

МИНИСТРЕСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Воронежский государственный технический университет

Естественно-технический колледж

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению лабораторно-практической работы

по МДК 02.02 Установка и конфигурирование периферийного оборудования
для студентов ЕТК специальности
09.02.01 «Компьютерные системы и комплексы»

ВОРОНЕЖ 2015

Рассмотрена на заседании ЦМК ВКС
Протокол № _____ « _____ » от _____ 2015г
Предс. ЦМК _____ Р.В. Халанский

Разработал

А.А. Поляков

Средства для выполнения работы:

Все лабораторные работы выполняются на ЭВМ с использованием стендов и макетов периферийных устройств.

Лабораторная работа №1

Модемы

Цель работы: Изучить устройство модемов, их основных блоков и принципов работы.

Задание на лабораторную работу:

изучить:

- структурные схемы модемов и принципы их работы;
- скремблирование и дескремблирование;
- принципы линейного кодирования.

Ход работы

1 Общие сведения о модемах

Сведения о внутреннем устройстве и архитектуре современных модемов не настолько доступны, как, например, информация об устройстве персональных компьютеров. Одной из причин этого является отсутствие каких бы то ни было промышленных стандартов на конструкцию модемов. Другая причина состоит в том, что современные модемы, как правило, строятся на наборах специализированных микросхем, которые реализуют основные модемные функции. Число производителей наборов модемных микросхем значительно меньше числа производителей собственно модемов. Однако все же их недостаточно для того, чтобы можно было вести речь о какой-либо унификации модемных комплектующих. Основными производителями специализированных наборов являются фирмы Rockwell, Intel, AT&T, Sierra Semiconductor, National Semiconductor, Motorola, Exar и некоторые другие. Ряд известных компаний, таких как U. S. Robotics, Telebit, ZyXEL, самостоятельно занимается разработкой и производством модемных микросхем для своих нужд. Некоторые производители при построении модемов используют микросхемы общего назначения — цифровые процессоры и микроконтроллеры.

Один из вариантов исполнения модема представлен на рисунке 1.

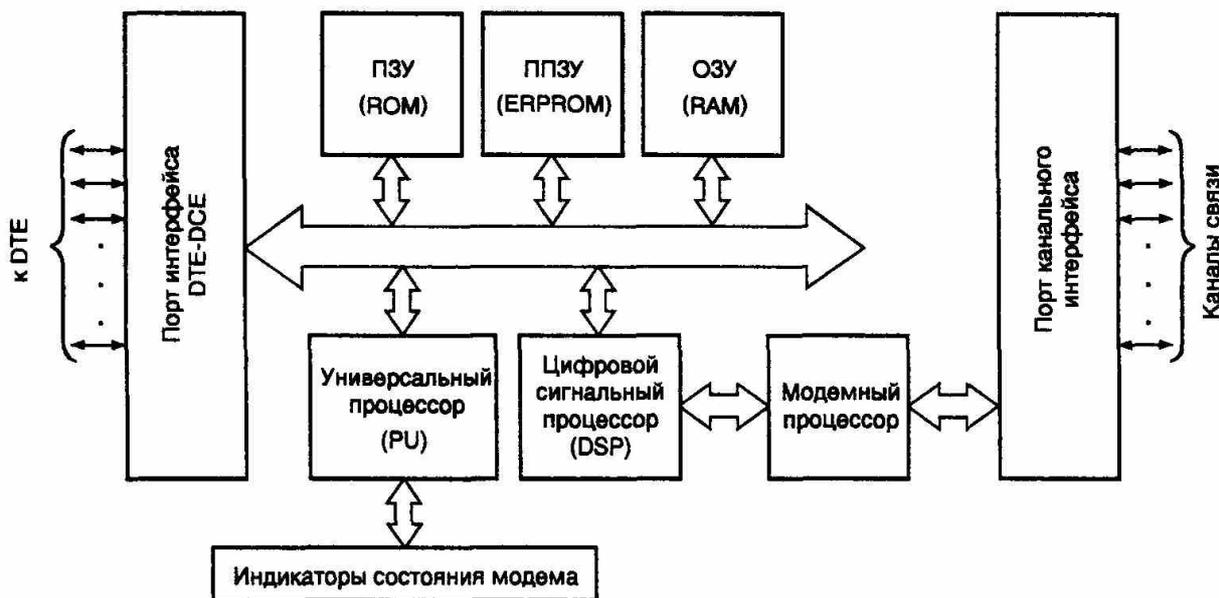


Рисунок 1

Модем состоит из: адаптеров портов канального и DTE—DCE интерфейсов; универсального (PU), сигнального (DSP) и модемного процессоров; постоянного (ПЗУ, ROM), постоянного энерго-

независимого перепрограммируемого (ППЗУ, EPROM) оперативного (ОЗУ, RAM) запоминающих устройств и схемы индикаторов состояния модема.

Порт интерфейса DTE—DCE обеспечивает взаимодействие с DTE. Порт канального интерфейса обеспечивает согласование электрических параметров с используемым каналом связи. Канал может быть аналоговым или цифровым, с двух- или четырехпроводным окончанием.

Универсальный процессор выполняет функции управления взаимодействием с DTE и схемами индикации состояния модема. Именно он выполняет посылаемые DTE AT-команды и управляет режимами работы остальных составных частей модема. Также универсальный процессор может реализовывать операции компрессии/декомпрессии передаваемых данных.

Интеллектуальные возможности модема определяются в основном типом используемого ПУ и микропрограммой управления модемом, хранящейся в ROM. Путем замены или перепрограммирования ROM иногда можно достичь существенного улучшения свойств модема, то есть произвести его модернизация. Такого рода модернизация некоторых моделей модемов может обеспечить поддержку новых протоколов или сервисных функций, таких как автоматическое определение номера (АОН) вызывающего абонента. Для облегчения такой модернизации в последнее время вместо микросхем ROM стали широко применяться микросхемы флэш-памяти (FlashROM).

Схема EPROM позволяет сохранять установки модема в так называемых профайлах или профилях модема на время его выключения. Память RAM интенсивно используется для временного хранения данных и выполнения промежуточных вычислений как универсальным, так и цифровым сигнальным процессорами.

На сигнальный процессор, как правило, возлагаются задачи по реализации основных функций протоколов модуляции (кодирование сверочным кодом, относительное кодирование, скремблирование и т. д.), за исключением операций модуляции/демодуляции. Последние операции обычно выполняются специализированным модемным процессором.

Рассмотрим устройство аналоговых (для телефонных каналов) и цифровых модемов и основных их функциях, связанных с обработкой сигналов. Согласно рисунку 1 эти функции реализуются цифровым сигнальным процессором, модемным процессором и собственно канальным интерфейсом.

2 Структура синхронного модема

Большинство модемов для телефонных каналов обеспечивают синхронную передачу данных по каналу. Поэтому, кратко остановимся на функциональном устройстве и работе именно таких модемов.

В самом общем виде синхронный модем содержит приемник, передатчик, компенсатор электрического эха, схему управления и, возможно, источник питания (рисунок 2). Схема управления, как правило, выполняется на универсальном микропроцессоре, и предназначена для обеспечения интеллектуального интерфейса с DTE и управления работой приемника, передатчика и эхо-компенсатора.

Эхо-компенсатор предназначен для ослабления влияния помех, в виде электрического эха (собственного отраженного сигнала), на прием сигнала от удаленного модема. Работа эхо-компенсатора будет рассмотрена ниже.

Передаваемые DTE данные поступают в передатчик модема, который выполняет операции скремблирования, относительного кодирования, синхронизации и иногда вносит предискажения, частично компенсирующие нелинейность амплитудой и фазочастотной характеристик (АЧХ и ФЧХ) используемого телефонного канала. Схема передатчика приведена на рисунке 3.

Схема синхронизации передатчика получает сигнал опорной частоты от внутреннего генератора или получать его от DTE, например, через 24 контакт разъема DB-25 интерфейса RS-232. В последнем случае модем обязан поддерживать синхронный режим работы не только по каналу с удаленным модемом, но и по интерфейсу DTE-DCE. Скремблер предназначен для придания свойств случайности (рандомизации) передаваемой последовательности данных с целью облегчения выделения тактовой частоты приемником удаленного модема. При использовании сигналов ФМ и производных от них, применение относительного кодирования позволяет решить проблему неоднозначности фазы, восстановленной на приеме несущей.

Приемник типового синхронного модема в свою очередь содержит адаптивный эквалайзер со схемой управления, модулятор с задающим генератором, демодулятор, относительный декодер, дескремблер и схему синхронизации (рисунок 4).

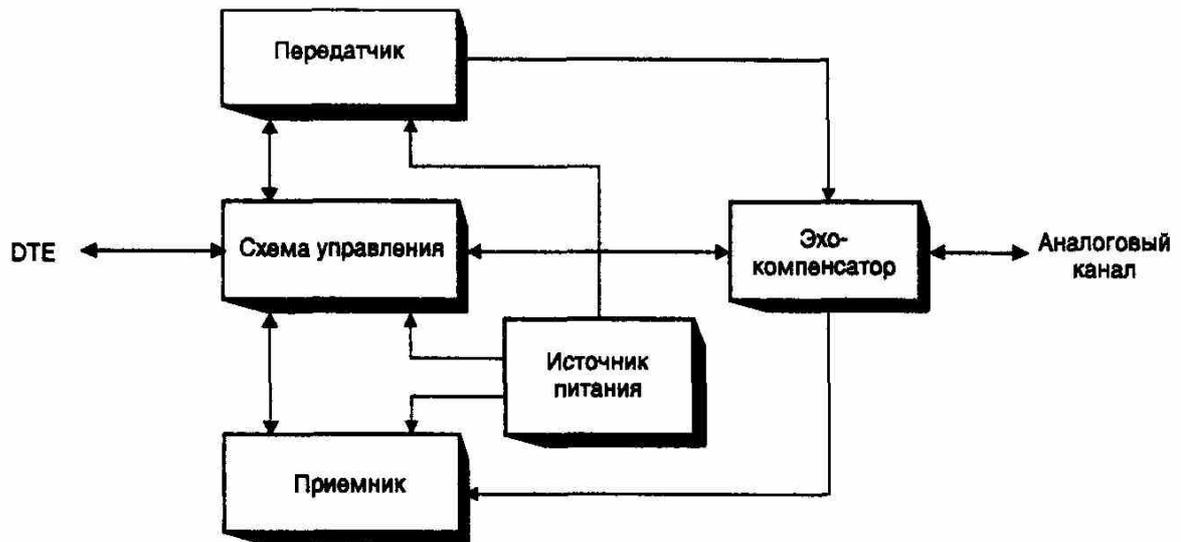


Рисунок 2 - Схема синхронного модема

Модулятор приемника совместно с задающим генератором позволяют перенести спектр принимаемого сигнала (300—3400 Гц) в область более высоких частот. Это делается для облегчения операций фильтрации и демодуляции. Относительный декодер и дескремблер выполняют операции, обратные выполняемым в передатчике. Схема синхронизации выделяет тактовую частоту из принимаемого сигнала и подает его на другие узлы приемника.



Рисунок 3 - Схема передатчика синхронного модема

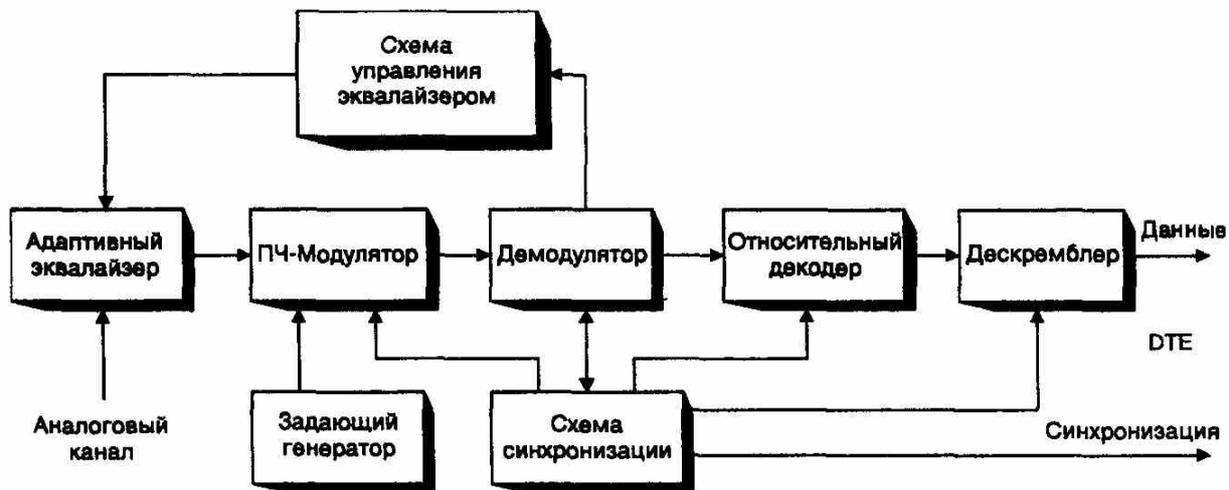


Рисунок 4 - Схема приемника синхронного модема

Адаптивный эквалайзер приемника, как и эквалайзер передатчика, позволяет компенсировать нелинейные искажения, вносимые каналом передачи. Адаптивность эквалайзера заключается в его способности подстраиваться под изменяющиеся параметры канала в течение сеанса связи. Для этого сигнал ошибки фазы с демодулятора поступает на схему управления, которая вырабатывает управляющие сигналы для эквалайзера. Сам эквалайзер состоит из линии задержки с отводами и набора управляемых усилителей с изменяемым коэффициентом усиления (рисунок 5).

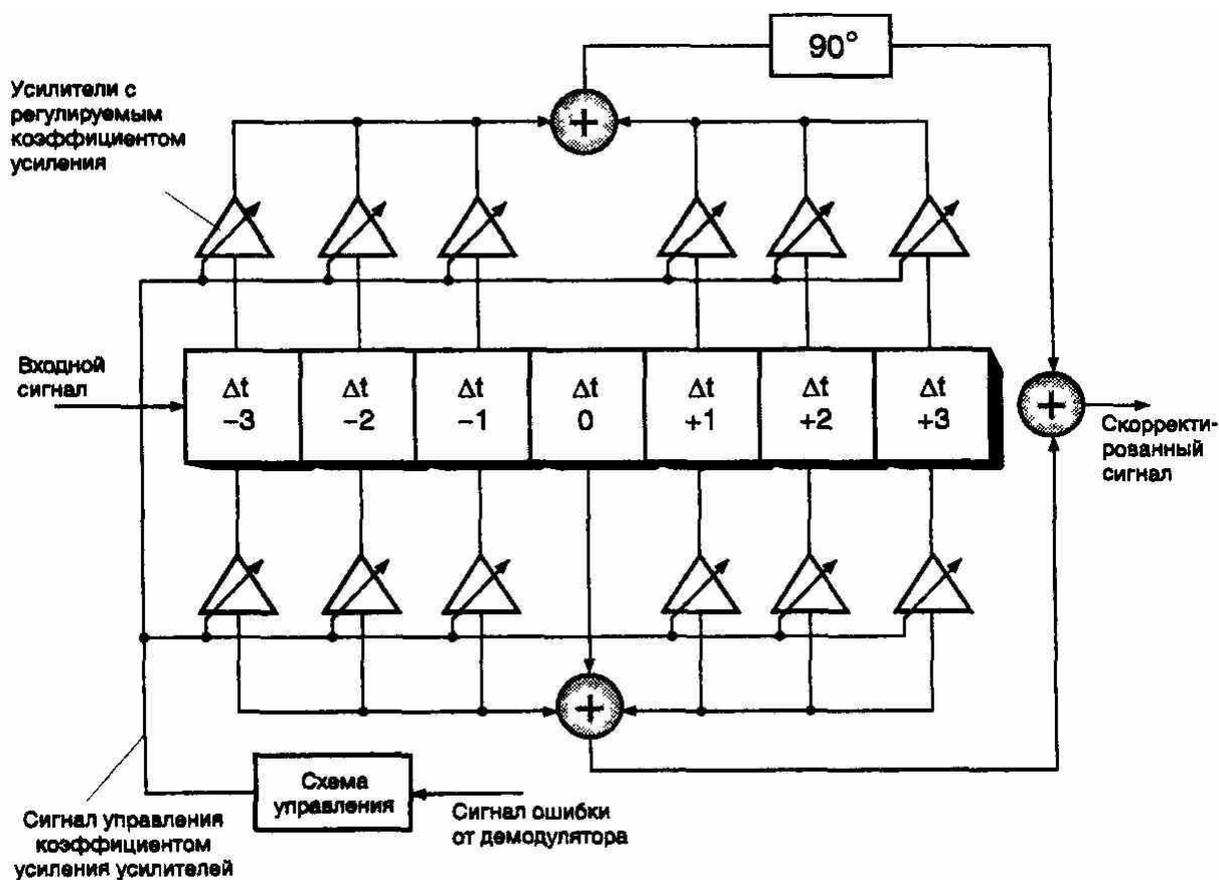


Рисунок 5 - Адаптивный эквалайзер

Более подробно остановимся на работе таких блоков синхронного модема, как скремблер и эхо-компенсатор.

3 Скремблирование

Двоичный сигнал на входе модема может иметь произвольную статистическую структуру, которая не всегда удовлетворяет требованиям, предъявляемым синхронным способом передачи. Среди этих требований основными являются следующие:

- частота смены символов «1, 0» должна обеспечивать надежное выделение тактовой частоты непосредственно из принимаемого сигнала;
- спектральная плотность мощности передаваемого сигнала должна быть, по возможности, постоянной и сосредоточенной в заданной области частот с целью снижения взаимного влияния каналов.

Приведенные требования должны выполняться независимо от структуры передаваемого сообщения. Поэтому в синхронных модемах исходная последовательность двоичных посылок часто подвергается определенной обработке. Смысл такой обработки состоит в получении последовательности, в которой статистика появления нулей и единиц приближается к случайной, что позволяет удовлетворить двум названным выше требованиям.

Одним из способов такой обработки является скремблирование (scramble — перемешивание). **Скремблирование** — это обратимое преобразование структуры цифрового потока без изменения скорости передачи с целью получения свойств случайной последовательности. Скремблирование производится на передающей стороне с помощью скремблера, реализующего логическую операцию суммирования по модулю два исходного и псевдослучайного двоичных сигналов. На приемной стороне полного бреда осуществляется обратное преобразование — **дескремблирование**, выполняемое дескремблером. Дескремблер выделяет из принятой последовательности исходную информационную последовательность. На рисунке 6 показано включение скремблера и дескремблера в канал связи.

Основной частью скремблера является генератор псевдослучайной последовательности (ПСП) в виде линейного и-каскадного регистра с обратными связями, формирующий последовательность максимальной длины $2^n - 1$. Различают два основных типа скремблеров-дескремблеров — самосинхронизирующиеся и с начальной установкой (аддитивные).

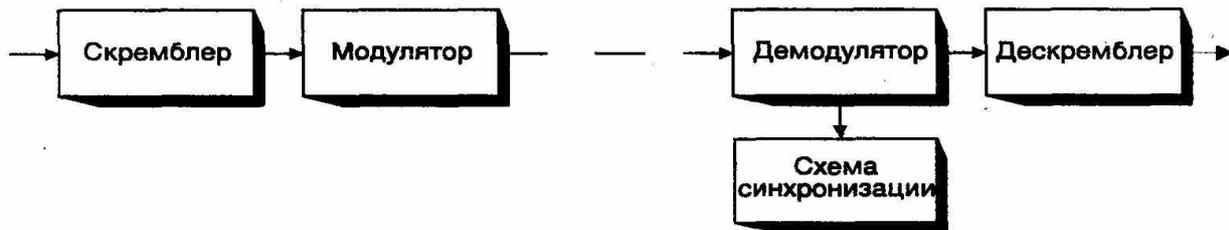


Рисунок 6 - Схема включения скремблера и дескремблера в канал связи

Схема пары самосинхронизирующихся скремблер-дескремблер представлена на рисунке 7. Особенностью самосинхронизирующегося скремблера является то, что он управляется самой скремблированной последовательностью, т. е. той, которая поступает в канал. Поэтому в данном случае не требуется специальной установки состояний скремблера и дескремблера, поскольку они оказываются идентичными в результате записи в их регистры сдвига скремблированной последовательности.

При потере синхронизма между скремблером и дескремблером время его восстановления не превышает числа тактов, равного числу ячеек регистра скремблера. На приемной стороне выделение информационной последовательности происходит сложением по модулю два принятой скремблированной последовательности с псевдослучайной последовательностью (ПСП) регистра.

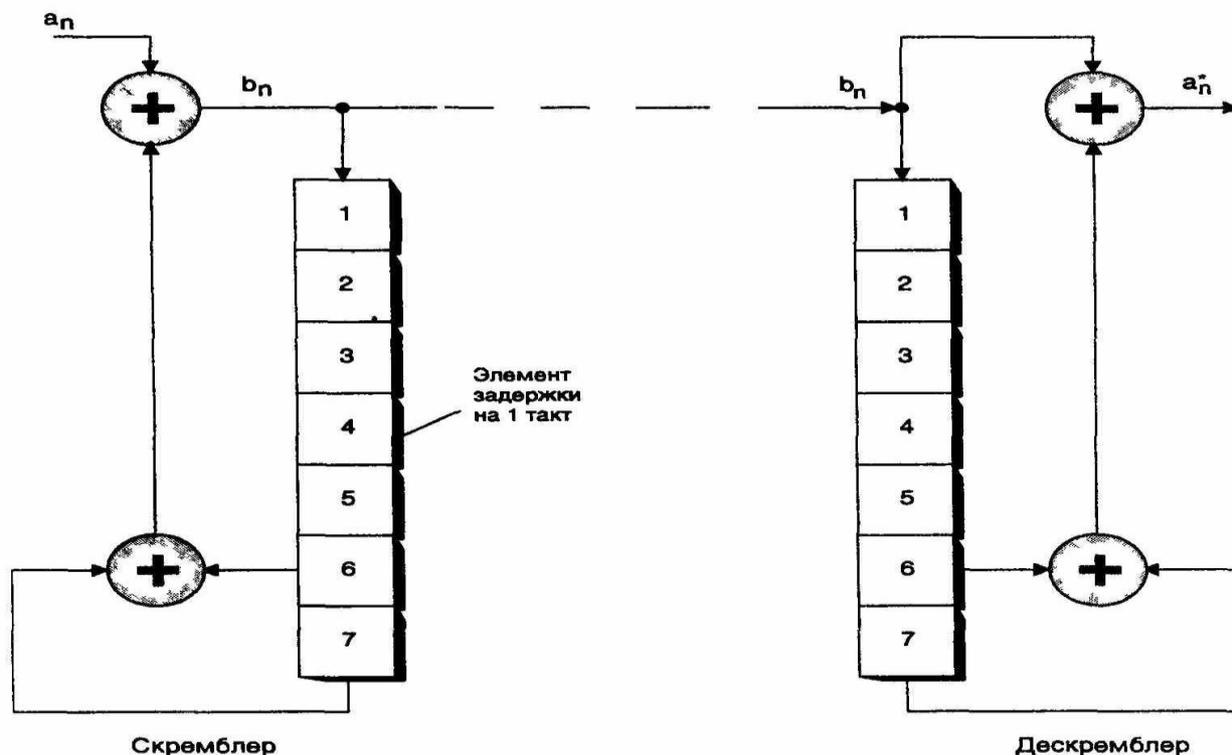


Рисунок 7 - Схема скремблирования с самосинхронизацией

Одним из недостатков самосинхронизирующих скремблеров-дескремблеров является присущее им свойство размножения ошибок. Вторым недостатком самосинхронизирующихся скремблеров связан с возможностью появления на его входе так называемых "критических ситуаций", когда выходная последовательность приобретает периодический характер с периодом, меньшим длины ПСП. Для предотвращения таких ситуаций в скремблере и дескремблере согласно рекомендациям ITU-T предусматриваются специальные дополнительные схемы контроля, которые выявляют периодичность элементов на входе и нарушают ее.

Недостатки, присущие самосинхронизирующим скремблеру-дескремблеру, практически отсутствуют при аддитивном скремблировании (рисунок 8).

Однако в этом случае требуется предварительная идентичная установка состояний регистров скремблера и дескремблера. В скремблере с начальной установкой, как и в самосинхронизирующем скремблере, производится суммирование входного сигнала и ПСП, но результирующий сигнал не поступает на вход регистра. В дескремблере скремблированная последовательность также не проходит через регистр сдвига, поэтому размножения ошибок не происходит. Суммируемые в скремблере последовательности независимы, поэтому критических ситуаций не наступает. Отсутствие эффекта размножения ошибок и необходимость специальной защиты от нежелательных ситуаций делают способ аддитивного скремблирования предпочтительнее и экономически эффективнее, если не учитывать затрат на решение задачи взаимной синхронизации пары скремблер-дескремблер.

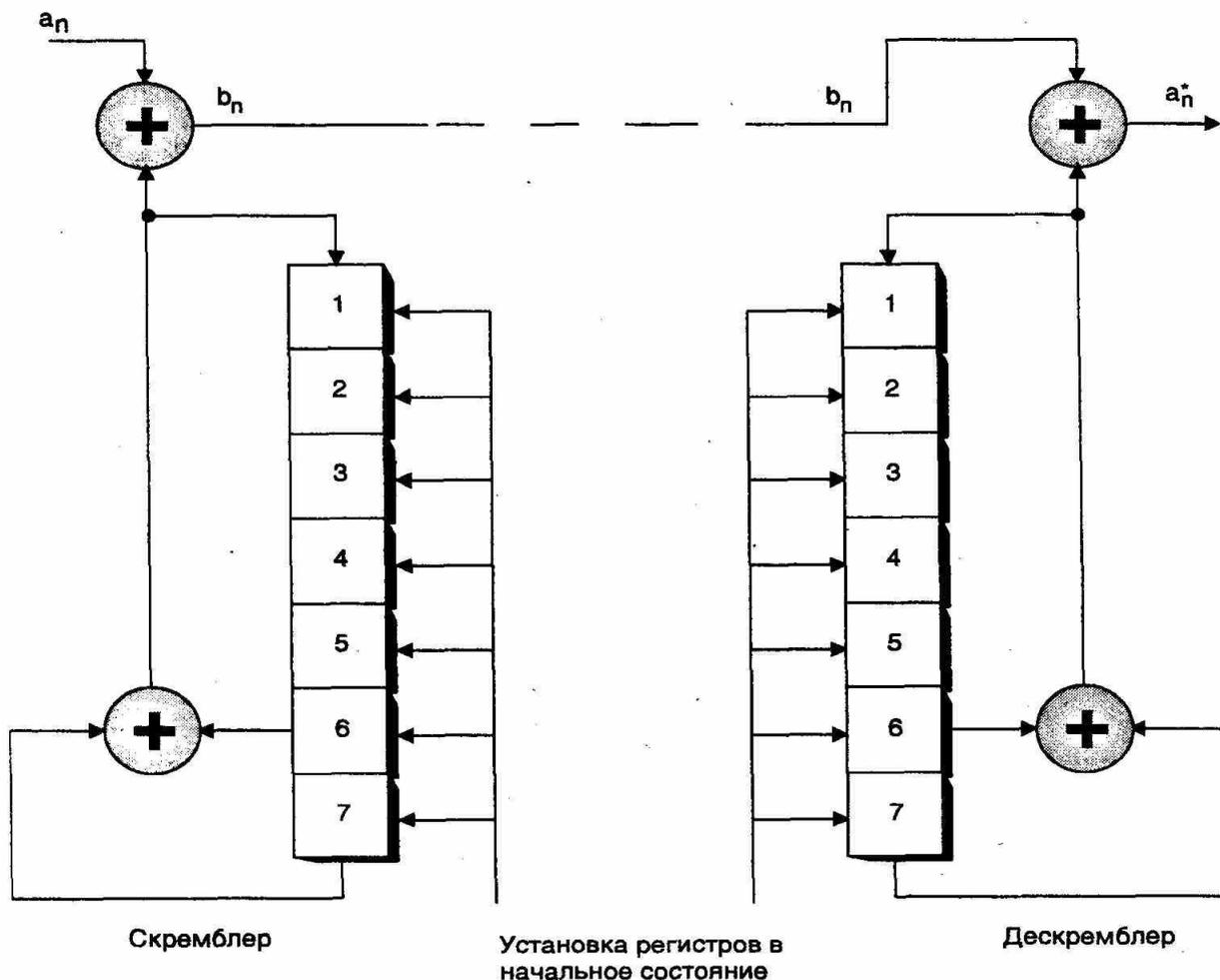


Рисунок 8 - Схема скремблирования с начальной установкой

Рассмотрим влияние скремблирования на энергетический спектр двоичного сигнала. На рисунке 9, а изображен пример энергетического спектра для периодического сигнала с периодом T , содержащим 6 двоичных элементов с длительностью T_0 . После скремблирования ПСП спектр существенно "обогащается" (рисунок 9, б). В примере число составляющих спектра увеличилось в «М» раз, одновременно уровень каждой составляющей уменьшается в такое же в «М» число раз.

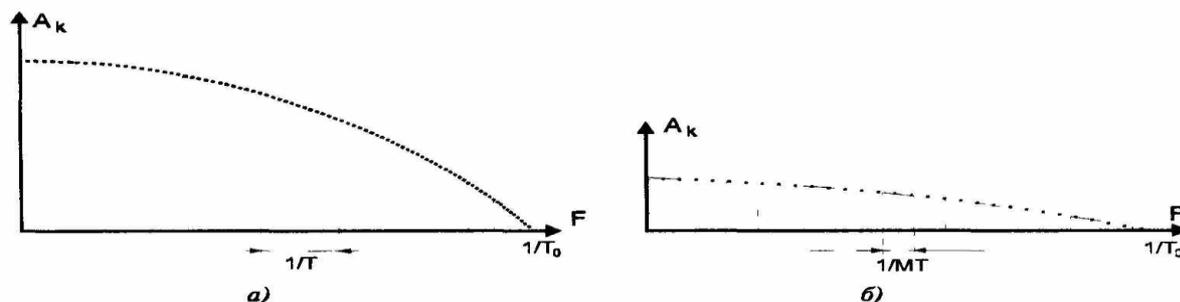


Рисунок 9 - Спектр сигнала до (а) и после (б) скремблирования

4 Эхо-подавление

Организация дуплексной высокоскоростной передачи является не простой задачей при использовании коммутируемых каналов с двухпроводным окончанием. В отличие от выделенных четырехпроводных каналов (рисунок 10, а), характерной особенностью телефонного канала КТСОП является наличие участков перехода двухпроводной части канала в четырехпроводную. Переход осуществляется при помощи дифференциальных систем, обеспечивающих необходимое затухание по встречным направлениям передачи. Если эти затухания очень велики, то схему связи можно практически считать четырехпроводной, представляющей собой электрически разомкнутую систему.

Однако идеальных дифференциальных систем не существует. В результате, как и во всякой электрически замкнутой системе, в двухпроводном телефонном канале присутствуют токи обратной связи, вызывающие искажения амплитудно-частотных и фазочастотных характеристик прямого и обратного каналов. В качестве примера на рисунке 10 б приведена типичная схема модемного канала с тремя дифференциальными системами и, соответственно, тремя путями прохождения эхо-сигналов.

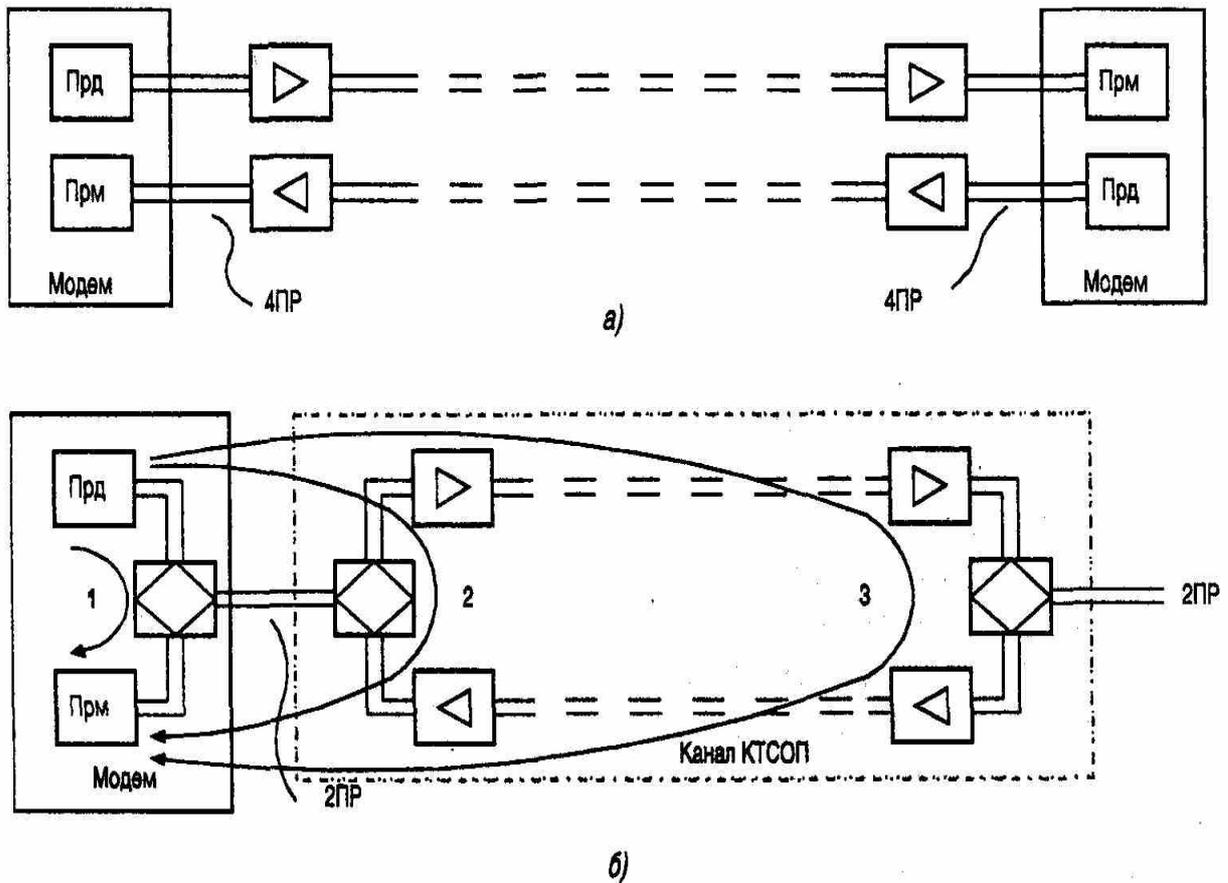


Рисунок 10. - Схема телефонных каналов с четырехпроводным (а) и двухпроводным окончанием (б) с путями прохождения эхо-сигналов (1, 2, 3)

Собственный отраженный и задержанный сигнал поступает на вход демодулятора, являясь для него помехой. Чем большей задержкой обладает эхо-сигнал, тем труднее с ним бороться.

