_\_  
(подпись)

Шоюсупова Х.Х.  
(Фамилия)

Рецензент \_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(Фамилия)

Консультант по БЖД \_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(Фамилия)

Ташкент-2015 г.

МИНИСТЕРСТВО ПО РАЗВИТИЮ ИНФОРМАЦИОННЫХ  
ТЕХНОЛОГИЙ И КОММУНИКАЦИЙ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН  
ТАШКЕНТСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Факультет \_\_\_\_\_ ТТ \_\_\_\_\_ кафедра \_\_\_\_\_ СТРВ \_\_\_\_\_

Направление (специальность) \_\_\_\_\_ 5522100 – Телевидение, радиосвязь  
и радиовещание \_\_\_\_\_

**У Т В Е Р Ж Д А Ю**

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2015г.

**З А Д А Н И Е**

на выпускную квалификационную работу Собиров Сирожиддин Давлатиор угли  
(фамилия, имя, отчество)

на тему: Особенности цифровой видеозаписи ТВ сигналов

1. Тема утверждена приказом по университету от «24» 12.2014 г. № 14-64
2. Срок сдачи законченной работы \_\_\_\_\_ 30.05.2015г. \_\_\_\_\_
3. Исходные данные к работе: 1. Профессиональный Формат DVСAM.  
2. Сигнал яркости 25 Гц ... 5,0 МГц +1,0/-1,5 дБ. Сигнал цветности 25 Гц ...  
2,0 МГц +1,0/-1,5 дБ.
4. Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке  
вопросов: Введение 1. Особенности и развития цифровой видеозаписи.  
2. Особенности форматов и схем цифровой видеозаписи телевизионных  
сигналов. 3. Цифровые видео записывающие устройства. 4. Безопасность  
жизнедеятельности и экология.
5. Перечень графического материала \_\_\_\_\_ Слайды-10 \_\_\_\_\_
6. Дата выдачи задания \_\_\_\_\_ 14.01.2015 г. \_\_\_\_\_

Руководитель \_\_\_\_\_

подпись

Задание принял \_\_\_\_\_

подпись

## 7. Консультанты по отдельным разделам выпускной работы

| Наименование раздела | Консультант  | Подпись, дата |                 |
|----------------------|--------------|---------------|-----------------|
|                      |              | Задание выдал | Задание получил |
| БЖД                  | Кадиров Ф.М. | 20.05.15 г.   | 20.05.15 г.     |

## 8. График выполнения работы

| №  | Наименование раздела   | Срок выполнения | Подпись руководителя (консультанта) |
|----|--|-----------------|-------------------------------------|
|    | Введение   | 26.02.2015 г.   |                                     |
| 1. | Особенности и развития цифровой видеозаписи.                             | 28.03.2015 г.   |                                     |
| 2. | Особенности форматов и схем цифровой видеозаписи телевизионных сигналов. | 23.04.2015 г.   |                                     |
| 3. | Цифровые видео записывающие устройства.                                  | 18.05.2015 г.   |                                     |
| 4. | Безопасность жизнедеятельности и экология.                               | 20.05.2015 г.   |                                     |

Выпускник \_\_\_\_\_  
подпись

«\_\_» \_\_\_\_\_ 05 \_\_\_\_\_ 2015 г.

Руководитель \_\_\_\_\_  
подпись

«\_\_» \_\_\_\_\_ 05 \_\_\_\_\_ 2015 г.

Битирув малакавий иши телевизион эшиттиришда рақамли видеоёзишни ўзига хос хусусиятларини ўрганиш масалаларига бағишланган.

Телевизион эшиттиришда рақамли видеоёзишни ўзига хос хусусиятларини ўрганиш, видео ёзишни асосий рақамли форматлари ва видео ёзиш қурилмаси тузилишининг тамойиллари тўлиқ кўриб чиқилган.

Битирув малакавий ишида ҳаёт фаолияти хавфсизлиги масалалари ҳам кўриб чиқилган.

Выпускная квалификационная работа посвящена изучению особенностей цифровой видеозаписи ТВ сигналов.

Подробно рассмотрены особенности цифровой видеозаписи ТВ сигналов, основные цифровые форматы видео записи и принципы построения видео записывающих устройств.

В выпускной квалификационной работе рассмотрены также вопросы безопасности жизнедеятельности.

Final qualifying work examines the characteristics of digital video TV signals. Detail the features of digital video TV signals, basic digital video recording formats and principles of video recording devices.

In the final qualifying paper discusses the issues of life safety.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

|  | Стр. |
|--|------|
| ВВЕДЕНИЕ.....  | 7    |
| 1. ОСОБЕННОСТИ И РАЗВИТИЯ ЦИФРОВОЙ ВИДЕОЗАПИСИ..                                   | 10   |
| 1.1.    Развития цифровой видеозаписи .....  | 10   |
| 1.1.1.    Запись видео на жесткий диск.....  | 12   |
| 1.1.2.    Бытовые DVD-рекордеры .....  | 16   |
| 1.1.3.    Особенности формата D-VHS.....   | 19   |
| 1.2.    Современные форматы цифровой видеозаписи .....                             | 22   |
| 1.2.1.    Формат цифровой видеозаписи DVD.....                                     | 23   |
| 1.2.2.    Формат цифровой видеозаписи DivX.....                                    | 25   |
| 1.2.3.    Формат цифровой видеозаписи DV (miniDV).....                             | 26   |
| 1.2.4.    Формат цифровой видеозаписи DVCAM.....                                   | 27   |
| 1.2.5.    Формат цифровой видеозаписи Super VideoCD.....                           | 28   |
| 1.2.6.    Формат цифровой видеозаписи Digital Betacam.....                         | 29   |
| 1.2.7.    Формат цифровой видеозаписи Betacam SX.....                              | 30   |
| 1.2.8.    Формат цифровой видеозаписи Digital S.....                               | 31   |
| 1.3.    Современные оптические носители информации.....                            | 32   |
| 1.3.1.    Структура компакт-диска CD.....  | 32   |
| 1.3.2.    Структура цифрового видеодиска DVD.....                                  | 37   |
| Выводы.....  | 41   |
| 2. ОСОБЕННОСТИ ФОРМАТОВ И СХЕМ ЦИФРОВОЙ<br>ВИДЕОЗАПИСИ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ СИГНАЛОВ..... | 42   |
| 2.1.    Особенности форматов цифровой видеозаписи.....                             | 42   |
| 2.2.    Особенности формата записи Digital Betacam.....                            | 44   |
| 2.3.    Особенности форматов записей CD и DVD.....                                 | 49   |
| 2.4.    Физические параметры CD- и DVD-дисков.....                                 | 52   |
| 2.5.    Особенности схем цифровой видеозаписи.....                                 | 55   |
| 2.5.1.    Структурная схема формата записи Video-8.....                            | 55   |
| 2.5.2.    Структурная схема канала записи-воспроизведения.....                     | 60   |

|  |     |
|--|-----|
| 2.5.3. Структурная схема видеомэгнитофона.....   | 64  |
| Выводы.....  | 68  |
| 3. ЦИФРОВЫЕ ВИДЕО ЗАПИСЫВАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА.....   | 69  |
| 3.1. Цифровые видеомэгнитофоны.....  | 69  |
| 3.1.1. Схемы видеомэгнитофонов.....  | 71  |
| 3.1.2. Канал записи сигналов.....  | 74  |
| 3.1.3. Канал воспроизведения сигналов.....   | 76  |
| 3.1.4. Работа видеомэгнитофона.....  | 77  |
| 3.2. Лазерная видео записывающая устройства.....   | 80  |
| 3.3. Видеомэгнитофон формата DVCAM.....  | 82  |
| Выводы.....  | 86  |
| 4. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....  | 87  |
| 4.1. Связь человека с окружающей средой и параметрами<br>рабочего места .....              | 87  |
| 4.2. Меры безопасности при устройстве и обслуживании<br>установок и сооружений связи ..... | 94  |
| 4.3. Экологический мониторинг .....  | 96  |
| <br>   |     |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....  | 101 |
| СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....   | 103 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ.....  | 104 |

## ВВЕДЕНИЕ

Доклад Президента Республики Узбекистан Ислама Каримова на заседании Кабинета Министров, посвященном основным итогам 2014 года и приоритетным направлениям социально-экономического развития Узбекистана на 2015 год.

На повестке дня сегодняшнего расширенного заседания Кабинета Министров – подведение итогов социально-экономического развития страны за истекший 2014 год и Продолжена реализация ряда проектов по развитию систем телекоммуникаций. До 65 процентов увеличился охват населения цифровым телевидением, установление важнейших приоритетов экономической программы на 2015 год [1].

В цифровой видеозаписи развитие происходит очень быстрыми темпами. Цифровой видеоманитофон для записи композитного видеосигнала формата D-2 был продемонстрирован фирмой Ampex через несколько месяцев после появления аппарата D-1. Аппарат D-2 - кассетный магнитофон, в котором используются те же кассеты, что и в аппарате D-1. Благодаря повышению плотности записи длительность работы одной большой кассеты превышает 3 часа. С 1991 года фирма Panasonic выпускает композитные видеоманитофоны формата D-3. Это был первый формат, рассчитанный на ленту шириной 1/2". Несмотря на меньшую ширину ленты, длительность записи составила уже 4 часа, что было достигнуто благодаря повышению поверхностной плотности записи более чем в 3 раза (в сравнении с D-1). С тех пор новые форматы видеозаписи на магнитную ленту появлялись практически каждый год. Фирма Ampex разработала комплект цифровой компонентной аппаратуры DCT, в котором для записи использовалась лента шириной 3/4". Фирма Panasonic создала компонентный видеоманитофон для записи на ленту 1/2" (формат D-5), причем его кассеты совпадают с кассетами формата D-3. Компонентный

аппарат, рассчитанный на цифровую запись на полудюймовую ленту, разработала и фирма Sony (формат Digital Betacam).

В сфере телевизионного вещания будущее за компонентными форматами цифровой видеозаписи, позволяющими перейти к новой технологии производства телепрограмм. Но одномоментная замена оборудования и полный переход к компонентной цифровой технологии просто невозможны (прежде всего по экономическим соображениям). Ведь, кроме закупки оборудования необходимо еще вложить значительные средства в приобретение ленты, подготовку персонала, решение проблемы использования архивных записей и т.п. Поэтому успех формата определяется не только его потенциальными техническими показателями, но и стратегией его внедрения в практику. В магнитофонах форматов D-5 и Digital Betacam впервые проявилась особенность, облегчающая совместное использование новых систем с действующей аппаратурой телевизионного вещания и решающая проблему использования архивных материалов, - совместимость с записями, сделанными на аппаратах других форматов. Компонентные магнитофоны формата D-5 позволяют воспроизводить записи композитного формата D-3, а цифровые компонентные аппараты Digital Betacam способны воспроизводить записи, сделанные на аналоговых компонентных видеомагнитофонах Betacam SP.

Значительным этапом развития цифровой видеозаписи стало объединение усилий таких ведущих фирм, как Sony, Matsushita, Philips, Thomson, JVC, Hitachi, Sanyo, Sharp, Toshiba в рамках проекта DVC (Digital Video Cassette - цифровая видеокассета), имеющего целью разработку формата цифровой компонентной видеозаписи на ленту шириной 1/4" как для прикладного, так и для бытового применения. В результате совместной работы были разработаны спецификации на семейство кассет, формат ленты, стандарт видеокompрессии. Фирма Panasonic выпускает аппараты бытового и прикладного применения формата DV для записи компонентного цифрового видеосигнала стандарта 4:2:0 (или 4:1:1) с

внутрикадровой видеокомпрессией со степенью 5:1. Максимальное время записи составляет 270 минут на одну кассету. На базе формата DV разработан также формат DVCPRO профессионального и вещательного назначения. Аппаратура DVCPRO способна воспроизводить записи в формате DV. Аналогичные системы бытового (DV) и прикладного назначения (DVCAМ) разработаны и фирмой Sony.

Фирма Sony также сохраняет приверженность направлению Betacam и выпускает аппаратуру видеозаписи формата Betacam SX (запись осуществляется на пленку 1/2"), предназначенную для использования в вещательных системах подготовки программ новостей. Это первый формат, в котором видеокомпрессия со степенью 10:1 осуществляется в соответствии с профилем 4:2:2 основного уровня (422P@ML) системы компрессии MPEG-2, предполагающей сокращение как пространственной, так и временной избыточности телевизионного изображения. Особенностью системы Betacam SX является возможность передачи цифрового сигнала со скоростью, большей чем в реальном времени при использовании последовательного цифрового интерфейса данных.

Появление все новых и новых форматов цифровой видеозаписи было обусловлено и успехами в разработке технических средств и носителей видеозаписи. Технологический прогресс не останавливался с момента создания первого промышленного видеомэгнитофона в 1956 году. Проявлением этого прогресса был непрерывный рост плотности записи. Поверхностная плотность записи на магнитную ленту возросла за эти десятилетия на три порядка, что и сделало возможным появление цифрового видеомэгнитофона. Магнитная лента представляет собой сейчас носитель записи большой емкости с самой низкой стоимостью часа записи.

На основе выше изложенных, в работе подробно рассматриваются особенности цифровой видеозаписи ТВ сигналов, основные цифровые форматы видео записи, особенности форматов цифровой видеозаписи и принципы построения видео записывающих устройств.

# 1. ОСОБЕННОСТИ И РАЗВИТИЯ ЦИФРОВОЙ ВИДЕОЗАПИСИ

## 1.1. Развитие цифровой видеозаписи

Цифровое видео — множество технологий записи, обработки, передачи, хранения и воспроизведения визуального или аудиовизуального материала в цифровом представлении. Основное отличие от аналогового видео в том, что видеосигналы кодируются и передаются в виде последовательности бит.

Понятия и термины со словом «видео» использовались намного раньше в телевидении, например «видеосигнал», «видеоусилитель» и др., но тогда в «видео» вкладывался несколько иной смысл, нежели сейчас.

Кроме видеозаписи (на магнитных лентах, дисках, на видеопластинках) в видеотехнику входит видеопозаказ (на мониторах, с помощью видеопрокторов), а также получение видеосигнала («натурального» с помощью видеокамер или синтезированного электронными устройствами), его преобразование и обработка при монтаже, записи и воспроизведении и для достижения определенных эффектов.

С момента своего зарождения и до настоящего времени видеотехника развивалась параллельно с теорией и практикой телевидения, в недрах которого она и родилась, отпочковавшись и получив затем право на самостоятельное существование и развитие.

Уже ни для кого не секрет, что время пленочных видеомагнитофонов уходит, причем замена пленки DVD-дисками будет происходить даже быстрее, чем вытеснение аудиокассет компакт-дисками. Господство весьма ненадежной и неудобной пленочной технологии с отвратительным качеством записи длилось почти четверть века, переход на цифровые форматы в этой области слишком задержался, и пришла пора положить этому конец.

Цены простых бытовых DVD-плееров практически сравнялись с ценами видеомэгнитофонов, и если не городить дорогостоящего домашнего кинотеатра с Dolby Digital 5.1, а удовлетвориться стереозвуком современного телевизора (а это, собственно, потолок возможностей самого продвинутого VHS-магнитофона), то даже в этом случае чаша весов начинает склоняться в пользу DVD. Конечно, стоимость DVD-дисков при покупке или в прокате все еще значительно выше стоимости кассет, но ведь и качество воспроизведения видео не сравнить. А кроме того, драгоценный домашний архив на DVD-дисках значительно долговечнее коробящихся и «осыпающихся» со временем километров пленки. К тому же с течением времени цена дисков будет неуклонно снижаться, а после окончательной победы над VHS будет определяться только лицензированием, тиражом и спросом.

Последняя проблема, сдерживающая распространение DVD-технологий, заключается в выборе способа записи. Несжатое цифровое видео вещательного качества занимает много места, но возможность сжатия, например, в формат MPEG-4 даже аппаратное, при помощи недорогих кодеров в реальном времени) и растущая бешеными темпами емкость цифровых носителей записи позволяют с уверенностью говорить о скорой кончине аналоговых аудиовидеосистем.

К сожалению, пока нельзя однозначно выделить предпочтительную технологию бытовой цифровой видеозаписи — сегодня существует несколько различных подходов и форматов, каждый из которых интересен в своей области применения: от рекордеров с жестким диском в качестве носителя до устройств с перезаписываемыми дисками DVD-RW или DVD-RAM и даже цифрового формата записи на ленту D-VHS.

### 1.1.1. Запись видео на жесткий диск

Выбор жесткого диска (HDD) в качестве носителя видео в первую очередь обусловлен стремительным развитием компьютерных технологий. Снижение стоимости носителей информации и буквально взрывной рост их емкости заставили производителей бытовой техники обратить на них самое серьезное внимание. Если в профессиональном цифровом телевидении и видео прогресс уже давно и неразрывно связан с компьютерной индустрией, то теперь и в области бытовых устройств, особенно в отношении DVD и цифрового вещания, производители все чаще обращаются к компьютерным технологиям. Появляются персональные видеорекордеры с жесткими дисками — PVR (Personal Video Recorder) или DVR (Digital Video Recorder), где для хранения видео применяется архитектура ПК.

Такой подход обладает рядом преимуществ по сравнению с традиционной лентой и даже с форматами записываемых DVD-дисков. Данные могут быть записаны на жесткий диск и считаны оттуда практически без задержки (чего никак нельзя сказать о видеокассетах), а использование процессора позволяет периодически обновлять управляющее программное обеспечение и работать с такими интеллектуальными функциями, которые раньше казались фантастикой: например записывать не только знакомые телепередачи, но и те, что, «по мнению» самого видеорекордера, могли бы вам понравиться.

Кроме того, на рынке персональных компьютеров снижение цен более радикальное, чем на рынке видеоаппаратуры, поэтому со временем компьютерные технологии становятся все более привлекательными во всех отношениях.

С записанным на жесткий диск видеосигналом можно делать то же самое, что и на видеомэгнитофоне: останавливать воспроизведение, прокручивать вперед и назад, продолжать воспроизведение там, где оно было закончено в прошлый раз, и т.д. К тому же такая система позволяет

записывать и воспроизводить одну и ту же телепередачу с временным запаздыванием. Это может быть актуально, если вы опоздали к началу, но заранее выставили магнитофон на запись на время передачи. Кроме того, подобное устройство позволяет одновременно писать сигнал с одного канала, а воспроизводить изображение — с другого.

Сначала были оснащены жесткими дисками системы для приема сигналов цифрового спутникового вещания: помимо декодеров в корпус поместили обычные компьютерные диски, которые использовали для записи видео и звука. Вещательный сигнал в этом случае передается прямо на жесткий диск и записывается с переменным потоком, зависящим от «плотности» видеоизображения. При таком подходе на 40 Гбайт дискового пространства теоретически можно записать до 20 часов видео с сохранением вещательного качества.

Вместе с тем при данной комбинации система приобретает целый ряд дополнительных функций: можно, в частности, остановить «живую» трансляцию, ненадолго отлучиться по делам, а затем возобновить ее с этого места. Если же ресивер имеет несколько тюнеров, то можно избежать конфликтов с домашними: пока они смотрят любимый «мыльник», вы параллельно записываете футбольный матч для последующего просмотра (существующие и проектируемые системы позволяют одновременно записывать два-три потока!). Ресивер с диском, но с одним тюнером имеет в этом смысле серьезные ограничения, поскольку может принимать только один спутниковый сигнал, который можно либо смотреть непосредственно со спутника, либо записывать (однако во время записи можно воспроизводить другой сюжет из уже записанного на диске).

Естественно, подобная система — это не автономный цифровой магнитофон, и для ее использования нужна дополнительная аппаратура, принимающая сигналы спутникового телевидения (как бесплатного, так и платного). Однако и в таком виде она заслуживает серьезного внимания, так как явно указывает на возможные применения PVR и удачно вписывается в

общий блок — приемник спутникового телевидения. К сожалению (видимо, по лицензионным или коммерческим соображениям), такие многофункциональные устройства, как правило, не имеют цифрового интерфейса, который может позволить им обмениваться видеоданными в цифровой форме непосредственно с компьютером или с каким-либо другим цифровым устройством (правда, наиболее продвинутые модели имеют оптический цифровой аудиовыход и высококачественные аналоговые видеовыходы RGB, YUV или S-Video для подключения к AV-ресиверу).

Следует, однако, учесть, что покупка подобной системы спутникового телевидения с дисковым накопителем, а тем более модернизация уже имеющейся системы путем добавления жесткого диска (если она это позволяет) обходится не так дорого, чтобы пожертвовать предоставляемыми в результате такой модернизации функциями и возможностями. К тому же спутниковые ресиверы с жесткими дисками — это почему-то самые дешевые PVR-системы на сегодня: вы можете купить всю необходимую аппаратуру, оплатить установку и стать официальным абонентом пакета платных каналов, и все это обойдется вам дешевле, чем бытовой рекордер DVD-RW/DVD-RAM или магнитофон D-VHS.

Конечно, более дешевым вариантом организации PVR на базе жесткого диска, причем вместе со спутниковым телевидением и даже доступом в Интернет со спутника, может стать оснащение вашего компьютера специальной платой (см. врезку), но в данной статье мы рассматриваем специализированные бытовые решения.

Вслед за встраиванием жестких дисков в спутниковые ресиверы, то есть на волне их успеха, начали появляться и универсальные PVR на базе жестких компьютерных дисков.

Как правило, они предназначены для отсроченной записи телевещания и кратковременной архивации видео. Они также обеспечивают паузу для «живой» трансляции, гарантируя при этом идеально четкий стоп-кадр и гладкую перемотку вперед/назад. Со снижением качества записи на жесткий

диск объемом 40 Гбайт можно записать до 40 часов видео (или 14 часов максимально высокого качества), причем все современные модели используют стандартные компьютерные диски с IDE-интерфейсом, что позволяет легко их модифицировать в будущем. Устройство может иметь один или несколько IDE-контроллеров, так что технически грамотный пользователь, имеющий опыт обращения с компьютерами, может установить несколько современных 120-гигабайтных дисков и писать на каждый из них до 120 часов видео.

Следует отметить, что использование цифровой видеозаписи в современных видеосистемах предъявляет повышенные требования к емкости, качеству и бесшумности жестких дисков, выполняющих функции встроенных накопителей. Например, используемый в таких рекордерах WD Performer 40i был специально разработан как устройство, сочетающее в себе бесшумность, высокую скорость и надежность обработки и хранения данных. 28 января сего года корпорация Western Digital объявила о подписании с TiVo, Inc. (признанным лидером на растущем рынке цифровых видеомагнитофонов) контракта о сотрудничестве, предусматривающего использование жестких дисков WD Performer 40i в новых цифровых видеомагнитофонах TiVo 2.0 (TiVo Series2), и о начале массовых поставок по этому контракту. Применение в этом диске акустической технологии Western Digital WhisperDrive, включающей комплекс аппаратных и программных решений, позволяет значительно снизить уровень звуковых эффектов при выполнении большинства операций, а благодаря функции эффективного управления множественными аудио- и видеопотоками WD Performer поддерживает возможность одновременного воспроизведения и записи.