Рассмотрим один из возможных вариантов дифференциальных систем — мостовую трансформаторную дифференциальную систему (рисунок 11). Такая дифференциальная система будет обеспечивать достаточное затухание (более 50 дБ) во встречных направлениях приема-передачи лишь при условии выполнения ее баланса. Однако обеспечить точный баланс не так просто, как может показаться на первый взгляд. Причиной этому является как изменения комплексных сопротивлений двух- и четырехпроводных линий, так и их несоответствие номинальным значениям. Это происходит вследствие, например, неодинаковой длины и различного качества абонентских линий, или в случае параллельного подключения модема к телефонному аппарату.

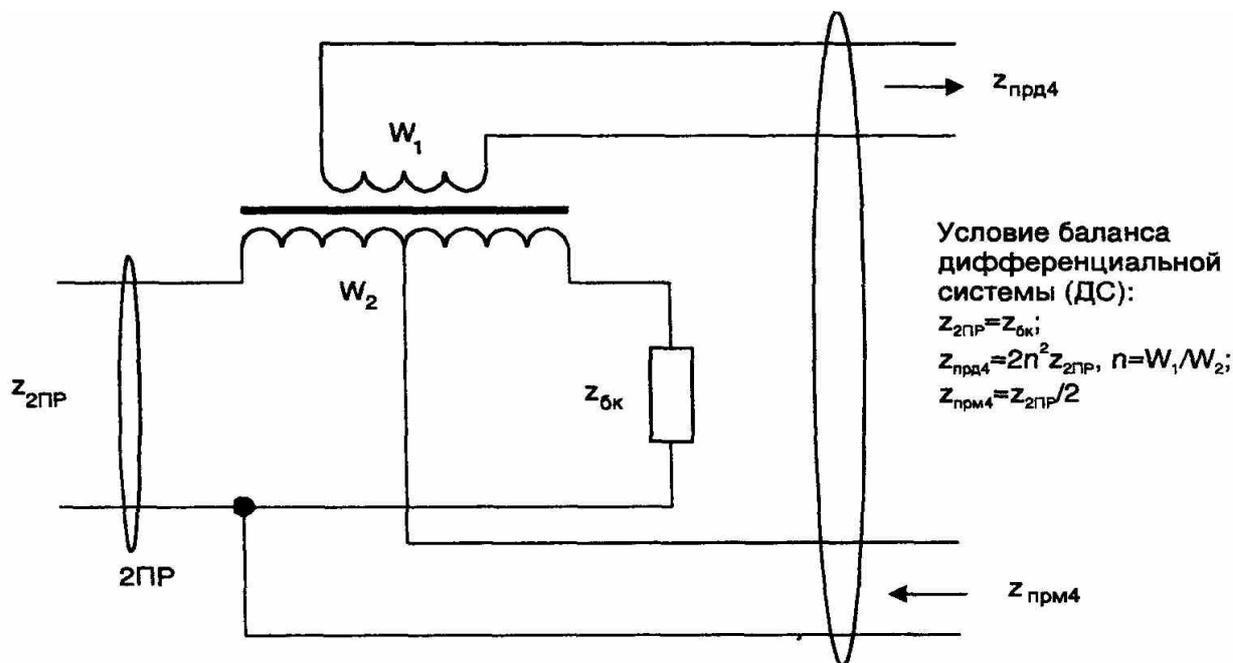


Рисунок 11. - Схема мостовой трансформаторной дифференциальной системы

Известны так называемые самобалансирующиеся дифференциальные системы, автоматически подстраиваемые под параметры используемой линии связи. Их рассмотрение выходит за рамки данной книги. Стоит лишь отметить, что они представляют собой достаточно сложные электронные устройства.

Для борьбы с электрическим эхом возможно использование следующих методов:

- частотное разделение каналов;
- применение самобалансирующихся дифференциальных систем;
- компенсация эхо-сигнала.

При использовании первого метода вся полоса пропускания канала разделяется на два частотных подканала, по каждому из которых передается сигнал в одном направлении. Очевидно, в этом случае нет возможности использовать полосу канала в полном объеме. Более того, для исключения проникновения боковых гармоник между подканалами приходится вводить защитный частотный интервал. В результате этого подканалы займут меньше половины полной полосы пропускания канала. Существующие протоколы модуляции с частотным разделением каналов, например V. 21 и V. 22, обеспечивают симметричную дуплексную связь со скоростью не выше 2400 бит/с. Ряд протоколов с частотным разделением, например HST, обеспечивает и более скоростную связь, но в одном направлении. В то время как скорость передачи по обратному каналу значительно меньше. Такая разновидность дуплексной связи называется асимметричной.

Применение автоматически настраиваемых дифференциальных систем экономически невыгодно из-за высокой сложности их технической реализации.

В связи с этим наибольшее распространение получил компенсационный метод борьбы с эхо-сигналом. Суть метода заключается в том, что модем, обладая информацией о своем собственном передаваемом сигнале $S_{прд}$, может использовать ее для фильтрации принимаемого сигнала $S_{прм}$ от эхо-помехи. Отраженный эхо-сигнал $E(t)$ претерпевает существенные изменения вследствие амплитудных и фазовых искажений. На этапе установления соединения каждый модем посылает определенный зондирующий сигнал и определяет параметры эхо-отражения: время запаздывания, амплитудные и фазовые искажения, мощность отраженного сигнала. В процессе сеанса связи эхо-компенсатор модема вычитает из принимаемого входного сигнала свой собственный выходной $E^*(t)$, скорректированный в соответствии с полученными параметрами эхо-отражения. Функцию создания копии эхо-сигнала выполняет линия задержки с отводами, схема которой приведена на рисунок 12.

Технология эхо-компенсации позволяет отвести для дуплексной передачи всю ширину полосы пропускания телефонного канала, однако требует немалых вычислительных ресурсов для обработки сигнала.

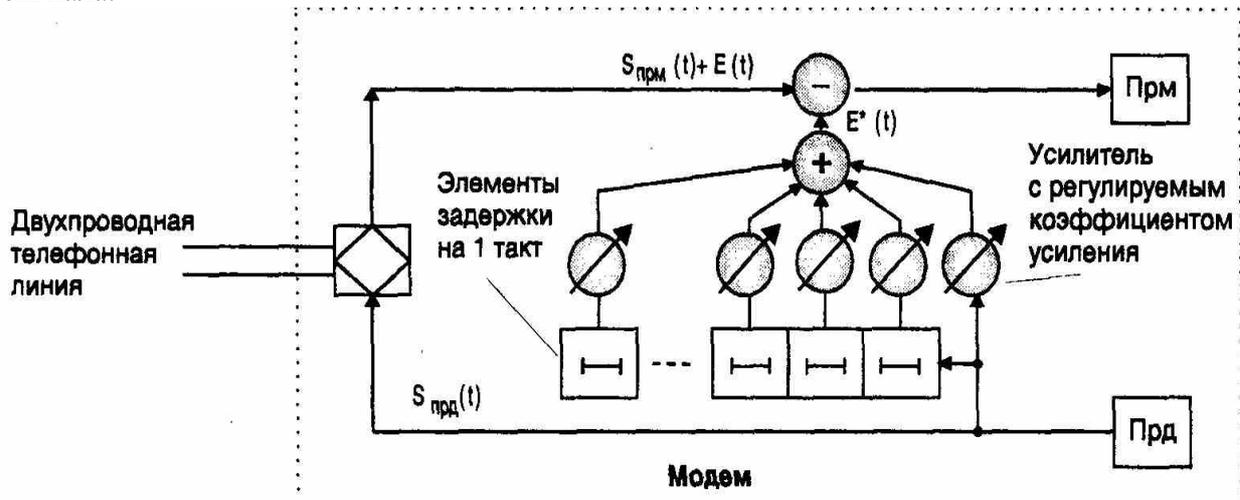


Рисунок 12. - Схема эхо-компенсатора

5 Устройство цифрового модема

Как уже отмечалось, к цифровым модемам можно отнести такие устройства, как CSU/DSU (Channel Service Unit/Data Service Unit), терминальные адаптеры ISDN, а также модемы на короткие расстояния (Short Range Modem). По выполняемым функциям цифровые модемы очень похожи на модемы для аналоговых каналов связи. За исключением самых простейших, цифровые модемы обладают интеллектуальными функциями и поддерживают набор AT-команд. В первую очередь это относится к цифровым модемам, работающим на коммутируемых линиях, например, в сетях ISDN. В качестве примера цифрового модема рассмотрим устройство CSU/DSU.

Устройства CSU/DSU применяются для передачи данных по цифровым каналам типа E1/T1, Switched 56 и другим. CSU обеспечивает правильное согласование с используемым цифровым каналом и частотную коррекцию линии. CSU также поддерживает выполнение проверок по шлейфу. На CSU часто устанавливаются световые индикаторы, сигнализирующие об обрыве местных линий, потери связи со станцией, а также о работе в режиме проверки по шлейфу.

Питание CSU может осуществляться отдельным источником питания, либо посредством самой цифровой линии.

Модули обслуживания данных, или цифровые служебные модули DSU включаются в цепь между CSU и DTE (рисунок 13), в качестве которого часто выступает не только компьютер, но и различное сетевое оборудование, например, маршрутизатор, мост, мультиплексор или сервер. На DSU обычно устанавливается интерфейс RS-232 или V. 35. Основной задачей DSU является приведение потока цифровых данных, поступающих от DTE в соответствие со стандартом, принятым для данной цифровой линии.

Можно провести аналогию с аппаратурой для сетей ISDN. В этом случае CSU играют примерно ту же роль, что и NT1, а DSU похожи на терминальные адаптеры ISDN. DSU часто встраивают в другие устройства, например мультиплексоры. Но чаще их комбинируют с CSU. При этом получается единое устройство, именуемое CSU/DSU или DSU/CSU. В CSU./DSU могут встраиваться схемы сжатия передаваемых данных, а также резервные коммутируемые порты. Часто устройства CSU/DSU выполняют функции защиты от ошибок, реализуя один из протоколов супермножества HDLC. К сожалению, в области цифровых модемов нет такой жесткой стандартизации на протоколы сжатия данных, защиты от ошибок и вид линейного кодирования, какая существует для аналоговых модемов КТСОП. По этой причине следует с большой осторожностью осуществлять выбор цифровых модемов различных производителей.

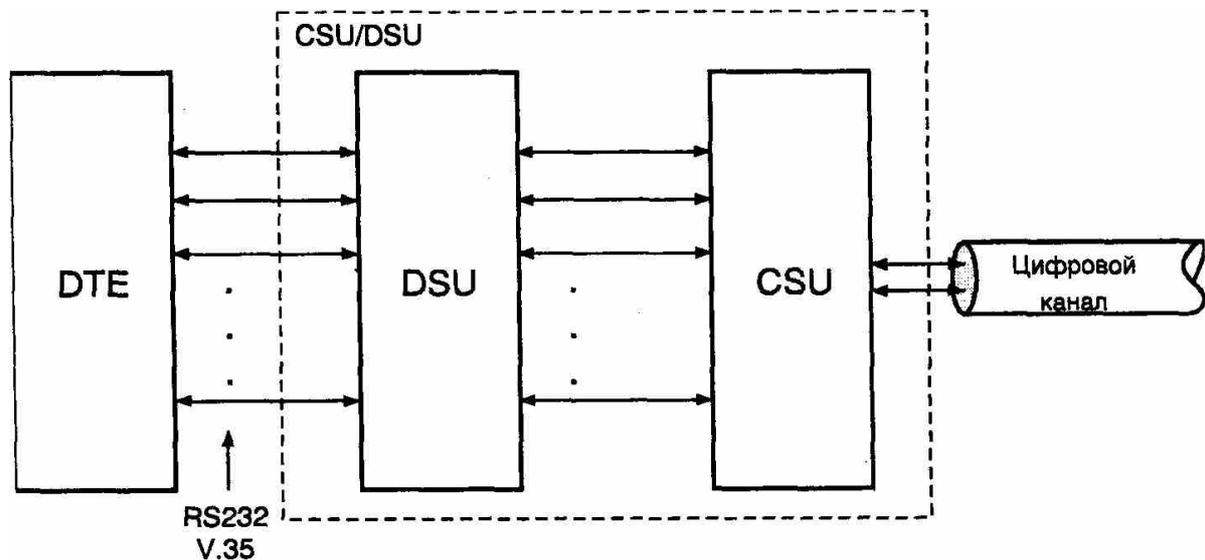


Рисунок 13 - Схема устройства CSU/DSU

Как уже отмечалось, для передачи данных по цифровым линиям требуется выполнить определенное преобразование исходной последовательности. Такое преобразование часто носит название линейного кодирования (кодирования для линии передачи). Рассмотрим подробнее для чего и как оно делается.

6 Линейное кодирование

Данные пользователя, поступающие от DTE, уже являются цифровыми, представленными в униполярном или биполярном коде без возврата к нулю — NRZ (NonReturn to Zero). При передаче данных на большие расстояния в коде NRZ возникают следующие проблемы:

- с течением времени нарастает постоянный ток, блокируемый некоторыми электрическими устройствами цифрового тракта, например, трансформаторами, что приводит к искажению передаваемых импульсов;
- изменение постоянного тока в цепи отрицательно сказывается на функционировании устройств, получающих питание из линии (репитеры или CSU);
- передача длинных серий нулей или единиц приводит к нарушению правильной работы устройств синхронизации;
- отсутствует возможность контроля возникающих ошибок на уровне физического канала.

Перечисленные проблемы решаются при помощи линейного кодирования. Параметры получаемого линейного сигнала должны быть согласованы с характеристикой используемой линии и отвечать ряду следующих требований:

- энергетический спектр линейного сигнала должен быть как можно уже. В нем должна отсутствовать постоянная составляющая, что позволяет повысить верность либо дальность передачи;
- структура линейного сигнала должна обеспечивать возможность выделения тактовой частоты на приемной стороне;
- необходимо обеспечить возможность постоянного контроля ошибок на уровне физической линии;
- линейный код должен иметь достаточно простую техническую реализацию.

Формирование требуемого энергетического спектра может быть осуществлено соответствующим изменением структуры импульсной последовательности и выбором нужной формы импульсов. Например, даже сокращение длительности импульсов в два раза (биимпульсный код с возвратом к нулю, RZ) вдвое уменьшает уровень постоянной составляющей и увеличивает уровень тактовой составляющей в спектре такого сигнала.

Различают неалфавитные (1В1Т) и алфавитные (mВnТ) коды (В — двоичное, Т — троичное основание кода). При $m > n$ скорость передачи снижается. Предельной помехоустойчивостью обла-

дают сигналы, элементы которых равны, но противоположны по полярности. Примеры наиболее популярных линейных кодов приведены на рисунке 14.

Квазитроичный сигнал с чередованием полярности импульсов АМІ (Alternate Mark Inversion) получают из двоичного в результате преобразования, при котором нули исходного двоичного кода передаются импульсами нулевой амплитуды, а единицы — импульсами чередующейся полярности и вдвое меньшей длительности. Сигналы с кодом АМІ требуют отдельной регенерации положительных и отрицательных импульсов (рисунок 15) при их восстановлении в приемниках и репитерах. Информация о синхронизирующем сигнале, как правило, выделяется после выпрямления квазитроичного сигнала в резонансном устройстве синхронизации. Недостатком кода АМІ является то, что при появлении в информационной последовательности серий «нулей» резко снижается уровень синхронизирующей составляющей сигнала, что приводит к срыву синхронизации.

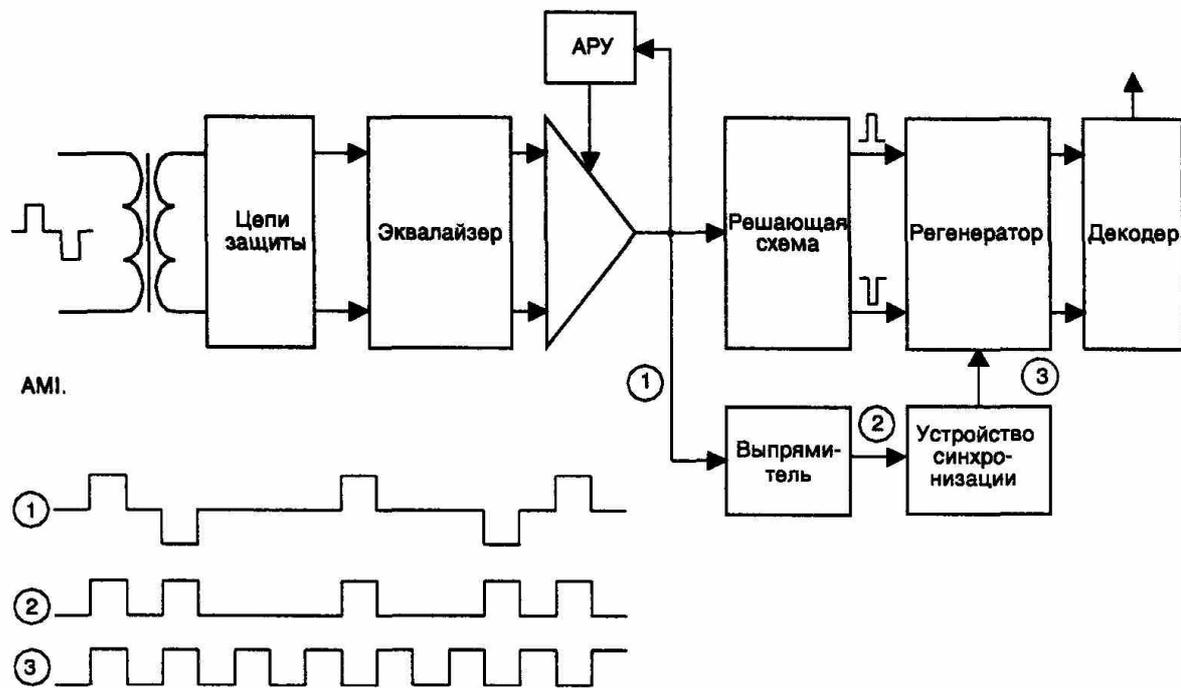


Рисунок 14 - Примеры кодирования линейными кодами

Наиболее широкое распространение получили двухуровневые линейные коды с удвоением скорости передачи класса 1 В2В (преобразование группы из одного двухуровневого символа в группу из двух двухуровневых символов), обладающие высокой помехозащищенностью, простотой преобразования и выделения тактовой частоты. Однако частота следования импульсов таких кодов, а следовательно, и требуемая полоса частот передачи вдвое превышает частоту следования исходной двоичной последовательности. К таким кодам относятся коды Манчестер, DMI, CMI, NEW, код «Миллера» (M), M, код отечественного стыка С1-И (С1-ФЛ-БИ) и ряд других менее популярных.

Код «Манчестер» характеризуется однозначным соответствием последовательности чередования импульсов внутри тактового интервала. А именно, «1» исходного цифрового сигнала передается нулевым импульсом в первом полутаковом интервале и единичным — во втором. Для символа «0» принимается обратный порядок чередования импульсов (биимпульс «10»). Аналогичный код, в котором символ «1» передается двоичной парой «10», а символ «0» — парой «01», называется кодом Манчестер-«11».

На стыке С1-И символу «1» входной информационной последовательности соответствует биимпульс 10 или 01, совпадающий с предыдущим, а символу «0» — биимпульс «10» или «01», инверсный по отношению к предыдущему биимпульсу. Другими словами, данный код является относительным, подобно тому, который используется при модуляции методом ОФМ. Относительное кодирование позволяет решить проблему неопределенности фазы биимпульса на приемной стороне. В результате этого стык С1-И не боится ошибок типа «зеркальный прием», или «обратная работа» (инверсия знаков) и переполюсовки контактов физической линии или используемых разъемов.

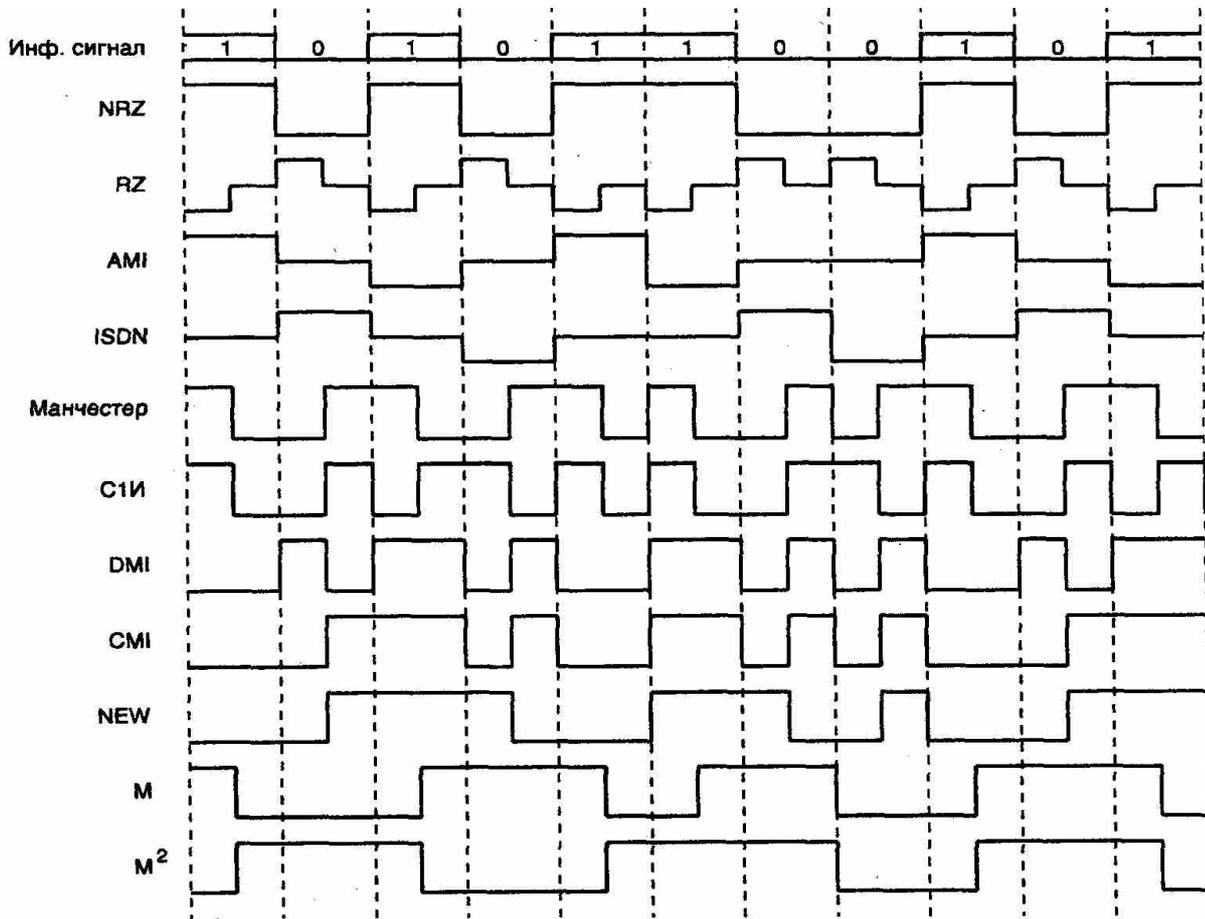


Рисунок 15 Приемник линейного сигнала в коде AMI

Энергетические спектры ряда линейных кодов приведены на рисунке 16, где f_t — тактовая частота следования исходных двоичных символов. Эти спектры позволяют судить о частотной эффективности и свойствах синхронизации наиболее популярных линейных кодов.

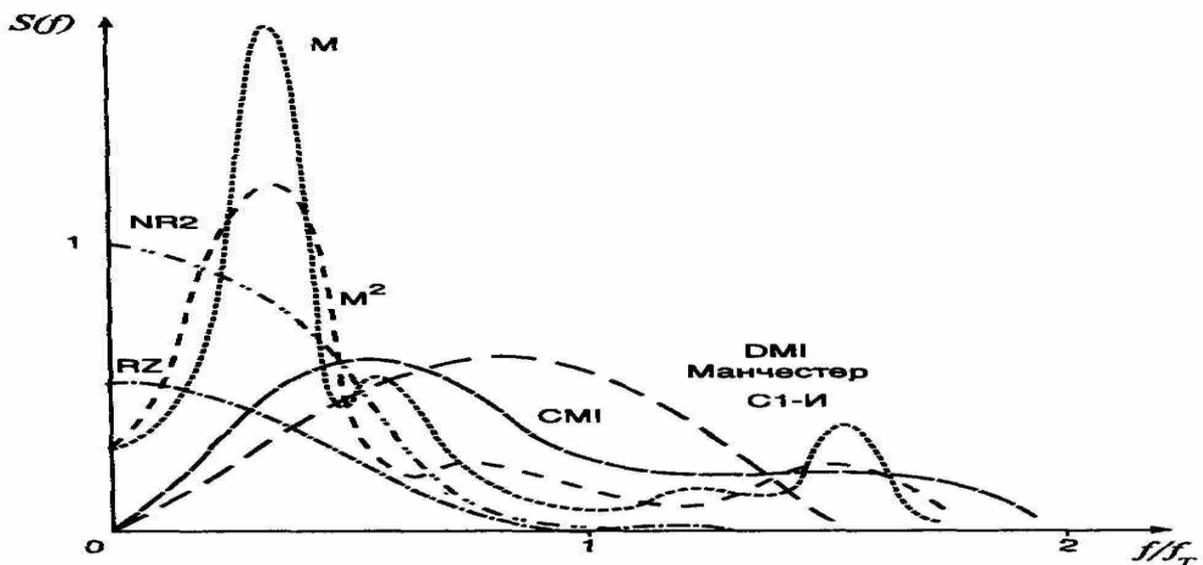


Рисунок 16 Нормированные энергетические спектры линейных сигналов

Контрольные вопросы

- 1 Приведите структурную схему модема и поясните назначение его блоков.
- 2 Структура синхронного модема и назначение его блоков.

- 3 Схема передатчика синхронного модема и назначение его блоков.
- 4 Схема приемника синхронного модема и назначение его блоков.
- 5 Что такое скремблирование и дескремблирование и схемы их включения в канал связи?
- 6 Эхо-подавление и методы борьбы с электрическим эхом.
- 7 Какие проблемы возникают при передаче данных на большие расстояния?

Лабораторная работа №2

Ударные и безударные способы печати

Цель работы: Изучение ударных и безударных способов печати: матричных, струйных принтеров и термопринтеры.

Задание на лабораторную работу:

изучить:

- классификация печатающих устройств;
- принципы работы ударных и безударных печатающих устройств;
- обобщенную структурную печатающих устройств;
- устройство и принцип работы:
 - а) струйных принтеров;
 - б) термопечатающих принтеров;
 - в) термопринтеров;
 - г) сублимационных принтеров;
 - д) принтеров с твёрдыми красителями.

Ход работы

1 Классификация печатающих устройств

Все печатающие устройства принято классифицировать по следующим основным признакам (Рисунок 1):

- принципу действия;
- формированию текста;
- формированию символа;
- способу печати;
- цветности;
- формату бумаги;
- быстродействию.



Рисунок 1 - Классификация печатающих устройств

2 Обобщенная структура печатающего устройства

Независимо от способа печати всем типам печатающих устройств присущи общие структурные и конструктивные особенности (рисунок 2).

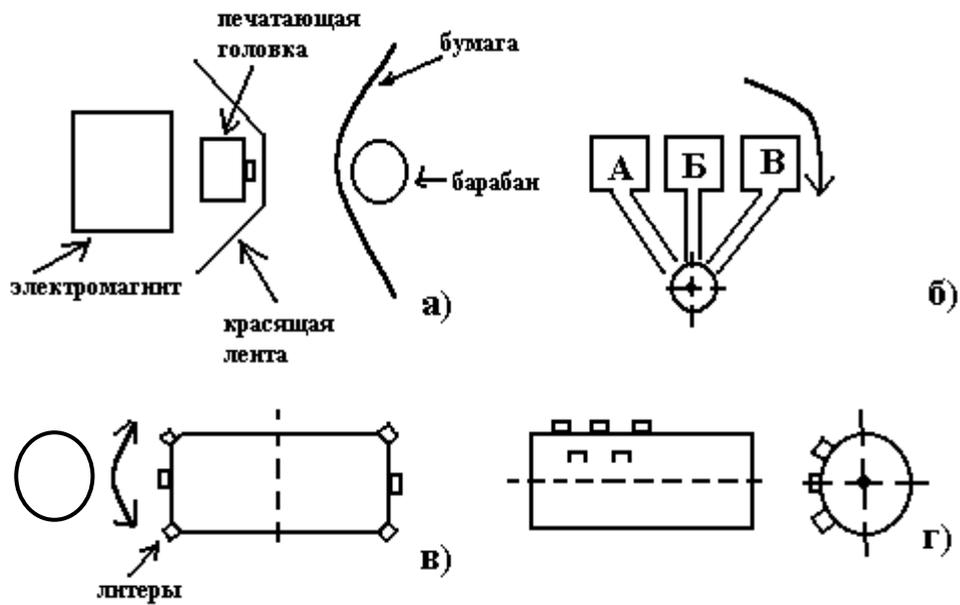


Рисунок 2 - Принципы действия ударных печатающих устройств: а) знаковосинтезирующий; б) с шрифтоносителем типа «Ромашка»; в) со сферическим шрифтоносителем; г) с шрифтоносителем барабанного типа

Матричные печатающие устройства оснащаются загружаемыми из ПЭВМ знакогенератором, куда пользователь может записать необходимые ему знаки. При этом обеспечивается прямая адресация к ударным элементам печатающей головки. Если матричные устройства знаковосинтезирующего типа, то они могут выводить и графическую информацию. Поэлементные описания графических изображений хранятся в ОЗУ блока управления печатью (рисунок 3).

Конструкция печатающей головки зависит от реализуемого принципа печати. Блок управления обеспечивает через интерфейс связь с ПЭВМ. ПЭВМ в соответствии с протоколом, осуществляет управление печатающей головкой и механизмом привода в соответствии с режимом печати и по-

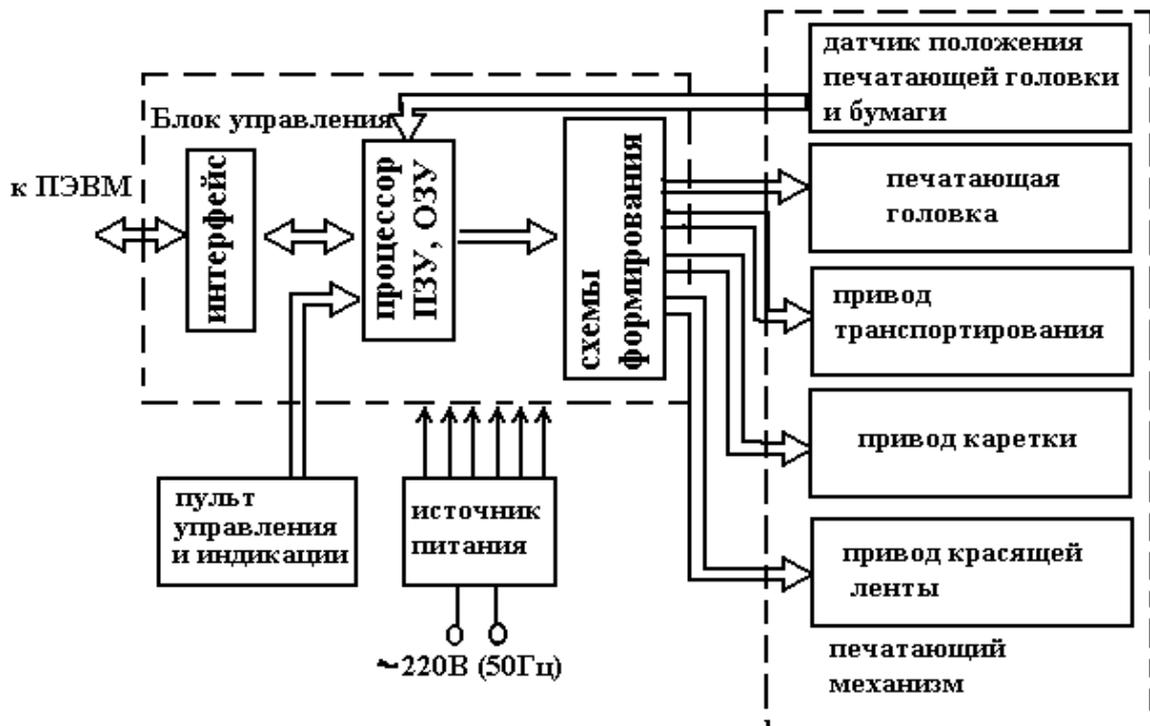


Рисунок 3 - Обобщённая структурная схема печатающего устройства

ступающими из ПЭВМ управляющими командами, а также взаимодействие с датчиками. В большинстве современных печатающих устройств основные функции в блоке управления выполняет микропроцессор по программе, записанной в ПЗУ. Постоянный знакогенератор находится в ПЗУ, а переменный знакогенератор, а также информация, поступающая из ПЭВМ, хранится в ОЗУ. Схемы формирования вырабатывают сигналы, обеспечивающие работу печатающего механизма.