Плотность записи данных в жестких дисках WD Performer 40i составляет 40 Гбайт на одну пластину, что позволяет выпускать диски емкостью от 40 до 120 Гбайт, а в случае применения современных методов аудиовидеосжатия — хранить на одном жестком диске до 120 часов живого

видео, поскольку жесткие диски, используемые в цифровых устройствах для домашнего отдыха и развлечений, хранят на одном гигабайте дискового пространства около часа стандартного видеоизображения в формате MPEG или примерно 20 музыкальных компакт-дисков.

К недостаткам PVR на базе HDD можно отнести только невозможность долговременной архивации видео, чтобы поставить его на полку в домашнем архиве. Однако для тех, кто использует видеозапись преимущественно для кратковременного запоминания (например, для просмотра любимой телепередачи в удобное время), PVR — это привлекательные, простые в обращении и многофункциональные устройства. Так что остается только надеяться, что емкость жестких дисков будет и дальше стремительно расти, а PVR нового поколения значительно подешевеют и смогут записывать такие большие объемы видео на диск, что никакой архивации не понадобится.

### **1.1.2. Бытовые DVD-рекордеры**

Подобно общеизвестному формату аудиозаписи на компакт-диск (CD), который приобрел записываемые и перезаписываемые модификации CD-R и CD-RW, формат видеозаписи на DVD-диск также должен был получить свои записываемые версии. Но если с однократной записью DVD-R все было решено однозначно, то выбор перезаписываемой версии оказался весьма сложен — несмотря на явную потребность рынка в записывающих DVD-устройствах, таковые появились совсем недавно и еще не успели как следует устояться.

До сих пор не принято единого стандарта записи, который был бы признан всеми производителями, поэтому мы имеем целый ряд различных, несовместимых между собой, конкурирующих форматов и устройств, пользоваться которыми не всегда удобно: DVD-RW (Pioneer, Sharp,

Kenwood, Mitsubishi, Sony), DVD+RW (Philips, Thompson, Sony), DVD-RAM (JVC, Panasonic, Toshiba, Hitachi и Samsung).

Например, рекордеры DVD-RW и DVD+RW предлагают только последовательную перезапись блоками. Таким образом, удалив какую-то запись, вы можете записать на то же место только такой же или меньший фрагмент, и спустя некоторое время диск превратится в мешанину свободных и занятых блоков с минимумом полезного пространства, так что его придется полностью форматировать. Кроме того, первые DVD+RW-рекордеры не умеют писать на дешевые одноразовые болванки DVD-R. Однако форматы DVD-RW и DVD+RW являются оптимальным выбором при архивировании ТВ-трансляции благодаря простоте использования и совместимости записанных дисков с DVD-плеерами.

Запись ТВ-вещания можно делать с различным уровнем качества: максимальное качество (HQ), которое обеспечивает безупречное изображение, но его длительность на стандартном диске емкостью 4,7 Гбайт всего 1 час, стандартное (SP) длительностью до 2 часов (оптимальный вариант для записи телепрограмм) и, наконец, экономное (EP) то есть посредственное качество, но зато длительностью до 4 часов.

Обработка и кодирование видео на указанных рекордерах безупречно, заметных цифровых искажений не видно, а по цвету и контрастности картинка явно превосходит VHS-копию даже в режиме EP. Естественно, рекордер может работать и в качестве обычного DVD-плеера, но это слишком дорогое удовольствие. Устройства для записи DVD-RW и DVD+RW являются оптимальным выбором в тех случаях, когда вам необходимо делать много коротких оперативных записей с неограниченной возможностью просмотра на других DVD-устройствах (диски можно будет воспроизводить на большинстве современных DVD-плееров).

Аппаратура на базе формата DVD-RAM, напротив, ведет запись и перезапись экономно, не нуждается в переформатировании, но диски воспроизводятся только в DVD-RAM-приводах. Привод DVD-RAM

записывает данные на болванку практически так же, как на жесткий диск, обеспечивая более гибкие функции записи и редактирования, чем DVD-RW. К тому же привод может использовать отдельные головки для записи и чтения, поэтому можно, например, воспроизводить ранее записанное при одновременной записи нового или даже перемещаться вперед-назад по выполняемой записи.

Благодаря высококачественному сменному носителю и функциональным возможностям, которые аналогичны возможностям жесткого диска, DVD-RAM, безусловно, победил бы DVD-RW, но стандартные DVD-плееры не воспроизводят DVD-RAM-диски, и в недалеком будущем ситуация вряд ли изменится. Отсюда следует, что удобство работы и даже более низкая цена рекордеров DVD-RAM не поможет им добиться превосходства.

Общее достоинство DVD-форматов — это превосходное качество изображения и звука, значительно лучшее, чем у допотопного ленточного формата VHS. Кроме того, DVD-форматы отличаются прекрасной перезаписываемостью, позволяющей сделать приблизительно 100 тыс. перезаписей на один диск. И наконец, такие рекордеры способны записывать видео на дешевые одноразовые болванки DVD-R для долговременного архивирования. И в случае если вы не сможете переписать DVD-фильм «по цифре» (не позволит защита от копирования), то даже аналоговая запись, выполненная на этих носителях с оцифровкой в реальном времени, будет выглядеть совсем неплохо.

Серьезными недостатками DVD-рекордеров первого поколения являются, конечно, невозможность записи цифрового многоканального звука и неоправданно высокая цена.

Остается надеяться, что в будущем рекордеры станут удобнее, качественнее и гораздо дешевле. (О том, как записывать собственные DVD-диски на компьютере, мы регулярно рассказываем в рубрике «Цифровая студия».)

### 1.1.3. Особенности формата D-VHS

Цифровая запись на ленте не такое уж и новшество, однако все цифровые ленточные форматы записи до сих пор использовались только профессионалами (в частности, широко известный DAT-формат — Digital Audio Tape) или занимали узкую нишу (как, например, тот же DV). Попытки создания доступных бытовых цифровых форматов успехом не увенчались. Так, цифровые аудиомэгнитофоны DCC (Digital Compact Cassette) компании Philips практически не продавались, несмотря на то что записывали на обычные кассеты и воспроизводили аналоговую запись. К сожалению, схожая участь, видимо, уготована и новому цифровому формату компании JVC — формату D-VHS.

D-VHS-рекордеры, как правило, могут записывать аналоговое видео на кассеты VHS (и даже S-VHS), а на специальную 420-минутную ленту D-VHS помещается огромный объем информации в цифровом виде (44,4 Гбайт). Это почти в 10 раз больше, чем содержит односторонний записываемый DVD-диск, причем значительно дешевле, чем жесткий диск такого объема..

Записывать цифровую кассету на существующих сегодня магнитофонах можно с различной скоростью (официальная спецификация D-VHS включает шесть возможных значений скорости ленты/качества записи): 420 минут (7 часов) — это видео максимально высокого, практически вещательного качества; 21 час видео качества S-VHS, а самая длительная запись — режим LP VHS, позволяющий записать до 50 часов видео.

Если учесть, что большинство домашних видеозаписей VHS-формата — это фильмы длительностью 1,5-2 часа, то перспектива заархивировать свою домашнюю видеотеку, заменив 25-30 VHS-кассет на одну-единственную кассету D-VHS, выглядит весьма заманчиво. А если

вспомнить, что в недалеком прошлом видеомэгнитофон применялся как архиватор компьютерных данных (была когда-то плата ARVID), и обратить внимание на интерфейс IEEE-1394 (FireWire) на задней панели, можно подумать и о компьютерном использовании такого устройства (тем более что D-VHS и расшифровывается не как Digital VHS, а Data VHS).

С технической точки зрения, эта цифровая модификация знакомой ленты превосходит все другие цифровые форматы не только по емкости, но и по частоте оцифровки видео.

В стандартном режиме скорость цифрового потока составляет 14 Мбит/с, что, в частности, в 3-4 раза выше, чем поток цифрового телевидения. Максимальный же поток — до 28 Мбит/с, а это превосходит DVD по скорости (а соответственно, и по качеству изображения) как минимум в 6 раз. Кроме того, обратная совместимость с VHS — большой плюс этого формата, но даже быстрая перемотка ленты вперед-назад несколько утомляет.

Благодаря качеству, функциональности и обратной совместимости у формата D-VHS почти отсутствуют недостатки. Он отлично работает и превосходит любой из аналоговых магнитофонов как по качеству изображения, так и по емкости записи. И если бы не его главный принцип, то есть — использование магнитной ленты (которая, как известно, от старости осыпается, изнашивается, запутывается, вытягивается и рвется), то конкурентов у него бы не было. Хотя новая запись и не аналоговая, а цифровая, основой по-прежнему служит лента, а лента — это архаизм. И самое неприятное: для перемещения от фрагмента к фрагменту или к другой записи требуется утомительная перемотка нескольких сот метров (а кому хочется терять время в нашу стремительную эпоху?).

Правда, поддержку новому цифровому формату, помимо JVC, оказывают также компании Thomson, Panasonic и Philips, поэтому есть надежда, что в скором времени появятся более дешевые

многофункциональные рекордеры, работающие с этим форматом (и совместимые со старым добрым VHS).

Сегодня на рынке присутствуют всего две модели D-VHS — Philips VR20D и JVC HM-DR10000EU, которые к тому же фактически являются «братьями-близнецами». Заявленный ранее Thomson DVH8090 не пошел на нашем рынке: при близкой к JVC и Philips цене этот магнитофон может воспроизводить дополнительно только VHS-записи, в то время как VR20D и HM-DR10000EU производят как VHS, так и S-VHS.

Хотя магнитофоны D-VHS продаются довольно вяло, у компании JVC на их счет грандиозные планы: 30 января этого года при поддержке киностудий 20th Century Fox, Universal, DreamWorks и Artisan была анонсирована D-Theater — новая платформа D-VHS для видеоматериалов высокого разрешения. Эта очередная «революция» в домашнем видео имеет свои характерные особенности.

Во-первых, новый магнитофон JVC HM-DH30000, который появился в продаже в сентябре 2001-го по цене около 2000 долл., на данный момент является единственной моделью с поддержкой видеоматериалов, закодированных в системе D-Theater. Выпущенные ранее компанией JVC и другими видеоманитофоны D-VHS не могут воспроизводить видео в этом формате (правда, в ближайшее время другие бренды планируют представить аналогичные модели).

Во-вторых, подразумевается работа с HDTV-монитором (минимум 1080i, а лучше 1080p), чтобы раскрыть все возможности D-VHS-материала, записанного с высоким разрешением. Получается, что это, по сути, внутренний американский продукт, для развития которого необходима сеть HDTV-вещания (1080i минимально) и, следовательно, определенное число проданных телевизоров с поддержкой такого разрешения. Конечно, сама платформа, а также магнитофон HM-DH30000 способны выводить сигналы 480i, 480p, 720p, 1080i и 1080p, так что даже если у вас нет телевизора

высокого разрешения, можно сделать конверсию до 480i/p и получить качество DVD. Но стоит ли это делать за такую цену?

В-третьих, обеспечивается поддержка цифровых форматов записи звука. D-VHS с D-Theater, в отличие от прежнего D-VHS — весьма гибкий формат в плане поддержки аудиоформатов, и у него есть возможность записи многоканальных звуковых дорожек. В качестве основного формата выбран Dolby Digital 5.1, но поддерживается и DTS. Впрочем, HM-DH30000 может только выдавать цифровой DTS-поток, но не декодировать его (для DTS нет встроенного декодера). Переключение звуковых дорожек происходит на лету — как на DVD.

И наконец, в-четвертых, реализована развитая система защиты от копирования. D-Theater принес в формат D-VHS новую систему кодирования/декодирования, разработанную JVC для защиты высококачественных видеоматериалов высокого разрешения. D-VHS материал, закодированный в D-Theater, можно будет воспроизводить лишь на D-VHS-магнитофоне с логотипом D-Theater. Другими словами, ни одна дека D-VHS, выпущенная до HM-DH30000, не будет воспроизводить подобные записи.

Таким образом, главным преимуществом (но, естественно, не для потребителей!) является обеспечение спокойствия производителей за свой дорогостоящий высококачественный материал. Собственно, для этого, видимо, и разрабатывался новый формат с многоуровневой системой защиты.

## **1.2. Современные форматы цифровой видеозаписи**

Оборудование цифровых форматов видеозаписи позволяет получать материалы высокого качества и обладает стабильностью функционирования, большой надежностью и эффективностью. Еще одно немаловажное

преимущество цифровой видеозаписи - это возможность многократной перезаписи без потери качества изображения.

### **1.2.1. Формат цифровой видеозаписи DVD**

Формат DVD-диска принят 8 декабря 1995 года. Первоначально аббревиатура DVD расшифровывалась, как Digital Video Disc (цифровой видеодиск), несколько позже появилась расшифровка аббревиатуры DVD, как Digital Versatile Disc (универсальный цифровой диск).

#### **Особенности dvd-видео**

- Около 2 часов высококачественного цифрового видео (более 8 на двухстороннем, двухслойном диске).
- Поддержка для широкоэкранных фильмов и телефильмов на стандартных или широкоэкранных телевизорах (4:3 и 16:9 коэффициенты сжатия).
- До 8 звуковых дорожек на разных языках, до 8 каналов каждая.
- До 32 дорожек субтитров/караоке.
- "Бесшовное видео"
- До 9 углов камеры (различные точки зрения могут быть выбраны в течение воспроизведения).
- Меню и простые интерактивные возможности (для игр, quizzes, и т.д.).
- Многоязычный текст идентификации для имени заголовка, имени альбома, имени песни, и т.д.
- "Мгновенная" перемотка и быстрая перемотка вперед, включая поиск по заголовку, главе, дорожке, и коду времени.
- Долговечность (никакого износа от использования, только от физического повреждения).
- Не восприимчив к магнитным полям. Устойчив к нагреву.

- Небольшой размер.
- Noncomedogenic.

### **Качество dvd-видео**

Качество DVD значительно лучше видеозаписи и даже лучше, чем laserdisc. Однако качество зависит от многих промышленных факторов. Так как большие количества видео уже были закодированы для Видео CD, с использованием MPEG-1, некоторые низкобюджетные DVD используют этот формат (который - не лучше, чем VHS), вместо более высококачественного MPEG-2.

DVD-Video упаковывается с цифровой мастер-ленты на студии в формат MPEG-2. Это сжатие с потерями удаляет избыточную информацию (например, области изображения, которые не изменяются) так, что это трудно заметно для человеческого глаза. Возникающее в результате видео, особенно, когда оно сложно или быстро изменяется, может содержать "артефакты" (местные искажения) типа blockiness, fuzziness, и видеошума, в зависимости от качества обработки и степени сжатия. При средней пропускной способности 3.5 Mbps, искажения сжатия могут быть иногда заметны. Более высокие пропускные способности данных могут почти исключить появление искажений, при первоначальной пропускной способности мастер-ленты в 6 Mbps. Так как MPEG технология сжатия улучшается, более высокое качество достигается при более низких пропускных способностях.

Термин "артефакт" относится к тому, что первоначально не было представлено в изображении. Артефакты иногда вызываются недостаточным кодированием MPEG, но чаще артефакты вызываются плохо настроенными телеприемниками, плохими кабелями, электрическими помехами, недостаточной передачей film-to-video, зерном пленки, неисправностью воспроизводящего устройства, ошибками чтения диска, и т.д.

### 1.2.2. Формат цифровой видеозаписи DivX

Формат Divx (Digital video express) был разработан компанией Circuit City как альтернатива DVD. В результате получилась своеобразная система, в чем-то напоминающая прокат. В основе концепции лежала идея о том, что кодированный видеоформат может предотвратить нелегальное копирование оригинала. Покупая фильм в формате DivX за 4,5 долл., можно было смотреть его в течение двух суток, продлить лицензию для повторного просмотра за 2,5 долл. или приобрести годовую лицензию дополнительно за 15-25 долл.

Идея проката фильмов на дисках в формате DivX была поддержана некоторыми большими голливудскими компаниями. В список компаний, входят такие, как Disney, Dreamworks SKG, Paramount и Universal. Для просмотра фильмов в формате DivX был нужен специальный проигрыватель, который также может воспроизводить и обычные DVD-диски. В проигрывателе DivX также присутствовал модем, играющий важную роль во всей этой системе. С его помощью происходило соединение со специальной системой для составления счетов, а также обновления информации в модуле памяти проигрывателя. После оплаты дальнейшего использования диска, сигнал об этом поступал с сервера на проигрыватель и диск можно было просматривать после двухдневного срока. Необходимо было хотя бы раз в месяц делать запрос на сервер, в противном случае система блокировалась.

Система не прижилась, фирма-разработчик понесла убытки, а название переключалось в новую технологию. Позднее форматом DivX стали называть несколько усовершенствованный формат MPEG4 (которым он по существу и является).

### 1.2.3. Формат цифровой видеозаписи DV (miniDV)

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. Этот формат разработан консорциумом DV, объединившим основных производителей бытовой аппаратуры (рис.1.1). 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). Продольных дорожек нет. Применяется алгоритм внутрикадрового сжатия, использующий метод DCT.

Коэффициент компрессии - 5:1. Обеспечивается разрешение по горизонтали - 500 твл. В DV предусмотрена специальная схема исправления и маскирования ошибок. Кассеты, записанные в формате DV, могут воспроизводиться на некоторых моделях аппаратов форматов DVCPRO и DVCAM.

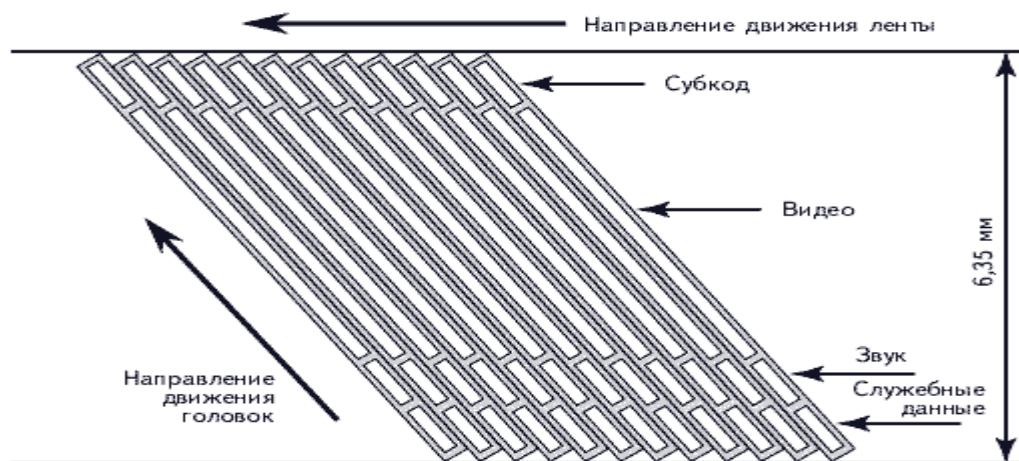


Рис.1.1. Структура видеофонограммы формата цифровой видеозаписи DV.

Для передачи данных в оборудовании этого формата предусмотрен универсальный последовательный интерфейс IEEE-1394, позволяющий переносить цифровые файлы напрямую на жесткий диск компьютера.

#### 1.2.4. Формат цифровой видеозаписи DVCAM

DVCAM - формат видеозаписи фирмы Sony. Этот формат 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). Видеофонограмма аналогична формату DV (рис.1.2). Каждый кадр записывается на 12 (PAL) наклонных дорожках шириной 15 мкм. На наклонных дорожках записывается видео/аудиосигнал, субкод, служебные данные (ITI).

Благодаря ITI и временному коду, который записывается в области субкода, удается достичь высокой точности в процессе монтажа. Применяется алгоритм внутрикадрового сжатия, использующий метод DCT.

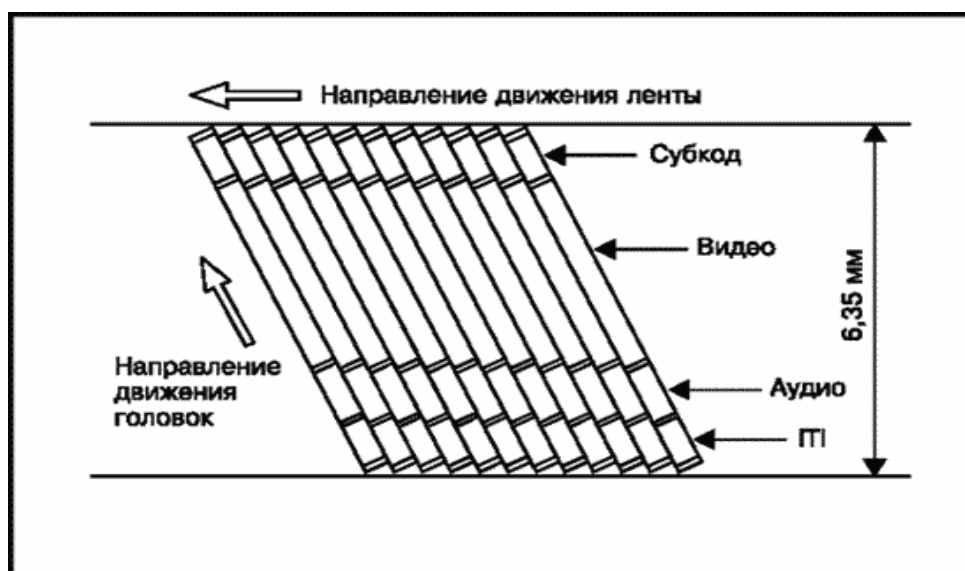


Рис.1.2. Видеофонограмма формата DVCAM.

Для оптимизации работы предусмотрена функция ClipLink. Для передачи данных между аппаратами формата DVCAM используется интерфейс QSDI (четырёхкратный последовательный цифровой интерфейс), обеспечивающий четырёхкратную скорость передачи данных. В некоторых аппаратах DVCAM используется компьютерный интерфейс IEEE-1394 (i.LINK).

### **1.2.5. Формат цифровой видеозаписи Super VideoCD**

Стандарт Super VideoCD (SVCD) установлен Китайским Национальным Комитетом Стандартизации совместно с Philips, Sony, Matsushita и JVC. Он базируется на технологии сжатия MPEG-2 с переменным потоком (VBR). SVCD может обеспечить в два раза более четкое видео, чем предыдущий формат VideoCD, разрешение 480x576 более чем в четыре раза превышает ограничения MPEG-1.

SVCD обратно совместим с VCD 1.1, 2.0 и Interactive VCD 3.0. Более того, тогда как VCD требует встраивания текста в видео, SVCD использует отдельный поток данных для интеграции субтитров (вернее до 4-х таких потоков). Так как это не текст, а графические изображения, в субтитрах могут использоваться символы любых языков и шрифтов, а также графические изображения. При этом субтитры не имеют артефактов сжатия алгоритмом MPEG.

ASF - формат Windows Media. Основан на MPEG-4, оптимизирован для передачи видео с низким и средним битрейтом в интернет. Воспроизводится только на компьютере с Windows Media Player.

RM - RealVideo. Предназначен для низкоскоростной передачи видео в интернет в реальном времени. Небольшое разрешение, низкое качество. Воспроизводится только на компьютере. Требуется специального программного декодера.

### 1.2.6. Формат цифровой видеозаписи Digital Betacam

Digital Betacam - этот цифровой формат видеозаписи был разработан фирмой Sony. Для записи используется та же полудюймовая лента, что и в аппаратах Betacam SP (рис.1.3).

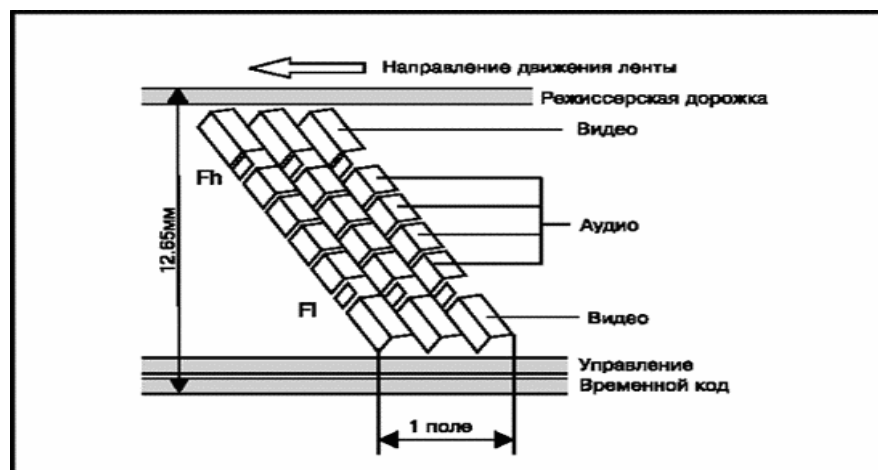


Рис.1.3. Видеофонограмма формата Digital Betacam.

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 видео головок 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. Миниассеты Digital Betacam обеспечивают 40 минут цифровой записи, а большие - более 2-х часов.

В системе Digital Betacam используется очень эффективный способ обработки информации - BRR (уменьшение скорости потока данных).

Благодаря этому одно и то же количество видеoinформации может быть представлено меньшим объемом данных, чем раньше. Способ компрессии сигнала внутриволевой (intraframe) с использованием дискретного косинусного преобразования (DCT), коэффициент компрессии сигнала - 2:1. Имеется мощная система коррекции и маскирования ошибок.

### 1.2.7. Формат цифровой видеозаписи 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 (рис.1.4).

Поддерживает 4 канала цифрового звука (16 бит/48 кГц). Схема сжатия, используемая в Betacam SX, основана на алгоритме 4:2:2 P@ML стандарта MPEG2 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.

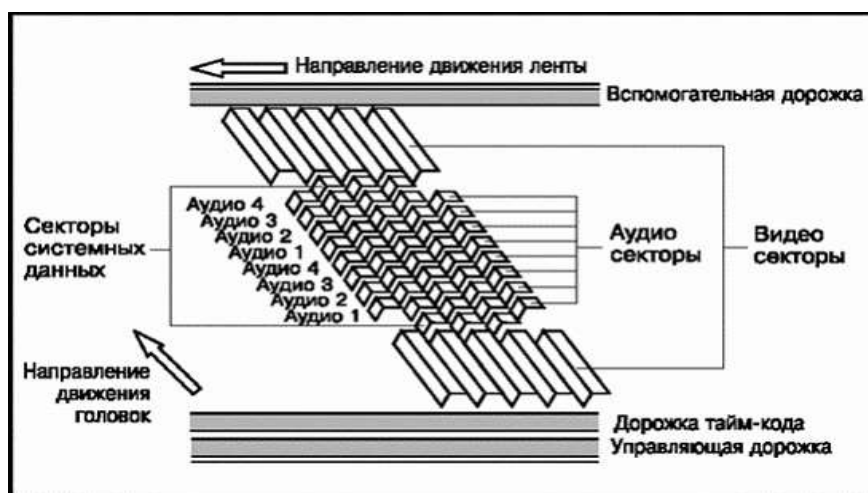


Рис.1.4. Видеофонограмма формата Betacam SX.

Формат Betacam SX обеспечивает вещательное качество изображения от съемки до компоновки программ. Оборудование этого формата позволяет монтировать материал прямо на месте и передавать его с высокой скоростью

без потери качества. 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.

### **1.2.8. Формат цифровой видеозаписи Digital S**

С появлением цифровых видеокамер формата miniDV оказалось, что видеолюбители, стремящиеся к повышению качества изображения, должны отказаться от старых, накопленных годами архивов, записанных на кассетах Hi8. Компания Sony пошла навстречу требованиям рынка и выпустила промежуточный вариант цифровой видеозаписи на кассетах формата Hi8 (возможно, хотя и не рекомендуется использовать кассеты Video S ). Правда пришлось поступиться временем записи (на кассете Hi8 можно записать видео в стандарте DS на треть меньше по времени).

Оправдывается это значительным улучшением качества изображения (оно приближается к вещательному) и различными преимуществами, такими как цифровые эффекты, цифровой порт по стандарту IEEE 1394 и др. Режим LP в этих камерах не предусмотрен. Естественно, что камера D8 может использоваться для просмотра старых кассет Hi8 и Video8. При этом, стоимость такой камеры несколько дешевле чем камер miniDV (рис.1.5).

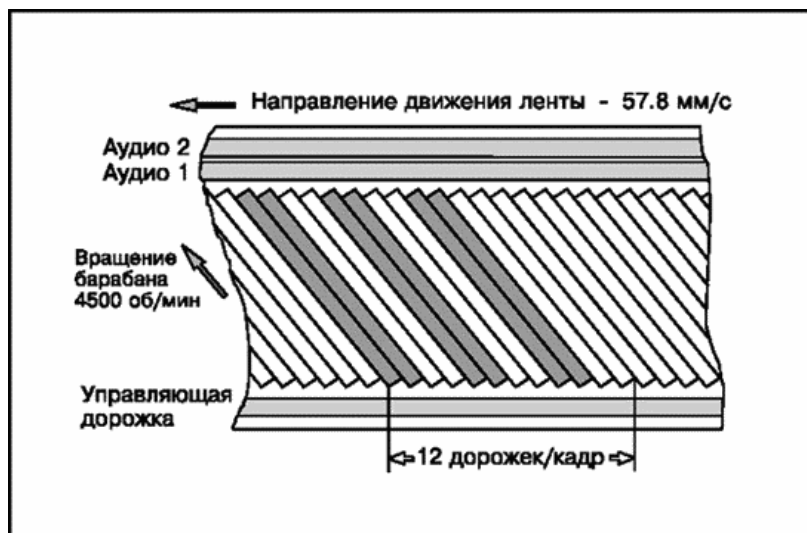


Рис.1.5. Видеофонограмма формата Digital S.

### 1.3. Современные оптические носители информации

#### 1.3.1. Структура компакт-диска CD

Компакт-диск (Compact Disk, CD) – это диск диаметром 120 мм (4,75 дюйма) или 80 мм (3,1 дюйма) и толщиной 1,2 мм. Глубина штриха равна 0,12 мкм, ширина – 0,6 мкм. Штрихи расположены по спирали, от центра к периферии. Длина штриха – 0,9–3,3 мкм, расстояние между дорожками – 1,6 мкм. Компакт-диски состоят из трех-шести слоев.

Для размещения пяти- и трехдюймовых дисков в лотке привода компакт-диска имеются специальные углубления – соответственно 5 и 3 дюйма.

Стандартный пятидюймовый диск может содержать 650–700 Мбайт информации, 74–80 минут высококачественного стереозвука с частотой дискретизации 44,1 кГц и глубиной оцифровки 16 бит или огромное количество звука в формате MP3.

На трехдюймовые диски помещается около 180 Мбайт информации.

Иногда встречаются диски, называемые «визитной карточкой» (business card) (рис. 1.6). По внешнему виду и размеру они напоминают визитную карточку, а фактически являются трехдюймовыми дисками, обрезанными с

двух сторон. На такой компакт-диск записывается от 10 до 80 Мбайт, в зависимости от степени обрезания краев диска.

Основой диска, предназначенного для записи информации промышленным способом, служит прозрачный поликарбонат, на который наносят тонкий слой из сплава алюминия, затем покрывают его защитным слоем лака и наносят полиграфическое изображение (рис. 1.7).

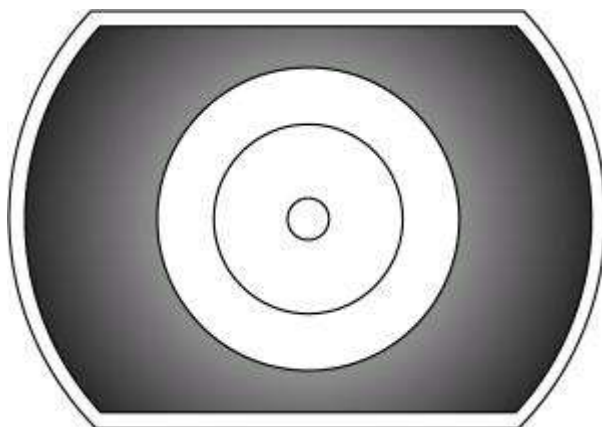


Рис. 1.6. Компакт-диск.

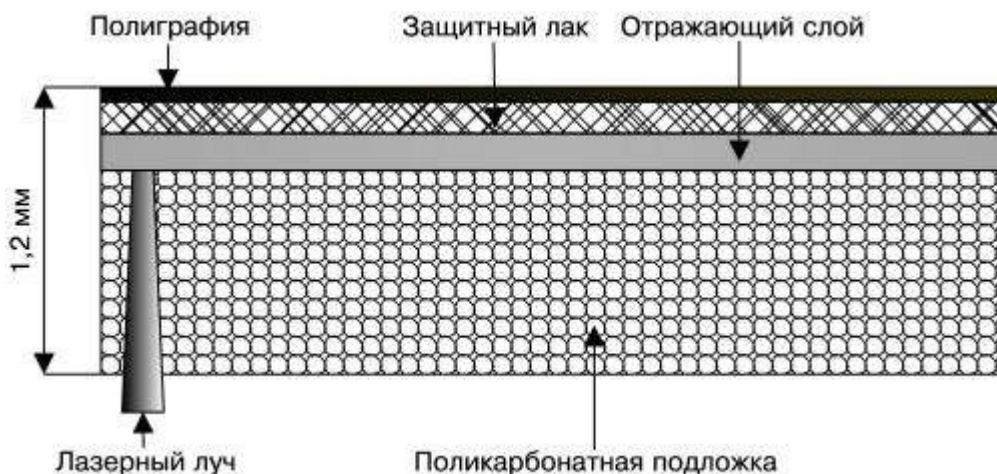


Рис. 1.7. Структура CD.

Диски DVD, DVD-R, DVD-RW, CD, CD-R, и CD-RW производятся различными фирмами: AMD, Amedia, Digitex, HP, Imation, MBI, Memorex, Philips, Smartbuy, Sony, TDK, Verbatim.

При покупке компакт-дисков следует обращать внимание на следующие тонкости.

- Наличие потеков лака на гранях диска может вызвать дополнительную вибрацию и, как следствие, ошибки при считывании и записи данных.
- При отсутствии добавочных слоев краски диск просвечивается, не стоит надеяться на продолжительный срок службы такого изделия.
- Если диск просвечивается, обратите внимание, как нанесен отражающий слой. При просмотре на свет на компакт-диске не должно быть разводов, отражающий слой должен быть одинаковым на всей поверхности.
- Поликарбонатная основа должна быть однородной, без пузырьков воздуха.
- Большинство продающихся в магазинах компакт-дисков с играми, фильмами или программами изготовлены методом штамповки.

Запись DVD и CD промышленным способом происходит в восемь этапов.

1. Подготавливают данные, которые необходимо записать на компакт-диск.
2. На поверхность обработанного с высокой точностью специального полированного стекла в виде диска наносят светочувствительный фоторезистивный слой определенной толщины. С помощью лазерного луча, управляемого компьютером, засвечивают определенные участки фоточувствительного слоя.
3. После проявки в специальных растворах на стекле остаются небольшие впадины, называемые pits (питы), и выпуклые места – lands. Полученная таким способом матрица, или стампер, называется Glass Master (стеклянная основа).
4. С помощью специальных реактивов или вакуумного напыления на Glass Master наносят тонкий слой никеля или серебра. Таким образом мы получаем Metal Master (мастер-диск).
5. Создают негатив мастер-диска. На месте выступов образуются впадины, и наоборот, на месте впадин образуются выступы.
6. Из высокопрочного материала создают штамп, в центре которого просверливают отверстие.

7. Штмп помещают в пресс-машину и изготавливают копии.
8. На копии наносят алюминиевую пленку, предназначенную для отражения лазерного луча. Толщина пленки составляет сотые доли микрометров. Диск покрывают лаком и наносят на него полиграфическое изображение.
- CD-R (CD Recordable – записываемый компакт-диск) – имеет более сложную структуру. На его поверхность добавляется еще один слой, на который и производится запись. Активный, или регистрирующий, слой расположен между основной и отражающим слоем (рис. 1.8).

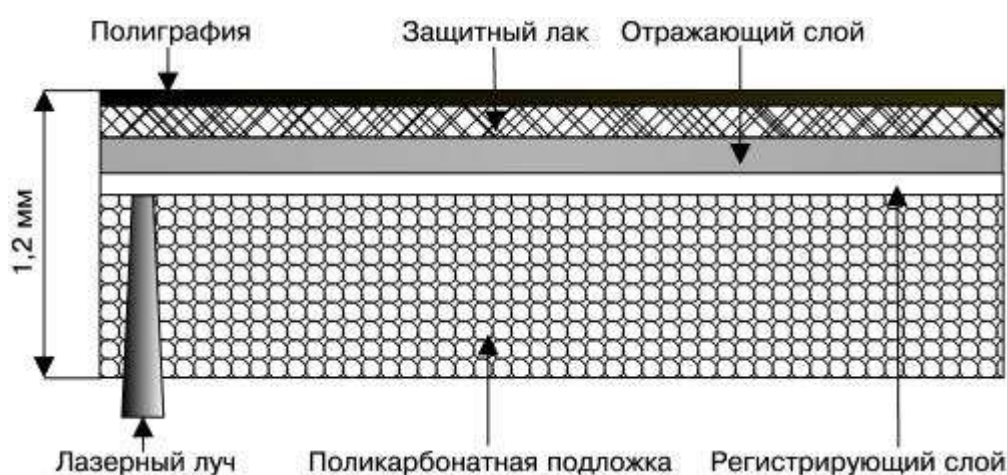


Рис. 1.8. Структура CD-R.

Чистый CD-R, или «болванка», имеет спиральную дорожку (Pre-groove), которая содержит специальные метки и сигналы синхронизации. Во время записи предварительная разметка помогает движению лазера по нужной траектории. Кроме того, программы для записи компакт-дисков сами «читают» некоторые параметры используемого CD-R, что упрощает настройку пользователем этих программ. Сигналы синхронизации записываются с пониженной амплитудой и впоследствии перекрываются записываемым сигналом.

Во время записи луч лазера движется по спиральной дорожке и в момент своей активности расплавляет дополнительный слой. Под

воздействием лазера этот слой меняет свою структуру. Таким образом получаются ячейки (питы), соответствующие данным, записывающимся на компакт-диск. После этого этапа изменение структуры активного слоя диска невозможно, и данные, записанные на диск, удалению не подлежат.

Активный слой изготавливают из органических соединений: цианина (Cyanine) и его производной – фталоцианина (Phtalocyanine). Считается, что фталоцианин более надежен и долговечен, так как менее чувствителен к солнечному свету. Но еще менее чувствительны к солнечному свету диски с активным слоем MetalAZO, разработанные компанией Mitsubishi Chemical.

Требования к светоотражающему слою CD-R, по сравнению со штампованными дисками, достаточно высоки из-за наличия регистрирующего слоя. Поэтому для изготовления отражающего слоя используются более дорогие материалы – промышленное золото и серебро, – а также сложные сплавы.

Рабочая поверхность CD-R в зависимости от комбинации веществ, используемых в регистрирующем и отражающем слоях, может быть различного цвета. Раньше многие диски имели золотистую рабочую поверхность из-за применения золота.

CD-RW (Compact Disk Re-Writable – перезаписываемый компакт-диск) (рис. 1.9) – имеет, кроме описанных выше, еще два термозащитных слоя. Наличие дополнительных слоев позволяет записывать на такой диск более 1000 раз.

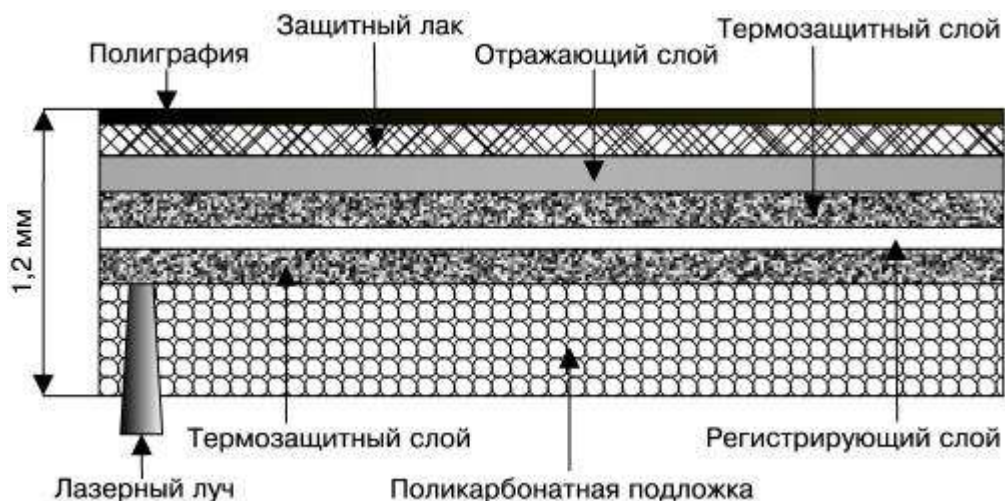


Рис. 1.9. Структура CD-RW.

Во время «прожига» (записи диска) луч лазера нагревает участки промежуточного слоя. При последующем охлаждении эти участки переходят из кристаллической формы в аморфную. Если информацию с CD-RW необходимо стереть, луч лазера нагревает промежуточный слой менее интенсивно, и аморфные участки кристаллизуются.

### 1.3.2. Структура цифрового видеодиска DVD

В декабре 1995 года 10 компаний, объединившихся в союз DVD Consortium, официально объявили о создании единого унифицированного стандарта – DVD. Аббревиатура DVD сначала расшифровывалась как Digital Video Disc (Цифровой видеодиск), но впоследствии ее значение было изменено на Digital Versatile Disc (Цифровой двухсторонний диск). Диск был полностью совместим со стандартами Red Book (Красная книга) и Yellow Book (Желтая книга).

DVD внешне идентичен CD, но позволяет записывать информацию, большую по объему в 24 раза, то есть до 17 Гбайт. Это стало возможным благодаря изменению физических характеристик диска и применению новых технологий. Расстояние между дорожками уменьшилось до 0,74 мкм,

а геометрические размеры пит – до 0,4 мкм для однослойного диска и 0,44 мкм для двухслойного диска. Увеличилась область данных, уменьшились физические размеры секторов. Нашел применение более эффективный код исправления ошибок – RSPC (Reed Solomon Product Code), стала возможной более эффективная битовая модуляция.

Технология DVD предоставляет огромное количество форматов и четыре типа конструктивного исполнения двух размеров. Диск такого стандарта может быть как односторонним, так и двухсторонним. На каждой стороне может быть один или два рабочих слоя. Рассмотрим основные характеристики DVD различных типов.

- Размер диска – 80 мм (3,1 дюйма).

- DVD-1 (Single-sided, single-layer) – односторонний и однослойный диск. Может содержать до 1,36 Гбайт информации (рис. 1.10).

- DVD-2 (Single-sided, double-layer) – односторонний двухслойный диск. Содержит до 2,48 Гбайт информации (рис. 1.11).

- DVD-3 (Double-sided, double-layer) – двухслойный диск с одним информационным слоем на каждой стороне. Емкость – до 2,74 Гбайт информации (рис. 1.12).

- DVD-4 (Double-sided, double-layer) – диск с двумя информационными слоями на каждой стороне. Емкость такого диска – до 4,95 Гбайт (рис. 1.13).

- Размер диска – 120 мм (4,75 дюйма).

- DVD-5 (Single-sided, single-layer) – односторонний однослойный диск. Содержит до 4,7 Гбайт информации.

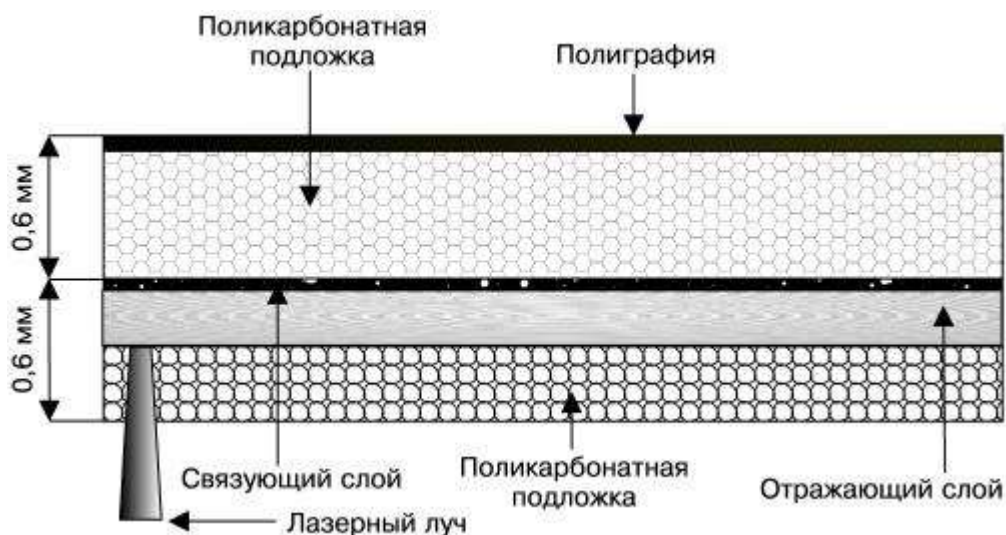


Рис. 1.10. Структура DVD-1 и DVD-5.

– DVD-9 (Single-sided, double-layer) – односторонний и двухслойный диск. Емкость – до 8,5 Гбайт.