3 Ударные печатающие устройства

Среди ударных печатающих устройств различают матричные последовательного типа (Рис. сунок.1).

Матричные принтеры

Принцип работы матричных печатающих устройств заключается в том, что требуемое изображение воспроизводится из набора отдельных точек, наносимых на бумагу тем или иным способом. Практически все печатающие устройства (за исключением страничных) могут быть ударными (impact) и безударными (non-impact). Принцип работы цветных ударных матричных принтеров заключается в том, что вертикальный ряд (или два ряда) игл «вколачивает» краситель с ленты прямо в бумагу. В отличие от обычных монохромных устройств, в последнем случае используется многоцветная лента. Система управления этих принтеров заботится не только о конкретной иголке, но и цвете ленты.

К недостатками ударных принтеров относятся:

- сильный шум, присущего всем ударным устройствам;
- невысокая скорость;
- небольшая палитра;
- невысокое качество изображения цветов

К достоинствам подобных устройств можно отнести:

- надежность;
- низкую стоимость страницы изображения;
- возможность печати на обычной бумаге.

Ударные цветные матричные принтеры в основном находят применение при выводе несложных изображений. Цена таких устройств относительно невысокая.

4 Безударные печатающие устройства

Печатающие устройства безударного действия разделяются на струйные, с термографическим способом печати и лазерные.

4.1 Струйные принтеры

Струйная технология печати является на сегодняшний день самой распространенной для реализации цветных устройств. Струйные чернильные принтеры подразделяются на устройства непрерывного (continuous drop, continuous jet) и дискретного (drop-on-demand) действия. Последние делятся на две категории: с нагреванием чернил («пузырьковая» технология bubble-jet или thermal ink-jet) и основанные на действии пьезо- эффекта (piezo).

Принцип действия устройства по технологии continuous jet основан на том, что струя чернил, постоянно испускаемая из сопла печатающей головки, направляется либо на бумагу (для нанесения изображения), либо в специальный приемник, откуда чернила снова попадают в общий резервуар. В рабочую камеру чернила подаются микронасосом, а элементом, задающим их движение, является, как правило, пьезодатчик.

При реализации bubble-jet-метода в каждом сопле печатающей головки находится маленький нагревательный элемент (например, тонкопленочный резистор). При пропускании тока через тонкопленочный резистор последний за несколько микросекунд нагревается до температуры около 500 градусов и отдает выделяемое тепло непосредственно окружающим его чернилам. При резком нагревании образуется чернильный паровой пузырь, который старается вытолкнуть через выходное отверстие сопла каплю жидких чернил. Поскольку при отключении тока тонкопленочный резистор также быстро остывает, паровой пузырь, уменьшаясь в размерах, «подсасывает» через входное отверстие сопла новую порцию чернил, которые занимают место «выстрелянной» капли.

Второй метод для управления соплом основан на действии диафрагмы, соединенной с пьезо-

электрическим элементом. Как известно, обратный пьезоэффект заключается в деформации пьезокристалла под воздействием электрического поля. Изменение размеров пьезоэлемента, расположенного сбоку выходного отверстия сопла и связанного с диафрагмой, приводит к выбрасыванию капли и приливу через входное отверстие новой порции чернил. Четкость в этом случае повышается в основном для монохромных изображений.

Сопла (канальные отверстия) на печатающей головке струйных принтеров, через которые разбрызгиваются чернила, соответствуют «ударным» иглам матричных принтеров. Поскольку размер каждого сопла существенно меньше диаметра иглы, а количество сопел может быть больше, то получаемое изображение теоретически должно быть в этом случае четче. Много зависит от качества используемой бумаги, так как чернила могут просачиваться, растекаться и смешиваться до высыхания. Это приводит к снижению яркости, а также к изменению цветности изображения.

Струйные принтеры с электростатическим управлением

Для струйных печатающих устройств (рисунок 4) печатающая головка содержит несколько (обычно 12) капсул-эмиттеров, имеющих тонкие сопла. Внутри капсулы создается избыточное давление, и под действием волнового импульса производится дозирование, и выброс струи чернил через сопло. Капельки чернил заряжаются от источника высокого напряжения и под действием ускоряющего электрического поля направляются к валику, подающему бумагу и являющемуся одним из электродов. Входной сигнал модулирует поток капель аналогично модуляции электрического луча в ЭЛТ. Управление перемещением струи чернил по бумаге осуществляется с помощью отклоняющих пластин. Главным фактором при проектировании струйных печатающих устройств является обеспечение точности управления струей чернил и обеспечение вязкости красителя при заданном времени высыхания.

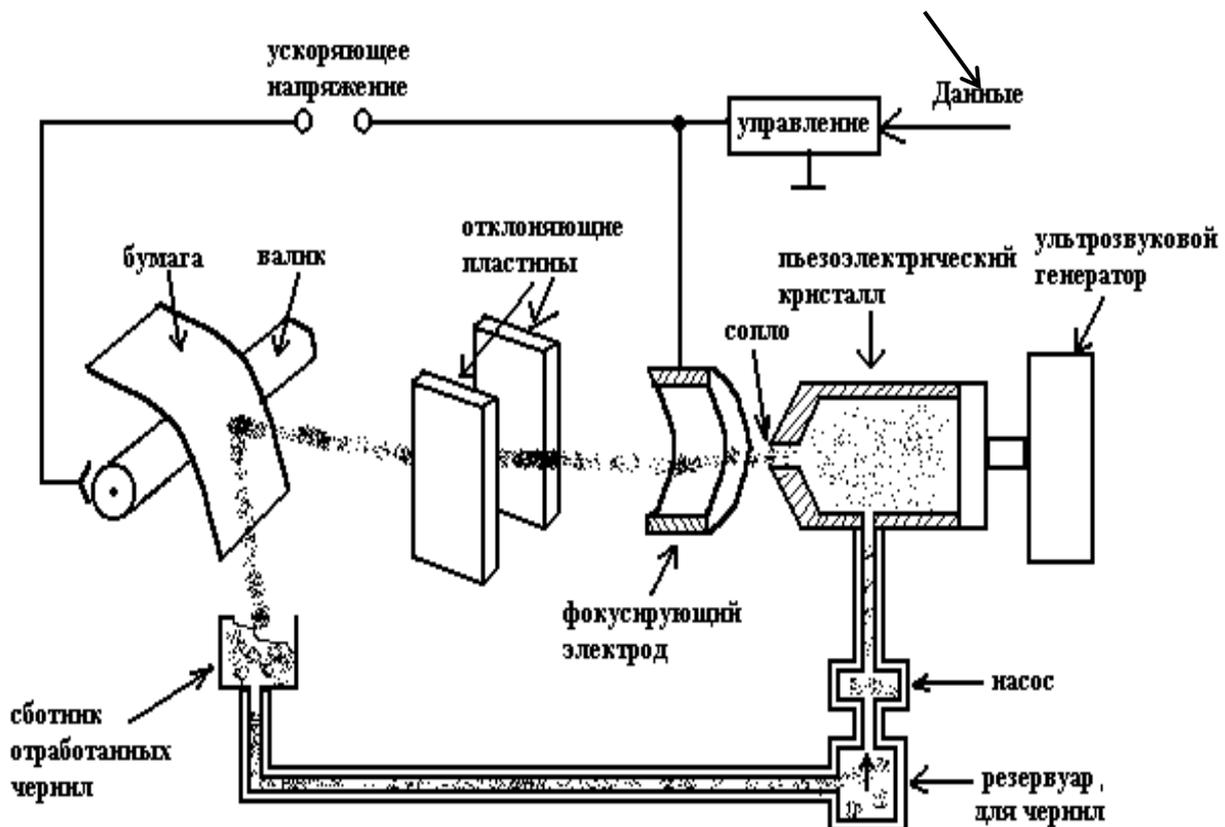


Рисунок 4 - Принцип действия чернильно-струйного принтера с электростатическим управлением

4.2 Термопечатающие принтеры

Символы высотой **H** и длиной **L** формируются в виде мозаики, путём воздействия в конкретной точке теплового импульса, полученного от точечного резисторного нагреваемого элемента. В термовосковых печатающих устройствах используются резиновые валики, покрытые слоем восковых чернил. Тепло, поступающее от печатающей головки, плавит воск, и отпечаток проявляет

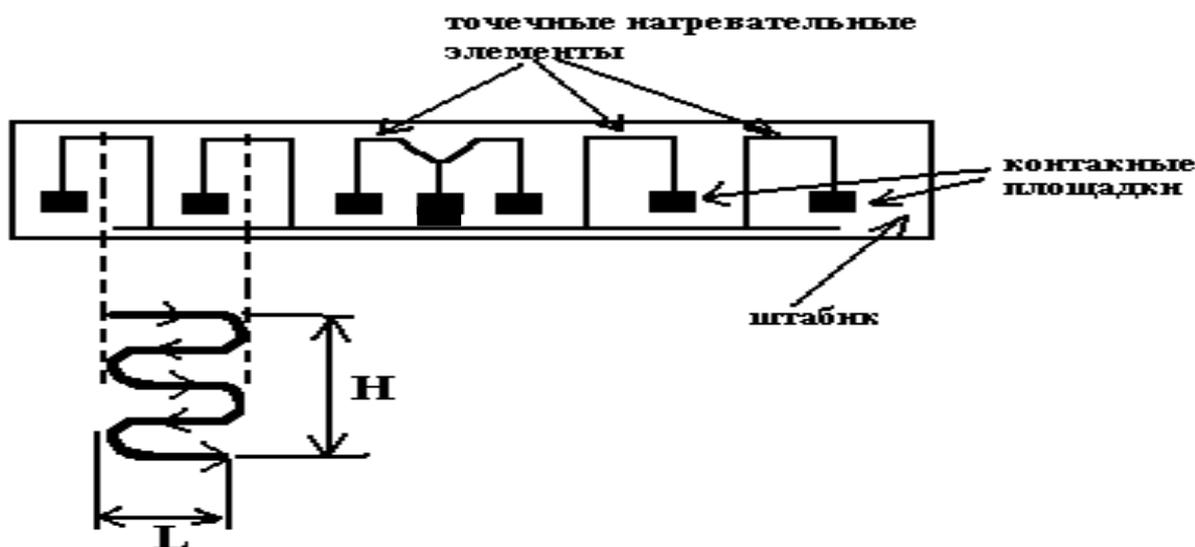


Рисунок 5 - Устройство термопечатающей головки

ся на бумаге. Эта технология даёт самые сочные, многоцветные и чёткие изображения. Перенос цветного изображения на обычную, а не на специальную бумагу осуществляется при термодиффузионном способе печати.

4.3 Термопринтеры

Принцип работы принтера с термопереносом состоит в том, что термопластичное красящее вещество, нанесенное на тонкой подложке, попадает на бумагу именно в том месте, где нагревательными элементами (аналогами сопел и игл) печатающей головки обеспечивается температура порядка 70-80 градусов.

Достоинства этого способа:

- простота аппаратной реализации;
- практически бесшумную работу.
- принтеры с термопереносом - достаточно надежные устройства, которые не требуют сложного обслуживания и могут воспроизводить цветное изображение (до 16,7 миллионов цветов) как на пленке, так и на бумаге, с разрешающей способностью 200-300 dpi (точек на дюйм).

Недостатки:

- для нанесения цветного изображения требуется три или четыре прохода: по одному для первичных цветов и один в случае использования отдельного черного цвета, что соответственно увеличивает время печати;
- требуется специальная бумага;
- стоимость выведенной страницы с изображением, дороже, чем для струйных принтеров;
- небольшая скорость печати (1-2 страницы в минуту).

4.4 Сублимационные принтеры

Еще один класс цветных печатающих устройств - так называемые принтеры с термосублимацией. Эта технология наиболее близка к технологии термопереноса, только элементы печатающей головки нагреваются в данном случае уже до температуры около 400 градусов.

Под сублимацией понимают переход вещества из твердого состояния в газообразное минуя стадию жидкости (например, кристаллы йода сублимируют при нагревании). Таким образом, порция красителя сублимирует с подложки и осаждается на бумаге или ином носителе. В принтерах с термосублимацией красителя имеется возможность точного определения необходимого количества красителя, переносимого на бумагу (например, 19% cyan, 65% magenta, 34% yellow). Комбинацией цветов красителей можно подобрать практически любую цветовую палитру.

Данная технология используется только для цветной печати, а реализующие ее устройства обычно относятся к классу «high end». К их основным достоинствам относится:

- практически фотографическое качество получаемого изображения;

- широкая гамма оттенков цветов без использования растривания.

К недостаткам относится высокая стоимость каждой копии изображения (более доллара за страницу).

4.5 Твердоскрасочные принтеры

Принтеры, использующие данную технологию, называются также принтерами с твердым красителем. Принцип работы таких устройств состоит в следующем. Восковые стерженьки для каждого первичного цвета красителя постепенно расплавляются специальным нагревательным элементом при температуре около 90 градусов и попадают в отдельные резервуары.

Расплавленные красители подаются специальным насосом в печатающую головку, работающую обычно на основе пьезоэффекта. Капли воскообразного красителя на бумаге застывают практически мгновенно, но обеспечивают необходимое с ней сцепление.

Достоинства:

- в отличие от обычной технологии liquid ink-jet, в данном случае не происходит ни просачивания, ни растекания, ни смешения красителей;
- возможность работы с любой бумагой;
- высокое качество цветопередачи;
- возможность двусторонней печати;
- невысокая стоимость печати одной страницы.

Недостатком является невысокая скорость печати (около 2 страниц в минуту).

Контрольные вопросы:

- 1 Поясните назначение основных блоков обобщенной структурной схемы печатающего устройства?
- 2 Классификация печатающих устройств.
- 3 Бездарные печатающие устройства.
- 4 Принципы действия ударных печатающих устройств и их структурные схемы.
- 5 Принцип работы струйных принтеров.
- 6 Принцип действия чернильно-струйных принтеров с электростатическим управлением.
- 7 Устройство термопечатающей головки.
- 8 Принцип работы принтера с термопереносом.
- 9 Принцип работы сублимационные принтеров, их достоинства и недостатки.
- 10 Принцип работы твердоскрасочных принтеров, их достоинства и недостатки.

Лабораторная работа №3

Лазерные и светодиодные принтеры

Цель: Изучение устройства и принципов работы лазерных и светодиодных принтеров.

Задание на лабораторную работу:

изучить:

- устройство и принцип работы лазерных и светодиодных принтеров с монохромной печатью;
- устройство и принцип работы цветных лазерных и светодиодных принтеров
- устройство и принцип работы светодиодной линейки.

Ход работы

1 Принцип работы лазерных принтеров

В основе работы лазерных принтеров лежит принцип сухого электростатического переноса (рисунок 1). Принцип работы заключается в следующем: источник света светит на предварительно заряженную поверхность светочувствительного вала (фотобарабана, фотовала). На тех местах, на которые попал свет, меняется заряд и к этим местам притягивается тонер. Затем этот тонер переносится за счёт электростатики на бумагу, на которой попадает в печку, где и закрепляется, под действием высокой температуры и давления. Отпечатки, сделанные таким способом, не боятся влаги, устойчивы к истиранию и выцветанию. Качество такого изображения довольно высокое.

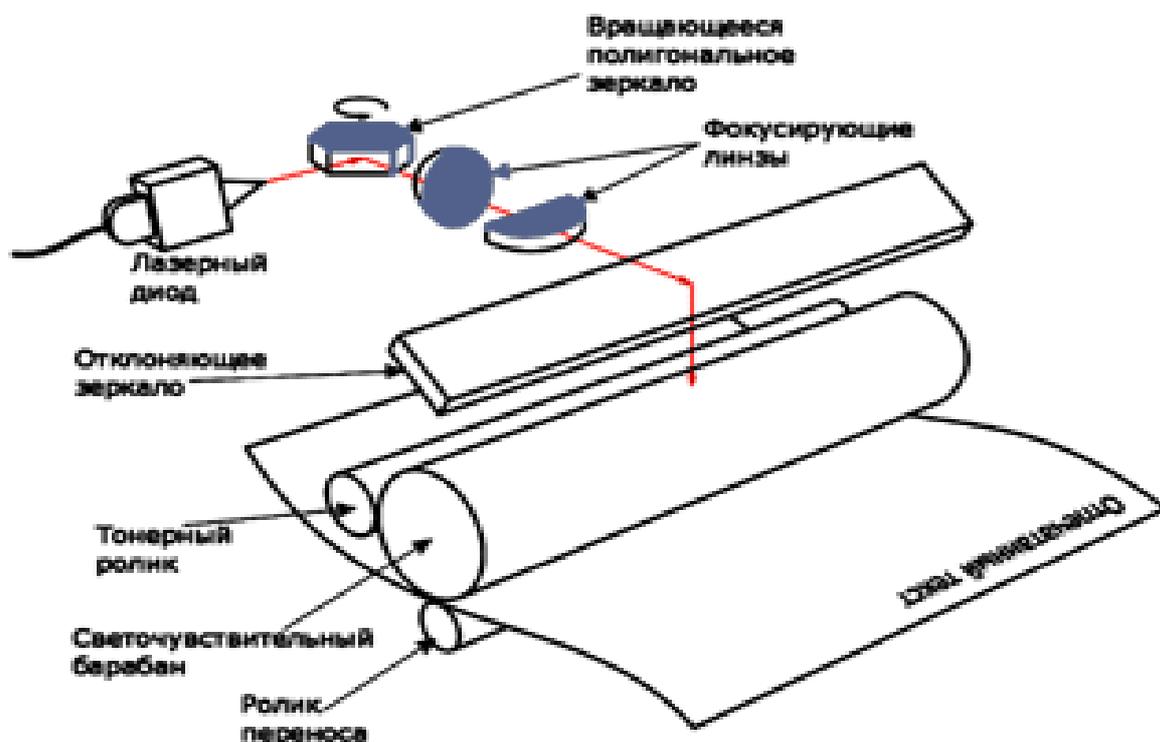


Рисунок 1

Источники света, которые используются в устройствах с технологией сухого электростатического переноса, бывают разные. В самых первых устройствах это был свет лампы, отражённый от оригинала: именно таким образом делались и делаются до сих пор аналоговые копии. Однако позже появилась технология, в которой источником света стал луч лазера. Понятно, что принтеры, в которых стал использоваться этот принцип засветки светочувствительного вала, стали называться лазерными принтерами. Луч лазера, отражённый от быстро вращающегося многогранного зеркала (призмы), пробегающий строчку за строчкой по всей длине светочувствительного вала, прорисовывает

тем самым на нём последовательно, по мере его вращения, электростатическое изображение. На засвеченные участки потом притягивается тонер. Вращаясь дальше, светочувствительный барабан входит в соприкосновение с бумагой и за счёт напряжения переноса, подводимого к бумаге, посредством ролика переноса. Тонер переносится на бумагу, оставаясь притянутым к ней до тех пор, пока бумага с тонером на нём, не попадёт в узел термозакрепления (печку), где тонер будет вплавлен в бумагу, создав тем самым готовый отпечаток.

Альтернативным источником света, который засвечивает фотобарабан в современном принтере, является светодиодная линейка. Она состоит от 2,5 до 10 тысяч светодиодов, в зависимости от разрешения линейки, светодиодов, размещённых в ряд (образующих тем самым светодиодную линейку) вдоль всей длины светочувствительного вала. Засветка одной строки в светодиодном принтере происходит одновременно: по команде контроллера, те светодиоды, под которыми на светочувствительном валу должна появиться точка изображения, вспыхивают, остальные - нет. Ряды точек при вращении фотобарабана также формируют на нём электростатическое изображение, которое затем проявляется тонером и переносится на бумагу, где и закрепляется - точно так же, как описано выше для лазерной печати (рисунок 2).

Качество печати, получаемое на принтерах, использующих эти две технологии, практически идентично и сами отпечатки обладают одинаковыми потребительскими свойствами. Качество печати, получаемое на принтерах, использующих эти две технологии, практически идентично и сами отпечатки обладают одинаковыми потребительскими свойствами.

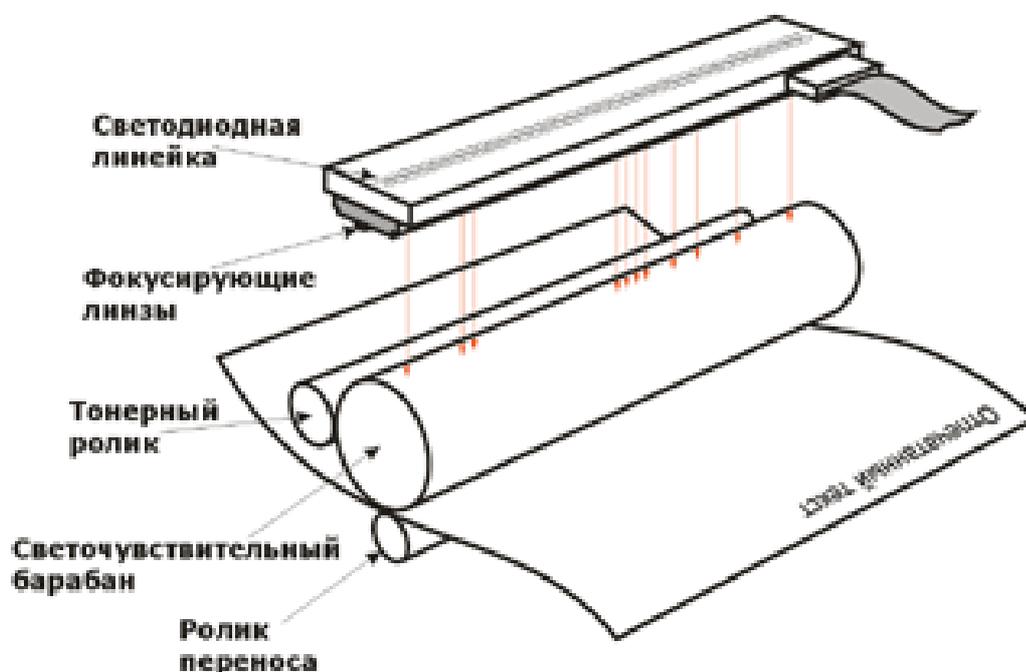


Рисунок 2

2 Принцип работы светодиодных принтеров

2.1 Подача бумаги

Процесс печати начинается с подачи бумаги, которая подаётся из лотка принтера при помощи **подающего ролика**. Он прижимается к пачке бумаги и вращаясь начинает сдвигать верх пачки в сторону механизма принтера. Верхний лист отделяется от остальной пачки при помощи т.н. **тормозной площадки**, называемой также **сепаратором**, которая останавливает движение всех остальных листов, подавая в принтер только один. Двигаясь дальше, лист попадает под ролик регистрации, где его передний край выравнивается. Производится это за счёт небольшой задержки вращения этого ролика, когда бумага, подаваемая непрерывно из лотка несколько "горбится" перед ним, пока он не вращается. Когда он начинает вращение, то захватывает передний край целиком и бумага продаётся в принтер равномерно.

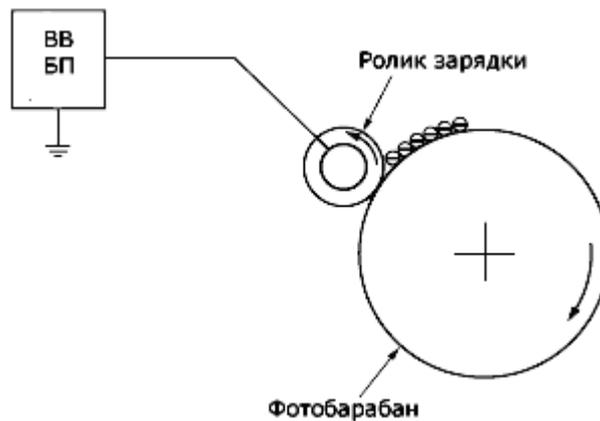


Рисунок 3

2.2 Зарядка фотовала

Одновременно с подачей бумаги начинается зарядка (рис 3) **светочувствительного вала (фотобарабана)**. Зарядка производится при помощи **Ролика зарядки (Charge Roller)**, на который подаётся постоянный отрицательный потенциал с **Высоковольтного Блока Питания (ВВБП)**. Поверхность светочувствительного вала получает постоянный отрицательный заряд по всей длине вала. Следует отметить, что именно процесс зарядки фотовала традиционно сопровождался активным выделением озона. Происходило это потому, что вместо ролика зарядки ранее использовался **коронатор** - тонкая нить, по которой проходил ток высокого напряжения, создающий коронный разряд (отсюда и название «**коронатор**») создавая заряд на фотобарабане. Параллельно с зарядом фотобарабана, нить коронатора ионизировала воздух, заставляя молекулы кислорода расщепляться, образуя в большом количестве озон. Полезный в малых дозах, в больших он вреден для здоровья, приводя к головокружению и утомляемости. На сегодня практически во всех принтерах коронатор заменён роликом зарядки (рисунок 4), при работе которого не образуется озон.

2.3 Засветка фотовала

Светодиодная линейка (или в случае с лазерными принтерами - сканирующий по длине фотовала **луч лазера**) освещает отрицательно заряженную поверхность фотобарабана. Места, которые должны быть засвечены на фотобарабане, определяются контроллером построения изображения. На тех местах, куда попадает луч света, отрицательный заряд снимается, становясь нулевым. Тем самым на поверхности фотобарабана создаётся электростатическое изображение будущего отпечатка.

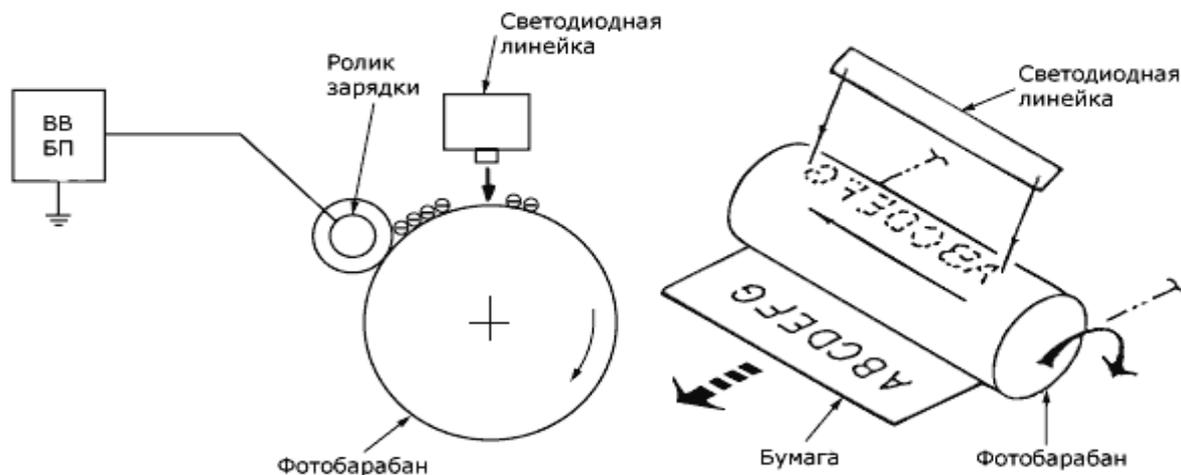


Рисунок 4

2.4 Проявление изображения

Отрицательно заряженный **ролик подачи тонера** придаёт тонеру отрицательный заряд и подаёт его (рисунок 5) на **ролик проявки**. **Дозирующее лезвие** распределяет его на этом ролике тон-

ким ровным слоем. После этого тонер входит в контакт с фотобарабаном и притягивается на него в тех местах, где отрицательный заряд был снят путём засветки. Тем самым электростатическое (невидимое) изображение преобразуется в видимое (проявляется). Притянутый к фотобарабану тонер движется на нём дальше, пока не приходит в соприкосновение с бумагой.

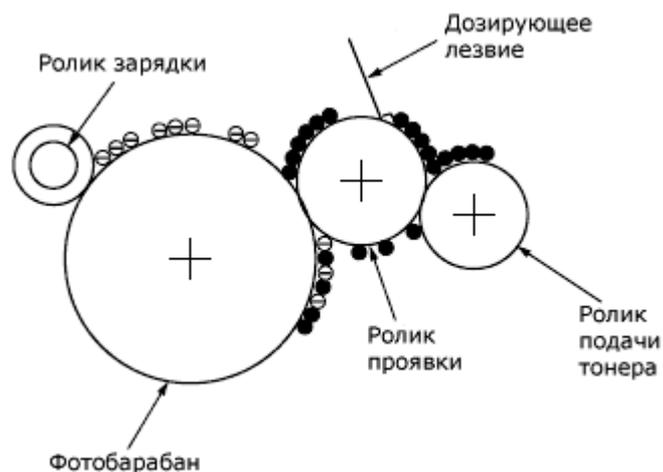


Рисунок 5

2.5 Перенос изображения на бумагу

В месте контакта фотобарабана с бумагой, под бумагой находится ещё один ролик, называемый **ролик переноса**. На него подаётся положительный заряд, который он сообщает и бумаге, с которой контактирует. Частицы тонера, войдя в соприкосновение с положительно заряженной бумагой, перетягиваются на неё и удерживаются на поверхности за счёт электростатики. Если в этот момент посмотреть на бумагу, на ней будет сформировано полностью готовое изображение, которое, однако можно легко разрушить, проведя по нему пальцем: изображение состоит из притянутого к бумаге порошка тонера, ничем другим, кроме электростатики, на бумаге не удерживаемое. Для получения финального отпечатка изображение необходимо закрепить.

2.6 Закрепление изображения на бумаге

Закрепляется изображение за счёт нагрева и давления. Происходит этот процесс в **печке (фьюзере)**. Она состоит из двух валов (рисунок 6) - верхний вал, внутри которого находится нагревательный элемент (обычно - галогенная лампа), называемый **термовалом** и нижний вал (**прижим**

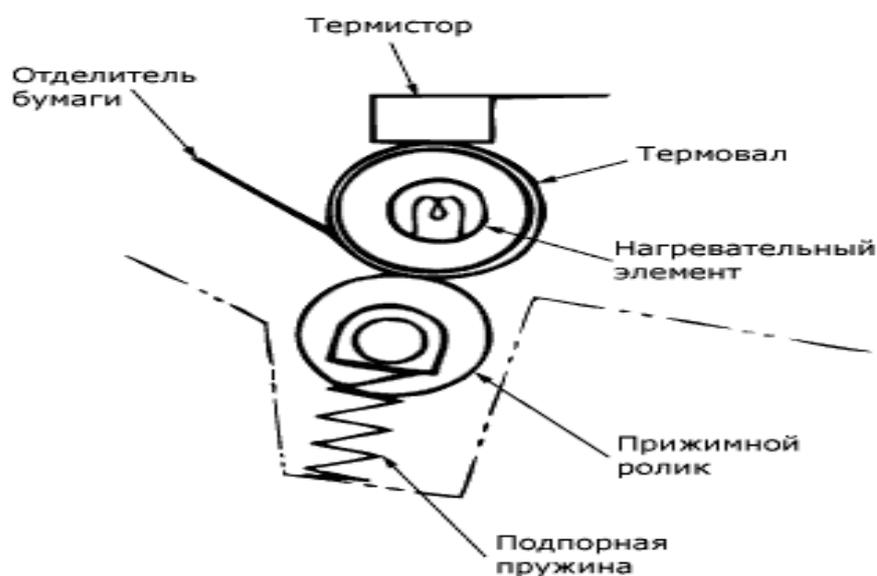


Рисунок 6

ной ролик), который прижимает бумагу к верхнему за счёт **подпорной пружины**. За температурой термовала следит **термодатчик (термистор)**. При нагреве бумаги тонер, притянутый к ней, расплавляется и в жидком виде вжимается в текстуру бумаги. Выйдя из печки тонер быстро застывает, что создаёт постоянное изображение, устойчивое к внешним воздействиям. Чтобы бумага, на которой нанесён тонер, не прилипла к термовалу, на нём выполнены отделители бумаги. Следует отметить, что термовал - не единственная реализация нагревателя. Альтернативой является печка, в которой используется термоплёнка: специальный гибкий материал с на нагревательными элементами в своей структуре. Преимущество печек с термоплёнкой состоит в том, что они очень быстро (практически сразу после включения принтера) выходят на рабочую температуру, в то время как печке с термовалами необходимо время, чтобы прогреться перед началом работы. С другой стороны, плёнка более подвержена повреждениям, в случае если внутрь печки попадёт твёрдый предмет.

2.7 Очистка фотобарабана

В процессе переноса не весь тонер, который должен был попасть на бумагу, в действительности на неё попадает. Часть тонера остаётся на поверхности фотобарабана. Для её очистки в светодиодных принтерах Оки существует специальный чистящий цикл (рисунок 7). Он выполняется после каждых 10 листов или принудительно запускается вручную пользователем. В процессе этого цикла, напряжение подаётся на специальный **ролик очистки** (находящийся ниже ролика заряда). Тонер перетягивается на этот ролик, а затем вновь возвращается на фотобарабан. На его поверхности он доходит до ролика проявки, на который на цикле очистки подаётся положительный потенциал, что заставляет тонер переходить на него и возвращаться в бункер со свежим тонером. Таким образом работает система рециркуляции, позволяющая повторно использовать тонер, который не попал на бумагу. Надо сказать, что это не самая распространённая схема. В большом количестве принтеров не используется рециркуляция. Вместо ролика очистки в картриджах таких принтеров стоит **чистящее лезвие** (Cleaning Blade), которое механически "срезает" остатки тонера с поверхности фотобарабана и отправляет их в специальный бункер сбора отработки - полость внутри картриджа, заизолированную от полости, где находится свежий тонер. У каждого из таких подходов есть плюсы и минусы. Плюсом картриджа с бункером отработки является то, что тонер, участвующий в печати, всегда чистый, свободный от мусора, который может попасть в него с бумаги. Плюсом картриджа с рециркуляцией является заметная (до 30%) экономия тонера. При использовании качественной бумаги больших проблем не возникает и с мусором, но если на бумаге экономить, наличие рециркуляции быстро приведёт к ухудшению качества печати за счёт загрязнения тонера и износа валов внутри картриджа.