– DVD-10 (Double-sided, double-layer) – двухслойный диск с одним информационным слоем на каждой стороне. Содержит до 9,4 Гбайт информации.

- VD-18 (Double-sided, double-layer) – двухслойный диск с двумя информационными слоями на каждой стороне. Способен вместить до 17 Гбайт информации.

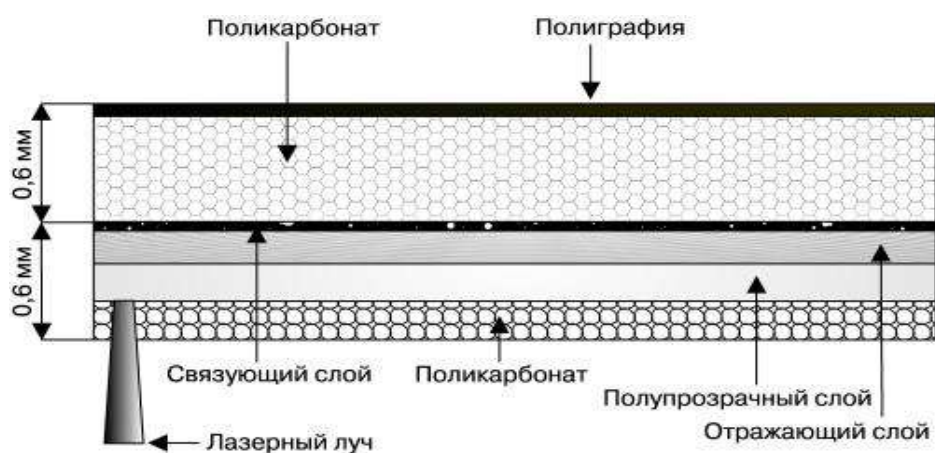


Рис. 1.11. Структура DVD-2 и DVD-9.

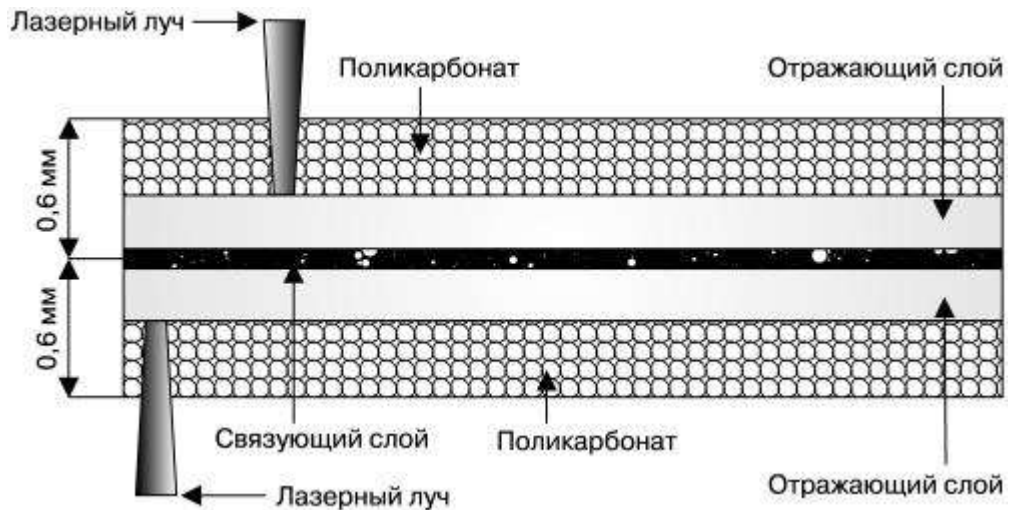


Рис. 1.12. Структура DVD-3 и DVD-10.

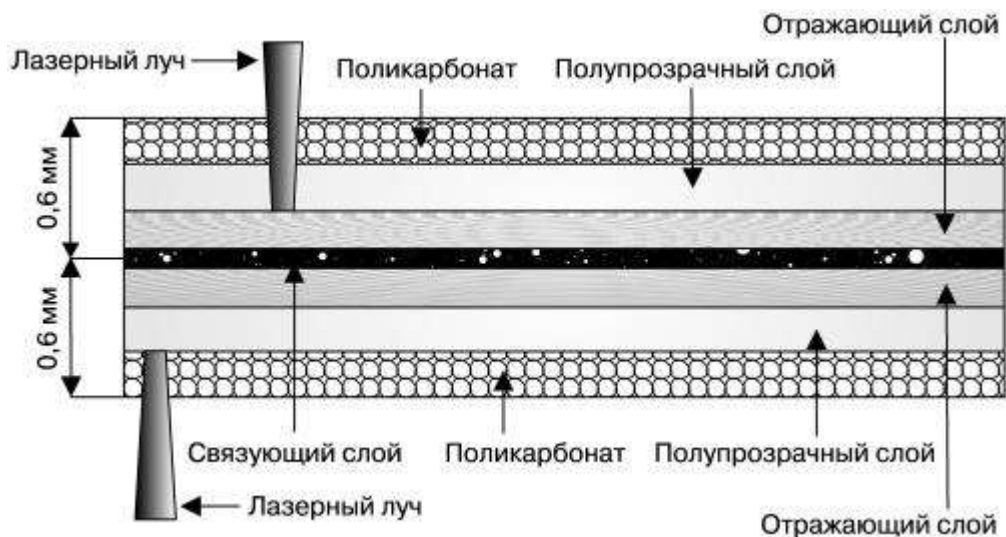


Рис. 1.13. Структура DVD-4 и DVD-18.

Запись однослойных DVD аналогична записи CD, а вот запись двухслойных дисков существенно отличается от описанного ранее процесса.

Двухслойные диски типов DVD-2 и DVD-9 имеют два рабочих слоя для записи информации. Эти слои разделяются с помощью специального полупрозрачного материала.

## Выводы

1. D-VHS-формат — это в лучшем случае переходная технология, служащая мостом между аналоговой VHS-лентой и цифровым DVD-форматом (стандартом де-факто). Несмотря на огромную емкость ленты D-VHS (до 44,4 Гбайт), обратную совместимость с VHS и высокую скорость цифрового потока при записи, это все-таки лента — со всеми присущими ей недостатками, и даже прекрасное качество изображения (благодаря самой высокой из существующих цифровых форматов скорости цифрового потока при записи) не меняет дела.

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

3. Стандарт HD ( High Definition - Высокое разрешение ) - это новый улучшенный стандарт видео. Существует много форматов, но основных стандартов установлено два: 1080i и 720p . Оба эти стандарта значительно превосходят стандарт SD в цвете и разрешающей способности (резкость изображения и детали). Почти всё HD оборудование изначально рассчитано на широкоформатное изображение 16:9.

## **2. ОСОБЕННОСТИ ФОРМАТОВ И СХЕМ ЦИФРОВОЙ ВИДЕОЗАПИСИ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ СИГНАЛОВ**

### **2.1. Особенности форматов цифровой видеозаписи**

Цифровые технологии в телевидении возникли далеко не вчера. К разряду цифрового оборудования относится большое количество микшеров, транскодеров, корректоров временных изображений, интерфейсов управления. В более позднее время возникли камеры с цифровой обработкой сигнала (DSP). Все эти устройства давно и прочно утвердились как в работе профессиональных вещателей, так и в работе небольших студий и корпоративных пользователей. Но именно 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. Таким образом, цифровые технологии проникли во все сферы технической базы современного телевидения.

Вместе с тем в настоящее время подавляющее место на мировом рынке профессионального и вещательного видеооборудования занимают аналоговые форматы видеозаписи. В этих условиях оптимальный переход каждой конкретной студии на цифровые технологии становится задачей не из легких. В таблице 2.1. приведены основные параметры наиболее распространенных аналоговых и цифровых форматов видеозаписи.

Таблица 2.1.

Основные параметры наиболее распространенных аналоговых и  
цифровых форматов видеозаписи

| <b>Формат записи</b>   | <b>Тип записи</b> | <b>Тип ленты</b>       | <b>Ширина ленты, мм</b> | <b>Скорость движения ленты, мм/с</b> | <b>Стандарт кодирования</b> |
|------------------------|-------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|
| <b>VHS</b>             | аналоговая        | оксидная               | 12.65                   | 23.39                                |                             |
| <b>S - VHS</b>         | аналоговая        | оксидная               | 12.65                   | 23.39                                |                             |
| <b>Hi8</b>             | аналоговая        | металло-<br>порошковая | 8                       | 20.5                                 |                             |
| <b>Betacam</b>         | аналоговая        | оксидная               | 12.65                   | 101.5                                |                             |
| <b>Betacam SP</b>      | аналоговая        | металло-<br>порошковая | 2.65                    | 101.5                                |                             |
| <b>D1</b>              | Цифровая          | оксидная               | 19.01                   | 286.9                                | 4:2:2                       |
| <b>D2</b>              | Цифровая          | металло-<br>порошковая | 19.01                   | 131.7                                | 4fsc                        |
| <b>D3</b>              | Цифровая          | металло-<br>порошковая | 12.65                   | 83.88                                | 4fsc                        |
| <b>D5</b>              | Цифровая          | металло-<br>порошковая | 12.65                   | 167.228                              | 4:2:2                       |
| <b>Digital Betacam</b> | Цифровая          | металло-<br>порошковая | 12.65                   | 96.7                                 | 4:2:2                       |

Таблица показывает характеристики большинства видеоформатов и типов применяемой субдискретизации цветоразностных компонент, а также другие связанные с ними параметры, такие как скорость передачи данных и степень сжатия (таблица 2.2).

Таблица 2.2.

## Форматы стандартной чёткости (SD)

| Формат                 | Владелец  | Дискретизация               | Глубина цвета | Тип компрессии | Степень сжатия      | Размер кадра (пикселей)      |
|------------------------|-----------|-----------------------------|---------------|----------------|---------------------|------------------------------|
| <b>DV/MiniDV</b>       | Несколько | 4:2:0 (PAL)<br>4:1:1 (NTSC) | 8 бит         | ДКП            | 5:1                 | 720×576(PAL)<br>720×480(NTS) |
| <b>DVCPRO 25</b>       | Panasonic | 4:1:1                       | 8 бит         | ДКП            | 5:1                 | 720×576(PAL)<br>720×480(NTS) |
| <b>DVCAM</b>           | Sony      | 4:2:0 (PAL)<br>4:1:1 (NTSC) | 8 бит         | ДКП            | 5:1                 | 720×576(PAL)<br>720×480(NTS) |
| <b>Digital Betacam</b> | Sony      | 4:2:2                       | 10 бит        | ДКП            | 2,3:1               | 720×576(PAL)<br>720×480(NTS) |
| <b>Betacam SX</b>      | Sony      | 4:2:2                       | 10 бит        | MPEG-2         | 10:1                | 720×576(PAL)<br>720×480(NTS) |
| <b>MPEG IMX</b>        | Sony      | 4:2:2                       | 8 бит         | MPEG-2         | 6:1<br>4:1<br>3,3:1 | 720×576(PAL)<br>720×480(NTS) |

## 2.2. Особенности формата записи Digital Betacam

Создание нового формата видеозаписи связано с разработками магнитных лент, лентопротяжных механизмов и способов обработки сигналов. Магнитные ленты толщиной 14 мкм с металлопорошковым покрытием уже обеспечивают довольно хорошее соотношение между стоимостью и качественными показателями. Разработка высокоточных механизмов транспортирования ленты позволяет добиться уменьшения ширины дорожек записи, но надо учитывать, что при этом обостряются проблемы выпадений и взаимозаменяемости записей, столь важные для практической реализации. Поэтому новое решение может быть найдено, прежде всего, по другому направлению, связанному с цифровой обработкой сигналов, сокращением избыточности ТВ-сигнала, а также способами их практической реализации с помощью интегральной полупроводниковой

технологии. Однако переход на новый формат не должен привести к значительным затратам и замене архивов ТВ-программ. В настоящее время в мире используется очень большое число аппаратов Betacam и Betacam SP и накоплено огромное количество записанных в этих форматах телевизионных программ. Поэтому возможность их воспроизведения на аппаратах нового формата является большим достоинством. В первую очередь это обеспечит сохранность существующих и продолжающих расти библиотек и архивов программ. Кроме того, это гарантирует использование видеокамер Betacam SP для съемок в течение их естественного срока службы. Этими соображениями, составляющими сущность эволюции системы Betacam, руководствовалась фирма Sony при разработке нового формата компонентной цифровой видеозаписи для телевизионного вещания под названием Digital Betacam.

### Видеофонограмма

Видеофонограмма формата цифровой компонентной видеозаписи Digital Betacam для стандарта разложения 625/50 показана на рисунке 2.1. Каждое телевизионное поле записывается на шести наклонных дорожках (рис.2.2). Соседние дорожки записываются с азимутальным разворотом рабочих зазоров видео головок приблизительно на 15°. На рисунке 2.1 показана также структура дорожек формата Betacam SP. Продольные дорожки сигналов временного кода и управления идентичны в двух форматах, монтажная звуковая дорожка в формате Digital Betacam совпадает с дорожкой второго звукового канала в Betacam SP. В формате Digital Betacam записывается четыре цифровых канала звука, причем звуковые секторы расположены в середине наклонных дорожек, что обеспечивает лучшую защиту звуковых данных от возможных дефектов, связанных с краевыми повреждениями ленты и неполным совмещением траектории головок воспроизведения со строчками записи из-за растяжения ленты.

Формат допускает также увеличение в будущем числа записываемых звуковых каналов.

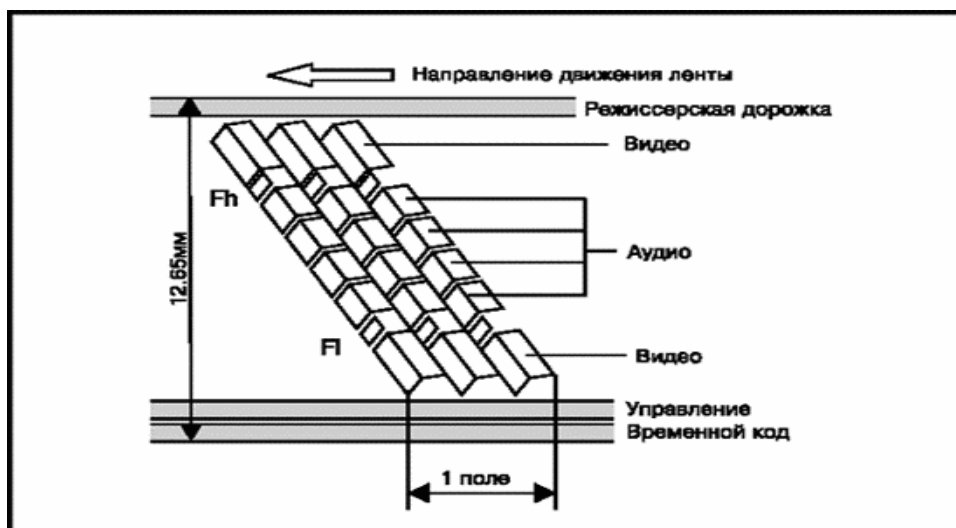


Рис. 2.1. Видеофонограмма формата цифровой компонентной видеозаписи Digital Betacam.

Дорожки, записываемые двумя противоположно расположенными на барабане головками (А и С), содержат также блоки пилот-сигналов. Они используются для обеспечения точного совмещения траектории головок со строчками записи при воспроизведении и монтаже в режиме вставки. В цифровой видеозаписи не нужны такие широкие дорожки, как в аналоговой, но более плотная упаковка строчек требует либо усложнения и повышения точности работы лентопротяжного механизма, либо применения систем автотрекинга. Фирма Sony пошла по пути разработки новой системы трекинга с пилот-сигналом, что позволило снизить стоимость и упростить обслуживание механизма. Низкочастотный пилот-сигнал Fl записывается на частоте приблизительно 400 кГц, а высокочастотный Fh - на частоте приблизительно 4 МГц. При монтаже в режиме вставки блоки пилот-сигналов не стираются и образуют опорные точки для работы системы трекинга. Благодаря этому не накапливаются ошибки рассовмещения при вставках в одном и том же месте. При обычном воспроизведении (без

монтажа) используется только низкочастотный пилот-сигнал, необходимый для обеспечения быстрого входа в синхронизм системы регулирования.

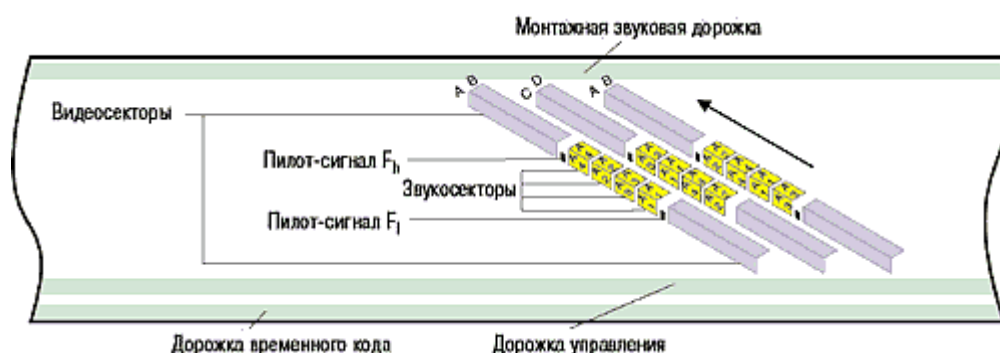


Рис.2.2. Видеофонограмма формата цифровой видеозаписи Digital Betacam.

В аппаратах Digital Betacam используется лента с металлопорошковым покрытием, подобная той, которая применяется в Betacam SP. Однако параметры ленты согласованы с спектральными характеристиками канального кода. Принятые меры по улучшению воздушной смазки и скольжения ленты уменьшили потери в области верхних частот в сравнении с Betacam SP и обеспечили большее число воспроизведений цифровой записи и большее число повторных записей на ленте. Это один из факторов, способствующих уменьшению расходов на эксплуатацию Digital Betacam в сравнении с аналоговыми аппаратами.

При линейной скорости транспортирования ленты, равной 96,7 мм/с, (это даже меньше, чем в Betacam SP), время записи достигает 124 минут, что более чем достаточно для большинства приложений. Такое время обеспечено, конечно, благодаря сокращению скорости записываемого потока. Этого результата удалось добиться при сравнительно невысокой частоте вращения барабана (75 Гц, что в два раза меньше, чем в формате D-1) и всего четырех записывающих головок. Преимущества такого решения

- малые габариты и сниженный акустический шум, что очень важно для использования видеомэгнитофона в составе видеокамеры.

Помимо четырех головок записи (REC A, REC B, REC C, REC D), на барабане Digital Betacam (рис.2.3) находятся также четыре головки опережающего воспроизведения с динамическим трекингом (ADV), четыре головки сквозного воспроизведения (CONF1) и две головки стирания (ERASE), то есть всего четырнадцать головок (число головок должно было бы достичь двадцати шести, если бы не использовалась компрессия и требуемый цифровой поток записывался бы не двумя, а сразу четырьмя головками).

Для обеспечения необходимой скорости "головка - лента" при угле охвата около 180° был выбран диаметр барабана 81,4 мм (в Betacam SP - 74,5 мм). Вращающейся является средняя часть барабана, верхняя и нижняя части - неподвижны. Такая конструкция позволила добиться более равномерного скольжения ленты и высокой стабильности снимаемого с ленты сигнала.

То, что число головок на барабане в Digital Betacam сравнительно невелико, позволило создать аппарат, совместимый в режиме воспроизведения с записями на кассетах Betacam SP. На барабане видеоголовок совместимых аппаратов (рис.2.3) установлены четыре дополнительные головки с динамическим трекингом (С-А, Y-A, С-В, Y-B) и с полностью независимыми электронными схемами воспроизведения яркостного сигнала (Y) и сжатых цветоразностных сигналов (С). Это сделано для того, чтобы не ухудшать качества ни аналогового, ни цифрового воспроизведения. После автоматического определения типа вставленной кассеты в совместимом аппарате Digital Betacam происходит установка необходимых параметров систем регулирования: частоты вращения барабана, ведущего вала и натяжения ленты.

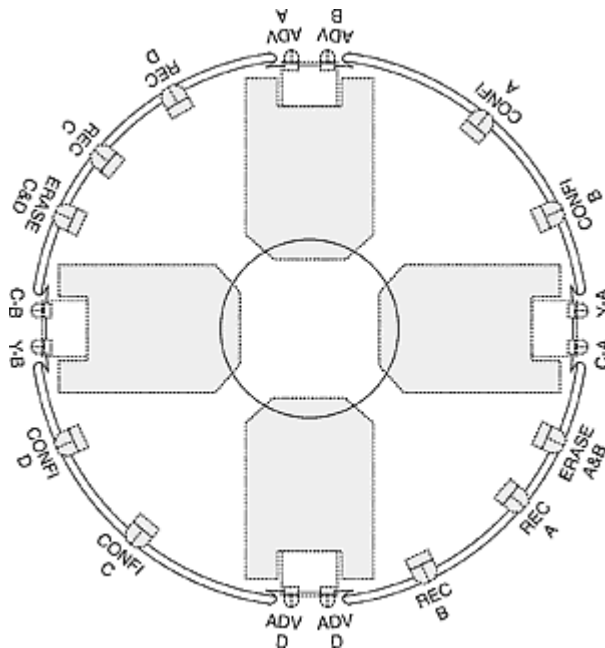


Рис.2.3. Видеоголовка Digital Betacam.

Так как диаметры барабанов в аппаратах Digital Betacam и Betacam SP несколько отличаются (81,4 мм и 74,49 мм соответственно), то воспроизводимые видео и звуковые сигналы аналоговой записи подвергаются сжатию во времени. Компенсирующее расширение видеосигнала осуществляется в корректоре временных искажений, частотно-модулированные колебания звуковых каналов претерпевают временную трансформацию (расширение во времени) в специально разработанном экспандере. Экспертиза показала, что качество воспроизведения ТВ-программ в формате Betacam SP на совместимом аппарате Digital Betacam субъективно не хуже, чем при использовании обычного аналогового видеомагнитофона Betacam SP.