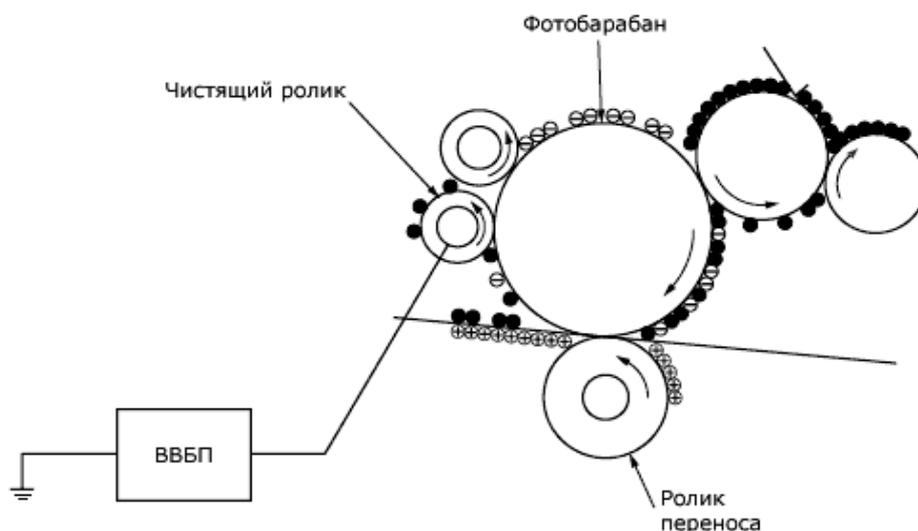


Рисунок 7

3 Цветная лазерная и светодиодная печать

Основные принципы построения изображения и перевода его с «языка цифр» в видимый отпечаток полностью аналогичны тому, как это происходит в чёрно-белых принтерах. Поэтому рас-

смотрим здесь только создание цветного изображения, используемые для этого элементы и технологические решения. Для создания цветного изображения принтер должен сформировать на бумаге 4 накладывающихся друг на друга изображения (рисунок 8), каждое из которых будет окрашено в свой цвет: голубой, пурпурный, жёлтый или чёрный. Это основные полиграфические цвета, участвующие в субтрактивной модели создания цветного изображения. Существуют два различных способа создания полноцветного изображения: многопроходная и однопроходная технология.

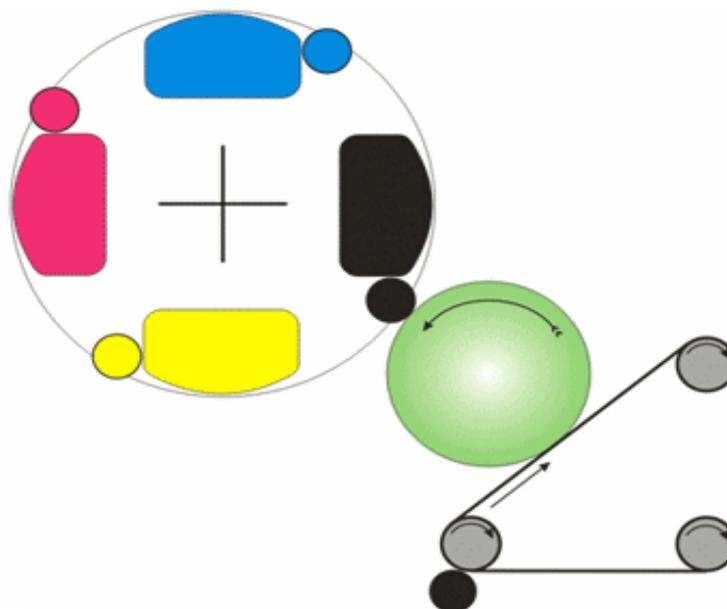


Рисунок 8

Многопроходная технология подразумевает наличие в принтере промежуточного носителя (т.н. ремня переноса изображения) на который на каждом из проходов попадает изображение своего цвета (Рисунок 8). После формирования всех четырёх изображений готовая полноцветная картинка переводится с ремня переноса на бумагу точно так же, как в рассмотренном выше чёрно-белом варианте на этапе пять. Такая технология очень хорошо отработана - принтеры и копировальные аппараты, использующие её, были самыми первыми полноцветными устройствами. На сегодня эта технология используется в основном в самых младших моделях цветных лазерных принтеров, что позволяет делать их весьма дешёвыми. Одним из основных недостатков такой технологии считается достаточно низкая скорость цветной печати (для формирования полноцветного изображения, как хорошо видно на анимации слева, механизм принтера вынужден совершить четыре рабочих хода). Кроме того, в силу достаточно большого количества подвижных элементов внутри принтера, при работе такого механизма создаётся много шума (особый вклад в это вносит вращающийся револьвер с тонер-картриджами).

Скорость чёрно-белой печати таких принтеров обычно приближается к скорости печати хороших сетевых принтеров, а себестоимость чёрно-белой печати практически равна себестоимости печати на обычном чёрно-белом принтере. Необходимо обратить внимание, что ресурс фотобарабана и ремня переноса изображений для многопроходных принтеров обычно заявляются для чёрно-белых отпечатков. При цветной печати заявленный ресурс надо делить на четыре.

Однопроходная печать (рисунок 9) подразумевает наличие в принтере четырёх печатных механизмов, расположенных в ряд (тандемный тип) и создающих полноцветное изображение непосредственно на бумаге за один проход. Бумага движется на транспортном ремне через принтер и проходит последовательно под каждым из четырёх цветных фотобарабанов, с которых на неё переносится тонер, в результате чего за один проход создаётся полностью сформированное цветное изображение. Такой способ формирования изображения позволяет достигать весьма высокой скорости цветной печати, в 3-4 раза превышающей скорость печати многопроходных принтеров (что очевидно). Скорость чёрно-белой печати при этом также весьма высока. При чёрно-белой печати пе-

чатные барабаны цветов С,М и Y поднимаются над поверхностью бумаги и не принимают участия в создании изображения, благодаря чему их ресурс при чёрно-белой печати не расходуется. А чёрный барабан имеет возможность вращаться быстрее, так как отсутствуют дополнительные потребители энергии в виде трёх других фотобарабанов. Благодаря прямому маршруту прохождения бумаги появляется возможность использовать носители достаточно большой плотности, а кроме того, в силу отсутствия промежуточных носителей, можно использовать материалы превышающие стандартную длину: в частности печатать на баннерах длиной до 1.2 метра! Однопроходная технология цветной печати (рис 10), впервые реализованная на бюджетных цветных принтерах именно фирмой ОКИ (модель OKIPAGE 8с, появившаяся в начале 1998 года), стала возможной в основном благодаря тому, что для засветки фотобарабанов используются компактные светодиодные линейки, а не громоздкие оптико-механические лазерные системы. Однако, для достижения быстрой цветной печати, сегодня однопроходная технология используется в цветных принтерах многих производителей (хотя далеко не для всех очевидно, что скорость печати вообще является важным фактором для цветных принтеров).

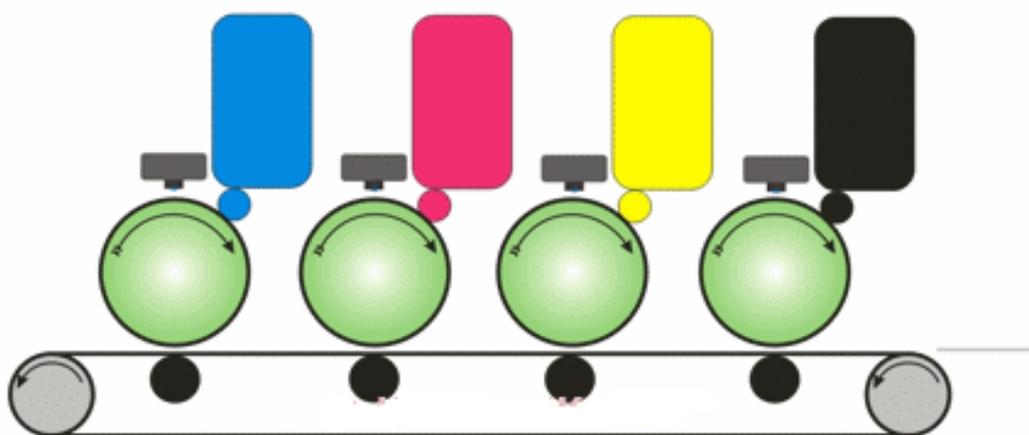


Рисунок 9

Но реализация часто отличается от изложенной выше. На рисунке 10 приведён один из примеров (применяется в принтерах Konica-Minolta и Xerox). Для печати используется печатный картридж, в котором содержится три вала, два из которых формируют промежуточное двух-цветное изображение. На третьем валу изображения с двух валов складываются и формируют полноценное цветное изображение, которое наносится на бумаги и закрепляется в печке. Для засветки фотобарабанов

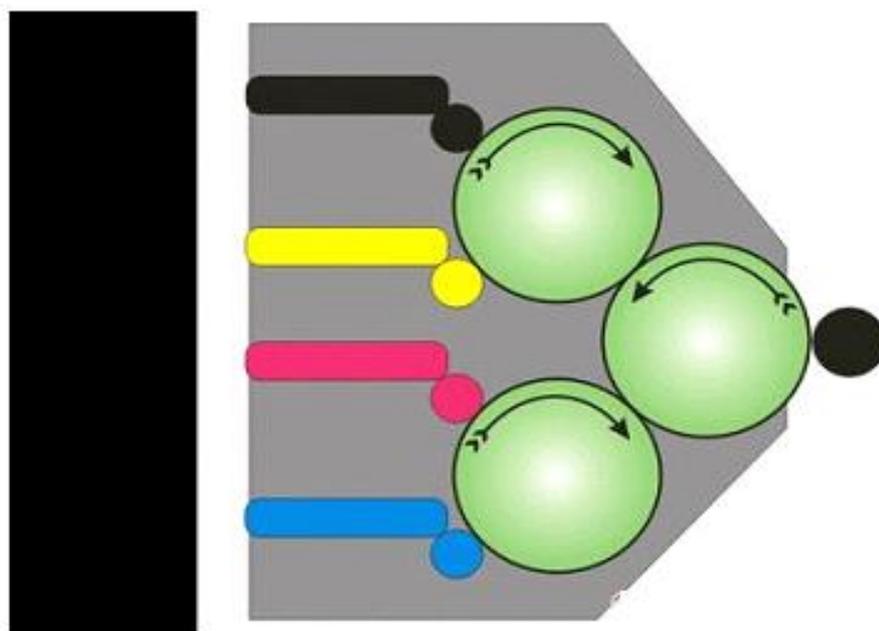


Рисунок 10

используется остроумная система разделения лазерных лучей, имеющая фирменное название у каждого из производителей. Очевидным недостатком такой системы является невозможность экономии ресурса неиспользуемых валов при чёрно-белой печати: ведь все 3 вала всегда будут находиться во взаимном соприкосновении и постоянно вращаться вне зависимости от того, цветное изображение создаёт принтер или чёрно-белое. С другой стороны принтеры, использующие такой метод формирования изображения, являются весьма компактными и у них удобно реализован доступ к расходным материалам. Да и печатный картридж всего один вместо четырёх, как в рассмотренном выше варианте. Следует отметить, что расходными материалами для цветных принтеров являются четыре тонера (по цветам СМΥК), которые устанавливаются в принтер по отдельности; фотобарабан или фотобарабаны (для однопроходной печати), ремень переноса для многопроходного принтера и транспортный ремень в однопроходных принтерах, а также печка. Часто производители не заявляют печку в качестве расходного материала, но обычно её ресурс заметно ниже ресурса самого принтера и пользователю рано или поздно нужно будет её заменить. Лёгкость замены и отсутствие необходимости производить замену при помощи сервисного инженера может являться заметным преимуществом. В отличие от чёрно-белых принтеров, в цветных не может быть применена **система рециркуляции тонера**, потому как в процессе работы тем или иным образом тонер одного цвета может попасть в зону картриджа другого цвета. Если при этом он будет отправлен в систему рециркуляции, то цвет его будет отличаться от чистого и создать нормальное изображение будет невозможно. Поэтому в цветных принтерах **всегда** используется сброс отработанного тонера в бункер и его последующая утилизация. Бункер при этом может быть организован как в качестве отдельной ёмкости (которую можно либо заменить, как рекомендовано, либо просто опорожнить, как чаще всего и делают), так и в виде заизолированной полости непосредственно в тонер-картридже.

4 Устройство и принцип работы светодиодной линейки

Светодиодная (LED - от Light Emitting Diode) линейка является источником света, засвечивающим поверхность фотобарабана в светодиодных принтерах. По своей сути она является альтернативой лазеру с оптической системой развёртки в классическом лазерном принтере и полностью заменяет его функцию, не меняя технологии электрографии. Светодиодная линейка (рисунок 11) состоит из набора отдельных источников света - светодиодов, размещённых на текстолитовой плате. На одном дюйме светодиодной линейки может размещаться 300, 600 или 1200 отдельных светодиодов, что будет определять разрешающую способность принтера, в котором такая светодиодная линейка используется.

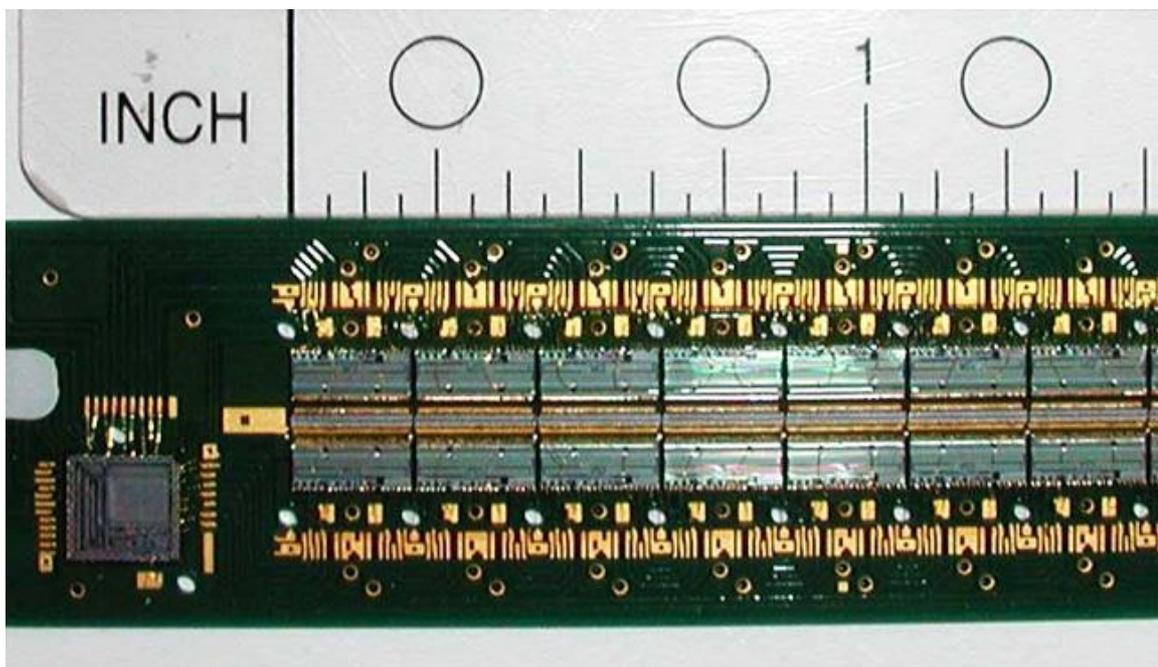


Рисунок 11

Свет от источников проходит через линзы, собранные в 2 ряда (Рисунок 12).



Рисунок 12

Линзы (рисунок 13) представляют собой семимиллиметровые отрезки оптоволокна. Каждый из таких отрезков проводит через себя свет от нескольких источников, при этом свет проходит через линзу по спирали и попадает всегда на строго определённое место фотобарабана.

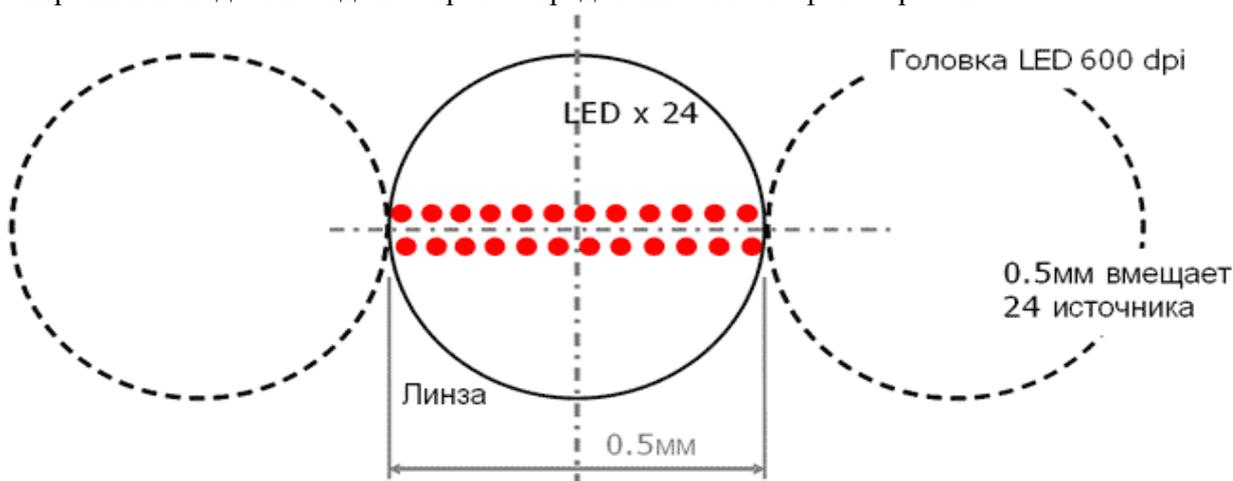


Рисунок 13

Важным параметром является правильное фокусное расстояние (рисунок 14) от торца линзы до поверхности фотобарабана. Если оно не выдержано, то изображение на отпечатке будет размытым. Для обеспечения необходимого расстояния в цветных светодиодных принтерах используются специальные прецизионные фокусирующие вставки (рисунок 15), одним краем опирающиеся на поверхность фотобарабана, а другим - на регулировочный эксцентрик, размещённый на корпусе светодиодной линейки.

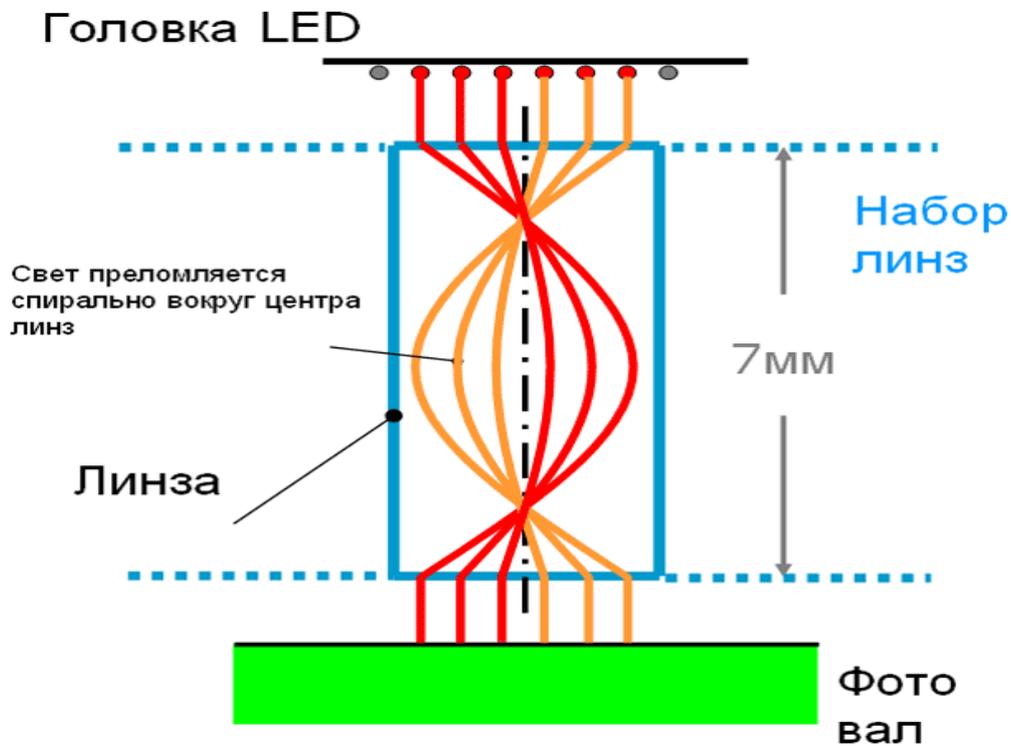


Рисунок 14

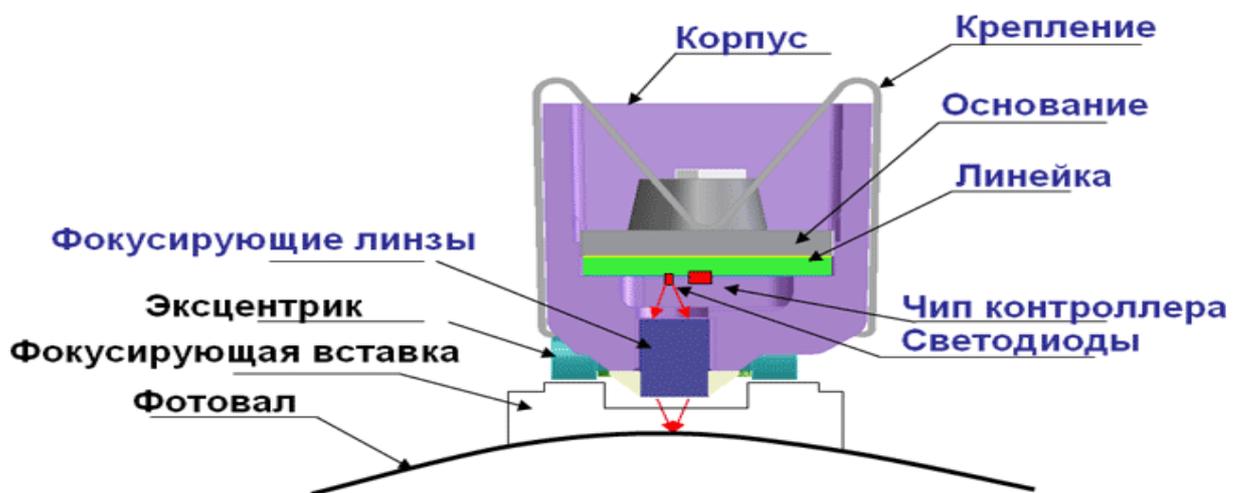


Рисунок 15

Контрольные вопросы

- 1 Принцип работы светодиодного принтера.
- 2 Принцип работы лазерного принтера.
- 3 Различия лазерного и светодиодного способа печати.
- 4 Расскажите основные этапы печати.
- 5 Многопроходная технология.
- 6 Однопроходная печать.
- 7 Устройство светодиодной линейки.
- 8 Назначение и принцип работы фотовала.
- 9 Назначение ролика переноса.
- 10 Устройство и принцип работы линз.
- 11 Интерфейсы подключения принтеров.

Лабораторная работа №4

Планшет дигитайзера

Цель работы: Изучение устройства и принципа работы планшета полуавтоматического устройства ввода графической информации и его основных характеристик.

Задание на лабораторную работу:

изучить:

- назначение планшета;
- характеристики планшета;
- структурная схема планшета;
- принцип работы планшета.

Ход работы

1 Назначение планшета

Планшет предназначен для полуавтоматического преобразования графического изображения (чертеж, схема, диаграмма и т.д.), представленного на бумажном или пленочном (неметаллизированном) носителе, в цифровую форму для последующего ввода в ЭВМ или записи на магнитный носитель. Цифровая форма представления графического изображения - это последовательность (таблица) координат выделяемых оператором характерных точек изображения. Процесс преобразования состоит из следующих четырех этапов:

- поиск характерных точек изображения на исходном носителе;
- выделение элемента (в простейшем случае точки), подлежащего кодированию;
- преобразование координат элемента в цифровой код;
- передача описания в ЭВМ.

В полуавтоматических устройствах первые два этапа выполняются оператором, причем выделение элемента изображения выполняется им с помощью указателя координат - визира (Мыши), которым производится выделение отдельной точки или элемента. Последние два этапа выполняются автоматически.

2 Характеристики планшета

Планшет работает в непрерывном инкрементальном режиме, т.е. каждое текущее, положение “мыши” представляется своим цифровым кодом. Основными характеристиками планшета являются:

- размер и граничные точки чувствительного поля;
- точность (ошибка) с которой исходная графическая информация может быть введена в машину;
- скорость ввода информации.

При оценке точности планшета следует различать погрешность собственно планшета и ошибки, вызванные работой оператора.

Минимальная погрешность планшета равна его и неинструментальной погрешности.

Аналогично обстоит дело и со скоростью ввода информации.

3 Структурная схема планшета

Структурная схема дисплейного планшета приведена на рисунке 1. Дисплейный планшет состоит из следующего:

- рабочее поле, представляющее собой систему ортогональных шин;
- блок коммутации шин, содержащий ряд вентилях по координатам X и Y;
- дешифраторы, управляющие последовательностью выборки возбуждаемых координатных шин, и логические ключи;
- генератор импульсов, вырабатывающий последовательность импульсов с частотой 8 МГц;
- счетчик-делитель частоты, вырабатывающий все необходимые частоты импульсов для работы дисплейного планшета;

- индуктивный курсор для съема координат, представляющий собой катушку индуктивности, в которой происходит преобразование магнитной составляющей поля, возбужденного переменным электрическим током шин, в электрический измерительный сигнал;
- усилитель, усиливающий слабый сигнал в съемнике;
- фазовый детектор, выделяющий огибающую измерительного сигнала;
- усилитель-ограничитель;
- двухпороговый компаратор;
- формирователь сигналов;
- регистры X и Y в которые заносятся значения кода координат X и Y;
- микропроцессорный блок обработки информации, который осуществляет преобразование координат, считанных с регистров X и Y, и передает их на индикацию, в двоичном коде в ЦП или другое периферийное устройство, например, накопитель на магнитной ленте.

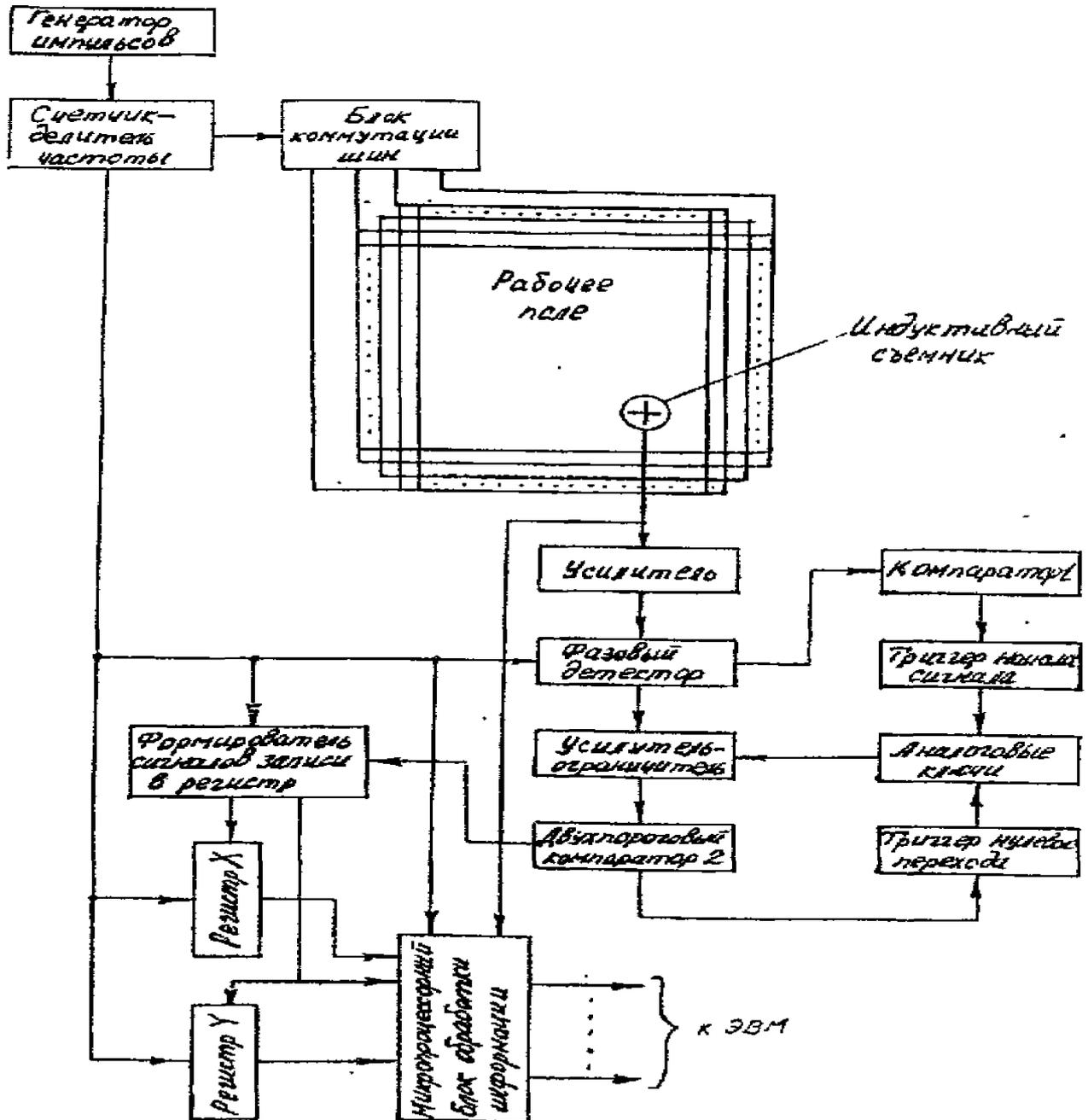


Рис. 1

4 Принцип работы планшета

Изучаемый планшет относится к устройствам сеточного типа. Рабочее поле планшета покрывается сеткой ортогональных проводников (шин) в направлении осей координат (рисунок 2).

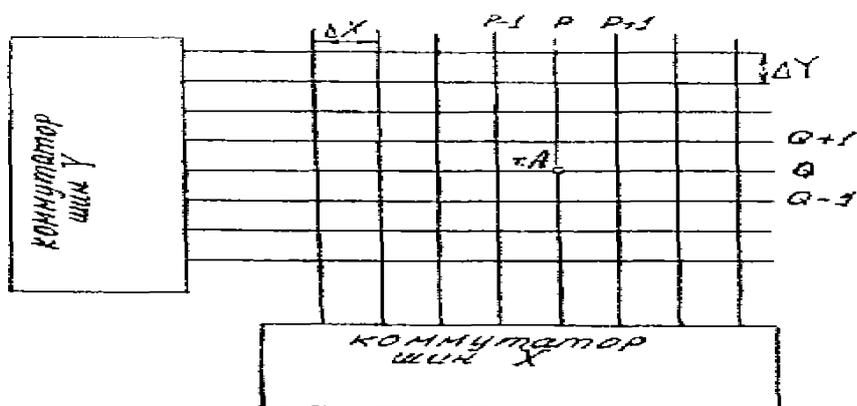


Рис. 2

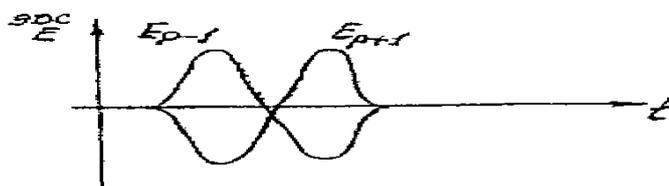


Рис. 3

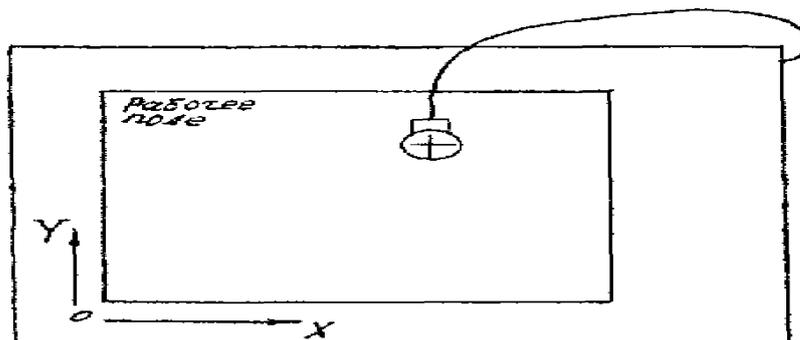


Рис. 4

Т
аким об-
разом,
все поле разбивается на прямоугольные ячейки размером $dX * dY$ где dX и dY - расстояния между соседними проводниками вдоль координатных осей. Координаты указанной на поле планшета точки могут быть отнесены с точностью $0,5 dX$ ($0,5 dY$) к соответствующей шине. Предположим, некоторая точка $A(X, Y)$ находится вблизи вертикальной шины с номером P и горизонтальной шины с номером Q . При описанном методе измерения координаты принимают значения:

$$X = P * dX, Y = Q * dY.$$

Таким образом, измерение координат точки можно свести к определению номеров шин P и Q , вблизи которых она указана. Величины dX и dY могут рассматриваться как масштабные коэффициенты.

Если диаметр катушки съемника (расположенной в курсоре) соизмерим или больше шага квантования dX и dY , то сигнал E генерируется и при возбуждении соседних шин $P-1$ и $P+1$, а возможно и шин $P-2$ и $P+2$. Таким образом, амплитуда сигнала E зависит от взаимного положения шины и катушки. Если центр катушки совпадает или

почти совпадает с возбужденной шиной, то $E_p - E_{max}$, а сигналы E_{p-1} и E_{p-2} различаются полярностью (рисунок 3).

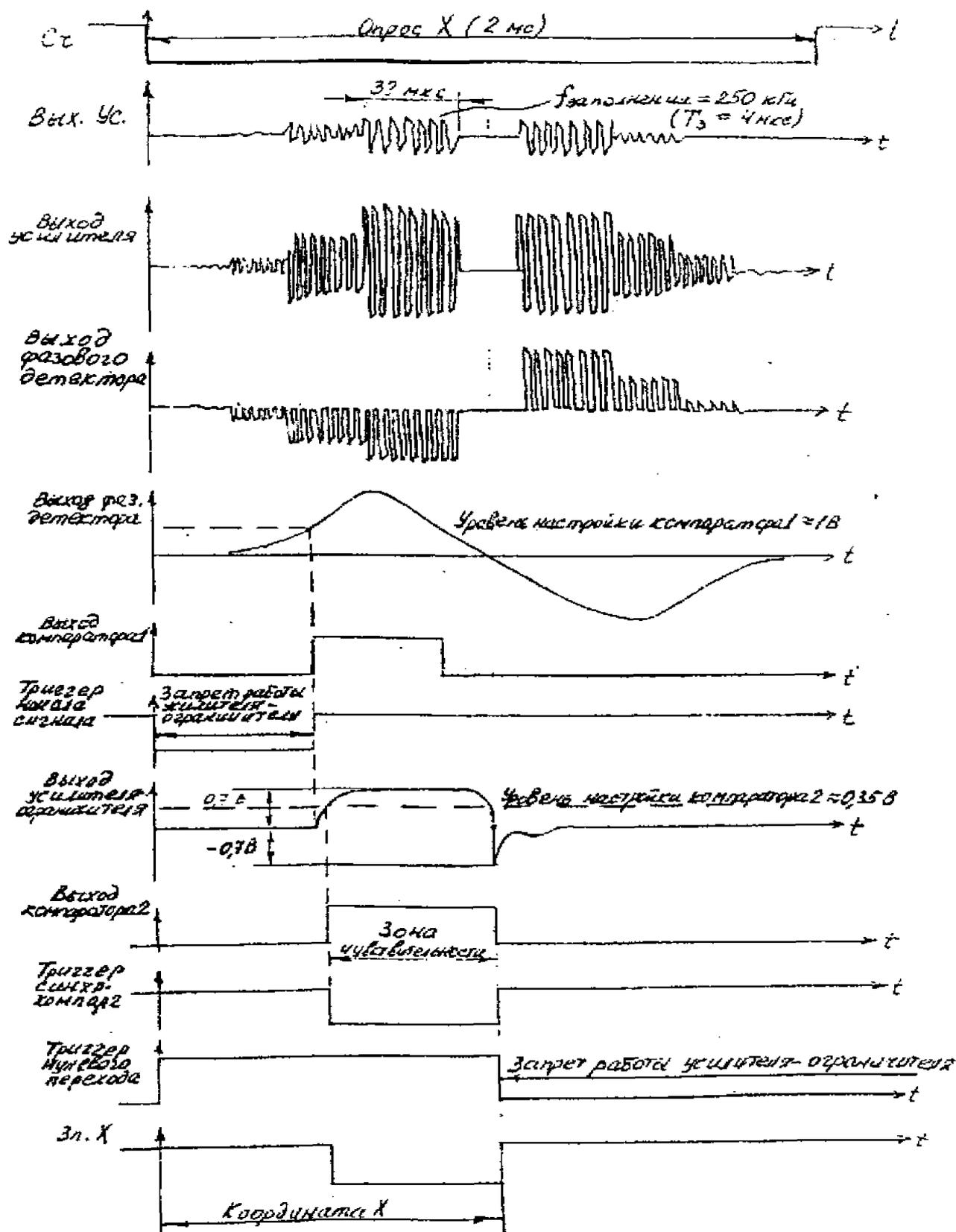


Рис.5.

С учетом вышеизложенного можно предложить алгоритм определения номера шины (например, Р), который в простейшем случае может быть сведен к последователь-

ному возбуждению шин и анализу величины и формы снимаемых сигналов. Воспользуемся тем, что в наведенном в съемнике сигнале у составляющих Ер-1 и Ер-2 фазы противоположны, тогда процесс возбуждения должен быть автоматически остановлен, если полярность Е, изменилась на противоположную. В этом случае на счетчике числа тактов возбуждения фиксируется соответствующее значение.

Рабочее поле планшета разбито на отдельные ячейки, ограниченные координатными шинами, каждая из которых последовательно возбуждается опрашивающими импульсами с частотой 250 кГц. Возникающее электромагнитное поле преобразуется в приемной катушке визира в электрический измерительный сигнал. При помощи фазового детектора выделяется огибающая этого сигнала. На усилителе-ограничителе сигнал формируется, затем с помощью компаратора фиксируется момент перехода этого сигнала через ноль, который вызывает окончание преобразования координат указанной точки в код.

Дисплейный планшет вырабатывает относительные координаты местоположения визира на чувствительном поле в непрерывном инкрементном режиме.

Рабочее поле планшета представлено на рисунке 4. Здесь же указано направление осей координат по отношению к рабочему месту оператора. Начало координат расположено в левом нижнем углу рабочего поля дисплейного планшета. Размер рабочего поля 285мм * 285 мм. При считывании координат за границей рабочего поля планшет передает координаты последней точки, считанной в пределах рабочего поля.

В штатном планшете ПД6053 в интересах учебного процесса произведены некоторые доработки - на дополнительную панель выведено одиннадцать контрольных точек (КТ) цепей прохождения исходного и преобразованного сигналов.

КТ1 (Рисунок 5) позволяет наблюдать сигнал на выходе 13-го разряда счетчика-делителя частоты. Отрицательный полупериод этого сигнала разрешает работу схемы формирования значения координаты X, а положительный - координаты Y рабочей точки. Так как данный сигнал управляет работой каналов обработки координат, то его можно использовать для синхронизации осциллографа при проведении исследований (подается из гнезда «Синхр.»)

Исходным сигналом при определении координат является выходной сигнал визира («мышь»). Он выводится на КТ2. Затем сигнал усиливается усилителем, результат выведен на КТ3.

Аналоговый ключ фазового детектора (см. структурную схему рис.1), стробируемый выходным сигналом со счетчика-делителя частоты с частотой $f=250$ кГц, детектирует входной сигнал (КТ4). Это позволяет сумматору-интегратору выделить огибающую сигнала с фазового детектора (КТ5).

Компаратор 1, обрабатывающий огибающую входного сигнала, формирует прямоугольный импульс (КТ6), по переднему фронту которого производится установка триггера начала сигнала. Этот сигнал можно наблюдать в КТ7. Триггер начала сигнала позволяет сформировать на выходе усилителя-ограничителя сигнал с крутыми фронтами (КТ8).

По этому сигналу компаратор 2 формирует импульс, определяющий зону чувствительности устройства (КТ9). В свою очередь последний сигнал определяет момент фиксации координат в выходных регистрах сигналами «З» (КТ10) и «Зп Y» (КТ11).

На дополнительную панель также выведен переключатель П1, позволяющий определить пороговое значение тока срабатывания планшета. Он подключается в разрыв между диодной сборкой и соответствующим ключом. С переключателя выведены контрольные точки «Ток шины», позволяющие определить форму протекающего по шинам тока, а также измерить его основные параметры.

Порядок выполнения работы

1 Включить питание планшета тумблером “ВКЛ.” на задней панели блока питания. При этом загорятся светодиодные индикаторы на панели планшета. Перемещая визир по поверхности планшета, убедитесь в изменении показаний индикаторов.

2 Изучить происходящие в цепях планшета процессы, наблюдая сигналы в контрольных точках. Измерить основные параметры с помощью осциллографа и зарисовать формы сигналов.

3 Определить единицу измерения планшета, т.е. вес младшего разряда. Для этого на листе бумаги начертить отрезок прямой линии произвольной длины. Сориентировав отрезок вдоль горизонтальной (вертикальной) оси планшета, зафиксировать показания светодиодного индикатора в крайних точках отрезка. Определить вес младшего разряда планшета:

$$K=L/(N2 - N1),$$

где: L - длина отрезка, мм;

N1, N2 - начальное и конечное показания индикатора по исследуемой координате.

4 Определить размеры рабочего поля планшета. Для этого медленно перемещая визир у границ поля вдоль горизонтальной оси, зафиксировать показания индикаторов координаты X. Рассчитать размер рабочего поля вдоль оси X, подставив полученные значения в формулу:

$$L_x = Kx (N_{\text{прав}} - N_{\text{лев}}),$$

где: Nлев, Nправ - соответственно координаты левой и правой границ поля;

K_x - рассчитанная выше единица измерения планшета.

Аналогичным образом рассчитать значение L_y,

5 Убедиться в четком определении координат для носителей различной толщины, ориентировочно определить максимально допустимое удаление визира от плоскости планшета с помощью пластин-подкладок известной толщины.

6 Подключить осциллограф к контрольной точке КТ8. Перемещая визир вдоль горизонтальной оси в центре планшета, убедиться в изменении параметров и формы сигнала на экране осциллографа. Переключая галетный переключатель, определить пороговый ток срабатывания планшета по исчезновению сигнала с экрана осциллографа при перемещении визира.

7 Определить максимальное инструментальное время ввода координат одной точки,

8 Подключив осциллограф к гнездам «ток шины», зарисовать осциллограмму формы тока в шине. Измерить его основные параметры.

9 Выключить питание планшета.

Контрольные вопросы

1 Назначение и принцип работы планшета.

3 Основные узлы планшета, их назначение.

4 Методика измерения границ рабочего поля.

5 Методика определения единицы (веса младшего разряда) измерения.

6 Методика определения максимального инструментального времени ввода координат одной точки.

Лабораторная работа №5

Жидкокристаллические мониторы

Цель работы: Изучение устройства и принципа работы жидкокристаллических мониторов (LCD).

Задание на лабораторную работу:

- изучить:
- виды мониторов;
- принцип работы мониторов;
- основные характеристики;
- достоинства и недостатки LCD мониторов перед CRT-мониторами.

Ход работы

1 Виды мониторов

Современные компьютерные мониторы делятся на две большие группы: CRT мониторы (от Cathode Ray Tube, электронно-лучевая трубка - самый обычный тип мониторов) и дисплеи на основе плоской панели (flat panel displays). Последняя категория мониторов содержит довольно много различных технических решений. Самое распространённое - TFT LCD (сокращения означают Thin Film Transistor Liquid Crystal Display - жидкокристаллический дисплей на тонкоплёночных транзисторах).

Сразу следует заметить, что идеального монитора, способного удовлетворить всем требованиям пользователя, просто не существует. И что более важно, не существует технологии, дающей такое изображение, которое по всем параметрам было бы превосходящим. Тем не менее, умея сделать верный выбор, любой человек сможет подобрать себе идеальный монитор и для этого даже не придётся разбираться во всём многообразии современных технологий. Надо лишь чётко представить, что вы хотите получить от монитора, где и как вы будете его использовать.

2 Принцип работы LCD мониторов

Из всего ряда плоских дисплеев LCD выделяются тем, что сама жидкокристаллическая панель не является источником света; она лишь пропускает через себя свет, излучаемый неоновой лампой. Подтип таких дисплеев, TFT LCD, принято также называть жидкокристаллическими дисплеями с активной матрицей. Аббревиатура TFT (тонкоплёночный транзистор) обозначает управляющий элемент матрицы, контролирующей работу каждого отдельного пикселя.

Чтобы понять, как LCD контролирует яркость, необходимо представить эффект поляризации света. Данный эффект можно описать так: свет поляризуется, проходя через первый специальный фильтр, характеризуемый определённым углом поляризации. Для человеческого глаза ничего не меняется, только в два раза падает яркость света. Но если за первым фильтром поставить ещё один такой же, то свет будет либо полностью им поглощаться (если угол поляризации второго фильтра перпендикулярен углу первого), либо беспрепятственно проходить (если углы совпадают). Плавное изменение угла второго фильтра позволяет плавно регулировать интенсивность света.

Общий принцип действия всех TFT LCD показан на рисунке 1: свет от неоновой лампы проходит через систему отражателей, направляется через первый поляризационный фильтр и попадает в слой жидких кристаллов, контролируемый транзистором; затем свет проходит через цветные фильтры (как и в CRT, каждый пиксель матрицы строится из трёх компонент цвета - красной, зелёной и синей). Транзистор создаёт электрическое поле, задающее пространственную ориентацию жидких кристаллов. Свет, проходя через

такую упорядоченную молекулярную структуру, меняет свою поляризацию, и в зависимости от неё будет либо полностью поглощён вторым поляризационным фильтром на выходе (образуя чёрный пиксель), либо не будет поглощаться или поглотится частично (образуя различные цветовые оттенки, вплоть до чистого белого).

Поляризация, лежащая в основе LCD технологии, имеет и свои минусы. Один из главных - сокращение угла обзора жидкокристаллического дисплея, и производители LCD панелей это учи-

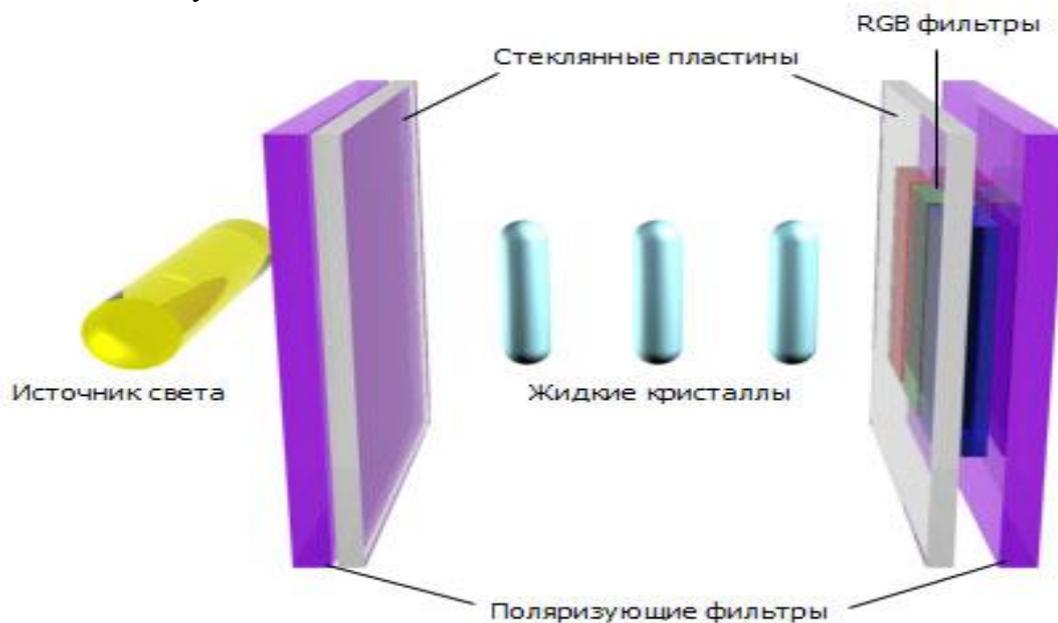


Рисунок 1 - Общий принцип действия TFT LCD

тывают. В настоящее время распространены три технологии, позволяющие если не искоренить, то хотя бы значительно уменьшить такой недостаток.

Самый распространённый тип цифровых панелей основан на технологии, сокращённо называемой TN TFT или TN+Film TFT (Twisted Nematic + Film). Термин Film обозначает дополнительное наружное плёночное покрытие, позволяющее увеличить угол обзора со стандартных 90 градусов (по 45 с каждой стороны) до приблизительно 140 градусов. Схема работы TN TFT дисплея показана на рисунках 2 и 3.

Когда транзистор находится в выключенном состоянии (рисунок 2), то есть не создаёт электрическое поле, молекулы жидких кристаллов находятся в своём нормальном состоянии и выстроены так, чтобы менять угол поляризации проходящего через них светового потока на 90 градусов (жидкие кристаллы образуют спираль). Поскольку угол поляризации второго фильтра перпендикулярен углу первого, то проходящий через неактивный транзистор свет будет без потерь выходить наружу, образуя яркую точку, цвет которой задаётся световым фильтром.

Когда транзистор генерирует электрическое поле (рисунок 3), все молекулы жидких кристаллов выстраиваются в линии, параллельные углу поляризации первого фильтра, и тем самым никоим образом не влияют на проходящий через них световой поток. Второй поляризующий фильтр поглощает свет полностью, создавая чёрную точку на месте одной из трёх цветовых компонент.

LCD мониторы на матрице TN TFT не лишены недостатков. Во-первых, чёрный цвет у старых моделей таких дисплеев больше похож на тёмно-серый (поскольку очень трудно было развернуть все жидкие кристаллы строго перпендикулярно к фильтру), что приводит к низкой контрастности картинки. С годами технологический процесс совершенствовался, и новые TN панели демонстрируют значительно увеличившуюся глубину

тёмных оттенков. Во-вторых, в случае отказа транзистора на экране образуется посторонняя «мёртвая» яркая точка, которая для глаза намного заметнее «мёртвой» чёрной.

Один из вариантов борьбы с недостатками предложила технология Super-TFT или IPS (In-Plane Switching). IPS позволила расширить угол обзора до примерно 170 градусов за счёт более точного механизма управления ориентацией жидких кристаллов, что и явилось её главным достижением. Такой важный параметр как контрастность остался на старом уровне TN TFT, а время отклика даже стало больше.

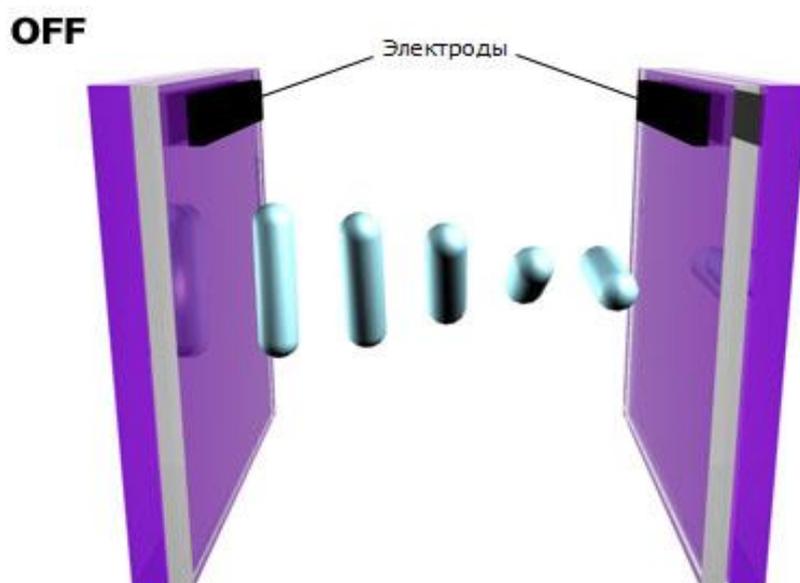


Рисунок 2

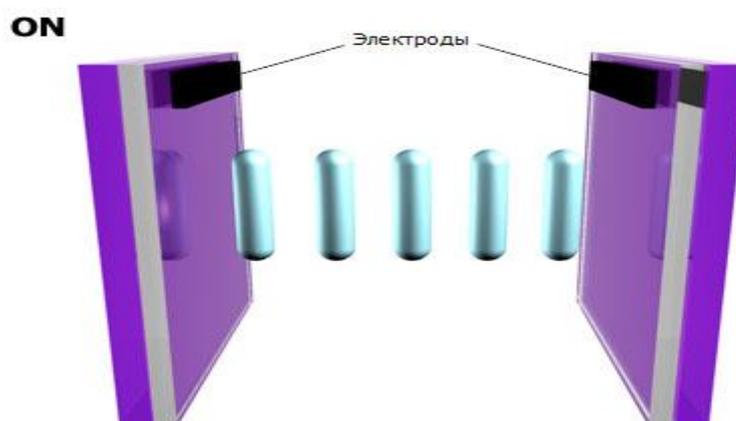


Рисунок 3

Рассмотрим, чем отличается принцип работы Super-TFT от TN TFT.

При отсутствии электрического поля молекулы жидких кристаллов выстроены вертикально и не влияют на угол поляризации проходящего через них света (рисунок 4). Поскольку углы поляризации фильтров перпендикулярны, то свет идущий через выключенный транзистор полностью поглощается вторым фильтром. Создаваемое электродами поле поворачивает молекулы жидких кристаллов на 90 градусов относительно позиции покоя (рисунок 5), меняя тем самым поляризацию светового потока, который пройдет второй поляризующий фильтр без помех.

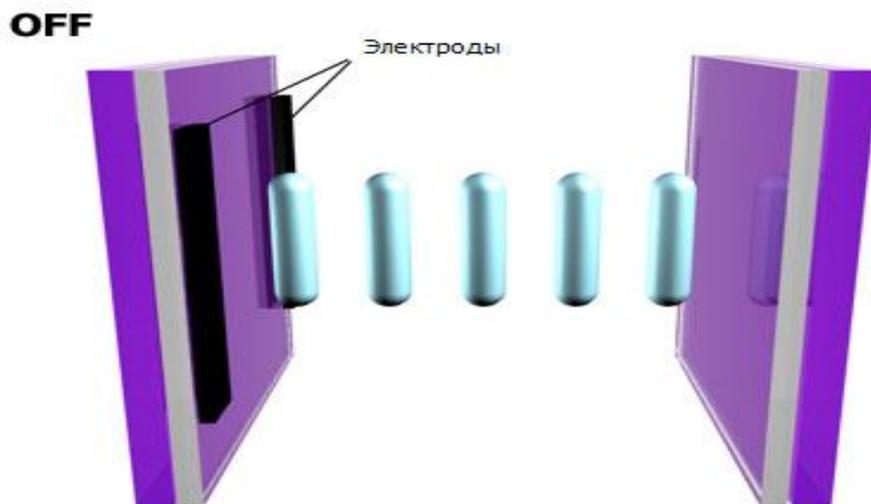


Рисунок 4

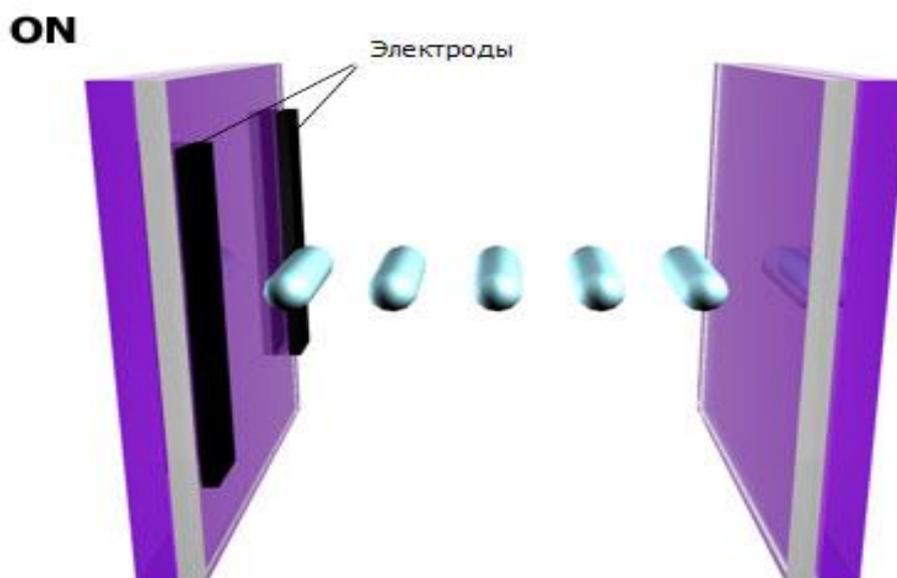


Рисунок 5

Очевиден плюс такого подхода: «мёртвые» пиксели будут гаснуть, а не светиться, как в обычном TN TFT, что менее заметно для глаза. Минус не столь очевиден, но существенен: электроды располагаются на одной плоскости, по паре на цветовой элемент, и закрывают собой часть проходящего света. В результате страдает контрастность, которую приходится компенсировать более мощной подсветкой. Главным недостатком состоит в том, что создание электрического поля в подобной системе требует больших затрат энергии и занимает больше времени, из-за чего растёт время отклика. Тем не менее, не стоит думать, что данная технология просто неудачна. IPS представляет собой компромисс, когда за счёт снижения одних характеристик цифровых панелей можно улучшить другие.

Третья технология обещает устранить (по крайней мере, в теории) основные недостатки LCD панелей. Она носит название MVA (Multi-Domain Vertical Alignment) и является развитием предыдущей технологии VA. Суть её в следующем: для расширения угла обзора все цветковые элементы панели разбиты на ячейки или зоны, образуемые выступами на внутренней поверхности фильтров. Цель такой конструкции - дать возможность жидким кристаллам двигаться независимо от своих соседей в противоположном

направлении. Это позволяет наблюдателю независимо от угла обзора видеть один и тот же оттенок цвета. На рисунках 6, 7 и 8 ниже показаны три степени яркости одной ячейки.

В выключенном положении (рисунок 6) молекулы жидких кристаллов ориентированы перпендикулярно второму фильтру (каждому его выступу), что на выходе даёт точку чёрного цвета.

При слабом электрическом поле (рисунок 7) молекулы немного поворачиваются, образуя на выходе точку серого цвета (половинной интенсивности). Обратите внимание, что интенсивность света для наблюдателя не зависит от угла обзора, поскольку попавшие в поле зрения более яркие ячейки будут компенсироваться находящимися рядом более тёмными.

В полном электрическом поле (рисунок 8) молекулы выстроятся так, чтобы при разных углах наблюдения на выходе была видна точка максимальной интенсивности.

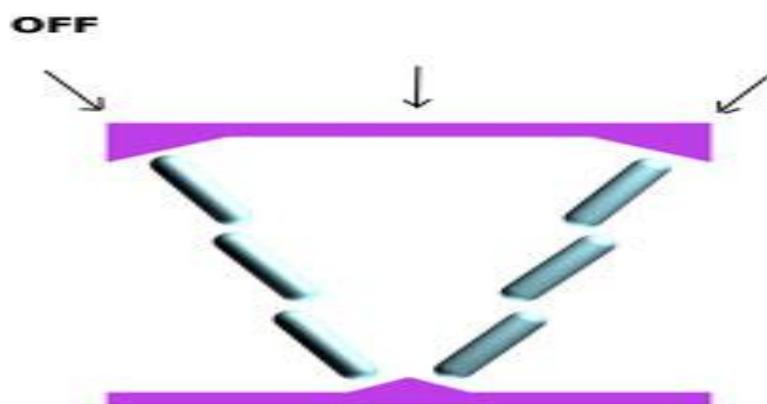


Рисунок 6

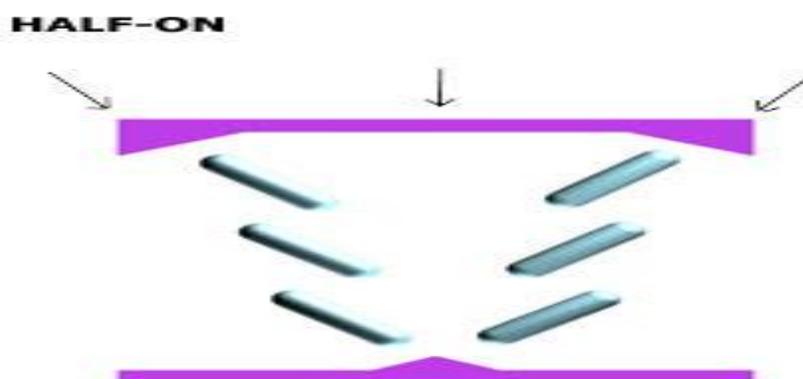


Рисунок 7

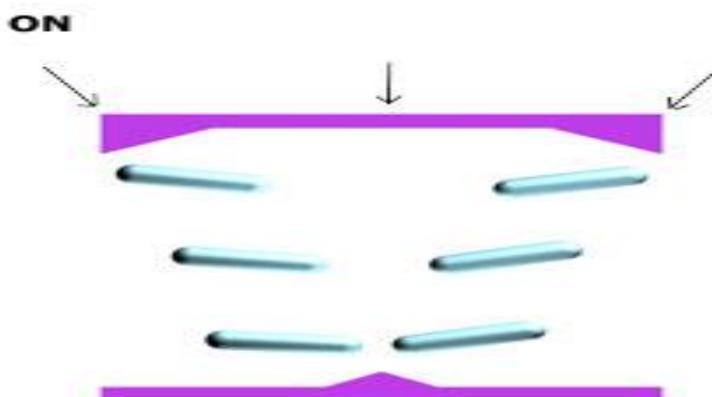


Рисунок 8

Потенциал технологии MVA значителен. Один из главных её плюсов - сокращённое время отклика. Однако сложное устройство панели не только увеличивает стоимость готового LCD решения на её основе, но и не позволяет производителю в полной мере реализовать все возможности MVA по причине сложностей технического характера и не доведённого до ума процесса производства.

3 Основные характеристики LCD мониторов

Разрешение. LCD мониторы в отличие от CRT имеют фиксированное разрешение, и это следует учитывать при покупке. Конечно же, цифровая панель способна выводить изображение и в другом, отличном от номинала разрешении, но в таком случае могут возникать артефакты масштабирования: неровности на окружностях, смазанные шрифты и так далее. Рассмотрим подробнее, почему так происходит. Монитор на основе электронно-лучевой трубки теоретически способен работать в любом разрешении, ведь всё, что для этого надо сделать, это изменить угол отклонения электронного луча. Луч в трубке не обязан чётко попадать в ячейки с люминофорами, он может ударить и между ними. А вот цифровая панель, число пикселей в которой строго соответствует номинальному разрешению, должна уметь корректно масштабировать изображение, причём быстро, чтобы обеспечить приемлемую частоту смены кадра. Самый простой способ проверки качества масштабирования - это изменение разрешения, когда на экране имеется текст, написанный мелким шрифтом. По контурам букв легко будет заметить артефакты интерполяции. Качественный алгоритм даст ровные, но немного размытые буквы, тогда как быстрая целочисленная интерполяция обязательно внесёт искажения. Вторым параметром - скоростью, с которой LCD монитор производит масштабирование одного кадра (электронике монитора требуется время, чтобы произвести интерполяцию).

Размер диагонали. В отличие от CRT мониторов, указываемый размер диагонали LCD совпадает с размером диагонали видимой области. Так, видимая область LCD монитора с диагональю 15.1 дюйма совпадает с видимой областью некоторых моделей 17 дюймовых CRT мониторов.

Интерфейс. С распространением жидкокристаллических дисплеев получил путёвку в жизнь цифровой интерфейс передачи видео сигнала DVI. На видеокартах оснащённых таким интерфейсом обычно встречаются два вида коннекторов: DVI-I (совмещающий цифровой и аналоговый сигналы) и DVI-D (только цифровой). Естественно, что для соединения LCD с компьютером предпочтителен интерфейс DVI, хотя допускается подключение и через стандартный VGA разъём. Hi-end модели LCD мониторов имеют оба типа коннекторов, VGA и DVI, в то время как на остальных моделях приходится довольствоваться одним интерфейсом, которым зачастую оказывается старый VGA. На практике, если конвертер LCD монитора работает корректно и способен преобразовывать 24-битный цветовой сигнал (смотрите ниже), вы вряд ли заметите разницу между работой цифрового и аналогового интерфейса, поэтому не спешите отворачиваться от монитора только потому, что в нём нет DVI.

Количество цветов. Современная цифровая панель должна уметь отображать 24-битный цвет. Такая характеристика автоматически повышает требования к контрастности и предполагает использование DVI интерфейса. В ранних моделях цифровых панелей использовался 18-битный цвет, по 6 бит на каждую цветовую компоненту, что давало возможность отображать одновременно до 262,144 цветов (псевдо-RGB). Подобные модели и сейчас прочно занимают нишу бюджетных решений, и могут вполне подойти для работы в офисе. Но если вы желаете приобрести полноцветный LCD монитор, не спешите верить его техпаспорту, лучше сначала своими глазами посмотреть, как он

отобразит непрерывную цветовую гамму. Дело в том, что некоторые производители ставят на LCD мониторы дешёвые 18-битные VGA-конвертеры, которые и портят картинку. Если монитор оснащён DVI коннектором, то такой проблемы, конечно, не возникнет, но произвести визуальный контроль всё равно рекомендую. Бывает, что два дисплея (один 24-битный, другой 18-битный) разных производителей трудно отличить по картинке.

Угол обзора. Побочным эффектом использования жидких кристаллов стало резкое сокращение угла обзора экрана. Максимальный угол обзора определяется как угол, при обзоре с которого контрастность изображения уменьшается в 10 раз. Если от прямого угла начать медленно поворачивать голову в одну из сторон, то первое, что станет заметно, это не падение контрастности, а цветовые искажения (хорошо видно, когда весь экран залит чистым цветом отличным от белого). Причём подобные «цветовые пятна» проявляются уже при взгляде с небольшого угла, который много меньше угла обзора. Поэтому, чем больше угол обзора, тем лучше. Какие значения можно считать приемлемыми? Различают горизонтальный и вертикальный угол обзора, рекомендуемые минимальные значения - 140 и 120 градусов соответственно. Наилучший угол обзора даёт технология MVA. Рисунок 9.