### 2.3. Особенности форматов записей CD и DVD

Годом рождения DVD можно считать 1994. К середине 90-х годов в индустрии создания и распространения коммерческих фильмов для домашнего просмотра практически безраздельно царствовали кассеты VHS, хотя огромные преимущества цифровой записи над традиционными аналоговыми к тому времени уже были доказаны. CD-аудио компакт

повсеместно вытеснили виниловые диски: чистый звук, малые размеры, удобство и надежность хранения, долговечность по достоинству были оценены миллионами пользователей. Естественным развитием CD-аудио стало появление новых стандартов для других приложений: CD-ROM для хранения компьютерных данных, Photo-CD для распространения цифровых изображений, Video-CD для видеофильмов. Однако качество фильмов на Video-CD, обусловленное ограничениями компрессии MPEG-1, практически осталось на том же уровне, что и у стандартных видеолент. Пожалуй, единственным преимуществом Video-CD была возможность просмотра записанных фильмов на компьютере. Чтобы удовлетворить повышающиеся запросы потребителей к качеству видео, были созданы 12-дюймовые лазерные видеодиски (LD). Несмотря на аналоговый метод записи, они действительно давали определенный выигрыш в качестве, а, кроме того, также как и Video-CD, обеспечивали некоторую интерактивность просмотра и произвольный доступ к отдельным частям записанного материала. Тем не менее, широкого распространения они не получили. Все осознавали, что необходим принципиально новый стандарт для записи видео. И в 1994 г. специальный комитет (Motion Picture Studio Advisory Committee), созданный по инициативе ведущих голливудских компаний, сформулировал основные требования к фильмам на компакт-дисках:

- разрешение видео выше, чем у лазерных дисков;
- звук качества CD и объемное звучание;
- не менее 133 мин видео на одной стороне диска;
- звуковое сопровождение на трех – пяти языках, возможность выбора языка;
- четыре — шесть вариантов субтитров (на тех же или других языках);
- различные форматы отображения широкоэкрannого видео на экране;
- возможность запрета просмотра определенных сцен детьми (функция родительской защиты);
- надежная защита от копирования;

совместимость в отношении воспроизведения с существующими CD-дисками;

разделение на части и независимый доступ к каждой из них;

низкая стоимость производства, сравнимая с достигнутой для CD-дисков.

В качестве возможных претендентов были изучены различные форматы, в том числе Super Disc (SD), предложенный в 1995 г. компаниями Toshiba и Warner, и Multimedia CD (MMCD), анонсированный в том же году их извечными соперниками — фирмами Philips и Sony. В качестве компромиссного решения, призванного примирить претендующих на “царство” конкурентов, в конце 1995 г. был создан DVD Consortium, объединивший десять компаний, занимавших лидирующее положение на мировом рынке видеотехнологий (Hitachi, Matsushita, Mitsubishi, Philips, Pioneer, Sony, Thomson, Time Warner, Toshiba и JVC), который и утвердил спецификацию стандарта DVD-дисков. Она включает следующие основные положения:

высококачественное MPEG-2 видео с многоканальным объемным звуком длительностью 133 мин или более;

звуковое сопровождение на восьми языках;

субтитры на 32 языках;

интерактивное разветвленное меню с произвольным доступом к различным главам и вариантам отображения;

возможность задания и выбора пользователем до девяти углов зрения (camera angles) на показываемый объект;

цифровые и аналоговые защиты от копирования.

Первоначально аббревиатура DVD была образована от названия Digital Video Disc (цифровой видеодиск), а позже ее стали использовать для обозначения многофункциональных цифровых дисков — Digital Versatile Disc. В 1996 г. были опубликованы спецификации DVD-ROM и DVD-Video форматов (версия 1.0), а в конце 1996 г. в Японии проданы первые DVD-

плееры. В 1997 г. широкие продажи DVD начались по всей Америке, а годом позже — в Европе, название DVD Consortium было изменено на DVD Forum, и эта организация стала открытой для вступления новых членов. В настоящее время DVD Forum насчитывает более 200 членов (в том числе более 20 европейских), а в его регламентирующий комитет кроме десяти компаний учредителей вошли еще семь: IBM, Intel, NEC, Sharp, LG Electronics, Samsung, Industry Research Institute of Taiwan. В рамках форума постоянно работают восемь групп по следующим направлениям:

DVD-Video спецификация;

DVD-диски — спецификация физических параметров;

файловая система DVD;

DVD-Audio спецификация;

DVD-RAM спецификация;

DVD-R и DVD-RW спецификации;

системы защиты от копирования;

промышленные и профессиональные применения DVD;

а также функционируют комитеты по верификации DVD-дисков, DVD-плееров и продвижению DVD-формата.

#### **2.4. Физические параметры CD- и DVD-дисков**

Внешне DVD-диск напоминает CD: оба являются оптическими дисками диаметром 12 см и толщиной 1,2 мм. Аналогичны они и по принципам записи цифровой информации. Оба состоят из прозрачной полимерной подложки, отражающего слоя и вспомогательного защитного (несущего) слоя, придающего им необходимую жесткость. В отражающем слое тем или иным образом формируется своеобразная матрица - в виде закрученной в спираль дорожки с “дырками” (питами). Считывание информации производится лазерным лучом, сканирующим отражающую поверхность. При попадании в дырку луч отражается точно на

регистрирующий детектор, его сигнал превышает заданный порог, что и соответствует логической единице. При отсутствии дырки луч рассеивается, сигнал с детектора оказывается ниже заданного порога – фиксируется логический ноль.

CD- и DVD-диски во многом подобны, но их ключевые физические параметры значительно отличаются (табл.3).

Таблица 2. 3.

Основные различительные параметры CD- и DVD-дисков

| Параметр                                    | CD   | DVD        | Комментарии   |
|---|------|------------|---|
| Диаметр, см                                 | 12   | 12         | В цифровых камерах иногда используют диски диаметром 8 см |
| Физическая толщина диска, мм                | 1,2  | 1,2        |   |
| Число информационных сторон                 | 1    | 1 или 2    |   |
| Толщина стороны, мм                         | 1,2  | 0,6        |   |
| Число информационных слоев на одной стороне | 1    | 1 или 2    | Пока распространены только однослойные диски              |
| Емкость диска, Гбайт                        | 0,68 | 4.7-17     | 1 гигабайт = 109 байт                                     |
| Минимальная длина пита, мкм                 | 0,83 | 0,4 / 0,44 | Для однослойного — 0,4, для                               |
| Ширина пита, мкм                            | 0,5  | 0,5        | двухслойного — 0.44                                       |
| Шаг спирали (питов), мкм                    | 1,6  | 0,74       |   |
| Длина волны лазера, нм                      | 780  | 635 / 650  | 635 – для коммерческих DVD-Video (for Authoring)          |
| Апертура линзы                              | 0,45 | 0,6        |   |
| Схема модуляции данных                      | EFM  | 8 в 16     | EFM – Eight to Fourteen Modulation                        |

Главное преимущество DVD-дисков по сравнению с CD – существенно более высокая информационная емкость, обеспечивается большей поверхностной плотностью пит. Достичь такого показателя позволили новые технологические решения, среди которых в первую очередь стоит отметить следующие:

- двухкратное уменьшение геометрических размеров пит;
- более чем двухкратное уменьшение шага спирали между соседними дорожками пит;
- применение лазерного луча с меньшей длиной волны и увеличенной до 0,6 апертурой фокусирующей линзы для надежного считывания столь малых пит;
- использование более эффективных схем модуляции цифровых данных и улучшенной схемы коррекции ошибок, позволяющих на порядок повысить надежность считывания данных, несмотря на более высокую плотность их записи.

Еще одно важное отличие DVD-дисков заключается в том, что они всегда двухсторонние. Два отдельных диска (толщина каждого составляет 0,6 мм) склеены между собой нерабочими сторонами. В простейшем варианте данные содержит только одна их сторон, а вторая является пустой.

С каждой стороны может быть не один, а два рабочих информационных слоя: первый – “основной” - выполняется по стандартной технологии создания пит (прессования или выжигания) и напыления отражающего слоя, а второй – полупрозрачный (коэффициент отражения 40%) – наносится поверх первого.

Для считывания двухслойных дисков применяются сложные оптические головки с переменным фокусным расстоянием. Луч лазера, проходя через полупрозрачный слой, сначала фокусируется на внутреннем информационном слое, а после завершения его чтения — на внешнем. Типы DVD-дисков емкостью от 4,7 до 17 Гбайт приведены ниже. Цифра,

содержащаяся в их названии типа, соответствует округленному значению емкости.

Пропорционально емкости возрастает допустимая длительность видеофильма, который может быть размещен на диске: для DVD-5 и каждой стороны DVD-10 – 133 мин, для DVD-9 и каждой стороны DVD-18 — 240 мин. В настоящее время наибольшее распространение получили DVD-5 и DVD-10.

## **2.5. Особенности схем цифровой видеозаписи**

### **2.5.1. Структурная схема формата записи Video-8**

В 1983 г. фирма Sony предложила новую систему видеозаписи на ленте шириной 8 мм. Система была одобрена 10 фирмами, заинтересованными в разработке и производстве соответствующего оборудования, и в 1985 г. МЭК утвердил ее в качестве формата для бытовой видеозаписи на ленте 8 мм. Основными преимуществами аппаратов данного формата являются применение миниатюрной лентопротяжной системы и небольшой и очень легкой кассеты, размеры которой сравнимы с размером обычной аудиокассеты, что позволило создавать компактные видеокамеры формата Video-8. В кассете используется высококачественная 8 мм металлизированная лента.

На кассету стандартного объема можно записать видеопрограмму длительностью 90 минут. В настоящее время выпускаются кассеты формата Video-8 емкостью 120 минут. Разрешающая способность воспроизводимого изображения – 250 твл.

Однако помимо миниатюризации аппараты формата Video-8 привлекают оригинальными конструктивными решениями. Среди них – запись и воспроизведение с помощью одних и тех же вращающихся видео-аудио магнитных головок одновременно как видеосигналов, так и сигналов

Ni-Fi звука. При этом звукозапись может выполняться головками одновременно как в виде ЧМ сигналов с полосой 20 кГц (монофоническая запись), так и в виде ИКМ сигналов (стереофоническая запись) с полосой 15 кГц.

На рис. 2.4, а приведено расположение видео головок на БВГ формата Video-8. Диаметр барабана видео головок в формате Video-8 принят равным 40 мм. Угол охвата лентой барабана составляет  $220^\circ$ . Скорость движения ленты – 14,3 мм/с. Скорость вращения барабана с видео головками составляет 25 об/с, или в системе NTSC, где частота полей 60 Гц, – 30 об/с. На рис. 2.4, б приведена сигналограмма формата Video-8. В течение первых  $36^\circ$  оборота БВГ в начале строчки записи методом ИКМ (импульсно-кодовой модуляции) записываются сигналы стереофонического звукового сопровождения. В течение следующих  $180^\circ$  оборота БВГ двумя диаметрально расположенными видео головками, зазоры которых развернуты по азимуту на  $\pm 10^\circ$ , записываются преобразованные сигналы изображения, сигналы Ni-Fi звука и сигналы автотрекинга ATF (Automatic Track Binding) – автоматического поиска дорожки.

По краям ленты расположены две продольные дорожки шириной по 0,5 мм, предназначенные для записи сигналов адресно-временного кода, необходимых при монтаже видеофонограмм – верхняя дорожка, и сигналов звукового сопровождения при использовании неподвижных головок. Необходимость в дорожке для записи сигнала управления в формате Video-8 отпала, поскольку в нем применяется новая система автотрекинга ATF, сигналы которой записываются одновременно и на тех же строчках с сигналами изображения и звука.

Как видно из рис. 2.4, а, вместо неподвижной стирающей головки используется вращающаяся головка стирания (ВГС), рабочий зазор которой в два раза больше зазора видео головок.

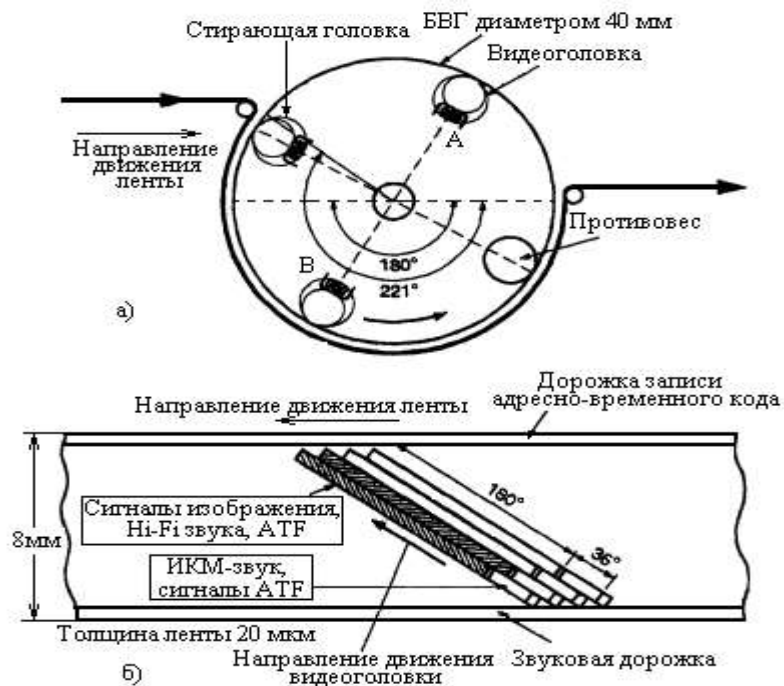


Рис. 2.4. Расположение вращающихся головок на барабане и сигналограмма формата Video-8 и Hi-8

Во время записи ВГС стирает сразу две строчки, а видеоголовки вслед за ней записывают новые сигналы. Наличие вращающейся стирающей головки обеспечивает дополнительные возможности при записи и монтаже видеофонограмм, позволяющие осуществлять «чистое», без срыва синхронизации нарушения цветопередачи и помех на изображении продолжение видеозаписи, где уже имеется сигналограмма, а также реализовывать режим вставки. Для балансировки диаметрально противоположно с ВГС на диске устанавливается противовес.

На рис. 2.5, а приведена частотная характеристика сигналов при записи в формате Video-8. В этом формате, как, впрочем, и во всех рассмотренных выше, сигналы яркости и цветности перед записью обрабатываются отдельно. Сигнал яркости преобразуется в ЧМ сигнал так, что уровню синхроимпульса соответствует частота 4,2 МГц, а уровню белого – 5,4 МГц. Сигнал цветности (поднесущая 4,43 МГц) переносится в низкочастотную область спектра методом гетеродинирования, смешивается с частотно-модулированным сигналом яркости и записывается па

магнитную ленту. Частота перенесенной цветовой поднесущей в формате Video-8 для системы PAL составляет 732 кГц, а для системы NTSC – 743 кГц.

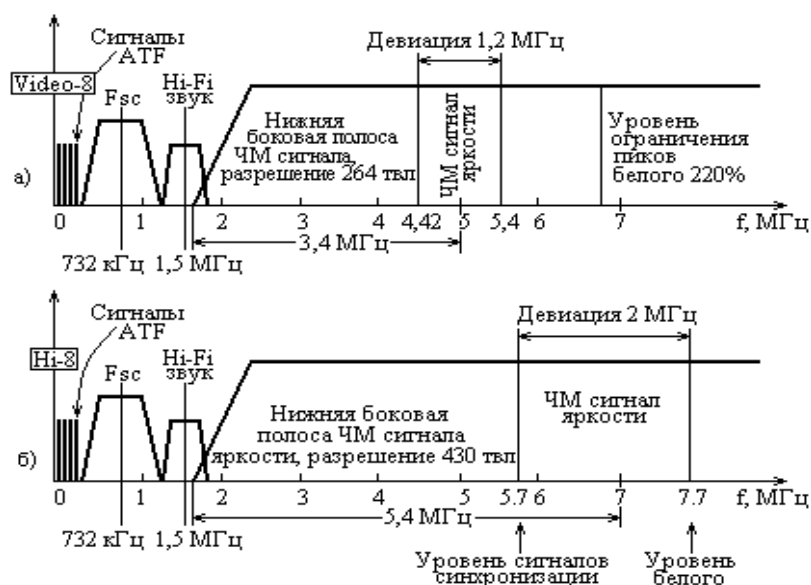


Рис. 2.5. Частотные характеристики сигналов в форматах video-8 и Hi-8

Для исключения перекрестных помех между сигналами соседних строчек в полосе частот сигнала яркости, как уже отмечалось выше, сигналы изображения записываются видеоголовками с азимутальным разворотом рабочих зазоров  $10^\circ$ . Для уменьшения перекрестных искажений в области низких частот фаза перенесенного сигнала цветности коммутируется на  $180^\circ$  в каждой строчке записи.

В формате Video-8 существует три способа записи сигналов видео и звукового сопровождения.

1. Монофоническая запись звуковых сигналов стационарной универсальной головкой на продольную дорожку.

2. Монофоническая ЧМ запись звуковых сигналов одновременно с записью сигналов изображения двумя вращающимися головками – способ Hi-Fi записи сигналов звукового сопровождения. Рабочие зазоры звуковых вращающихся головок в формате Video-8 развернуты на  $\pm 10^\circ$  относительно перпендикуляра к направлению их движения. Частотно-модулированный звуковой сигнал записывается на несущей 1,5 МГц с девиацией 100 кГц.

3. Запись стереофонических звуковых сигналов с импульсно-кодовой модуляцией. Данный способ записи применяется для особо высококачественной записи-воспроизведения звука. При ИКМ обеспечивается динамический диапазон до 80 дБ. ИКМ звуковой сигнал представляет собой последовательность 13-разрядных слов. Из 13 разрядов 8 отводятся для квантования сигнала по уровню при частоте дискретизации 31,5 кГц. Остальные разряды являются контрольными (проверочными). Структурная схема канала цифровой записи сигналов звука формата Video-8 приведена на рис. 2.6.

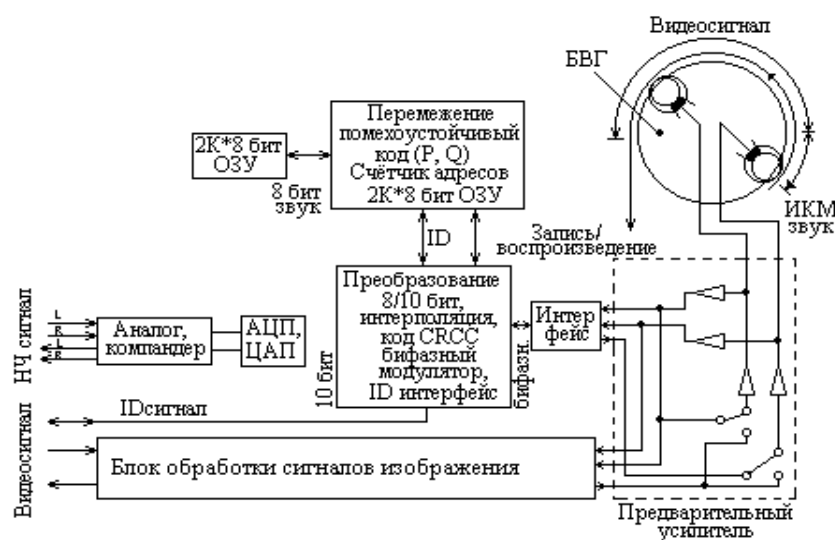


Рис.2.6. Структурная схема канала цифровой записи видео и звука в формате Video-8

Перед записью НЧ сигналы сжимаются аналоговым компрессором в отношении 2:1, дискретизируются с частотой 31,5 кГц и линейно квантуются с точностью 10 разрядов на отсчет. Затем полученные сигналы повторно компрессируются цифровым компрессором, который обеспечивает более экономичное цифровое представление с точностью 8 нелинейных разрядов на отсчет. Динамический диапазон сигнала на выходе составляет 80 дБ, нелинейные искажения – около 0,5%, полоса частот – от 20 Гц до 20 кГц. Помехоустойчивый код с перекрестным перемежением (Cross Leave Code – CLC) позволяет из 8-разрядных слов получить проверочные слова P и Q, из которых с помощью кода Рида-Соломона (CRCC) выделяется

защитное слово (5 разрядов), используемое при воспроизведении как флаг ошибок.

### **2.5.2. Структурная схема канала записи-воспроизведения**

Проблемы, возникающие при бытовой наклонно-строчной магнитной записи сигналов различных систем цветного телевидения, в основном определяются форматами записи и, в частности, теми их характеристиками, которые обеспечивают высокую плотность записи видеофонограмм. Это, в первую очередь, характер записи – запись без межстрочных промежутков, и существенно сниженная по сравнению с профессиональной аппаратурой скорость ленты относительно головки.

Как уже отмечалось, первая причина порождает проблему подавления сигналов, наводимых соседними строчками. Решение этой проблемы для сигнала яркости найдено – азимутальные развороты рабочих зазоров видеоголовок. Однако для сигналов цветности, которые переносятся в нижнюю часть спектрального диапазона с поднесущей 627 кГц методом гетеродинирования, эта мера оказалась неэффективной. Для сигналов систем PAL и NTSC во всех форматах предусмотрено подавление перекрестной помехи за счет системы фазового кодирования, состоящей в сдвиге фазы поднесущей сигнала цветности на некоторый угол назад при записи и на такой же угол вперед при воспроизведении.

Для подавления перекрестной помехи и в полосе частот преобразованного сигнала цветности в канале обработки применен способ, основанный на дополнительном изменении (вращении) фазы записываемой поднесущей цветности в четных полях на  $90^\circ$  от строки к строке.

Суть этого способа заключается в следующем. При воспроизведении видеоголовкой (ВГ), например ВГ R, своей строки записи вместе с полезным сигналом будут воспроизводиться и мешающие сигналы с соседних строчек, записанные головкой ВГ L, противофазные с периодом в

две строки. Следовательно, их влияние можно значительно ослабить, если сложить воспроизводимый сигнал с сигналом, полученным после задержки на время двух телевизионных строк, т.е. если применить при воспроизведении гребенчатый фильтр. Тот же эффект получается и при воспроизведении головкой ВГ L строчек, записанных видеоголовкой ВГ R. При восстановлении исходной последовательности коммутации фазы поднесущей цветности, что необходимо для правильного декодирования в телевизионном приемнике, введение опережения фазы поднесущей на  $90^\circ$  от строки к строке приведет к противофазности с периодом две строки мешающих сигналов, воспроизводимых ВГ L, и при суммировании в гребенчатом фильтре (ГФ) они взаимно компенсируют друг друга, а полезные сигналы окажутся с одинаковой фазой, и их амплитуда при суммировании увеличится вдвое.

На рис. 2.7. представлена структурная схема процессора цветности сигналов PAL и NTSC, в основу которого положен метод гетеродинирования.