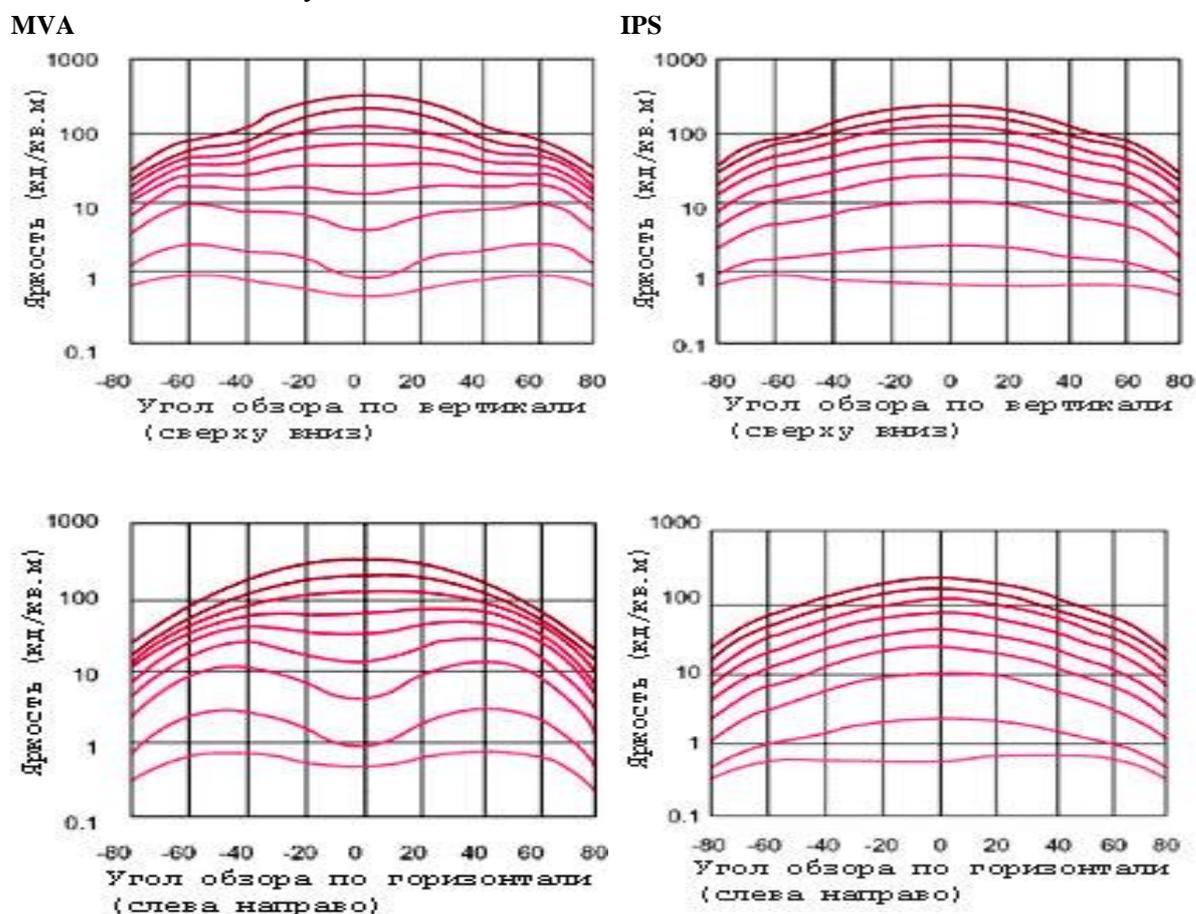


Рисунок 9 - Диаграмма времени отклика для TN+Film панелей

Время отклика

Этот параметр обозначает время, за которое транзистор успевает изменить пространственную ориентацию молекул жидких кристаллов (рисунок 10). Чем меньше указанная величина, тем лучше. Для того чтобы быстро движущиеся объекты, которыми наполнены игры и видео, не казались смазанными, дисплею достаточно обладать временем отклика 25 мс. Но учтите, что разные производители мониторов по-разному трактуют время отклика. Фактически, этот параметр состоит из двух величин - времени на

включение пикселя (come-up time) и времени на выключение (come-down time). Например, время включения может составлять 10 мс, а время выключения - 20 мс. Тогда суммарное время отклика будет равно 30 мс, но производитель может указать в паспорте среднее время, то есть 15 мс, или минимальное, то есть 10 мс. Поэтому, если вас интересует данная характеристика, обязательно попросите продавца поставить игру подинамичней, или же просто попробуйте быстро

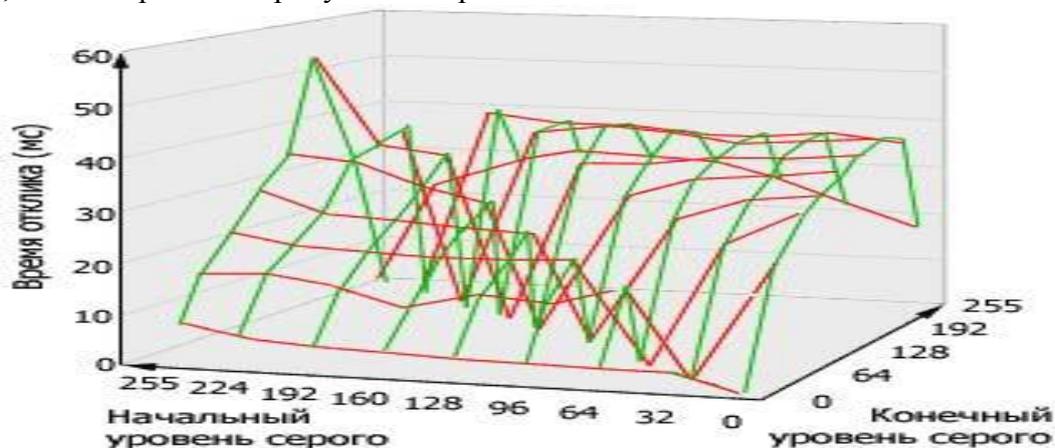


Рисунок 10

скроллинговать страницу. Бывает, что в таких экспериментах новомодный 25 мс монитор уступает более старому, но зато более честному 40 мс конкуренту. Также следует помнить о том, что время отклика напрямую связано с частотой обновления изображения на экране. А именно, справедлива следующая формула: максимальное число FPS = $1 \text{ с} / \text{время отклика}$. Вернее было бы поставить в знаменателе время выключения (come-down time), как наибольшее время за которое отдельный пиксель максимально изменяет свою яркость, но поскольку данный параметр часто бывает неизвестен, то приходится упрощать расчёт. Например, пусть имеется типичный LCD с временем отклика 25 мс, тогда получается, что частота обновления изображения на данном мониторе ограничена 40 кадрами в секунду ($1 / 0.025 = 40$). Если мы знаем, что величина come-down time этого дисплея равна 15 мс, то мы получим предел уже примерно в 67 кадров в секунду.

Яркость. Сильная сторона LCD мониторов - яркость изображения (не путать с контрастностью). В среднем она в два раза выше показателей CRT и на то есть технические причины: в LCD достаточно увеличить интенсивность лампы подсветки, как сразу возрастёт яркость, а в трубке придётся усиливать поток электронов, что приведёт к значительному усложнению её конструкции и повысит электромагнитное излучение. Рекомендуемое значение яркости - не менее 200 кд/м². Имейте в виду, что монитор с очень высокой яркостью вполне способен слепить глаза. Здесь принцип «чем больше, тем лучше» работает только до определённого предела.

Контрастность. За последнее время контрастность изображения на цифровых панелях заметно выросла, но по-прежнему уступает показателям CRT мониторов. Данный параметр определяется как соотношение между максимальной и минимальной яркостью. Казалось бы, при такой высокой яркости у LCD мониторов никаких проблем не должно быть и с контрастом, но... Проблема состоит в том, что LCD трудно создавать точки чёрного цвета, поскольку в отличие от CRT лампа подсветки включена постоянно, и для получения тёмных тонов используется эффект поляризации. Чёрный цвет будет чёрен настолько, насколько удалось заблокировать непрерывный световой поток. Рекомендуемое значение контрастности - 300:1 и выше. Лучшей контрастностью обладает технология MVA, но мониторы на её основе всё ещё редки.

4 Достоинства и недостатки LCD перед мониторами на ЭЛТ трубками

Первое – это габариты. Некоторые модели современных LCD мониторов имеют толщину менее двух сантиметров и комплектуются крепежом для того, чтобы их можно было повесить на стену.

Изображение на экране LCD монитора отличается своей чёткостью и точностью передачи геометрических деталей. Самые мелкие шрифты, тонкие линии в чертежах, векторная графика - все детали вплоть до отдельных пикселей почти идеально отображаются в любой части экрана. Обычные CRT мониторы, в свою очередь, в той или иной степени вносят искажения, которые больше всего становятся заметны ближе к краю, особенно в углах. В современных моделях таких мониторов существует масса настроек для коррекции муара, геометрических искажений и не сведения лучей, что в принципе может значительно улучшить картинку. Плюс ко всему, во всех новых электронно-лучевых трубках применяется сложная система коррекции хода луча, значительно повышающая чёткость изображения в углах экрана, однако лидерство LCD мониторов в категории передачи геометрии остаётся неоспоримо.

При долгой работе с LCD монитором глаза устают не так сильно, как при работе с CRT. Всё дело в том, что на LCD пиксели изображения не гаснут и потом загораются вновь, а горят непрерывно, не создавая присущего обычным мониторам мерцания. Технология CRT отвечает на это повышением частоты вертикальной развёртки (число, обозначающее сколько раз в секунду монитор перерисовывает изображение). Минимальное значение частоты необходимое для длительного времяпрепровождения за компьютером составляет 85 Гц. Но даже в таких условиях человек, не привыкший долго находиться за компьютером, уже через два часа может начать ощущать дискомфорт. В LCD же мерцание отсутствует, как таковое. Пиксели просто плавно переключают свой цвет.

Энергопотребление. Очень важный параметр для ноутбуков, и не очень - для настольных компьютеров.

Чистота отображаемых цветов. LCD мониторы однозначно уступают CRT мониторам в этом параметре. Самое обычное явление, когда несколько тонов гаммы заменяются одним цветом, а текстуры выглядят зернистыми.

Если в играх с малой динамичностью изображения (стратегии, логические игры, квесты и т.д.) LCD мониторы не уступают CRT мониторам, то в любой быстрой, динамичной игре, где часто происходит смена изображения, на жидкокристаллическом дисплее могут возникать артефакты в виде размытости картинки и следов от быстро перемещающихся объектов. Данный недостаток является следствием такого параметра LCD, как время отклика (response time). Для быстрой смены картинки приемлемой является величина в 25 мс.

Контрольные вопросы

- 1 Принцип работы LCD мониторов.
- 2 Типы жидкокристаллических дисплеев.
- 3 Основные характеристики LCD мониторов.
- 4 Назначение поляроидных пленок.
- 5 Достоинства и недостатки LCD перед мониторами на ЭЛТ трубках.

Лабораторная работа №6

Мониторы на электронно-лучевых трубках

Цель работы: Изучение устройства, принципов работы и виды настроек изображения мониторов на электронно-лучевых трубках.

Задание на лабораторную работу:

- изучить:
- устройство и принцип работы электронно-лучевой трубки (ЭЛТ);
- блоков управления и разверток мониторов;
- принципы регулировки основных параметров;
- правила разборки и сборки мониторов.

Ход работы

Введение

Конструкция типичного монитора (рисунок 1) не сложна, хотя размеры этого устройства довольно большие. Мониторы в процессе работы потребляют значительное количество энергии, большая часть которой выделяется в виде тепла. Дополнительное пространство внутри корпуса позволяют избежать перегрева и выхода из строя электронных компонентов монитора, а большое количество вентиляционных отверстий обеспечивает лучший теплообмен с окружающей средой. Еще одна причина, по которой мониторы собираются в просторных корпусах — это необходимость защиты от высоких напряжений. Во многих мониторах в процессе работы вырабатывается напряжение свыше 30 кВ (чем больше монитор — тем выше напряжение), и обычная полимерная изолирующая оболочка кабелей в таких условиях становится весьма ненадежным средством обеспечения безопасности. Поэтому для подачи высоких напряжений на соответствующие узлы монитора (в первую очередь на анод электронно-лучевой трубки) используются специальные кабели с высоковольтной изоляцией и, кроме того, они прокладываются на большом удалении как от печатных плат, так и от крышки корпуса монитора. Благодаря этому удается избежать возникновения разрядов между кабелями высокого напряжения и схемами управления монитора.

Обычный монитор состоит из пяти основных узлов: корпуса, электронно-лучевой трубки (ЭЛТ), платы управления ЭЛТ, платы разверток и источника питания.

1 Корпус

Корпус монитора состоит из двух частей. К передней панели корпуса 3 (рисунок 1) крепится ЭЛТ и размагничивающая катушка. Эта конструкция привинчивается к раме 12, являющейся основной несущей деталью монитора. К ней крепятся печатные платы и прочие узлы. Задняя крышка корпуса 17 играет роль защитного кожуха для всего устройства. В большинстве случаев ее можно снять, вывернув четыре крепежных винта 18. В некоторых мониторах обе части корпуса дополнительно скрепляются пластмассовыми защелками.

2 Устройство электронно-лучевой трубки

В состав монитора входит ряд электронных узлов, вырабатывающих управляющие сигналы, питающие напряжения и т.п. Но самым своим появлением современные мониторы обязаны именно цветной ЭЛТ, от конструкции которой во многом зависит качество изображения и возможности устройства в целом. Основные принципы работы цветной и монохромной ЭЛТ аналогичны: испускаемые нагретыми катодами электроны под воздействием высокой разности потенциалов фокусируются в пучки, ускоряются и направляются к экрану, покрытому люминофором. У цветной ЭЛТ (рисунок 2) три электронных

пушки со своими катодами — по одному для каждого из основных цветов. Управляющая, экранирующая и фокусирующая сетки выполняют те же функции, что и в монохромной

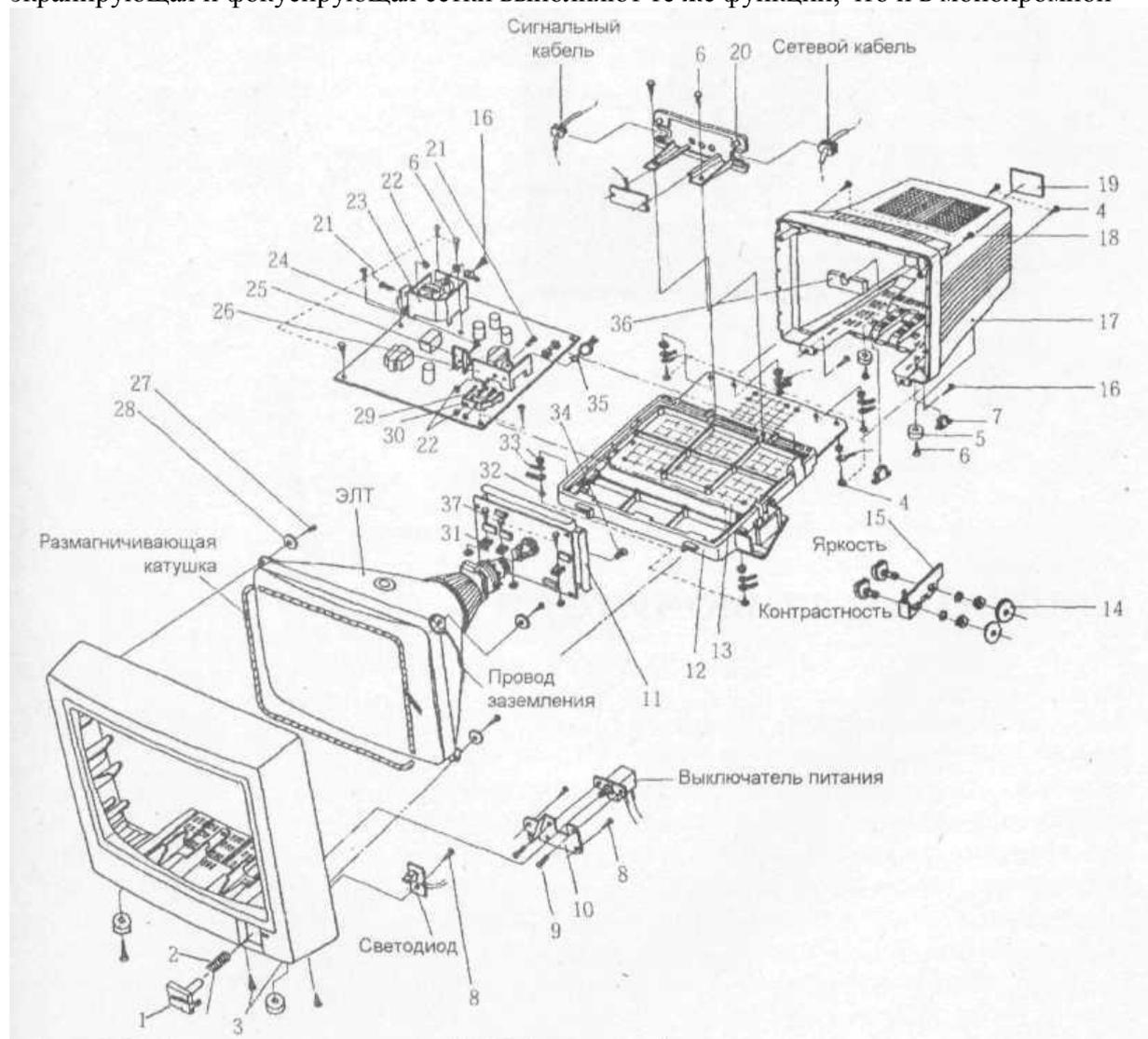


Рисунок 1 - Конструкция монитора

ЭЛТ. Изменяя напряжение, подаваемое на управляющую сетку, можно регулировать общую интенсивность электронных пучков (т.е. яркость свечения экрана). Напряжением, подаваемым на экранирующую сетку, осуществляется первичное ускорение электронов на пути к экрану, а фокусирующая сетка предназначена для «сжатия» электронных пучков, т.е. уменьшения их поперечного сечения. Сфокусированные и промодулированные по интенсивности электронные пучки с помощью магнитных полей, формируемых вертикальной и горизонтальной отклоняющими системами, направляются в различные точки на экране трубки. По сравнению с монохромными ЭЛТ, в цветных трубках имеется дополнительный элемент конструкции — теневая маска. Это тонкая металлическая пластина, в которой проделаны сотни тысяч микроскопических отверстий — по одному на каждый элемент изображения на экране. Маска расположена в непосредственной близости от экрана. Люминесцентные покрытия цветных и монохромных ЭЛТ также существенно различаются. Если в монохромной трубке слой люминофора однороден на всей поверхности экрана, то в цветной ЭЛТ используются три разных типа люминофоров, зерна которых сгруппированы в триады (рисунок 3). Зерна красного, зеленого и синего люминофоров расположены таким образом, что соответствующие электронные пучки попадают только на те зерна триад, для которых они предназначены. Эти зерна

находятся настолько близко друг к другу, что каждая триада выглядит как единая точка (элемент изображения).

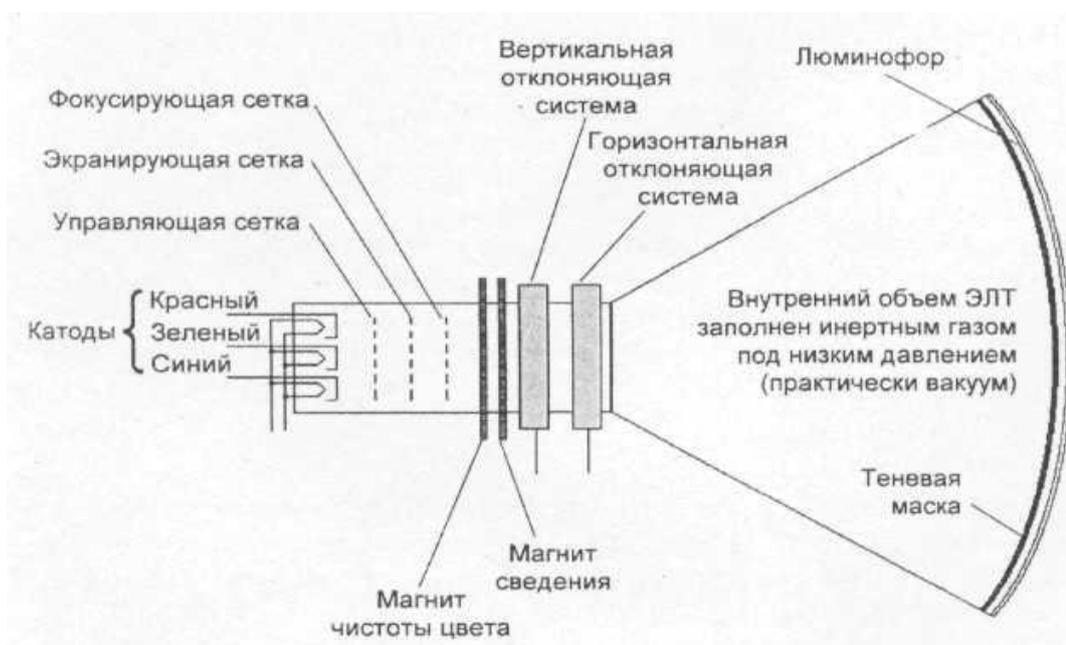


Рисунок 2 - Устройство цветной ЭЛТ

Размагничивающая катушка (рисунок 1), устанавливаемая непосредственно перед экраном ЭЛТ и предназначена для снятия остаточной намагниченности теньевой маски. В момент включения монитора по ней протекает переменный ток с затухающей амплитудой.

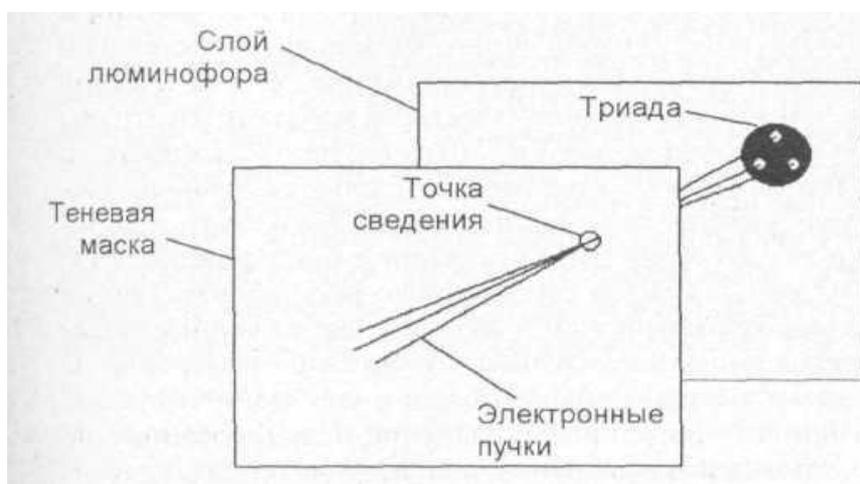


Рисунок 3. Принцип формирования цветного изображения

В цветных ЭЛТ необходимо очень точно управлять электронными пучками. Так как зерна люминофора расположены триадами, очень важно обеспечить попадание каждого электронного пучка только на предназначенное для него зерно. От точности наведения электронных пучков зависит такая характеристика монитора, как чистота цвета. Для повышения точности их юстировки предназначен установленный на горловине трубки магнит чистоты цвета. Кроме того, поскольку теньевая маска пропускает электроны только через микроскопические отверстия, все три пучка должны пересекаться именно в этих отверстиях. Для решения этой задачи предназначен установленный на горловине трубки магнит сведения. Регулируя его положение (или ток через обмотку в случае использования элект-

тромагнита), можно добиться точного сведения пучков в центре экрана (так называемое статическое сведение). Для сведения пучков по краям экрана (динамического сведения) используется катушка сведения, сигнал на которую подается со схемы управления разверткой.

3 Блок управления ЭЛТ

Плата управления ЭЛТ 31 (рисунок 1) устанавливается непосредственно на выводах трубки (с помощью кольцевого разъема). Напряжения на управляющую, экранирующую и фокусирующую сетки подаются именно с этой платы. На плате управления ЭЛТ расположены также видеоусилители, сигналы с которых подаются на катоды электронных пушек красного, зеленого и синего цветов. Поскольку в состав управляющих схем цветных мониторов входит большее количество электронных компонентов, чем в состав аналоговых схем монохромных дисплеев, платы управления цветными ЭЛТ обычно гораздо больше по размеру. С помощью аналоговых электронных схем (видеоусилителей), смонтированных на плате управления ЭЛТ, модулируется ток каждого из электронных пучков (за счет изменения напряжения, подаваемого на катод соответствующей электронной пушки). Коэффициент усиления видеоусилителей обычно равен 70-100, что необходимо для повышения размаха видеосигнала с 0,7 В (такой сигнал поступает с видеоадаптера) до примерно 50 В (управляющее напряжение, подаваемое на катоды). В цветных мониторах таких видеоусилителей три — по одному для сигналов каждого из основных цветов.

Проблемы, связанные со схемами управления ЭЛТ, могут проявляться по-разному, но есть некоторые общие признаки, по которым их можно распознать. Если с экрана исчезла картинка, но растр, то это означает, что на монитор не поступают сигналы с видеоадаптера. Если внезапно в изображении стал наблюдаться недостаток (или избыток) красного, зеленого или синего цвета, то это означает, что вышел из строя либо соответствующий аналого-цифровой преобразователь (АЦП) на плате видеоадаптера, либо видеоусилитель на плате управления ЭЛТ. Если экран монитора не светится, не регулируется его яркость (как при наличии входного сигнала, так и без него) или изображение не фокусируется, то вполне вероятно, что в ЭЛТ возникло межэлектродное замыкание (пробой) в цепи одной из сеток.

4 Блок разверток

На плате разверток обычно располагаются генераторы вертикальной (кадровой) и горизонтальной (строчной) развертки, а также высоковольтные преобразователи, предназначенные для питания анодной и сеточных цепей ЭЛТ, и вспомогательные схемы управления положением лучей на экране. В зависимости от конструкции конкретного монитора, на плате разверток может быть смонтирован источник питания или его часть, а также микроконтроллер, с помощью которого осуществляется настройка параметров изображения. Почти во всех мониторах плата разверток крепится к раме в горизонтальном положении под горловиной ЭЛТ. Иногда ее бывает довольно трудно снять, поскольку мешают ЭЛТ, отклоняющая система, а также соединительные провода, идущие от источника питания, от расположенных на лицевой панели органов управления и от трансформатора строчной развертки.

Схема кадровой развертки предназначена для формирования тока в катушках вертикальной отклоняющей системы. Ее основой является перестраиваемый генератор, вырабатывающий колебания пилообразной формы с несколькими фиксированными частотами (как правило, 60, 70, 75 и 85 Гц, но, в принципе, набор частот может быть другим). Начало «пилы» соответствует верхней части экрана, а конец — нижней. После окончания прямого хода «пилы» формируются импульсы гашения экрана и обратного хода кадровой развертки. Период кадровой развертки обратно пропорционален частоте, но в любом случае он меньше 1/60 с.

Неисправности в схеме кадровой развертки возникают, как правило, в выходном каскаде. Он обычно строится по двухтактной схеме на двух мощных транзисторах, и при

выходе из строя одного из них верхняя или нижняя часть изображения исчезает. Если выходят из строя оба плеча выходного каскада или задающий генератор, то изображение сжимается в горизонтальную линию, расположенную посередине экрана (кадровая развертка отсутствует, а схема строчной развертки продолжает работать). Другая неприятность, часто возникающая в схеме кадровой развертки — это искажение формы пилообразного напряжения на его конечном участке. В результате нижняя часть изображения сжимается или «заворачивается» сама на себя. В последнем случае перекрываемая область выглядит белесой. Причина описанного явления — неисправность задающего генератора кадровой развертки.

Еще одним устройством, ответственным за формирование раstra, является генератор строчной развертки, который предназначен для формирования тока в катушках горизонтальной отклоняющей системы. Он представляет собой перестраиваемый генератор, вырабатывающий колебания пилообразной формы в диапазоне частот примерно от 15 до 95 кГц. В таблице 1 приведены частоты кадровой и строчной развертки при различных разрешениях экрана. Генератор строчной развертки может быть собран на транзисторах, но в последнее время их чаще строят на базе специализированных интегральных схем, более стабильных на высоких частотах. Синхронизация генератора осуществляется импульсами, поступающими с видеоадаптера. В отличие от генератора кадровой развертки, генератор строчной развертки вырабатывает прямоугольные импульсы, передний фронт каждого импульса соответствует положению электронного пучка у левого края экрана. При подаче прямоугольных импульсов напряжения на строчные отклоняющие катушки (представляющие собой индуктивную нагрузку) в них формируется линейно нарастающий ток. После завершения прямого хода строчной развертки вырабатываются импульсы гашения и обратного хода. При частоте развертки 31,5 кГц период колебаний генератора составляет примерно 31,7 мкс.

Неисправности в схеме строчной развертки возникают, как правило, в выходном каскаде, поскольку именно этот узел монитора работает с наибольшей нагрузкой. При выходе из строя этого каскада (собранного на мощном полевом или биполярном транзисторе) или задающего генератора строчной развертки изображение на экране пропадает вообще, поскольку перестает вырабатываться высокое напряжение, подаваемое на анод ЭЛТ (оно формируется за счет выпрямления импульсов обратного хода). Поэтому найти неисправность в схеме строчной развертки сложнее, чем в схеме кадровой развертки.

Таблица 1 Частоты кадровой и строчной развертки

Стандарт	Разрешение	Частота строк	Частота кадров
IBM/VGA	640Г400	31,5 кГц	70 Гц
IBM/VGA	640x480	31,5 кГц	60 Гц
VESA/75	640x480	37,5 кГц	75 Гц
VESA/85	640x480	43,3 кГц	85 Гц
VESA/75	800x600	46,9 кГц	75 Гц
VESA/85	800x600	53,7 кГц	85 Гц
VESA/75	1024x768	60,0 кГц	75 Гц
VESA/85	1024x768	68,6 кГц	85 Гц
VESA/75	1280x1024	80,0 кГц	75 Гц
VESA/75	1600x1200	93,7 кГц	75 Гц

Формирователь высокого напряжения является частью схемы строчной развертки. Дело в том, что источник питания монитора вырабатывает только относительно низкие напряжения (обычно не выше 140 В). Необходимое высокое напряжение (от +15 до +30 кВ) поступает на анод ЭЛТ с выхода умножителя напряжения (выпрямителя), на который, в свою очередь, поступают высоковольтные импульсы обратного хода с вторичной

обмотки устройства, называемого трансформатором строчной развертки (английское название — flyback transformer или FBT).

5 Источник питания

Источник питания монитора, как правило, весьма компактен и предназначен для преобразования переменного сетевого напряжения в ряд постоянных напряжений (обычный набор — +135, +20, +12, +6,3 и +87 В), используемых для питания различных подсистем. Как уже было сказано выше, высокое напряжение в нем не вырабатывается. Сетевое напряжение поступает на плату источника питания через высокочастотный фильтр и плавкий предохранитель, которые устанавливаются обычно на основании монитора. В некоторых мониторах источник питания не выделен в отдельный узел, а смонтирован на плате разверток. Автономный источник питания обычно крепится в вертикальном положении к раме. Металлическая рама не только обеспечивает жесткость конструкции, но и играет роль экрана для радиочастотных помех, создаваемых монитором.

6 Настройка изображения

В течение достаточно длительного времени мониторы были чисто аналоговыми устройствами с ручными регуляторами параметров изображения. С ростом размеров мониторов и их разрешающей способности у пользователей появилась потребность в настройке гораздо большего количества параметров изображения, чем это было раньше. Внедрение микроконтроллеров позволяет в больших современных мониторах регулировать с помощью расположенных на лицевой панели кнопок многие из тех параметров, для изменения которых раньше нужно было вскрывать устройство, а сама процедура их настройки была кропотливой и весьма длительной. После завершения настройки установленные параметры могут быть сохранены в запоминающем устройстве монитора. Поскольку настройки для каждого из режимов работы (с различными разрешениями экрана) выполняются и сохраняются независимо, нет необходимости перенастраивать монитор при переходе от одного режима вывода изображения к другому. При настройке изображения с помощью кнопок регулируемые параметры отображаются на экране в виде значков (пиктограмм).

7 Регулировка основных параметров

Для большинства пользователей существует лишь два параметра изображения, которые они решаются настраивать — яркость и контрастность, поэтому даже те немногие основные регулировки, которые предусмотрены во всех мониторах, кажутся им слишком сложными. Тем не менее, они существуют и предназначены для настройки положения изображения на экране и его качества в текущем режиме работы (при выбранном разрешении).

Размер по горизонтали (Horizontal Size, H-size). С помощью этой регулировки можно изменять горизонтальный размер раstra. Если он слишком широкий (один или оба края раstra выходят за границы экрана), то его нужно сжать таким образом, чтобы он полностью уместился на экране.

Смещение по горизонтали (Horizontal Phase, H-phase, H-posi). Эта регулировка позволяет сдвинуть весь растр влево или вправо. Поочередно регулируя размер и смещение по горизонтали, можно наилучшим образом «вписать» растр в вертикальные границы экрана.

Размер по вертикали (Vertical Size, V-size). С помощью этой регулировки можно изменять вертикальный размер раstra. Если он слишком вытянут (один или оба края раstra выходят за пределы экрана), то его нужно сжать таким образом, чтобы он полностью уместился на экране.

Смещение по вертикали (Vertical Phase, V-phase, V-posi). Эта регулировка позволяет сдвинуть весь растр вверх или вниз. Поочередно регулируя размер и смещение по вертикали, можно наилучшим образом «вписать» растр в горизонтальные границы экрана.