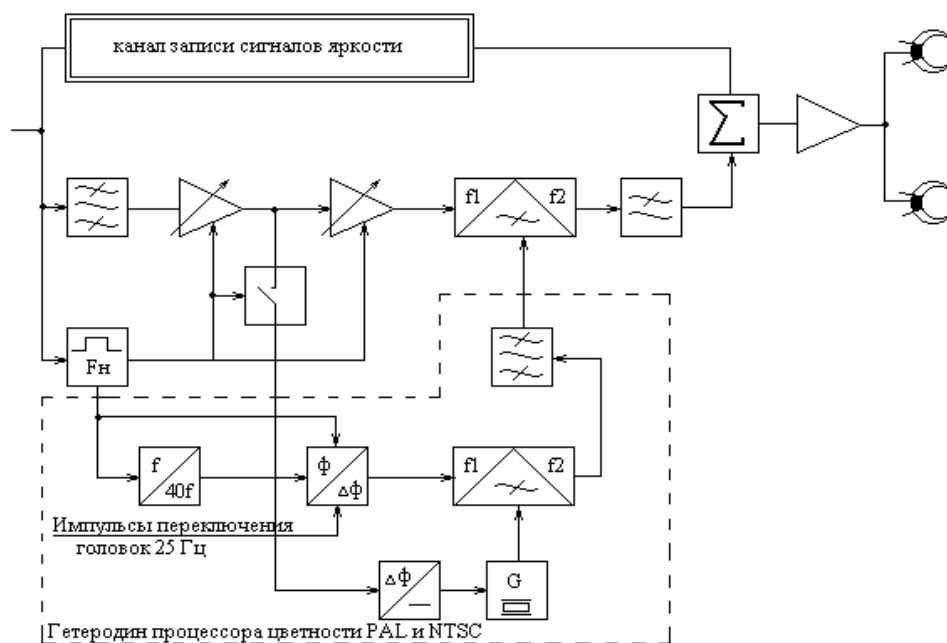


Рис.2.7. Структурная схема канала записи сигналов цветности PAL и NTCS

Для ЧМ сигналов системы SECAM такой интерференционный способ фильтрации помех не подходит. Поэтому в стандарте МЭК для видеозаписи SECAM предусмотрен видеопроцессор цветности, в котором преобразование осуществляется путем деления входного сигнала цветности на 4 (рис.2.8). Диапазон частот девиации при этом сужается в четыре раза и переносится в более низкочастотную область спектра. Отметим, что поскольку деление осуществляется в реальном масштабе времени, ширина боковых полос спектра сигнала цветности сохраняется, так как она определяется скоростью изменения модулирующего сигнала.

Экспериментально было доказано, что эффективность подавления перекрестной помехи сигналов SECAM при воспроизведении гораздо выше при переносе спектра методом деления на 4, чем методом гетеродинирования. Однако из-за необходимости усложнения аппаратуры видеопроцессором SECAM, рекомендованным МЭК, практически во всей бытовой видеозаписывающей аппаратуре применяется гетеродинный способ переноса спектра, при котором используется тот же процессор PAL, но с отключенной системой фазового подавления помех.

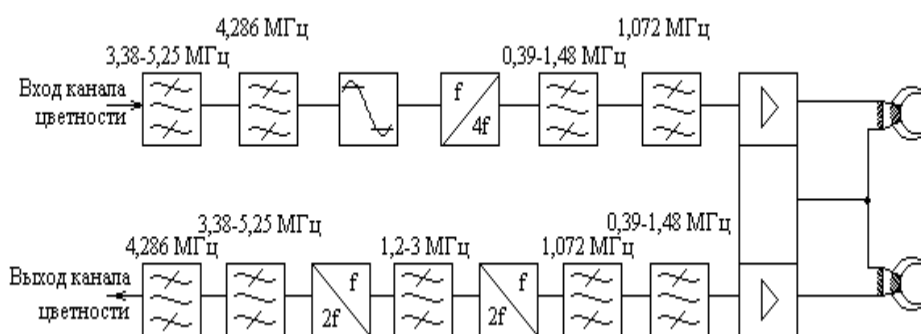


Рис.2.8. Структурная схема канала записи-воспроизведения сигналов цветности SECAM

Принципиально подавление помех соседних строчек для сигналов SECAM может быть достигнуто и при гетеродинном переносе. Для этого запись сигналов цветности должна выполняться через поле, т.е. с

защитными промежутками. Пропущенное поле при воспроизведении может быть восстановлено с помощью какой-либо линии задержки или элемента памяти.

Вторая причина, а именно низкая относительная скорость головки-лента, приводит к существенному ограничению верхней записываемой частоты сигнала. Поэтому для сигналов системы SECAM оставлена сравнительно узкая нижняя часть спектра. Так как диапазоны девиации сигналов записи цветности SECAM лежат в пределах 304 – 1150 кГц, если учесть, что любой цветовой тон может быть промодулирован с полосой, соответствующей полосе цветоразностного сигнала (в формате VHS для системы SECAM ограничение полосы составляет  $\pm 800$  кГц), то очевидно, что при использовании метода гетеродинирования для переноса спектра могут появиться частоты, отраженные от нулевой частоты (зеркальные), которые будут искажать спектр цветности.

Искажения могут наблюдаться не только в области сигналов цветности, но и сигналов яркости. Такая характеристика, как разрешающая способность записи (передача мелких деталей изображения) определяется шириной боковых полос ЧМ сигнала яркости. Верхняя боковая полоса этого сигнала определяется частотной характеристикой системы головка-лента и для аппаратов формата VHS обычно ограничена частотой 6–6,5 МГц. Учитывая, что уровни черного и белого в ЧМ сигнале яркости равны 3,8 и 4,8 МГц, соответственно, а полоса модулирующего сигнала, передающая информацию о мелких деталях, составляет 3 МГц, то в воспроизводимом сигнале эта информация передается нижней боковой полосой, которую при спектре сигнала цветности PAL можно ограничить на частоте 1,1 – 1,2 МГц. В случае же сигналов системы SECAM спектр сигналов яркости при этом будет искажаться спектром сигнала цветности. Именно поэтому иногда в технических характеристиках на некоторую бытовую видеозаписывающую аппаратуру можно встретить характеристики по разрешению для сигналов PAL – 250 твл, а для SECAM – только 220 твл. Некоторые форматы вообще

не предусмотрены для записи сигналов системы SECAM. Так, в формате Video-8 ширина строчки записи при стандарте 50 полей – 825 строк составляет всего 34 мкм и, как ясно из всего изложенного выше, при записи в системе SECAM невозможно обеспечить приемлемое качество изображения, даже используя способ переноса спектра делением на 4.

Анализ качества бытовой записи телевизионных сигналов различных систем показал, что сигнал системы PAL наименее чувствителен к перекрестным и фазовым искажениям и обеспечивает наилучшее качество воспроизводимого изображения.

### **2.5.3. Структурная схема видеомэгнитофона**

Современные видеомэгнитофоны, несмотря на многочисленные отличия, вызванные их конструктивными особенностями и разным назначением, имеют много общего. В любом из них можно выделить следующие основные узлы или блоки:

- устройства, обеспечивающие перемещение ленты, необходимое для последовательной записи на ней сигналов (лентопротяжный механизм);
- устройства, обеспечивающие перемещение магнитных головок относительно ленты, необходимое для получения заданной скорости головка–лента (блок вращающихся головок в четырехголовочном видеомэгнитофоне и узел вращающихся головок в одно - и двухголовочных видеомэгнитофонах);
- канал записи и воспроизведения сигнала изображения;
- канал записи и воспроизведения сигналов звукового сопровождения.

Кроме перечисленных, в состав видеомэгнитофона входят также некоторые вспомогательные системы, не имеющие самостоятельного функционального назначения, необходимые для нормальной работы основных систем:

- система автоматического регулирования и привода вращающихся головок, обеспечивающая стабильность частоты их вращения;
- система автоматического регулирования движения магнитной ленты, обеспечивающая стабильность ее скорости при записи и точное следование головок по строчкам записи при воспроизведении;
- системы обработки воспроизводимого сигнала, коррекции возникающих временных ошибок и компенсации помех, вызванных выпадениями сигналов из-за дефектов ленты.

Состав блоков и узлов, входящих в ту или иную систему видеомэгнитофона, в первую очередь определяется его назначением и в связи с этим может несколько изменяться.

Наиболее характерными с этой точки зрения являются видеомэгнитофоны, предназначенные для использования в телевизионном вещании. Как правило, это видеомэгнитофоны с четырьмя вращающимися головками, на примере которых и можно рассмотреть структурную схему (рис. 2.9).

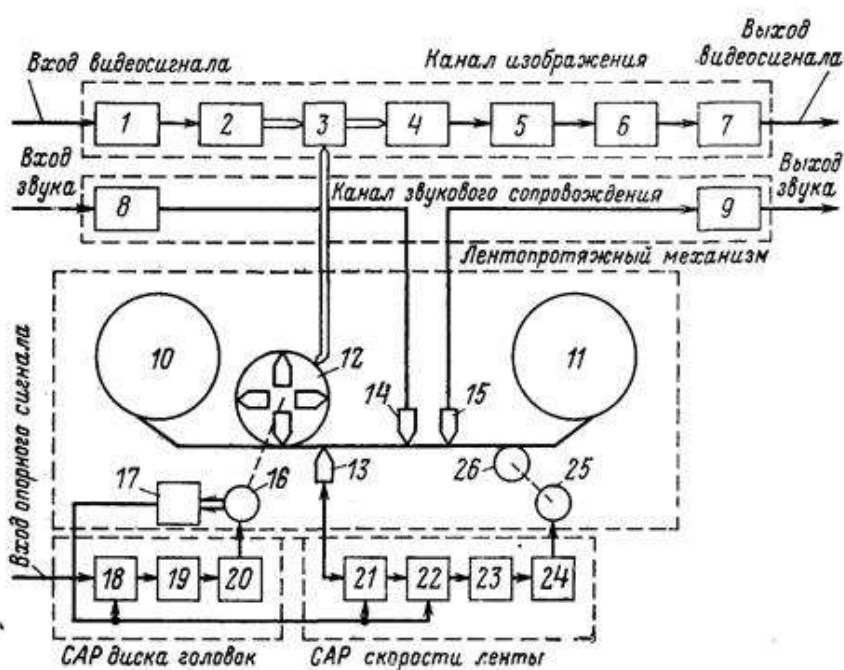


Рис. 2.9. Структурная схема видеомэгнитофона с вращающимися головками  
 1 – модулятор; 2 – усилитель записи; 3 – переключатель записи-воспроизведения; 4 – усилитель воспроизведения; 5 – коммутатор головок;

6 – демодулятор; 7 – система обработки; 8, 9 – усилители записи и воспроизведения звука; 10, 11 – подающая и приемная катушки; 12 – диск головок, 13, 14,15 – головки записи-воспроизведения звука и сигнала управления; 16 – двигатель головок с датчиком оборотов; 17, 18, 22 – фазовые дискриминаторы; 19,23 – управляемые генераторы; 20, 24 – усилители питания двигателя; 21 – канал управления.

Упрощенная структурная схема видеомагнитофона приведена на рис. 2.10.

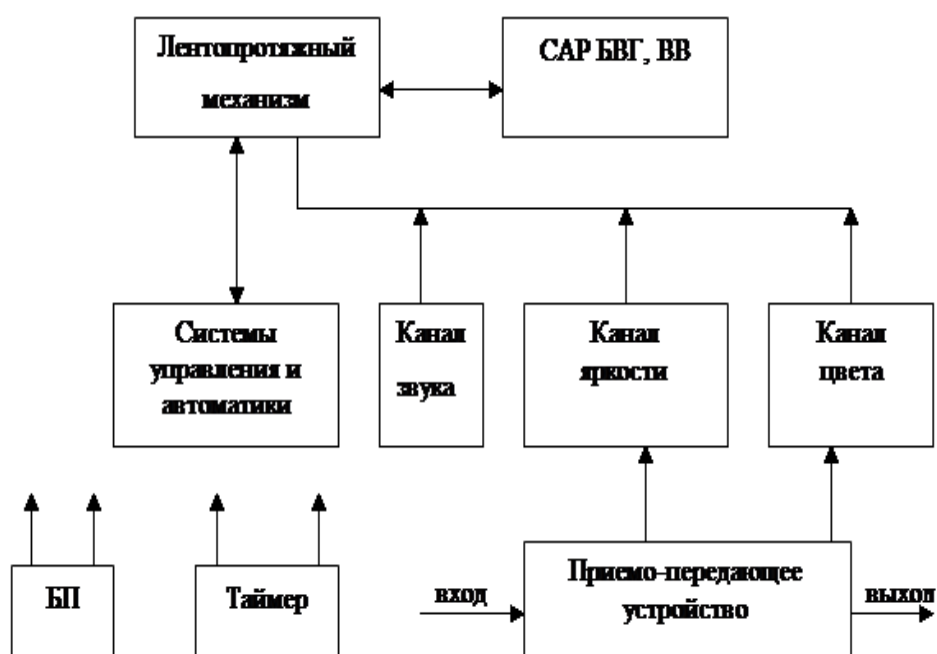


Рис.2.10. Упрощенная структурная схема видеомагнитофона

Помимо указанных на этом рисунке систем и блоков, такие видеомагнитофоны имеют целый ряд дополнительных блоков, обеспечивающих неискаженное воспроизведение записанных программ. К ним относятся системы автоматического регулирования отдачи головок, воспроизводящих ЧМ-сигнал, автоматического регулирования частотных характеристик усилителей воспроизведения, системы синхронизации воспроизводимого изображения с другими источниками программы, компенсаторы выпадений сигнала и т.д. Для видеомагнитофонов

упрощенного типа, предназначенных для различных замкнутых телевизионных систем, а также для видеомагнитофонов бытового назначения одним из основных требований является низкая стоимость. Это обычно достигается путем упрощения всех систем и блоков и уменьшения их числа за счет снижения качественных показателей.

Видеомагнитофон допускает кратковременную остановку во время записи и воспроизведения. В нем предусмотрена установка текущего времени и его индикация, а для записи выбранной программы – одноразовое включение и выключение аппарата. С целью облегчения настройки телевизора и видеомагнитофона предусмотрен контрольный тест-сигнал, подаваемый на его высокочастотный выход.

### **Выводы**

1. Главное преимущество DVD-дисков по сравнению с CD – существенно более высокая информационная емкость, обеспечивается большей поверхностной плотностью пит.

2. В формате Digital Betacam записывается четыре цифровых канала звука, причем звуковые секторы расположены в середине наклонных дорожек, что обеспечивает лучшую защиту звуковых данных от возможных дефектов, связанных с краевыми повреждениями ленты и неполным совмещением траектории головок воспроизведения со строчками записи из-за растяжения ленты. Формат допускает также увеличение в будущем числа записываемых звуковых каналов.

## **3. ЦИФРОВЫЕ ВИДЕО ЗАПИСЫВАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА**

### **3.1. Цифровые видеомagniтофоны**

Цифровые видеомagniтофоны - устройства, поддерживающие цифровой формат данных.

Они выходят в форме автономных устройств, соединённых с монитором или телевизором для обеспечения просмотра. Соединяя цифровой магнитофон с вашей системой видео наблюдения, вы сможете записывать изображения, сделанные скрытой камерой.

DVR (цифровой видеомagniтофон) против VCR (кассетный видеомagniтофон).

В отличие от кассетных видеомagniтофонов и других устройств того времени, цифровой аналог может впечатлить вас набором своих функций и преимуществ. Во-первых, вы можете хранить большее количество видеозаписей, когда вы используете DVR, так как видео находится в сжатом состоянии на жёстком диске.

Другое преимущество использования цифровых видеомagniтофонов состоит в большем количестве визуальных и записывающих опций. Запись, только когда происходит движение, наиболее популярна в системах безопасности, однако доступны также записи по плану и по тревоге. Возможность пометить записи, которые вы храните, помогает вам быстро и легко найти их в будущем. Теперь не нужно копаться в груде видеокассет, чтобы найти запись, которую вы ищете. С цифровым видеомagniтофоном, основанном на IP, вы также имеете возможность посылать записи через Интернет, что позволит вам просмотреть их, где бы вы не находились. Эта система обычно используется ВРО компаниями для контроля своих работников по всему миру.

С цифровым видеомagniтофоном вы также имеете возможность сохранять записи, сделанные более чем одной камерой в одно и то же время. Вы также можете просматривать одну или более камер на вашем мониторе в реальном времени или в режиме проигрывания. Вам лишь нужно выбрать видеомagniтофон с множеством каналов. Данное преимущество недоступно обычным записывающим устройствам, таким как VCR.

Другое преимущество использования цифрового видеомagniтофона вместо старых записывающих устройств состоит в том, что вы можете также дать команду поднятия тревоги, если будет замечена определённая угроза безопасности. Так как некоторые видеомagniтофоны имеют встроенные сенсоры, которые могут реагировать на движение, а также изменение окружающей среды, вы можете запрограммировать их на отправку сообщения на ваш e-mail, чтобы уведомить вас о происшедшем. С помощью цифрового видеомagniтофона владельцы предприятий могут наблюдать за своими работниками, даже когда они находятся далеко. Родители, которые находятся в командировке, могут использовать данную систему, чтобы убедиться, что их дети находятся в безопасности. Теперь они могут не бояться оставлять своих детей няне, так как они могут контролировать каждый её шаг.

### **Сжатый формат видео.**

Сжатие видеозаписей в DVR крайне необходимо, так как в обычном виде оно занимает несколько гигабайт на жёстком диске. Таким образом, для того чтобы воспользоваться ограниченным пространством жёсткого диска, видео специально сжимают, когда записывают и восстанавливают сжатые данные при просмотре.

Вы, наверное, встречались с множеством различных сжатых форматов, таких как:

- MJPEG; - MPEG-2; - MPEG-4; - Wavlet; - H.263; - H.264.

Существуют различные методы сжатия под названием Codec. Codec – сокращённое название кодер-декодера. Покупая цифровой

видеомагнитофон, вы заметите, что MJPEG используется в менее дорогих моделях, предназначенных для домашнего индивидуального пользования. Эти модели хорошо работают в процессе сжатия и восстановления видео, кроме того, они обладают хорошим качеством воспроизведения. В большинстве случаев MJPEG удовлетворит все ваши нужды. Однако если вы собираетесь использовать сеть и просматривать или записывать видео на расстоянии, MPEG-4 или H.264 – лучший выбор. Такое видео более подходит для передачи через Интернет и занимает меньше места на жёстком диске. Цифровые видеомагнитофоны MPEG-4 и H.264 стоят дороже, но это стоит того, особенно в долгосрочном периоде.

### **3.1.1. Схемы видеомагнитофонов**

При обработке звуковых и видеоданных используется общее внутреннее кодирование (рис. 3.1), но внешнее кодирование в звуковом канале является более мощным. Это обусловлено тем, что возможности маскирования ошибок в сигнале звука более ограничены, чем в видеосигнале. К 9 байтам звуковых данных добавляется 9 проверочных байтов внешнего кода, что позволяет исправлять до девяти ошибочных строк матрицы, то есть до половины общего количества записываемых на ленту данных. В каждом канале звука на шести строчках одного телевизионного поля записываются две матрицы кода-произведения объемом в 18 синхроблоков, то есть в одном звуковом секторе программной дорожки находится 6 синхроблоков. При обработке звуковых данных также используется перемешивание. Звуковые данные каждого канала накапливаются в буферной памяти, объем которой равен двум вертикальным столбцам матрицы кода-произведения, и затем перемешиваются на интервале времени, определяемом размерами этой памяти. После внешнего кодирования звуковые данные еще раз

перемешиваются на интервале одного телевизионного поля (на этот раз перемешиваются синхроблоки).



Рис.3.1. Структурная схема записи цифрового магнитофона Digital Betacam

В качестве канального кода в магнитофонах формата Digital Betacam использован усовершенствованный код, до тех пор не применявшийся в промышленных аппаратах из-за сложности технической реализации, - это скремблированный код без возвращения к нулю (БВНМ) в сочетании с парциальным кодированием класса IV. При воспроизведении используется процедура декодирования Витерби. Спектральная характеристика кода имеет явно выраженный полосовой характер и хорошо соответствует частотной характеристике канала магнитной записи-воспроизведения. Такой код обеспечивает повышение отношения сигнал/шум и лучшее подавление азимутальных помех от соседних дорожек благодаря очень низкому уровню низкочастотных компонентов.



Рис.3.2. Структурная схема воспроизведения цифрового магнитофона Digital Betacam

Теория методов кодирования, примененных в аппаратах Digital Betacam, давно и хорошо разработана. Однако их практическое воплощение в реальном масштабе времени (при частотах порядка 100 МГц) стало возможным лишь с использованием субмикронной полупроводниковой технологии. Это дало возможность разместить на одной плате, встроенной в корпус лентопротяжного механизма, все устройства обработки сигнала в каналах записи и воспроизведения. Найденные решения в области обработки сигналов и сокращения избыточности в сочетании с достижениями полупроводниковой технологии позволили фирме Sony создать не только студийный видеомагнитофон Digital Betacam с размерами и энергопотреблением, близкими таким же параметрам аналоговых аппаратов Betacam SP, но и цифровую компонентную видеокамеру, что, несомненно, ускорило продвижение к полностью цифровому производству телевизионных программ (рис.3.2).

Судьба форматов Digital Betacam, D-5 и DCT сложилась по-разному. Формат Digital Betacam был признан в Европе самым перспективным по результатам опроса, проведенного в апреле 1997 года журналом TVB Europe, тогда как формат D-5 намного отстал от победителя. Но и Digital

Betacam не стал доминирующим, его рейтинг составил лишь 35%. Производство системы DCT было прекращено вскоре после начала промышленного выпуска, что, видимо, предопределило драматическую судьбу и фирмы-разработчика. Корпорация Ampex, создавшая первый в мире промышленный видеомэгнитофон, ушла из сферы производства аппаратуры для телевизионного вещания. Но, несмотря ни на что, появление видеомэгнитофонов форматов DCT, D-5 и Digital Betacam следует отметить как веху в истории видеозаписи. Видеокомпрессия превратилась в важнейший фактор проектирования и стала неотъемлемым признаком аппаратов цифровой магнитной видеозаписи. Совместимость проявила себя как способ продления срока жизни форматов и экономии капиталовложений при долгосрочном использовании телевизионной аппаратуры. Стало понятно, что в условиях конкуренции форматов успех обеспечит лишь системный подход: создаваться должны не просто форматы видеозаписи и видеомэгнитофоны, а системы производства телевизионных программ с максимально широкой областью применения.

### **3.1.2. Канал записи сигналов.**

Блок-схема на рисунке 3.3 разбита на три части. Высокочастотный блок. Канал записи видеосигналов. Канал записи аудио сигналов.

При таком представлении канала записи можно сразу увидеть те группы элементов, которые необходимы для записи видеофонограммы с AV-гнезд и которые необходимы только в режиме записи с антенного гнезда. При этом видно, что очертить границы области источника неисправности возможно уже после того, как последовательно проверены режимы записи с AV-гнезд и антенного гнезда.

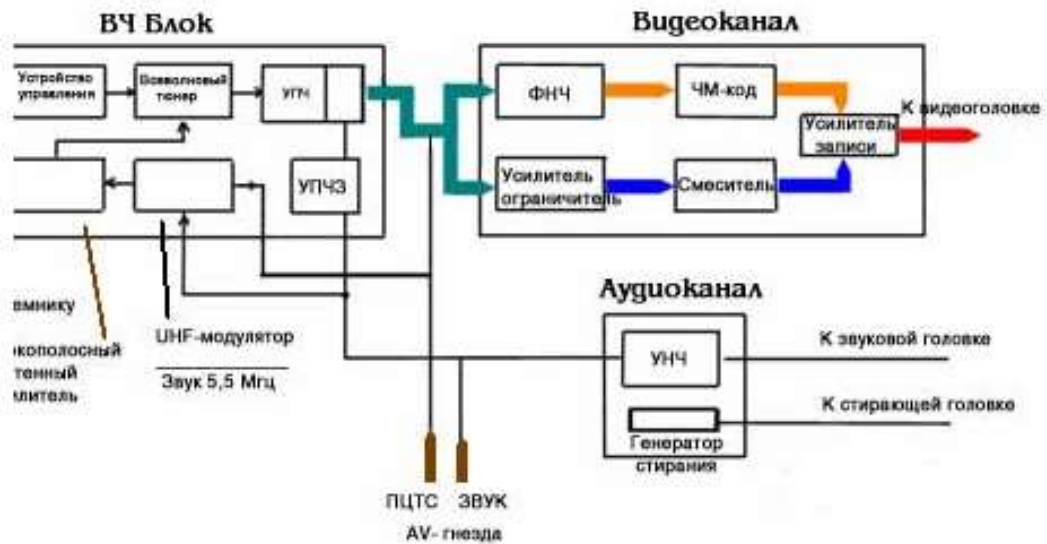


Рис.3.3. Блок-схема канала записи сигналов

Если последующее воспроизведение написанной с AV-гнезд программы показывает безупречное изображение и нормальное звуковое сопровождение, а при воспроизведении записанной с антенного гнезда программы обнаруживается неисправность, то поиск неисправности, очевидно, необходимо сконцентрировать в ВЧ блоке. На блок-схеме представлены каналы обработки видео, и аудио сигналов в режиме записи. Стрелками показана последовательность обработки сигналов. Принимаемый модулированный сигнал с антенны, усиливается широкополосном антенном усилителе и подается во всеволновой тюнер. С помощью устройства управления тюнером устанавливается несущая частота желаемой передачи, которая в смесителе, находящемся в тюнере, смешивается с частотой гетеродина, в результате чего выделяется промежуточная частота, которая отфильтровывается и де модулируется. В течение этих процессов сигналы изображения и звука разделяются.

Сигнал изображения (иначе полный цветовой телевизионный сигнал — ПЦТС) подается в канал изображения. С помощью двух фильтров сигнал ПЦТС разделяется на сигнал ПТС (сигнал яркости и сигналы синхронизации и гашения) и сигнал цветности. Эти сигналы далее обрабатываются отдельно. В ЧМ- модуляторе сигнал яркости преобразуется и частотно

модулированные колебания в диапазоне от 3 до 5 МГц. Наконец, ЧМ-сигнал яркости проходит через фильтр ФВЧ (1,1 МГц).

Сигнал цветности со своей поднесущей частотой 4,43 МГц с помощью смесителя переносится в частотный диапазон ниже диапазона ЧМ- сигнала яркости, Перенесённая поднесущая частота сигнала цветности составляет 627 КГц. Преобразованный сигнал цветности проходит через ФНЧ (1.1 МГц). Оба сигнала сводятся вместе в усилителе записи и подаются на вращающиеся видеоголовки. Аудио сигнал на своей поднесущей частоте 5,5 МГц еще раз усиливается и де модулируется. Низкочастотный аудио сигнал подается в канал звука. Там аудио сигнал еще раз усиливается. С генератора стирания берется напряжение подмагничивания записывающей аудио головки. Сигнал стирания подается на стирающие головки так, что вся информация, которая ранее была занесена на ленту, перед новой записью удаляется.

Штриховые линии показывают прохождение сигналов в режиме ЕЕ, что означает обратную подачу сигналов изображения и звука в uhf-модулятор, где ПЦТС и сигнал звука модулируются несущей частотой в диапазоне 30—40 телевизионных каналов и через антенный усилитель подаются на антенный выход. Записываемые изображение и звук можно также контролировать с помощью подключения TV- приемника к AV-выходу ВМ.

### **3.1.3. Канал воспроизведения сигналов**

На рисунке 3.4 представлена блок-схема обработки сигналов при воспроизведении. С помощью вращающихся головок занесенная на ленту информация преобразуется в электрические сигналы, которые передаются на усилитель воспроизведения сигналов головок. Переключатель, который управляется сервоблоком ВМ, обеспечивает, чтобы информация с обеих видео головок попеременно передавалась на усилитель. Электрические сигналы с головок сводятся вместе и усиливаются. Они представляют собой

ЧМ- сигнал яркости и сигнал цветности на перенесенной поднесущей частоте 627 КГц. Аналогично режиму записи происходит разделение сигналов яркости и цветности с помощью ФВЧ и ФНЧ.

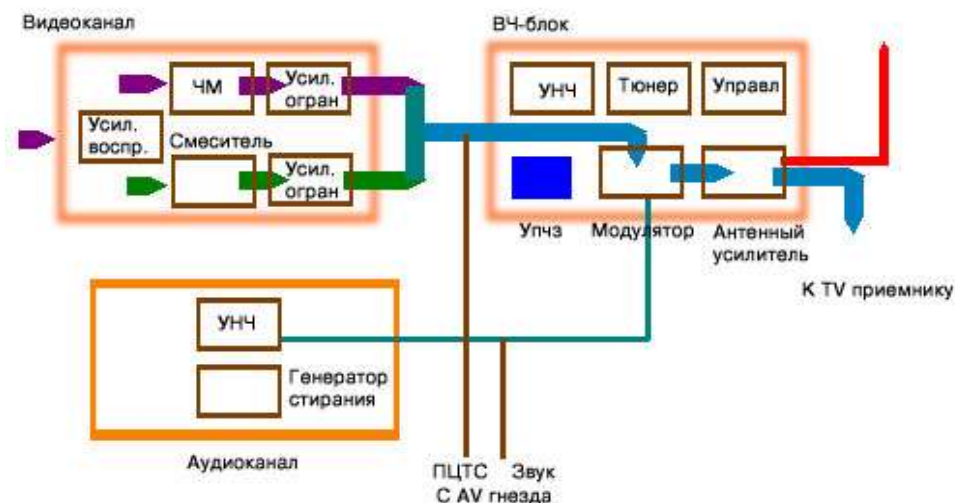


Рис.3.4. Блок-схема канала воспроизведения сигналов.

ЧМ- сигнал яркости подается на ЧМ- модулятор и де модулируется. Далее сигнал ПТС усиливается и ограничивается.

Сигнал цветности на частоте 627 КГц смешивается в смесителе с сигналом гетеродина. Этот сигнал также усиливается и ограничивается. Далее через полосовой фильтр 4,43 МГц сигнал цветности опять соединяется с ПТС, и уже ПЦТС подается на выходные AV-гнезда.

Для переноса в ВЧ- область ПЦТС подается в ВЧ- блок ВМ, где модулируется и UHF- модуляторе и через широкополосный антенный усилитель подаётся на антенное гнездо. Звуковые сигналы считываются с магнитной ленты с помощью звуковой головки и соответствующим образом усиливаются в усилителе низкой чистоты и модулируются и UHF-модуляре.

### 3.1.4. Работа видеоманитфона

Работа видеоманитфона формата VHS основана на принципе наклонно строчной записи видеoinформации двумя или четырьмя вращающимися видеоголовками (рис.3.5).

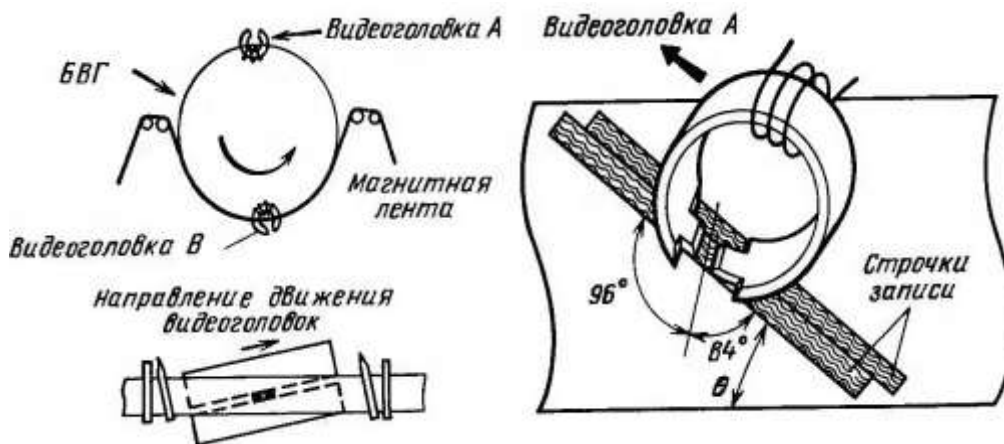


Рис.3.5. Расположение видео головок.

Расположены они в диаметрально противоположных частях вращающегося барабана диаметром 62 мм. Период его вращения равен периоду одного кадра телевизионного сигнала (25 об. в секунду). Барабан с видеоголовками расположен над неподвижной частью БВГ, на наружной стороне которого выточена направляющая для магнитной ленты. Видеоголовки контактируют с лентой через прорези в барабане (рис.3.6).

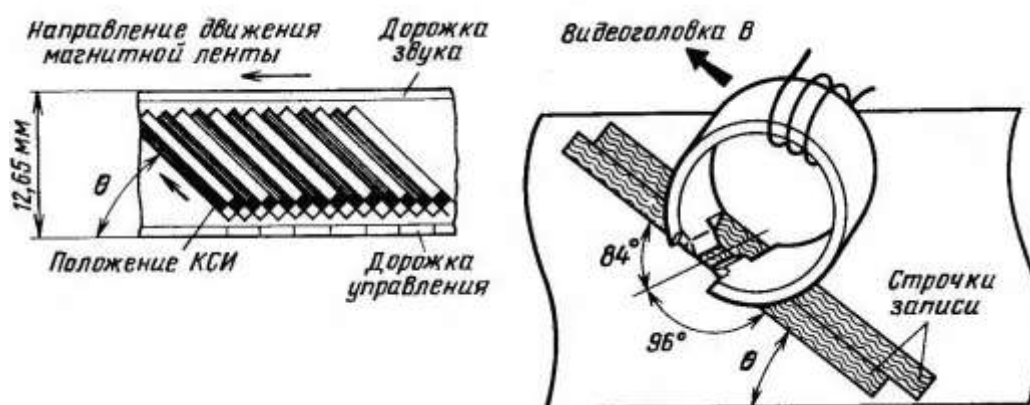


Рис.3.6. Магнитная лента и барабан.

Подвижные направляющие стойки механизма заправки и натяжения ленты обеспечивают охват ею барабана по дуге примерно 186 градусов. При этом край ленты и траектория перемещения по ней магнитных головок образуют угол около 6 градусов.

При движении ленты в ЛПМ видеоголовки последовательно оставляют на ней намагниченные наклонные строки. Каждая видеоголовка соприкасается с лентой по дуге немного более 180 градусов. При этом каждая видеоголовка записывает кроме одного полукадра телевизионного сигнала еще и часть следующего полукадра.

Одновременно с видеоинформацией блоком магнитных головок на ленту записываются сигналы звукового сопровождения и управления. Способ записи звукового сопровождения - продольный, то есть как в обычных магнитофонах для записи звука. Звуковые дорожки располагаются у верхнего края магнитной ленты. У нижнего края записываются импульсы управления с частотой 25 Гц, которые привязаны к кадровым синхроимпульсам принимаемого телевизионного сигнала. При воспроизведении эти импульсы управляют системой автоматической регулировки ведущего вала, обеспечивая при этом совпадение траектории вращения видеоголовок с записанными наклонными видеодорожками (рис.3.7).

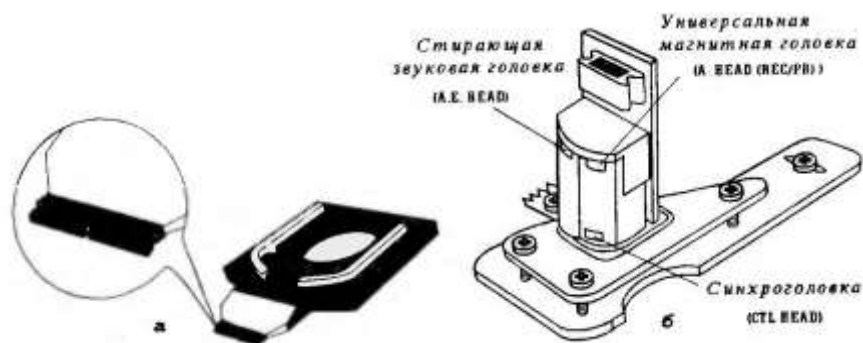


Рис.3.7. Расположение головок

Для устранения взаимного влияния сигналов соседних строк зазор одной видеоголовки повернут относительно перпендикуляра к видеодорожке на угол +6 градусов, другой видеоголовки - на угол -6 градусов. В результате при записи соседние строки имеют различные направления намагничивания, а при воспроизведении каждая видеоголовка считывает сигналы той видеодорожки, которая соответствует ориентации ее рабочего зазора. Сигналы соседней строки оказываются очень слабыми вследствие больших потерь. Видеоголовки имеют ширину рабочего зазора 0,4 мкм. При скорости головки относительно ленты 4,84 м/с, которая обеспечивается в результате вращения БВГ, возможна запись сигналов с максимальной частотой 5 МГц.

Лентопротяжный механизм основан на использовании специальной кассеты, в которой размещена магнитная лента и имеются элементы защиты магнитной ленты.

### **3.2. Лазерная видео записывающая устройства**

Системы на видеодисках. Видеодиск представляет собой своего рода грампластинку, на которой хранится не только звук, но и изображения. Дискоская система, подобно патефону, может лишь воспроизводить записанный ранее материал. Но поскольку для передачи как картинки, так и звука требуется много больше сигналов, иголка традиционного патефона, вибрирующая в бороздке пластинки, не годится. Поэтому в большинстве видеодисковых систем для "проигрывания" дисков используется лазерный луч. Лазерные видеодисковые системы базируются на сложной оптической технике. Запись осуществляют на металлизированном отражающем диске, который вращается со скоростью, достигающей 1800 об/мин. Информация записывается в виде мельчайших углублений, выгравированных лазерным лучом в диске-оригинале, с которого потом снимаются копии. Считывание находящейся на диске информации осуществляется маломощным лазерным

лучом. При этом происходит преобразование различий в интенсивности света, отраженного от разных углублений, в электрические импульсы, которые, в свою очередь, преобразуются в стандартные телевизионные сигналы.

Звуковая и изобразительная информация заключена в мельчайших углублениях (питах), выгравированных при записи время вращения "читается" другим лазерным лучом, и различия в отраженном лазерном свете преобразуются в электрические сигналы, которые подаются на телевизор (рис.3.8).

В домашних условиях видеодиски используются главным образом для показа кинофильмов и концертов. Однако по-настоящему потенциал видеодисков проявляется при их использовании для хранения и поиска информации в деловом мире, в сфере образования и промышленности.

Один лазерный видеодиск, или оптический диск, размером с долгоиграющую пластинку может хранить от двух до четырех миллиардов знаков. Примерно в 100 таких дисках могло бы уместиться содержимое довольно крупной библиотеки. Диск способен также хранить данные в двоичном коде, используемом компьютерами.



Рис.3.8. Система лазерной видео записи.

Преимущество оптического диска как средства хранения цифровых данных состоит в том, что информация на нем отыскивается быстро и напрямую; магнитная же лента сначала должна быть прокручена до нужного места. В 1997 была разработана и к концу века получила распространение оптическая система хранения информации на многослойных двусторонних цифровых универсальных дисках DVD. Это, по-существу, более емкий и более быстрый компакт-диск, который может содержать видео, аудио и компьютерную информацию. DVD-видео несет на себе видеопрограммы и проигрывается в DVD-плеере, подключенном к телевизору.

### **3.3. Видеомагнитофон формата DVCAM**

DSR-1500P – новый монтажный ВМ формата DVCAM™, обеспечивающий много существенных преимуществ в профессиональной видеозаписи. Благодаря тому, что наряду с производством самого видеомагнитофона также выпускается полный набор интерфейсных плат аналоговых и цифровых входов и выходов, он может быть конфигурирован для широкого диапазона применений – от простого воспроизводящего устройства до источника, обеспечивающего подачу исходного материала в системах линейного и нелинейного монтажа (рис.3.9). Компактное конструктивное исполнение – DSR-1500P занимает всего половину ширины стойки – делает его идеальным для применения в ПТС и настольных монтажных системах. Одним из главных достоинств этого ВМ является его совместимость по воспроизведению со всем семейством форматов DV и DVCPRO. DSR-1500P отличается профессиональными характеристиками и высокой гибкостью.



Рис.3.9. Внешний вид видеомэгнитофона.

Эта модель – идеальный выбор для современного видеопроизводства.

1. Формат DVCAM для профессионального применения
2. Совместимость по воспроизведению с семейством форматов DV (25 Мбит/с)
3. Разнообразные интерфейсы (опции)
4. Компактный дизайн – идеальный для настольного монтажа
5. Прекрасное качество цифровых функций Slow Motion и Jog Sound
6. Интерфейсы дистанционного управления
7. Регулировка уровня звука
8. Легко переключаемые режимы поиска изображения
9. Встроенный генератор сигналов
10. Быстродействующий ЛПМ

Формат DVCAM – профессиональный формат, созданный на базе популярного бытового формата DV. Уникальный алгоритм сжатия

обеспечивает высокое качество изображения и многократную перезапись без потери качества; качество звука соответствует записи на компакт-диск.

#### Совместимость по воспроизведению с семейством форматов DV

Обеспечивается совместимость по воспроизведению с семейством форматов DV (25 Мбит/с) без необходимости переключения в меню режимов воспроизведения перед использованием. Возможно воспроизведение лент семейства форматов DV (25 Мбит/с), включая бытовые (при записи в режиме стандартной скорости – SP), а также DVCPRO (однако сигнал воспроизведения DVCPRO на интерфейсах SDTI (QSDI™) отсутствует). Более того, эти ленты можно использовать в качестве исходного материала для монтажа с точностью 0 кадров.

#### **Технические характеристики**

##### Общие

Требования к электропитанию ~100 ... 240 В, 50/60 Гц

Потребляемая мощность 60 Вт (со всеми опциями)

Рабочая температура 5 С 40 С

Температура хранения –20 С 60 С

Влажность при работе Менее 80%

Влажность при хранении Менее 90%

Масса 6 кг

Габариты (Ш В Г) 210 130 420 мм

Скорость ленты 28,221 мм/с

Время записи/воспроизведения

Кассета стандартного размера 184 мин с PDV-184ME/184N/184MEM

Миникассета 40 мин с PDVM-40ME/40N/40MEM

Время прямой/обратной перемотки

Кассета стандартного размера Менее 3 мин с PDV-184ME/184N/184MEM

Миникассета Менее 1 мин с PDVM-40ME/40N/40MEM

Скорость поиска

Режим Shuttle От стоп-кадра до 60-кратной скорости

Режим Digital slow 0,5-кратная скорость

### **Характеристики видеосигнала**

Полоса частот (для аналоговых компонентных входов/выходов)

Сигнал яркости 25 Гц ... 5,0 МГц +1,0/-1,5 дБ

Сигнал цветности 25 Гц ... 2,0 МГц +1,0/-1,5 дБ

Отношение сигнал-шум (для аналоговых компонентных входов/выходов) Более 55 дБ

К-фактор Менее 2,0%

Задержка Y/C Менее 30 нс

### **Характеристики звукового сигнала**

Частотная характеристика

2-канальный режим (48 кГц/16 бит) 20 Гц ... 20 кГц 1 дБ

4-канальный режим (32 кГц/12 бит) 20 Гц ... 14,5 кГц 1 дБ

Динамический диапазон Более 87 дБ

Искажения (нелинейные + шум) Менее 0,07%

## **Выводы**

1. С цифровым видеомэгнитофоном вы также имеете возможность сохранять записи, сделанные более чем одной камерой в одно и то же время. Вы также можете просматривать одну или более камер на вашем мониторе в реальном времени или в режиме проигрывания.

2. В отличие от кассетных видеомэгнитофонов и других устройств того времени, цифровой аналог может впечатлить вас набором своих функций и преимуществ. Во-первых, вы можете хранить большее количество видеозаписей, когда вы используете DVR, так как видео находится в сжатом состоянии на жёстком диске.

3. Формат DVCAM – профессиональный формат, созданный на базе популярного бытового формата DV. Уникальный алгоритм сжатия обеспечивает высокое качество изображения и многократную перезапись без потери качества; качество звука соответствует записи на компакт-диск.

## **4. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ЭКОЛОГИЯ**

Усложнение производственных процессов и оборудования изменили функции человека в современном производстве: возросла ответственность решаемых задач; увеличился объем информации, воспринимаемой работающим и быстродействие оборудования. Работа человека стала сложнее, возросла нагрузка на нервную систему и снизилась нагрузка физическая. В ряде случаев человек стал наименее надежным звеном системы «человек-машина». Возникла задача обеспечения надежности и безопасности работы человека на производстве. Эту задачу решает эргономика и инженерная психология.

Эргономика (от греческого *ergon* - работа и *nomos* - закон) - научная дисциплина, изучающая человека в условиях его деятельности, связанной с использованием машин. Цель эргономики - оптимизация условий труда в системе "человек-машина" (СЧМ). Эргономика определяет требования человека к технике и условия ее функционирования. Эргономичность техники является наиболее обобщенным показателем свойств и других показателей техники.

### **4.1. Связь человека с окружающей средой и параметрами рабочего места**

Рабочее место - это зона, в которой совершается трудовая деятельность исполнителя или группы исполнителей. Рабочие места могут быть индивидуальными и коллективными, универсальными, специализированными и специальными.

Общие требования, которые должны соблюдаться при проектировании рабочих мест, следующие:

- достаточное рабочее пространство для человека;
- оптимальное положение тела работающего;
- достаточные физические, зрительные и слуховые связи между

человеком и машиной;

- оптимальное размещение рабочего места в помещении;
- допустимый уровень действия факторов производственных условий; оптимальное размещение информационного и моторного поля;
- наличие средств защиты от производственных опасностей.

Конструирование должно обеспечивать зоны оптимальной и легкой досягаемости моторного поля рабочего места и оптимальную зону информационного поля рабочего места. Угол обзора по отношению к горизонтали должен составлять 30-40°.

Выбор рабочего положения должен учитывать усилия, затрачиваемые человеком, размах движений, необходимость перемещений, темп операций. Выбор рабочей позы должен учитывать физиологию человека, а параметры рабочего места определяются выбором положения тела при работе (сидя, стоя, переменнo).

Рабочие места для выполнения работ «сидя» организуются при легкой работе и средней тяжести, а при тяжелой - рабочая поза - "стоя".

В конструкции оборудования и организации рабочего места необходимо предусматривать возможности регулирования отдельных элементов, чтобы обеспечить оптимальное положение работающего.

Проектирование оборудования должно обеспечить его соответствие антропометрическим и биомеханическим характеристикам человека на основе учета динамики изменения размеров тела при его перемещении, диапазона движений в суставах.