«Подушка» (Pincushion, PCC Amp.). Эта регулировка предназначена для устранения подушкообразных искажений раstra за счет изменения ширины его средней части. При пониженном значении параметра, вертикальные границы раstra будут вдавленными, при повышенном — выпуклыми (т.е. растр будет иметь бочкообразную форму). В идеале его вертикальные границы должны быть прямыми.

Трапеция (Trapezoid, PCC Phase). Эта регулировка позволяет изменять соотношение между шириной раstra в его верхней части и шириной в нижней части, делая картинку прямоугольной. При пониженном значении параметра нижняя часть раstra шире верхней и наоборот.

Кривизна (Pin balance). С помощью этой регулировки выравнивают вертикальные границы раstra. При пониженном значении параметра выпуклой будет правая граница раstra, при повышенном — левая. Отметим, что, в отличие от процедуры коррекции подушкообразных искажений, обе вертикальные границы раstra искривляются в одном направлении.

Параллелограмм (Parallelogram, Key Balance). Эта регулировка позволяет подстроить наклон раstra. При повышенном значении параметра растр наклонен вправо, при пониженном — влево.

Поворот (Tilt, Rotation, Twist). Данная регулировка позволяет повернуть растр как единое целое на некоторый угол. В идеальном случае изображение на экране должно быть прямым — два нижних угла раstra должны находиться на одинаковом расстоянии от границы экрана.

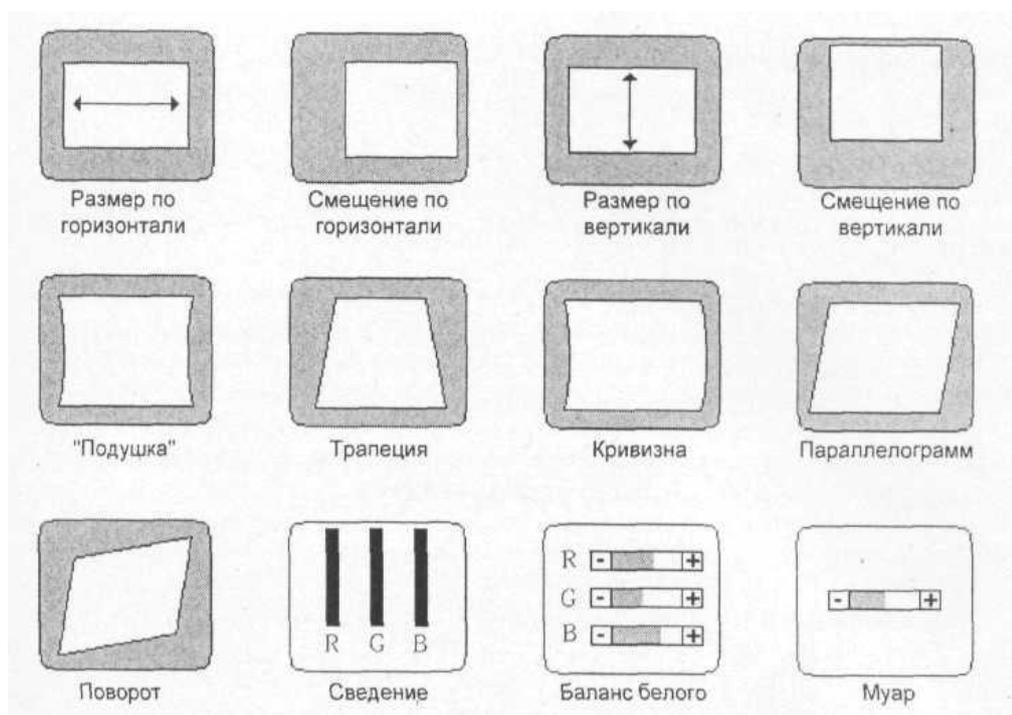


Рисунок 4 - Обозначения основных регулируемых параметров изображения

Сведение (Convergence). В высококачественных мониторах предусматриваются отдельные регулировки сведения лучей по вертикали и по горизонтали. Настраивать сведение удобнее всего по внешнему виду резких черно-белых переходов на изображении — например, букв в окне текстового редактора. Они должны быть четкими, без цветных окантовок.

Баланс белого (Viewmatch color, Color balance). Иногда эту регулировку называют коррекцией цветовой температуры. В идеальном случае белый цвет должен быть «чистым», т.е. содержать одинаковые доли основных цветов: красного, зеленого и синего. Однако в процессе эксплуатации монитора происходит старение электронных пушек ЭЛТ

и изменение коэффициентов усиления видеоусилителей. Отрегулировав соотношение основных цветов, можно восстановить «первозданность» белого цвета.

Муар (Moire Level). Муар — это разновидность искажений, возникающий при определенном сочетании разрешения экрана, шага расположения точек (триад), размера экрана и цвета изображения. Он проявляется в виде цветных «волн» на однотонных участках изображения. Имейте в виду, что убрать муар иногда удастся лишь за счет некоторого ухудшения других параметров изображения (сведения лучей или фокусировки).

Тонкая настройка

Тонкая настройка изображения предусмотрена не во всех мониторах. С помощью дополнительных регулировок можно проводить более точную подстройку параметров раstra — особенно в углах экрана, где добиться высокого качества изображения особенно трудно.

Линейность по вертикали (Vertical Linearity, V-lin). Линейность определяется тем, насколько равномерно перемещается электронный пучок в процессе развертки. Например, если в начале прямого хода он движется быстрее, чем в конце, то элементы изображения в верхней части экрана будут растянуты, а в нижней — сжаты.

Линейность вверху (Vertical Linearity Balance, V-lin balance). Эта регулировка предназначена для дополнительной подстройки линейности в верхней части раstra. Это бывает необходимо сделать в тех случаях, когда с помощью общей регулировки линейности не удастся добиться желаемого результата на всей площади экрана.

«Песочные часы» (Hourglass, Center PCC). С помощью этой регулировки можно уменьшить подушкообразные искажения только в средней части раstra, а не по всей площади экрана.



Рисунок 5 Обозначения дополнительных регулируемых параметров изображения

«Подушка» по углам (Corner PCC). С помощью этой регулировки можно уменьшить подушкообразные искажения только в верхней и нижней частях раstra, не затрагивая его средней части (образно говоря, «потянуть подушку за углы»).

Кривизна в центре (Center Balance). Эта регулировка аналогична общей регулировке кривизны и позволяет устранить изгиб вертикальных границ раstra, но только в его средней части, а не по всей площади экрана.

«Лук Купидона» (Cupid bow, Corner Balance). Эта регулировка аналогична общей регулировке кривизны и позволяет устранить изгиб вертикальных границ раstra, но только в его верхней и нижней частях (в углах), а не по всей площади экрана.

Уровень привязки черного (Clamp Pulse Position). Эта регулировка не нужна в тех случаях, когда сигналы на монитор подаются через 15-жильный кабель. Необходимость в ней возникает тогда, когда синхронизация разверток осуществляется от зеленого цветового

го сигнала, подаваемого на отдельный разъем BNC. С помощью этой регулировки можно исключить паразитную подсветку экрана (белого или зеленого цвета), которая может возникнуть как в описанной ситуации, так и при синхронизации монитора от внешних сигналов.

Чистота цвета (Purity). Данная регулировка позволяет добиться однородности цвето-воспроизведения на всей площади экрана. Не пытайтесь настраивать чистоту цвета до тех пор, пока в этом действительно не возникнет необходимость. Управление энергопотреблением (Power Management). Монитор, в котором предусмотрена возможность снижения энергопотребления, можно перевести в режим экономии электроэнергии. Если этот режим отключен, то монитор не будет переходить в состояние с пониженной потребляемой мощностью после определенного периода бездействия системы.

Размагничивание (Degaussing). Если цвета изображения на экране искажены необычным образом, то можно попытаться вручную размагнитить теньевую маску монитора.

7 Разборка и сборка мониторов

Процесс разборки монитора чрезвычайно прост. В большинстве случаев для того, чтобы получить доступ ко всем подсистемам монитора, достаточно лишь снять заднюю крышку корпуса. Она, как правило, крепится с помощью четырех винтов (иногда дополнительные винты могут быть вкручены со стороны основания). В некоторых мониторах обе части корпуса дополнительно скрепляются пластмассовыми защелками, но это бывает редко. Сняв заднюю крышку корпуса, вы увидите колбу и горловину ЭЛТ, а также плату управления ЭЛТ, плату разверток и источник питания (если он автономный).

В работающих мониторах формируются напряжения, воздействие которых на человека может закончиться летальным исходом. Они особенно опасны для новичков и неопытных техников. Прежде чем касаться каких-либо деталей монитора, убедитесь в том, что он отключен от сети и прошло достаточно времени после его выключения (несколько минут). За это время конденсаторы высоковольтных выпрямителей обычно успевают разрядиться. Не работайте с монитором при снятых защитных экранах, предохраняющих от рентгеновских лучей и радиочастотного излучения (если таковые имеются). Настоятельно не рекомендуется ремонтировать мониторы в одиночку (рядом должен быть еще один человек, способный, в случае необходимости, оказать вам помощь).

Запомните (а еще лучше — зарисуйте) расположение всех металлических экранов и крышек, которые входят в конструкцию монитора. Металлические экраны выполняют две очень важные функции. Во-первых, генераторы и усилители монитора являются источниками радиочастотных помех, которые могут ухудшить качество радио и телевизионного приема. Имеющиеся в мониторе металлические кожухи и экраны позволяют существенно снизить уровень этих помех. Поэтому всегда устанавливайте их на место перед проверкой монитора или во время работы с ним. Во-вторых, для работы больших ЭЛТ (с диагональю экрана более 17") нужны очень высокие напряжения (более 30 кВ), которые подаются на аноды. При таких высоких ускоряющих напряжениях электроны приобретают настолько высокую энергию, что весьма серьезной становится проблема защиты от рентгеновского излучения. Колбы ЭЛТ с меньшими ускоряющими напряжениями делаются из свинцового стекла, поглощающего рентгеновские лучи, а большие ЭЛТ еще и заключаются в дополнительные металлические экраны. Если в процессе работы вам пришлось снять такие экраны, то перед проверкой монитора или возвратом его в эксплуатацию их необходимо вернуть на место. Защитные экраны обычно хорошо видны при снятой задней крышке корпуса монитора.

Снятие остаточного заряда с ЭЛТ

Прежде чем отсоединять провода или вынимать из монитора платы, нужно убедиться в том, что анодная цепь ЭЛТ полностью разряжена. Поэтому после отключения

питания необходимо выждать несколько минут для того, чтобы ЭЛТ разрядилась. Используя отвертку с плоским жалом и провод с двумя зажимами-крокодилами на концах, снимите заряд с ЭЛТ. Для этого соединяется проводом жало отвертки с металлическим шасси монитора и осторожно подсовывается под резиновый колпак, прикрывающий анодный вывод ЭЛТ (рисунок 6).

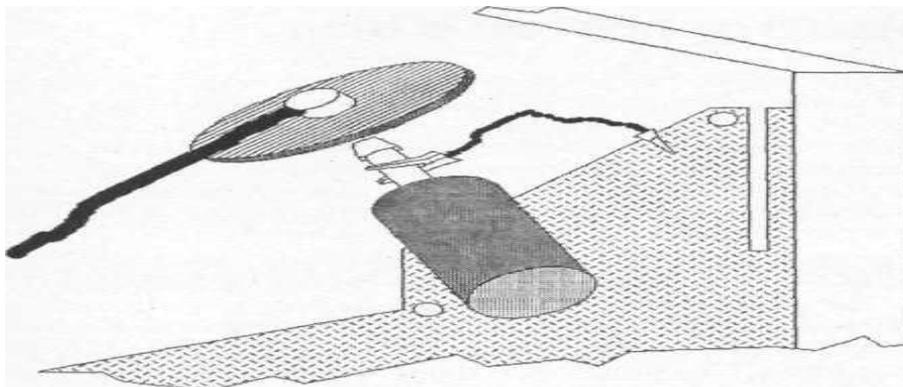


Рисунок 6 Перед ремонтом монитора необходимо снять с анода ЭЛТ электрический заряд

Контрольные вопросы

- 1 Конструкция монитора.
- 2 Устройство электронно-лучевой трубки.
- 3 Принцип формирования цветного изображения.
- 4 Плата управления ЭЛТ.
- 5 Плата разверток.
- 6 Настройка изображения.
- 7 Настройка основных параметров.
- 8 Тонкая настройка.
- 9 Последовательность разборки и сборки мониторов.
- 10 Как осуществляется снятие остаточного заряда с ЭЛТ.

Лабораторная работа №7

Видеокамеры

Цель работы: Изучение устройства и принципа работы цифровых видеокамер.

Задание на лабораторную работу:

изучить:

- структурную схему оптической части видеокамеры;
- устройство и принцип работы преобразователя изображения на приборе с зарядовой связью (ПЗС) и камерной головке;
- принципы аналоговой обработки сигнала;
- виды коррекций;
- интерфейс цифровой видеокамеры;
- основные параметры.

Ход работы

1 Структурная схема оптической части видеокамеры

На рисунке 1 изображена обобщенная функциональная схема видеокамеры. Оптическая часть

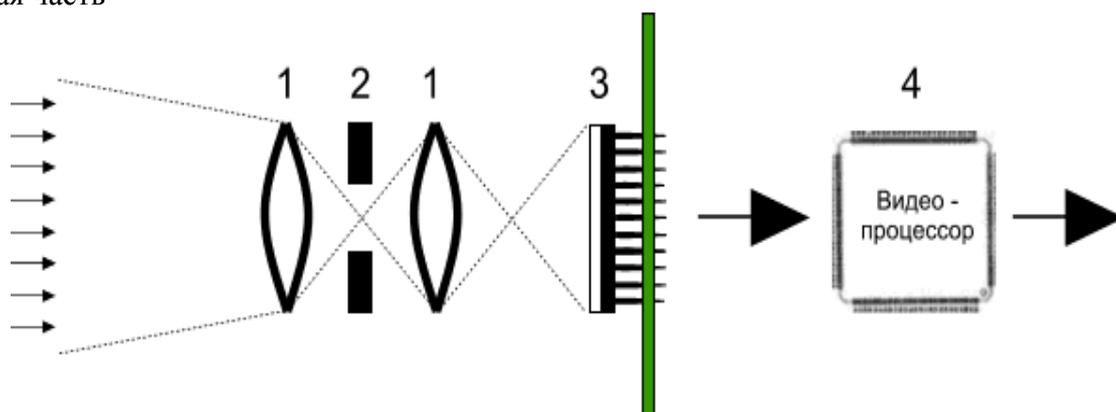


Рисунок 1

видеокамеры функционально очень похожа на человеческий глаз: изображение проходит через систему линз (1), диафрагму (2) и проецируется на фотоприемную ПЗС-матрицу (3). Далее, в ПЗС-матрице (ПЗС – Прибор с Зарядовой Связью) изображение преобразуется в электрический сигнал, который поступает уже в электронную часть (4) видеокамеры и там подвергается обработке. Электроника видеокамеры может, в свою очередь, управлять диафрагмой для регулировки яркости изображения. У большинства современных видеокамер (для упрощения конструкции и удешевления) регулировка яркости реализована не через механическое управление диафрагмой (АРД – автоматическая регулировка диафрагмы), а с помощью электронной обработки сигнала, поступающего с ПЗС-матрицы - так называемый “Электронный затвор”. Кроме того, существуют видеокамеры, которые могут и управлять системой линз для возможности оптического увеличения изображения (“Zoom”). Они поворачиваются в нужном направлении (поворотный механизм) по команде оператора, который в данный момент производит оперативное наблюдение (правда, такие видеокамеры очень дорогие и при этом такие возможности в большинстве случаев не нужны, особенно если нет этого самого оператора, а изображения со всех камер записываются видеографом).

2 Камерная головка

К объективу цифровой видеокамеры предъявляются требования повышенной разрешающей способности из-за малого размера элемента разложения прибора с зарядовой связью (ПЗС). Кроме того, объектив должен быть легким, надежным и формировать изображение с наименьшими искажениями. Наилучшими считаются объективы фирм Canon и Fujinon. Объективы имеют регулируемые диафрагму, трансфокатор и фокусировку. Они снабжаются дополнительными сменными светофильтрами. Основной блок видеокамеры - камерная головка (рисунок 2), которая состоит из узла преобразования "свет-сигнал" и цифрового процессора обработки сигнала изображения (рисунок 3). Узел преобразования "свет-сигнал" и объектив составляют оптическую часть видеокамеры и представлены на рис. 4. Сразу за объективом расположен фильтр нижних пространственных частот и светоделительная призма с цветными фильтрами, которая разделяет световой поток на три спектральные составляющие - красную (R), зеленую (G) и синюю (B) - по числу преобразователей изображения на ПЗС. Так как преобразователи на ПЗС имеют максимальную чувствительность в ИК-области спектра, а необходимо иметь кривую спектральной чувствительности камеры, близкую к кривой чувствительности глаза, то в оптическую часть камеры входит фильтр ИК-отсечки.

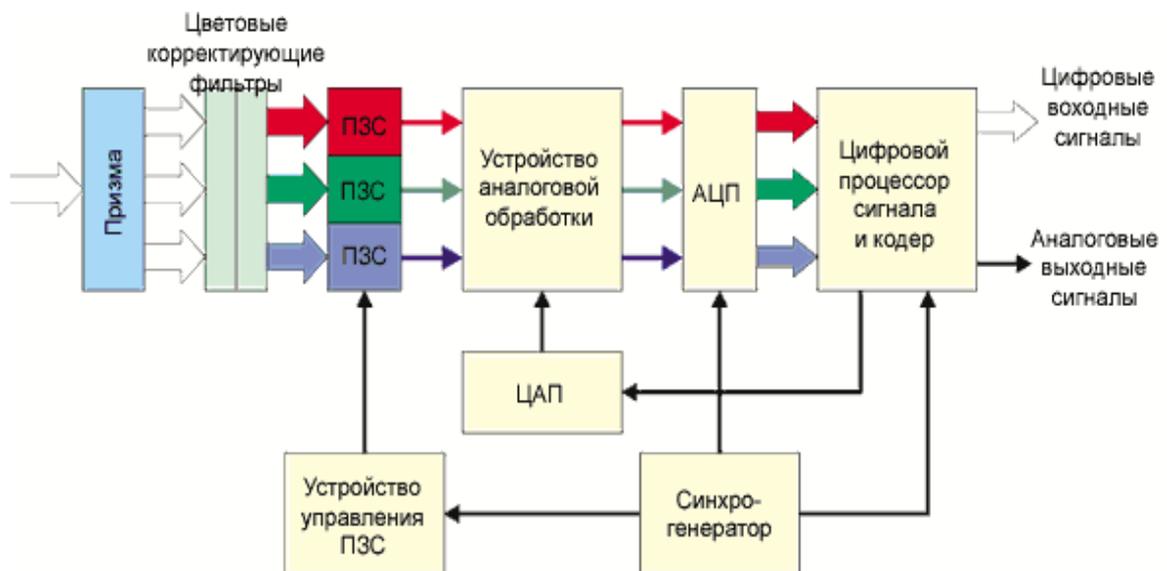


Рис. 2 - Камерная головка

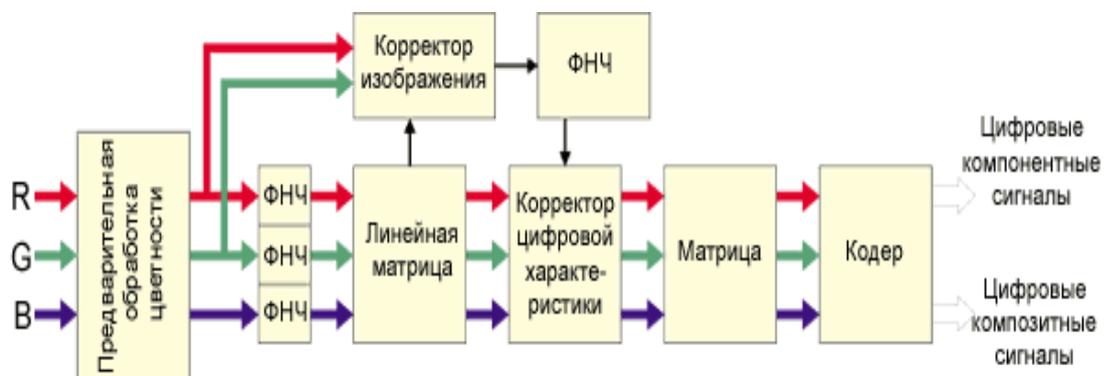
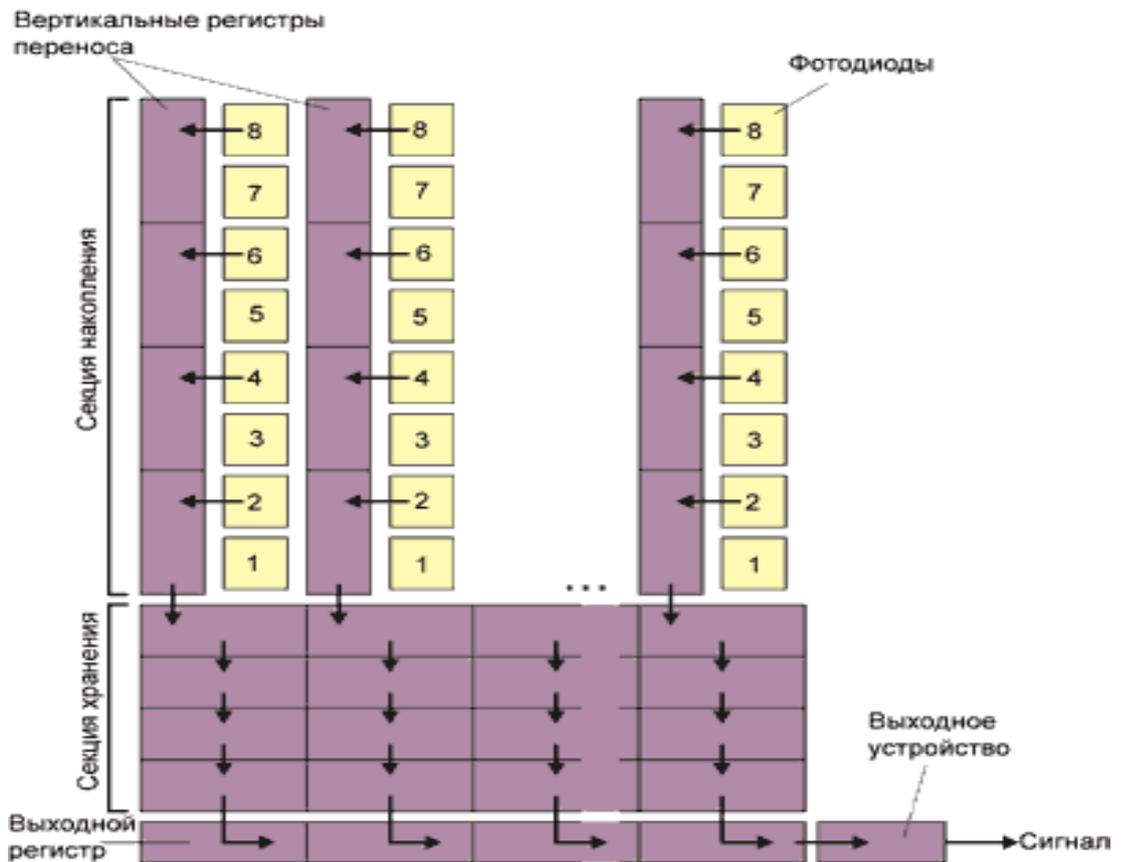


Рис. 3 - Цифровой процессор сигнала



Рис. 4. Оптическая часть видеокамеры



Р

Рисунок 5 - ПЗС со строчно-кадровым переносом, FIT CCD

3 Устройство и принцип работы преобразователя изображения на ПЗС

Преобразователь изображения на ПЗС - это прибор, осуществляющий пространственную дискретизацию изображения. Для исключения интермодуляционных искажений или элайзинга (наложения спектров при дискретизации), в соответствии с теоремой Котельникова, спектр передаваемых пространственных частот перед дискретизацией должен быть ограничен на частоте, равной половине частоты дискретизации. Этой цели служит фильтр нижних пространственных частот (ФНПЧ), установленный перед светоделительной призмой. В видеокамерах, применяемых в ТВ-вещании, обычно используют самые высококачественные и дорогостоящие ПЗС со строчным (IT CCD) или строчно-кадровым переносом (FIT CCD). На рисунке 5 представлен ПЗС со строчно-кадровым переносом. IT CCD отличается от него только отсутствием секции хранения. Из рисунка видно, что часть светочувствительной поверхности секции накопления покрыта непрозрачными для света вертикальными регистрами переноса, что существенно снижает световую чувствительность таких ПЗС по сравнению с ПЗС с переносом кадра. Преодолеть

этот недостаток позволило применение микролинз, которые располагаются перед каждым фотодиодом и поэтому практически весь свет собирается на них, минуя закрытые от света участки секции накопления. Следует отметить существование в преобразователях двух режимов накопления: режим накопления поля (это стандартный режим работы), и режим накопления кадра. Рассмотрим работу преобразователя в этих режимах на примере работы строчно-кадрового ПЗС (IT CCD), фрагмент которого представлен на рисунке 6. В этих приборах регистр вертикального переноса, который закрыт от света, является четырехфазным (фазы $\phi V1... \phi V4$), а горизонтальный выходной регистр - двухфазным (фазы $\phi H1, \phi H2$). В режиме накопления поля (рисунке 6) все фотодиоды преобразовате

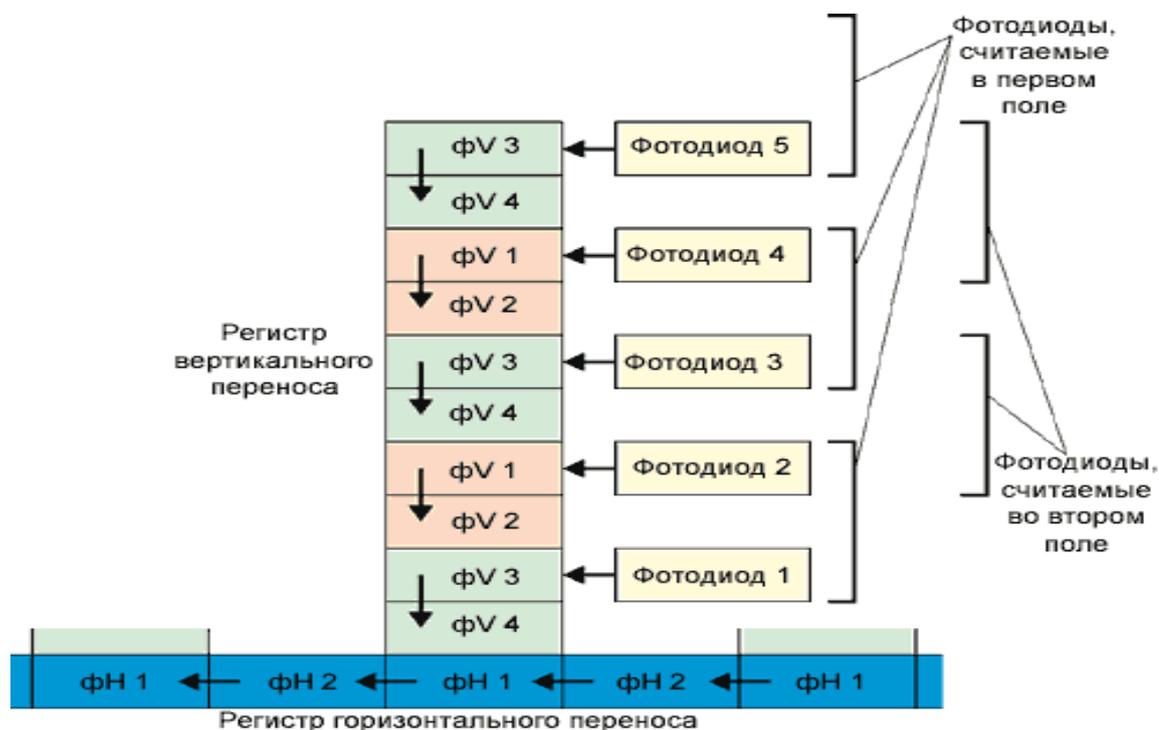


Рисунок 6 - Режим накопления поля

ля опрашиваются одновременно - один раз в течение поля. Поэтому время накопления информации в таком режиме составляет одно ТВ-поле. Причем, два соседних по вертикали фотодиода объединяются в одну ТВ-строку. Черезстрочность обеспечивается следующим образом: в нечетном поле первой телевизионной строке принадлежат первый и второй фотодиоды, второй - третий и четвертый фотодиоды, третьей - пятый и шестой фотодиоды, и так далее. В четном же поле фотодиоды объединяются в пары со сдвигом на один фотодиод: первая строка - первый фотодиод, вторая строка - второй и третий фотодиод, третья - четвертый и пятый фотодиод и так далее. Такой режим обеспечивает минимальную временную инерционность, но разрешающая способность по вертикали при этом понижена, так как высота элемента накопления равна высоте двух фотодиодов. Повысить разрешающую способность позволяет режим накопления кадра, когда в нечетном поле опрашиваются нечетные фотодиоды (1, 2, 3 и так далее), а в четном - четные (2, 4, 6 и т. д.). Тем самым, размер элемента разложения по вертикали уменьшается вдвое, но также вдвое увеличивается временная инерционность ПЗС, так как фотодиоды накапливают информацию в течение двух телевизионных полей. Некоторые фирмы-производители для повышения разрешающей способности по вертикали применяют этот режим в выпускаемых ими видеокамерах, но применять его следует весьма осторожно, учитывая повышенную временную инерционность.

4 Аналоговая обработка сигнала

Схема двойной коррелированной выборки (ДКВ)

Сигнал, снимаемый с ПЗС, содержит характерные искажения и шумы, связанные с работой его выходного устройства. Чтобы найти пути, позволяющие избавиться от этих последствий, рассмотрим особенности формирования этого выходного сигнала. Как показано на рисунке 7 выходной сигнал ПЗС имеет три уровня:

- уровень, определяемый импульсами сброса, проникающими в выходной сигнал через паразитные емкости (Reset Level);
- уровень фиксации, определяемый постоянным напряжением на стоке транзистора сброса с шумовой добавкой (Feed-Through Level);
- уровень сигнала с той же шумовой добавкой, вызванной цепями узла детектирования выходного устройства ПЗС (Signals).

Эти шумы включают в себя:

- шумы сброса;
- низкочастотные $1/f$ -шумы повторителя на МОП-транзисторе;
- тепловые шумы.

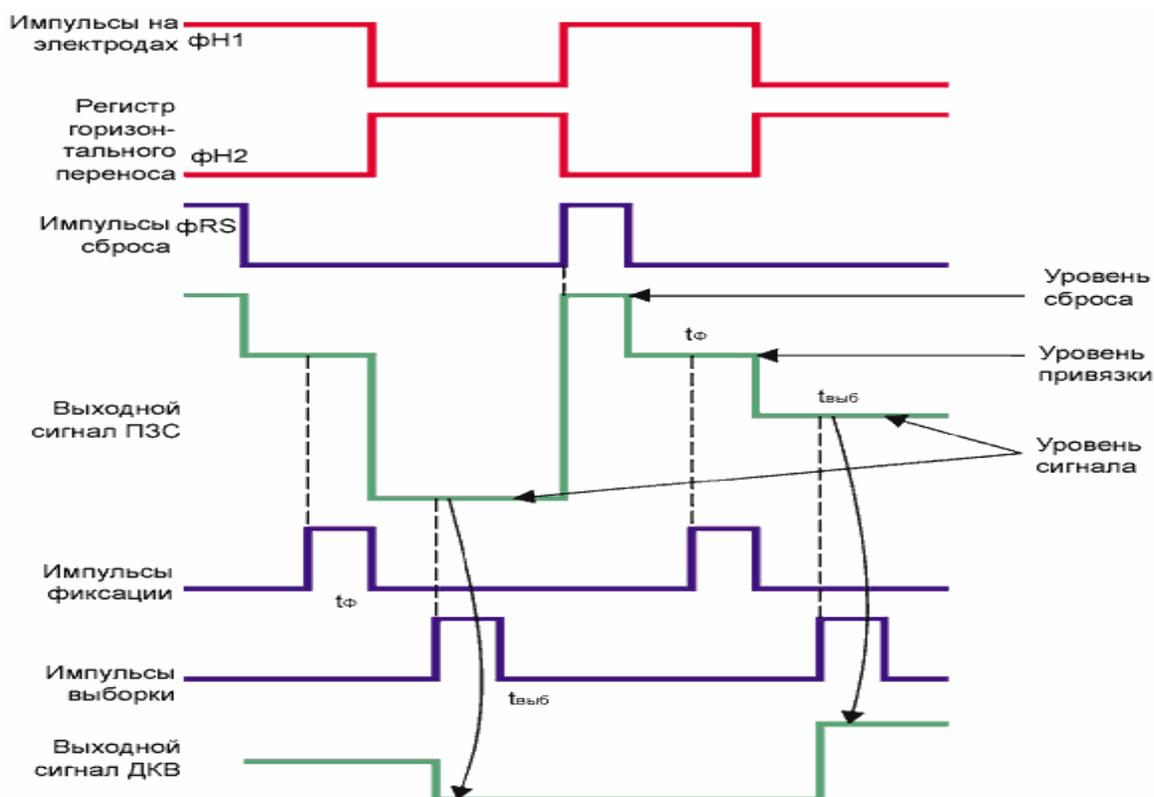


Рисунок 7 - Сигналы ПЗС

Устранить эту шумовую добавку $U_{ш}$ можно, так как ее величина в момент импульса фиксации t_{ϕ} (когда информационный заряд еще не поступил в выходное устройство) и в момент импульса выборки $t_{выб}$ (когда информационный зарядный пакет уже слился с этой шумовой добавкой) остается неизменной. Именно операцию устранения шумовой добавкой осуществляет схема двойной коррелированной выборки (ДКВ) или, в английской интерпретации, CDS (Correlated double sampling) (Рис. 8). Схема ДКВ работает следующим образом. В момент времени фиксации t_{ϕ} , когда на выходе ПЗС еще нет полезного сигнала, но есть шумовая составляющая $U_{ш}$, схема выборки осуществляет выборку и запоминание этой составляющей, которая времени $t_{выб}$, когда сигнал на выходе ПЗС уже содержит полезную составляющую U_c и ту же самую, что и в момент времени t_{ϕ} , шумовую составляющую $U_{ш}$. Схема выборки 3 производит выборку шумовой состав-

ляющей $U_{ш}$ в момент времени $t_{выб}$, переписывая значение шума с выхода схемы выборки 2 на инвертирующий вход ОУ. В результате, с момента выборки $t_{выб}$ до следующей выборки на неинвертирующем входе ОУ будет присутствовать полезный сигнал с шумом $U_c + U_{ш}$, а на инвертирующем - $U_{ш}$. На выходе схемы ДКВ получим значение сигнала без шума U_c .