Для учета в конструкции оборудования антропометрических данных необходимо:

- определить контингент людей, для которых предназначено оборудование;
- выбрать группу антропометрических признаков;
- установить процент работающих, которому должно удовлетворять оборудование;

- определить границы интервала размеров (усилий), которые должны быть реализованы в оборудовании.

При проектировании используют антропометрические размеры тела, причем учитываются различия в размерах тела мужчин и женщин, национальные, возрастные, профессиональные. Для определения границ интервалов, в которых учитывается процент населения, используется система перцентелей. Конструкция оборудования должна обеспечивать возможность использования по меньшей мере для 90% потребителей.

Для работы в положении "сидя" используются различные рабочие сиденья. Различают рабочие сиденья для длительного и кратковременного пользования. Общие требования для сидений длительного пользования следующие: сидение должно обеспечивать позу, уменьшающую статистическую работу мышц; создавать условия для возможности изменения рабочей позы; не затруднять деятельность систем организма; обеспечивать свободное перемещение относительно рабочей поверхности, иметь регулируемые параметры; иметь полумягкую обивку. Для кратковременного пользования рекомендуются жесткие стулья и различного типа табуреты.

В условиях растущей механизации и автоматизации производственных процессов особое значение приобретают средства отображения информации об объекте управления. Широкое использование получила информационная модель, то есть организованная по определенным правилам информация о состоянии объекта управления. К информационным моделям предъявляются следующие требования:

- содержание информационной модели должно адекватно отображать объект управления;
- информационная модель должна обеспечивать оптимальный информационный баланс;
- форма и композиция информационной модели должна соответствовать задачам трудового процесса и возможностям человека по

приему информации.

Практика позволяет наметить последовательность разработки информационной модели: определение задач системы, очередность их решения и источников информации; составление перечня объектов управления и их признаков; распределение объектов по степени важности; распределение функции между автоматикой и человеком; выбор системы кодирования объектов и составление общей композиции модели; определение исполнительных действий человека.

В процессе конструирования информационной модели определяются места размещения средств информации на рабочем месте, выбираются размеры знаков и компоновка. Средства отображения размещаются в поле зрения наблюдателя с учетом оптимальных углов и зон наблюдения. Размеры знаков наблюдения определяются с учетом максимальной точности и скорости восприятия информации, а также яркости знаков, величины контраста, использования цвета. Оптимальной яркостью считаются значения, при которых обеспечивается максимальная контрастная чувствительность. Величина ее будет тем больше, чем меньше размер объекта различения. Оптимальная зона величины контраста равна 60-90%.

В работе глаза имеет место определенная инерционность, что требует учета времени экспозиции зрительного сигнала и временных интервалов для ощущения отдельности сигналов следующих один за другим. В большинстве случаев время экспозиции сигнала должно быть не менее 50 мс. Каждая разновидность индикаторов имеет свою область использования: индикаторы с подсветкой применяются для отображения качественной информации, требующей немедленной реакции оператора; стрелочные индикаторы используются для чтения измеряемых параметров; интегральные индикаторы для совмещения информации сразу о нескольких параметрах.

При проектировании рабочего места должны учитываться правила экономики движений: при работе двумя руками движения их должны быть одновременными и симметричными; движения должны быть плавными и закругленными, ритмичными и привычными для работающего. Конструкция оборудования должна учитывать правила, касающиеся скорости и точности рабочих движений. Например, наиболее быстрое движение к себе; в горизонтальной плоскости скорость рук больше, чем вертикальной; точность движений лучше в положении сидя, чем стоя и т.д. Органы управления, используемые на рабочем месте, должны соответствовать общим требованиям эргономики: направление движения органов управления должно соответствовать движению связанного с ним индикатора; соответствие расположения органов управления последовательности работы оператора; удобство использования; создание в органах управления механического сопротивления и т.п. Помимо этого, к каждому виду органов управления соответствует своя область использования и особые требования к размерам, форме, усилию и т.п.

На автоматизированном рабочем месте оператора-связиста (оператор в диспетчерской) в общем случае используются:

- средства отображения информации индивидуального пользования (блоки отображения, устройства сигнализации и так далее);
- средства управления и ввода информации (пульт дисплея, клавиатура управления, отдельные органы управления и так далее);
- устройства связи и передачи информации (модемы, телеграфные и телефонные аппараты);
- устройства документирования и хранения информации (устройства печати, магнитной записи и так далее);
- вспомогательное оборудование (средства оргтехники, хранилища для носителей информации, устройства местного освещения).

На автоматизированном рабочем месте должна быть обеспечена информационная и конструктивная совместимость используемых технических средств, антропометрических и психофизиологических характеристик человека.

При организации рабочего места должны быть учтены не только факторы, отражающие опыт, уровень профессиональной подготовки, индивидуально-личностные свойства операторов-связистов, но и факторы, характеризующие соответствие форм, способов представления и ввода информации психофизиологическим возможностям человека.

При оптимизации процедур взаимодействия операторов-связистов с техническими средствами в условиях автоматизации эргономические факторы выступают в качестве основных, обуславливающих вероятностно-временные характеристики и напряженность работы. Эти факторы являются чувствительными к вариациям индивидуально-личностных свойств оператора.

В комплекте рабочей мебели большое значение имеет конструкция производственного стула, так как от него зависит поза работника, а следовательно, и затрата энергии и степень его утомляемости. Рабочее сиденье должно иметь требуемые размеры, соответствующие антропометрическим данным человека и быть подвижным. Наиболее удобны стулья и кресла с регулируемым наклоном спинки и высотой сиденья. Изменяя высоту сиденья от уровня пола и угол наклона спинки, можно найти положение, наиболее соответствующее трудовому процессу и индивидуальным особенностям работника.

Как правило, все поверхности письменных и рабочих столов должны быть на уровне локтя при рабочем положении человека. При выборе высоты стола необходимо учитывать сидит человек во время работы или стоит.

Неудобная высота стола снижает эффективность работы и вызывает быстрое утомление. Отсутствие достаточного пространства для коленей

и ступней вызывает постоянное раздражение работника. Минимальная рабочая высота стола должна быть не менее 725 мм. Как показывает практика, для рабочего среднего роста высота рабочего стола принимается 800 мм. Для работника другого роста можно изменить высоту рабочего стула или положение его подножки так, чтобы расстояние от предмета обработки до глаз рабочего по высоте было равным примерно 450 мм.

Дисплей должен размещаться на столе или подставке так, чтобы расстояние наблюдения на экране не превышало 700 мм (оптимальное расстояние 450 – 500 мм). Экран дисплея по высоте должен быть расположен так, чтобы угол между центром экрана и горизонтальной линией взгляда составлял 20°. В горизонтальной плоскости угол наблюдения экрана не должен превышать 60°. Пульт дисплея должен быть размещен на столе или подставке так, чтобы высота клавиатуры пульта по отношению к полу составляла 650 - 720 мм. При размещении пульта на стандартном столе высотой 750 мм необходимо использовать кресло с регулируемой высотой сиденья (450 - 380 мм) и подставку для ног.

Документ (бланк) для ввода оператором данных рекомендуется располагать на расстоянии 450 - 500 мм от глаза оператора, преимущественно слева, при этом угол между экраном дисплея и документом в горизонтальной плоскости должен составлять 30-40°. Угол наклона клавиатуры должен быть равен 15°.

Экран дисплея, документы и клавиатура пульта дисплея должны быть расположены так, чтобы перепад яркостей поверхностей, зависящий от их расположения относительно источника света, не превышал 1:10 (рекомендуемое значение

1 : 3). При номинальных значениях яркостей изображения на экране 50 - 100 кд/м<sup>2</sup> освещенность документа должна составлять 300 - 500 лк.

Рабочее место следует оборудовать таким образом, чтобы движения работника были бы наиболее рациональные, наименее утомительные.

Устройства документирования и другие, нечасто используемые технические средства, рекомендуется располагать справа от оператора в зоне максимальной досягаемости, а средства связи слева, чтобы освободить правую руку для записей.

#### **4.2. Меры безопасности при устройстве и обслуживании установок и сооружений связи**

Общие положения:

Все работники, занятые на строительстве, ремонте и эксплуатации кабельных линий связи и проводного вещания, должны пройти медицинский осмотр и обучение безопасным методам ведения работ, а также соответствующим требованиям правил дорожного движения.

К ведению самостоятельных работ допускаются лица, прошедшие проверку знаний соответствующих разделов Правил. Ученики и практиканты могут допускаться к выполнению работ под руководством опытных работников, назначенных приказом или распоряжением начальника предприятия или начальника структурного подразделения (цеха, отдела, службы, участка) и только после проведения инструктажа и обучения правилам техники безопасности на рабочем месте.

К самостоятельной работе, связанной с обслуживанием электроустановок могут быть допущены лица после присвоения им квалификации разряда, сдачи экзаменов по ТБ и присвоения соответствующей квалификационной группы по электробезопасности.

Работники перед началом работ должны проверить наличие и исправность необходимых инструментов, защитных средств, предохранительных приспособлений, лестниц и стремянок.

О всех неисправностях необходимо заявить руководителю или его заместителю. Неисправные инструменты, защитные средства и предохранительные приспособления должны быть заменены.

Руководители работ - начальники структурных подразделений, а также инженеры, электромеханики, назначенные приказом администрации -

обязаны лично присутствовать, руководить работами и обеспечивать строгое выполнение требований правил ТБ на особо опасных участках, а именно:

а) при погрузке и разгрузке барабана с кабелем, массой более 0,5 т.

б) при рытье траншей и котлованов в непосредственной близости от места прохождения силовых кабелей, газопроводов, силовых сетей и других подземных коммуникаций.

в) при устройстве, переоборудовании и ремонте пересечений воздушных кабелей связи и проводов вещания с воздушными линиями электропередач, контактными проводами трамвая и троллейбуса.

г) при выполнении работ при пересечении железнодорожного полотна, трамвайных путей и при работах на расстоянии до 1,5 м от них,

д) при ремонте кабелей, которые используют для передачи ДП.

е) при работах в коллекторах, туннелях и технических подполах.

ж) при работе на кабелях связи, проложенных в канализации совместно с кабелем радиотрансляционной сети с  $U=120В$  и выше или кабелями с ДП; при работах в кабельных колодцах, коллекторах, чердаках, при прокладке кабелей по наружным стенам зданий на голове у работающих должна быть защитная каска.

з) при работе строительных механизмов вблизи от линий электропередач.

и) при работе в колодцах глубокого заложения (свыше 2,5 м).

к) при необходимости ведения аварийных работ, когда в колодец поступает газ.

Перед началом работы на особо опасном участке руководитель работ должен провести со своими работниками инструктаж по безопасным методам ведения работ, что должно фиксироваться в журнале с обязательной росписью лиц получивших инструктаж и лица, проводившего инструктаж.

Работать на кабельных линиях во время грозы запрещается.

В каждой рабочей колонне или бригаде должна находиться аптечка. Каждый работник должен иметь индивидуальный антисептический пакет.

При несчастном случае необходимо принять меры по оказанию пострадавшему первой помощи и в случае необходимости направить его в ближайший медицинский пункт или вызвать врача.

О каждом несчастном случае на производстве пострадавший или очевидец несчастного случая немедленно должен известить об этом мастера, начальника участка или соответствующего руководителя работ.

Несчастные случаи, происшедшие с работниками на производстве, подлежат расследованию, регистрации и учету, согласно действующему Положению о расследованиях и учете несчастных случаев на производстве.

Лица, виновные в нарушении настоящих Правил, подвергаются дисциплинарным взысканиям в соответствии с Уставом о дисциплине работников связи. Должностные лица, виновные в нарушении настоящих Правил привлекаются к административной или судебной ответственности.

### **4.3. Экологический мониторинг**

Неотъемлемой частью экологизации является постоянное слежение за всеми составляющими природоемкости производства и состоянием окружающей среды - *экологический мониторинг*. Он включает в себя наблюдения за объектами природной среды, природными ресурсами, растительным и животным миром, природно-техническими системами и источниками техногенного загрязнения, а также оценку и прогноз изменений состояния природной среды и происходящих в ней под влияние антропогенной деятельности процессов. Цель экологического мониторинга - информационное обеспечение управления природоохранной деятельностью и экологической безопасностью.

С помощью набора инструментальных методов химического, физико-химического, микробиологического анализа и других видов наблюдений постоянно отслеживаются состав и техногенные загрязнения атмосферного воздуха, поверхностных вод суши, почв, морской воды, геологической

среды, а также состояние и поведение источников антропогенных воздействий. Здесь мониторинг смыкается с функциями технологического контроля. Слежение за соблюдением экологических норм, регламентов и стандартов распространяется далее и на реципиентов, включая медико-биологический контроль.

В развитых индустриальных странах быстро совершенствуется техника приборного контроля качества водной и воздушной среды. Разработаны и применяются коммутационные системы непрерывного автоматического слежения за концентрациями загрязнителей воздуха, техника автоматического экспресс-анализа стоков, телеметрические спектральные анализаторы эмиссии в устьях источников, а также разнообразные портативные индикаторные приборы. В последнее время в системе Интернет появились серверы, содержащие разнообразную и постоянно обновляющуюся информацию о данных экологического мониторинга в странах Западной Европы, США, Канады и Японии.

Среди мер по стабилизации экологической обстановки в России большое значение придается созданию *Единой государственной системы экологического мониторинга* (ЕГСЭМ). Ее главная задача - обеспечение органов государственного управления и природопользователей информацией об экологической обстановке в различных регионах страны, информационная поддержка процедур принятия решений в области природоохранной деятельности и экологической безопасности.

Особое место в структуре ЕГСЭМ принадлежит *эколого-аналитическому контролю* (ЭАК) - системе мероприятий по выявлению и оценке источников и уровня загрязненности природных объектов вредными веществами и другими техногенными загрязнителями со стороны разных природопользователей. В сферу ЭАК входят следующие объекты:

- *воздух* (атмосферный, природных заповедников, городов и промышленных зон, рабочей зоны);

- *воды* (поверхностные, подземные, морские, талые, сточные, атмосферные осадки);
- *почвы* (в аспекте загрязнения);
- *биота* (химическое и радиоактивное загрязнение растительного покрова, почвенных зооценозов, наземных сообществ животных, птиц и насекомых, водных растений, рыб).

На территории Узбекистана эколого-аналитический контроль осуществляют государственные контрольные органы, отраслевые (ведомственные) службы и лаборатории предприятий-природопользователей. Кроме них в ЭАК участвуют специализированные экологические и промышленно-санитарные лаборатории, выполняющие измерения и анализ на договорных основаниях.

Виды ЭАК по способу определения контролируемого параметра подразделяют на инструментальный, инструментально-лабораторный, индикаторный и расчетный. Измерения и анализ уровня загрязненности осуществляют арбитражными и экспрессными методами. Первые проводят с большой точностью за длительный период времени. Экспресс-анализ применяют для ежедневной оценки состояния природной среды и оперативного контроля источников загрязнения.

В системе ЭАК задействованы стационарные посты контроля, передвижные лаборатории, автоматизированные системы и устройства контроля, аналитические лаборатории (центры). Так, для контроля за загрязнением атмосферного воздуха в промышленных городах предусматриваются три категории постов наблюдения: стационарный, маршрутный и передвижной (подфакельный).

Наблюдения за уровнем загрязнения поверхностных вод проводятся на стационарной сети пунктов контроля качества воды водоемов и водотоков и на временных экспедиционных пунктах. Анализ проб осуществляют гидрохимические лаборатории. Время между отбором проб и анализом иногда достигает нескольких суток, что является уязвимым звеном

в цепи аналитического контроля водных объектов. Путь к его устранению - внедрение автоматизированного пробоотбора на объектах контроля и последующий анализ качества воды в стационарной лаборатории с помощью компьютеризированных аналитических комплексов.

Многообразие химических загрязнителей и других видов техногенных загрязнений определяет широкую номенклатуру методов и средств ЭАК. Для определения концентрации загрязняющих веществ используются разнообразные методы химического анализа: газовая и ионная хроматография, рентгенофлуоресценция, оптическая спектроскопия и др. Для измерений шума, инфразвука и вибраций применяют как отечественную, так и зарубежную аппаратуру: шумомеры, спектрометры, полосовые фильтры, вибродатчики. Измерение электрической и магнитной составляющей напряженности ЭМП производят приборами типа ИЭМП, NFM-1 (ФРГ). Методы радиационного контроля основаны на измерении параметров ионизирующих излучений (мощность дозы, эквивалентная доза, поверхностная активность и др.) с помощью дозиметрических приборов.

Лаборатории различных министерств и ведомств, выполняющих эколого-аналитический контроль, имеют разную нормативно-методическую и метрологическую базу. Это означает, что результаты определения уровня загрязнения одних и тех же объектов могут заметно отличаться. Для достижения единства и требуемой точности измерений системы ЭАК должны иметь соответствующее метрологическое обеспечение - научные и организационные основы, нормативно-техническую документацию, методы и технические средства измерений. С этой целью формируется федеральный реестр методик ЭАК - аттестованных и прошедших метрологическую экспертизу.

Актуальным направлением аналитического приборостроения является создание многоцелевых приборных комплексов на блочно-модульной основе. *Аналитический комплекс* - это совокупность материальной (средства измерения, вычислительная техника, вспомогательное оборудование) и

интеллектуальной (методики, программное обеспечение) составляющих анализа. Таким образом, в комплекс входят комплект аттестованных методик ЭАК и все приборы, технические средства, необходимые для их реализации.

В последние годы для решения задач экологического контроля и мониторинга все шире начинает использоваться космическая техника. Получаемые с помощью систем спутниковой связи и оптико-электронных средств высокого разрешения данные используются для построения многослойных электронных карт различной тематической направленности. Космические средства мониторинга в сочетании с наземными системами ЭАК позволяют создать мощную информационную базу для управления природоохранной деятельностью и экологической безопасностью на региональном, национальном и глобальном уровнях.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

D-VHS-формат — это в лучшем случае переходная технология, служащая мостом между аналоговой VHS-лентой и цифровым DVD-форматом (стандартом де-факто). Несмотря на огромную емкость ленты D-VHS (до 44,4 Гбайт), обратную совместимость с VHS и высокую скорость цифрового потока при записи, это все-таки лента — со всеми присущими ей недостатками, и даже прекрасное качество изображения (благодаря самой высокой из существующих цифровых форматов скорости цифрового потока при записи) не меняет дела.

Судьба форматов Digital Betacam, D-5 и DCT сложилась по-разному. Формат Digital Betacam был признан в Европе самым перспективным по результатам опроса, проведенного в апреле 1997 года журналом TVB Europe, тогда как формат D-5 намного отстал от победителя. Но и Digital Betacam не стал доминирующим, его рейтинг составил лишь 35%. Производство системы DCT было прекращено вскоре после начала промышленного выпуска, что, видимо, предопределило драматическую судьбу и фирмы-разработчика. Корпорация Ampex, создавшая первый в мире промышленный видеомагнитофон, ушла из сферы производства аппаратуры для телевизионного вещания. Но, несмотря ни на что, появление видеомагнитофонов форматов DCT, D-5 и Digital Betacam следует отметить как веху в истории видеозаписи. Видеокомпрессия превратилась в важнейший фактор проектирования и стала неотъемлемым признаком аппаратов цифровой магнитной видеозаписи. Совместимость проявила себя как способ продления срока жизни форматов и экономии капиталовложений при долгосрочном использовании телевизионной аппаратуры. Стало понятно, что в условиях конкуренции форматов успех обеспечит лишь системный подход: создаваться должны не просто форматы видеозаписи и видеомагнитофоны, а системы производства телевизионных программ с максимально широкой областью применения.

В дополнение к DVD-рекордерам, несомненно, будут развиваться и PVR-магнитофоны на базе жестких компьютерных дисков (по соотношению «цена/емкость» им нет равных). Жесткий диск обладает такими возможностями, которые недоступны для других форматов, — можно одновременно записывать, предоставлять доступ и воспроизводить видео. Данная технология оптимальна для записи «живого» видео со сдвигом по времени, а наследуемая от ПК архитектура позволяет выполнять значительные модернизации за счет одного только изменения программного обеспечения.

В ближайшее время следует ожидать прогресса именно от дисковых рекордеров: диски большего объема позволят увеличивать время записи для будущих аппаратов, а компьютерные технологии и снижение цены на оперативную память позволят практически неограниченно буферизовать «живое» видео для более качественной обработки и совершенствования интерактивных возможностей. Несомненно, жесткие диски представляют собой будущее домашней видеозаписи. Даже сегодня ее преимущества неоспоримы, а стоимость носителей чрезвычайно низка даже для бытовой электроники.

Следующим этапом в этой области, возможно, будет развитие технологий домашнего видеосервера, позволяющего архивировать огромные массивы видео, а резервное копирование и архивацию (если понадобится) можно будет делать на записываемые DVD-диски.

Выпускной квалификационной работе подробно рассмотрены особенности цифровой видеозаписи ТВ сигналов, основные цифровые форматы видео записи, особенности форматов цифровой видеозаписи и принципы построения видео записывающих устройств.

В выпускной квалификационной работе рассмотрены также вопросы безопасности жизнедеятельности.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Доклад Президента Республики Узбекистан Ислама Каримова на заседании Кабинета Министров, посвященном основным итогам 2012 года и приоритетным направлениям социально-экономического развития Узбекистана на 2015 год.
2. Константин Гласман Цифровая магнитная видеозапись. Формат DV. Часть 1 // "625" : журнал. — 2002. — № 3.
3. Константин Гласман Цифровая магнитная видеозапись. Формат DV. Часть 2 // "625" : журнал. — 2002. — № 4.
4. Константин Гласман Цифровая магнитная видеозапись. Формат DV. Часть 3 // "625" : журнал. — 2002. — № 7.
5. Хлебородов В.А. Выставка NAB2002: аппаратура видеозаписи для ТВ стандартной и высокой четкости // "ТКТ" : журнал. — 2002. — № 8. М.: Изд-во стандартов, 2006. - 7с.
6. Гультияев А.К. Самое главное о... Запись CD и DVD [Текст] / А.К. Гультияев. - СПб.: Питер, 2004. - 343с.
7. Динаев А. Внутренний вариант: характеристики дисководов [Текст] / А. Динаев // Мир ПК. - 2006. - №4. - С.20 - 24.
8. Динаев А. Встраиваемые мультимедийные DVD-дисководы [Текст] / А. Динаев // Мир ПК. - 2006. - №11. - С. 42 - 43.
9. Лаврухин Д.П. Основные различия DVD+R(W) и DVD-R(W) дисков [Электронный ресурс] / Д.П. Лаврухин. - URL: #"justify">23. Левин А.Ш.
10. Смирнов А.В. Основы цифрового телевидения. М.: Горячая линия – Телеком, 2001.
11. [http: www.for/vid/ru](http://www.for/vid/ru)
12. [http:www.tv./ru/](http://www.tv./ru/)