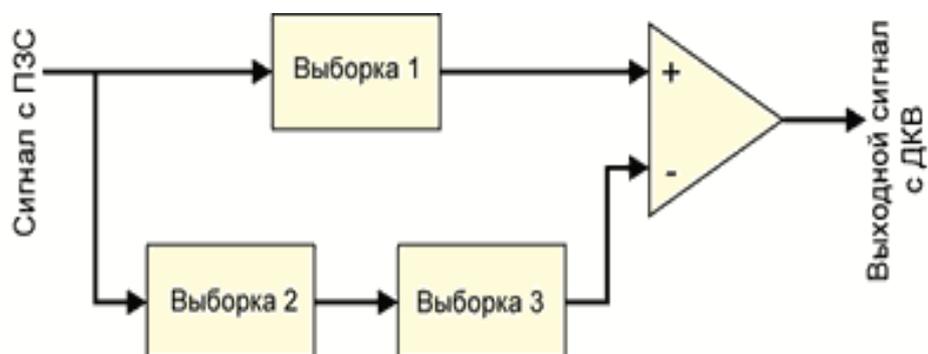


Рис. 8. Схема ДКВ.

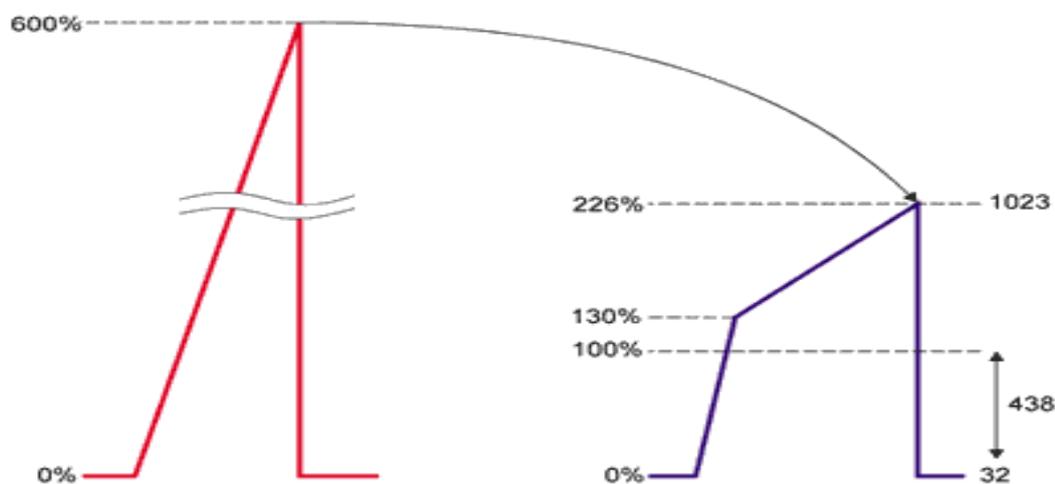


Рисунок 9 - Схема выборки

5 Предварительный регулируемый видеоусилитель

С ДКВ сигнал поступает на регулируемый усилитель, который обеспечивает заданный размах сигнала перед подачей его на аналого-цифровой преобразователь (АЦП), а также стабилизацию уровня черного и shading-коррекцию (коррекция проработки деталей изображения в местах со слабой освещенностью). Регулировка осуществляется путем задания необходимого уровня смещения, которое поступает на видеоусилитель с ЦАП, преобразующего сигнал обратной связи, формируемый цифровым процессором сигналов. Глубина регулировки усиления обычно составляет от -6 до 30 дБ. В усилителе осуществляется также регулировка, обеспечивающая постоянство уровня черного и уровня белого во всех трех каналах. **Аналого-цифровое преобразование** Оценим разрядность АЦП, применяемого в цифровых видеокамерах. Стандартный видеосигнал на выходе видеокамеры, в соответствии с рекомендацией CCIR - 601, должен быть восьмиразрядным. В то же время, к современным видеокамерам предъявляется требование передачи динамического диапазона по освещенности, как минимум в шесть раз превышающей номинальную. С учетом этого динамический диапазон АЦП должен быть как минимум на 2,5 разряда ($\log 6/1$) больше. С учетом нелинейности гамма-характеристики, требующей дополнительного четырехкратного усиления в черном, потребуется дополнительно еще 2 разряда ($\log 4/1$). Таким образом, общая разрядность АЦП должна была

бы составлять 13 разрядов ($8 + 2,5 + 2$). Создание такого АЦП, работающего на частоте преобразования видеосигнала, является в настоящее время достаточно сложной задачей. Поэтому разработчики видеокамер идут по пути сжатия динамического диапазона за счет регулировки режимов ПЗС, используя метод регулировки перегиба световой характеристики (knee correction), и обеспечения запаса по усилению в предварительном видеоусилителе (рис. 9). Этими методами удается сузить динамический диапазон сигнала и ограничиться 10...12-разрядным АЦП. Учитывая, что в большинстве видеокамер используется три ПЗС - по одному на каждый из основных цветов - общее число АЦП в видеокамере равно трем.

6 Цифровой процессор сигналов (ЦПС)

Назначение и работу ЦПС рассмотрим на примере ЦПС первой полностью цифровой видеокамеры фирмы SONY. Задачей цифровой обработки является такая обработка сигналов трех основных цветов, поступающих с АЦП, при которой обеспечиваются высокая разрешающая способность, широкий динамический диапазон, верность цветопередачи и высокая надежность работы видеокамеры. Высокая разрешающая способность формируемого видеокамерой изображения обеспечивается использованием ПЗС с большим числом элементов разложения, не менее $980(H) \times 576 (V)$, и сложным алгоритмом цифровой апертурной

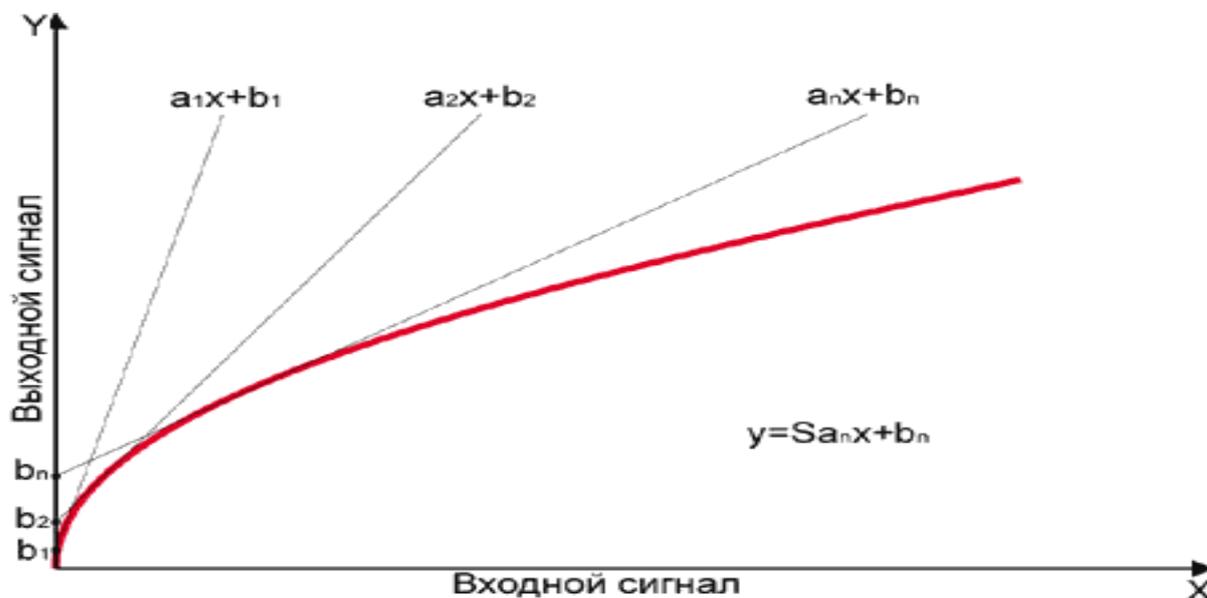


Рисунок 10

коррекции. Она заключается в интерполяции сигналов, полученных с двух ПЗС синего и красного каналов, сдвинутых относительно ПЗС зеленого канала в горизонтальном направлении на половину элемента разложения. При таком количестве элементов разложения ПЗС в горизонтальном направлении (980) и временем прямого хода по строке (52 мкс) нетрудно оценить частоту считывания информации с ПЗС, приближающуюся к 20 МГц. С учетом тактовой частоты цифрового сигнала, равной 13,5 МГц, и соответствующей рекомендации CCIR-601, выбирается частота считывания информации из ПЗС, равная $18 \text{ МГц} = 4/3 \times 13,5 \text{ МГц}$. Для исключения эффекта элайзинга тактовая частота, на которой работает ЦПС, выбирается в два раза больше частоты считывания информации с ПЗС - 36 МГц. Для исключения циклических ошибок при масштабировании сигнала в цепях цифрового процессора сигналов осуществляется как минимум 14-разрядная, а в последних моделях 22-разрядная, цифровая обработка и с каждым годом, благодаря совершенствованию технологических процессов производства больших интегральных

схем, разрядность цифровой обработки повышается. Особенно важна высокая разрядность сетки при нелинейной обработке сигналов, например, при гамма-коррекции.

7 Виды коррекций

Гамма-коррекция сигнала в цифровом процессоре сигналов

Задачей гамма-коррекции является создание такой "характеристики свет-сигнал" цифровой видеокамеры (обычно значение меньше единицы), чтобы она компенсировала модуляционную характеристику кинескопа, (которая больше единицы) и обеспечивала значение сквозной характеристики всего ТВ-тракта "от света до света" (то есть, по цепи "снимаемый объект - экран монитора"), близкое к единице. Одним из способов получения кривой, соответствующей требуемой гамма-характеристике, является кусочно-линейная аппроксимация, представленная на рисунке 10, из которой видно, что в области малых освещенностей (где X мало) коэффициент усиления тракта существенно больше, чем в области средних и, тем более, больших сигналов. Пропорционально увеличению коэффициента усиления расширяется и разрядная сетка цифрового процессора. Реализация заданной кривой осуществляется путем запоминания в устройстве памяти (RAM) необходимых коэффициентов a_n и b_n , а выходной сигнал Y вычисляется по формуле: $y = a_n x + b_n$. Реализация этого алгоритма представлена на рисунке 11. Альтернативным методом формирования заданной выходной характеристики является табличный, когда в отдельных ячейках таблицы по адресам, определяемым входным сигналом X , хранятся выходные сигналы Y . Недостатком такого метода является большой объем памяти, обусловленный необходимостью плавной регулировки гамма-коэффициента.

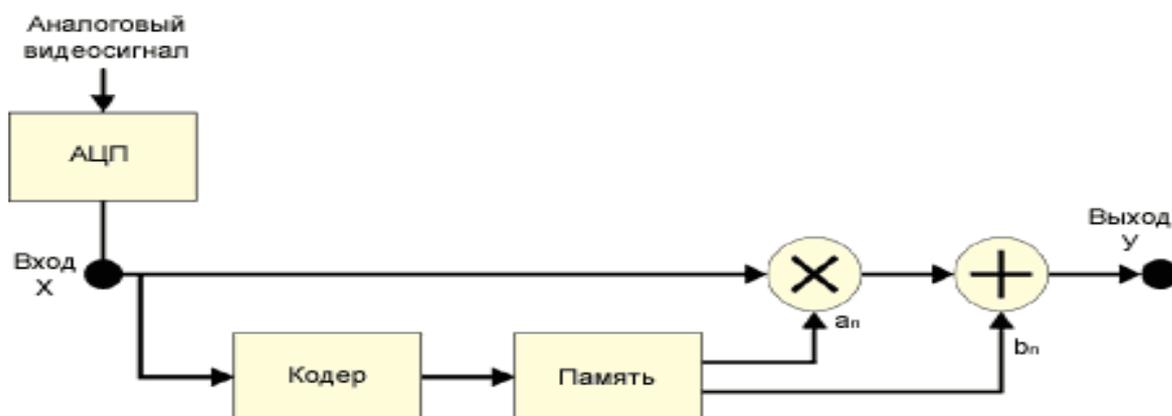


Рисунок - 11. Структурная схема гамма-корректора

Цифровая апертурная коррекция Как уже упоминалось, ПЗС красного и синего каналов смещены относительно ПЗС зеленого канала на половину элемента разложения. В цифровом процессоре производится интерполяция сигналов, позволяющая вдвое поднять частоту дискретизации сигнала Y . В результате, практически полностью исключается эффект элайзинга в горизонтальном направлении, а также влияние эффектов дискретизации, снижающих разрешающую способность ПЗС на предельных пространственных частотах, приближающихся к половине частоты дискретизации, то есть на частоте 900 ТВ линий в горизонтальном направлении для 980-элементного ПЗС. Следует отметить, что этот же метод может быть применен для повышения разрешающей способности в вертикальном направлении. Для исключения влияния на разрешающую способность перегиба световой характеристики (knee correction) и гамма-регуливки, сигнал апертурной коррекции вводится и до, и после гамма-коррекции.

Цветовая коррекция

Цифровой процессор сигналов открывает широкие возможности для цветовой обработки и коррекции изображения. Линейное матрицирование позволяет корректировать цветовой тон в соответствии с творческими задачами оператора или режиссера, а также в зависимости от предпочтений ТВ-аудитории. Особенно это касается цветового тона лиц диктора и артистов, участвующих в передаче. Цифровой процессор позволяет корректировать только эту область изображения, не затрагивая других цветовых деталей. Использование этой функции позволяет оператору, не прибегая к хирургическому вмешательству, на наших глазах превратить чернокожего Майкла Джексона в бледнолицего.

Матрица цветности и цифровые кодеры

После гамма-коррекции и коррекции перегиба световой характеристики расположена матрица цветности, которая из сигналов трех основных цветов - R, G и B - формирует цифровой сигнал яркости Y и два цветоразностных сигнала R-Y и B-Y, которые разделяются на два цифровых потока. Из одного с помощью цифрового кодера получают аналоговые композитные сигналы PAL или NTSC, а из другого, имеющего тактовую частоту 36 МГц, с помощью цифрового конвертера, использующего цифровые интерполяционные фильтры, - цифровой поток стандарта CCIR-601 с тактовой частотой 13,5 МГц.

8 Основные функции управления цифровой видеокамерой

Для управления цифровым процессором сигналов и выполнения огромного числа служебных функций и регулировок в современной цифровой видеокамере используется специальный контроллер. В число функций, выполняемых этим устройством, входят:

- автоматическая предустановка режимов;
- автоматический контроль за уровнем пересвеченных областей;
- управление интерфейсами связи с другими цифровыми аппаратами;
- связь с блоком дистанционного управления и др.

Точность и стабильность работы цифровых узлов видеокамеры обеспечивает быструю и простую установку ее режимов, существенно облегчая работу оператора, позволяя ему сосредоточиться на решении творческих задач. Значительно облегчается и упрощается работа с видеокамерой за счет использования дополнительной карты памяти, в которой хранятся установочные параметры камеры. С помощью специального устройства, расположенного в видеокамере, эти параметры могут быть легко записаны или считаны и, при необходимости, перенесены на другие цифровые камеры, снабженные такими же устройствами. Преимуществом цифровых технологий является то, что они обеспечивают практически абсолютную согласованность установочных параметров многокамерного комплекса, обеспечивая полную идентичность формируемого изображения.

Интерфейс цифровой видеокамеры

Видеокамеры можно условно разделить на моноблочные камеры, когда камерная головка и видеомагнитофон представляют собой единую конструкцию, и камерные головки с пристыковываемым видеомагнитофоном. В камерных головках с пристыковываемым видеомагнитофоном необходимо преобразование сигналов в аналоговую форму. В моноблочных камерах, где видеомагнитофон и камерная головка объединены в один узел, такой необходимости нет, и вся обработка сигнала происходит в цифровой форме. Для стыковки видеокамер со студийным видеооборудованием используются как аналоговые, так и цифровые интерфейсы.

Цифровые интерфейсы

SDI - последовательный цифровой интерфейс, разработанный фирмой Sony и предназначенный для передачи изображения в формате 4:2:2 со скоростью 270 Мбит/с на расстояние до 300 м.

Интерфейс IEEE-1394 Fire Wire ("огненный провод"), разработанный фирмой Texas Instruments для периферийных устройств в компьютерной технике, нашел широкое применение как в бытовой технике, так и в видеотехнике форматов DV и DVCAM. По инициативе VESA он стал стандартом для домашней сети. IEEE-1394 представляет собой последовательный двунаправленный интерфейс со скоростью передачи 100, 200 и 400 Мбит/с, позволяющий передавать одновременно два цифровых потока изображения со скоростью 25 Мбит/с. Стандарт предусматривает связь устройств с помощью шестипроводного кабеля, помещенного в общий экран. Две витые пары используются для передачи сигналов (одна для приемника, вторая для передатчика). Два провода используются для питания устройств (напряжение 8...40В, ток до 1,5А). Некоторые видеокамеры, например, DSR-200, имеют один 4-контактный разъем меньшего размера, у которого имеются только сигнальные цепи. Длина линии связи определяется стандартом и составляет около 4,5м (17 футов. Интерфейс позволяет также осуществлять управление подключенным устройством.

9 Основные параметры

Формат записи видеокамер

Видеокамеры способны производить запись в таких цифровых форматах, как Digital 8, mini DV, micro MV, DVD, Mpeg 4. На видеокамерах, работающих в первых трех форматах, все ещё применяется запись на ленту, но уже в цифровом качестве. Ви-



Рисунок 12 – Виды носителей информации

деокамеры с форматом записи Digital 8 выбирают те, у кого ещё остались записи в аналоговых форматах Hi 8. Эти видеокамеры дают возможность не только просматривать видео в формате Hi 8, но и производить оцифровку в Digital 8. Запись как в формате Hi 8, так и в Digital 8 идет на 8-ми миллиметровую пленку, но только во втором случае в цифровом качестве и со стереозвуком. Цена видеокамер, записывающих в Digital 8, достаточно низкая. Но если Вы выбираете первую видеокамеру, причем недорогую, то лучше обратить внимание на формат mini DV. Видеокамеры с форматом записи mini DV меньше по размерам и весу, поскольку используется меньшая кассета (лента шириной 6,35мм), чем для Digital 8. Но при этом немного более качественное цифровое видео и стереозвук. Эти видеокамеры и кассеты к ним выпускают многие известные производители (Sony, JVC, Panasonic, Samsung), поэтому проблем с расходными материалами не должно возникнуть. Micro MV формат превосходит предыдущие по качеству поскольку используется сжатие видео в стандарте Mpeg 2. К этим видеокамерам кассеты в два раза меньше по размерам, чем mini DV или Digital 8. Поэтому видеокамеры с форматом Micro MV получились достаточно компактными. Но когда будете выбирать видеокамеру, попробуйте насколько удобно держать её руке. Маленькие размеры могут доставлять много неудобств в крупной руке, тем более что кнопки располагаются слишком близко к

друг другу. DVD-видеокамеры ведут запись прямо на DVD-R/RW диски. Главное преимущество в том, что записанное видео сразу можно просмотреть на DVD-плеере, легко перемотывается до нужного момента. Но размеры самой DVD-видеокамеры продиктованы размером диска, поэтому сделать ей достаточно компактной не удастся. Среди современных видеокамер можно выбрать, записывающие в формате Mpeg 4. В качестве носителя информации используется жесткий диск или flash-карта. Все записи без проблем переписываются с видеокамеры на компьютер для дальнейшего монтажа или записи на диск. (Рисунок 12 – Виды носителей информации).

Видоискатель видеокамеры

Наблюдение за процессом видеосъемки, выбор необходимого ракурса и различных настроек – для всего этого используется видоискатель, оптический или зеркальный. Минус оптического видоискателя в том, что Вы увидите в нем картинку, отличающуюся от записываемой – происходит небольшое смещение в сторону. По этой причине лучше выбрать видеокамеру с зеркальным видоискателем. Видоискатель также может быть черно-белым или цветным. Каждый из них имеет свои преимущества и недостатки, поэтому прежде, чем выбирать вы должны знать эти тонкости. Черно-белые видоискате



Рисунок 13 – Видоискатель видеокамеры

ли предпочтительней, поскольку с их помощью можно точнее настроить четкость. Преимущество же цветных видоискателей в естественной цветопередаче, возможность настройки баланса белого (в некоторых моделях избыточная освещенность выделяется штриховкой).

Ни одна современная видеокамера не обходится без ЖК-дисплея, который зачастую очень удобно использовать в качестве видоискателя. Особенно удобен оказывается дисплей при съемке из неудобных положений, например, при записи на видео концерта, держа камеру над головой (рисунок 13).

Увеличение (оптическое, цифровое) видеокамеры

Как на фотоаппаратах, так и на видеокамерах производится съемка объектов, находящихся на разном расстоянии. В таких ситуациях полезным будет возможность приближения/увеличения объектов. Увеличение объектов реализуется с помощью возможностей оптики и электроники. Выбирая видеокамеру, в первую очередь обратите внимание на коэффициент оптического увеличения (optical zoom). Приближение/отдаление происходит за счет перемещения линз, коэффициенты могут достигать значений от 10 до 25. В большинстве ситуаций будет достаточно видеокамеру с 10-ти кратным оптическим зумом. Коэффициенты 20 и выше требует съемки со штатива, поскольку при таком увеличении будет заметно дрожание рук. Поэтому выбирать видеокамеры с большим оптическим зумом нецелесообразно. К тому же Вы переплатите за

возможности, которыми не всегда сможете воспользоваться. Цифровое увеличение не столь важно при выборе видеокамеры. Большие значения цифрового зума используется чисто в маркетинговых целях. Во-первых, при использовании цифрового приближения происходит потеря в качестве, поэтому эту функцию желательно вообще отключить. Во-вторых, снова же при большом увеличении будут сильно заметны малейшие колебания видеокамеры. Поэтому будет ли выбранная Вами видеокамера с 200-кратным или 500-кратным цифровым зумом не имеет решающего значения.

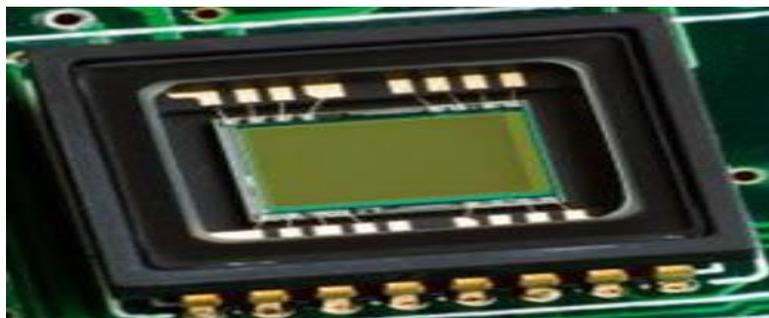


Рисунок 13 – ПЗС матрица (CCD) видеокамеры

ПЗС матрица (CCD) видеокамеры

Проходя через оптику, изображение попадает на светочувствительные элементы (ПЗС матрицу), на выходе которых картинка уже преобразуется в электрический сигнал. Наиболее распространенными в видеокамерах являются матрицы диагональю 1/4" (6 мм) и 1/3" (8мм). Лучше выбирать видеокамеры с ПЗС матрицей большей по диагонали, поскольку, обладая более высокой светочувствительностью, позволяет снимать в условиях слабой освещенности. Разрешение матрицы измеряется в количестве светочувствительных элементов (пикселях). Во избежание зернистости желательно иметь как можно большее разрешение, но минимальное необходимо 500,000 пикселей (0,5 Мп). Если же Вы хотите выбрать видеокамеру с возможностью делать фотографии, то стоит обратить внимание на модели с разрешением 1-3 Мп. В видеокамерах также применяется технология трех ПЗС матриц (ЗССD), в основном в профессиональные аппаратах, хотя есть и модели «попроще», например Panasonic NV_GS-300. При использовании этой технологии происходит раскладка света, проходящего в объектив на красный, синий и зеленый составляющие, каждый из которых обрабатывается отдельной матрицей. Это позволяет добиться лучшей цветопередачи, снизить уровень цветовых искажений. Видеокамеры с тремя матрицами в силу особенности технологии немного больше по размерам и цена значительно больше. Поэтому для съемки домашнего видео лучше будет выбирать среди моделей с одной матрицей (рисунок 13 – ПЗС матрица (CCD) видеокамеры).

Стабилизатор изображения видеокамеры

Выбирая видеокамеру, очень важно учитывать такой фактор как стабилизатор изображения. Он помогает избежать колебаний картинки при записи видео (например, при дрожании рук). В настоящий момент, какую бы Вы ни выбрали видеокамеру, на ней будет установлен в любом случае стабилизатор. Но! Профессионалы выбирают для себя видеокамеры с оптическим стабилизатором, для любительской же съемки вполне будет достаточно и электронного. Электронный стабилизатор использует часть ПЗС-матрицы, данные с которой обрабатываются процессором. Это позволяет избежать колебаний картинки в кадре, но качество теряется, поскольку не все элементы матрицы работают для создания изображения.

Оптический стабилизатор работает за счет дополнительной группы линз. С помощью специальных сенсоров передаются данные на процессор видеокамеры о направлении, скорости и амплитуде колебаний. Процессор на основе этих значений управляет группой линз стабилизации таким образом, чтобы изображение не выходило за пределы ПЗС-матрицы, т.е. оставалось неподвижным. При такой системе увеличивается расход энергии, но, учитывая получаемое качество, недостаток становится незначительным.

Чувствительность видеокамеры

Если Вы будете снимать видео при слабой освещенности, то лучше выбирать видеокамеру с высоким показателем чувствительности. Единица измерения чувствительности – люкс. Хорошим показателем камеры является возможность съемки при освещенности объекта 0,1 лк (это соответствует ситуации минимальной освещенности). В характеристиках обычно этот параметр завышается. Повышает чувствительность видеокамеры позволяет асферическая оптика, выбирать лучше именно среди таких моделей. Если же Вам часто приходится снимать при плохой освещенности, то также можно выбрать видеокамеру со встроенной лампой освещения или площадкой для её установки.



Рисунок 14 – Звук на видеокамере

Звук на видеокамере

Современные видеокамеры позволяют записывать стереозвук, а также звук в формате Dolby Digital 5.1 на DVD-видеокамерах. Выбирая видеокамеру, следует обратить внимание на такие детали. Во-первых, это возможность подключения выносного микрофона, одного или даже двух. Второй момент, это запись звука на два канала, что позволяет делать комментарии или накладывать звуковой фон на имеющуюся запись (рисунок 14).



Рисунок 15 – Аккумуляторы на видеокамере



Рисунок 16 – Подключение видеокамеры

Аккумуляторы на видеокамере

От параметров аккумулятора выбранной видеокамеры зависит длительность работы от одного заряда. На время работы, конечно, будет влиять и режим работы, в котором используется видеокамера, энергопотребление её узлов. На сегодняшний день Li-Ion

и Li-Pol аккумуляторы пришли на смену Ni-Cd и NiMh батареям. Выбирать аккумулятор для видеокамеры не приходится, поскольку выпускаются с расчетом на использование только определенного типа аккумулятора. Вы сможете выбрать только емкость батареи. В комплекте с видеокамерой может идти батарея небольшой емкости, поэтому сразу желательно приобрести второй аккумулятор, рассчитанной на большее время работы. Учтите также, что время работы стандартной батареи, указанное производителем, в действительности будет меньше. Это происходит потому, что параметр указывается для самого экономного режима без использования зума, ЖК-дисплея, просмотра записанного видео (рисунок 15).

Подключение видеокамеры

Для взаимодействия с другими устройствами видеокамеры оснащены различными разъемами. Разъем S-Video предназначен для подключения к телевизору и видеомагнитофону. С его помощью можно просматривать видео на телевизоре напрямую и переписывать на видеомагнитофон. Практически во всех видеокамерах присутствует разъем IEEE 1394 (FireWire, I.Link или DV). Основное его применение – передача данных на компьютер или другую цифровую видеокамеру. Если Вы выберете видеокамеру не только DV-выходом, но и DV-входом, то появится возможность использовать камеру в качестве видеомагнитофона, т.е. просмотр и запись видео с других устройств. Порт USB поначалу использовался только для передачи фотографий, но теперь с более быстрым стандартом USB 2.0 возможна и передача видеоданных. Для осуществления линейного монтажа необходимо наличие монтажных разъемов (у Sony – это разъем LANC, у Panasonic – Control-M). С помощью этих разъемов можно синхронизировать видеокамеру с монтажной деккой и видеомагнитофонами. Желательно также иметь разъем для подключения выносного микрофона и выход на наушники. Выбирать видеокамеру лучше не по максимальной функциональной оснащенности, а по набору необходимых функций. Вполне возможно, что Вам не понадобится 20-кратное увеличение, или, к примеру, фотосъемка будет не нужна, поскольку планируете и покупку цифрового фотоаппарата. Поэтому стоит ли переплачивать? Лучше выбрать на разницу в сумме видеокамер дополнительные аксессуары. Например, Вам обязательно понадобится сумка для переноса самой видеокамеры, а также дополнительного аккумулятора, дисков или кассет, кабелей и, возможно, зарядного устройства (рисунок 16).

Контрольные вопросы

- 1 Структура видеокамеры.
- 2 Устройство оптической части.
- 3 Приведите структурную схему цифрового процессора сигнала.
- 4 Устройство и принцип работы преобразователя изображения на ПЗС
- 5 Поясните принцип работы схемы двойной коррелированной выборки.
- 6 Шумовые добавки и способы борьбы с ними.
- 7 Предварительный регулируемый видеоусилитель и его назначение.
- 8 Назначение и принцип работы цифровой процессор сигналов.
- 9 Назначение и структура гамма-коррекции сигнала в цифровом процессоре сигналов.
- 10 Цифровая аппретурная коррекция и цветовая коррекция.
- 12 Назначение матрицы цветности и цифровых кодеров.
- 13 Назначение интерфейса цифрой видеокамеры и
- 14 Назначение блока управления цифровой видеокамерой.
- 15 Расскажите о основных параметрах видеокамер:
 - формат записи;
 - видеоискатель видеокамеры;

- увеличение (оптическое, цифровое) видеокамеры;
 - ПЗС матрица (CCD) видеокамеры;
 - стабилизатор изображения видеокамеры;
 - чувствительность видеокамеры;
 - звук на видеокамере;
 - питание видеокамер;
- 16 Способы подключения видеокамер.

Лабораторная работа №8

Накопители на гибких магнитных дисках

Цель работы: Изучить устройство и принцип работы накопителей на гибких магнитных дисках.

Задание на лабораторную работу:

изучить:

- устройство и принцип работы накопителей на гибких магнитных дисках (НГМД);
- типы дисководов;
- конструкции дискет

Ход работы

1 История создания НГМД

Работая в IBM, Алан Шугарт (Alan Shugart) в конце 1960-х годов изобрел накопитель на гибких дисках. Дэвид Нобль (David Noble), один из старших инженеров, работавших под руководством Шугарта, предложил гибкий диск (прообраз дискеты диаметром 8 дюймов) и защитный кожух с тканевой прокладкой. В 1976 году компания Shugart Associates представила дисковод для миниатюрных (mini-floppy) гибких дисков на 5,25 дюйма, который стал стандартом, используемым в персональных компьютерах, быстро вытеснив дисководы для дисков диаметром 8 дюймов. Компания Shugart Associates также представила интерфейс Shugart Associates System Interface (SASI), который после формального одобрения комитетом ANSI в 1986 году был переименован в Small Computer System Interface (SCSI).

В 1983 году компания Sony впервые представила компьютерному сообществу накопитель и дискету диаметром 3,5 дюйма. В 1984 году Hewlett-Packard впервые использовала в своем компьютере HP-150 этот накопитель. В этом же году компания Apple стала использовать накопители 3,5 дюйма в компьютерах Macintosh, а в 1986 году этот накопитель появился в компьютерных системах IBM.

2 Устройство и принцип работы

Все дисководы для гибких дисков, независимо от их типа, состоят из нескольких основных частей. Для того чтобы правильно установить и использовать дисковод, нужно разбираться в его компонентах и знать, для чего они предназначены (рисунок 1).

Головки чтения/записи

Дисковод, как правило, имеет две головки для чтения и записи данных, т.е. является двусторонним. Для каждой стороны диска предназначено по одной головке; обе головки используются для чтения и записи на соответствующих поверхностях диска. Когда-то в персональных компьютерах устанавливались односторонние дисководы (например, в первых компьютерах), но сегодня они вышли из употребления (рисунок 2).

Первой является нижняя головка (т.е. головка «0»). В односторонних дисководах используется фактически только нижняя головка, а верхняя заменяется войлочной прокладкой (рисунок 2). Верхняя головка (головка 1) расположена не точно над нижней, а смещена на четыре или восемь дорожек ближе к центру (относительно нее).

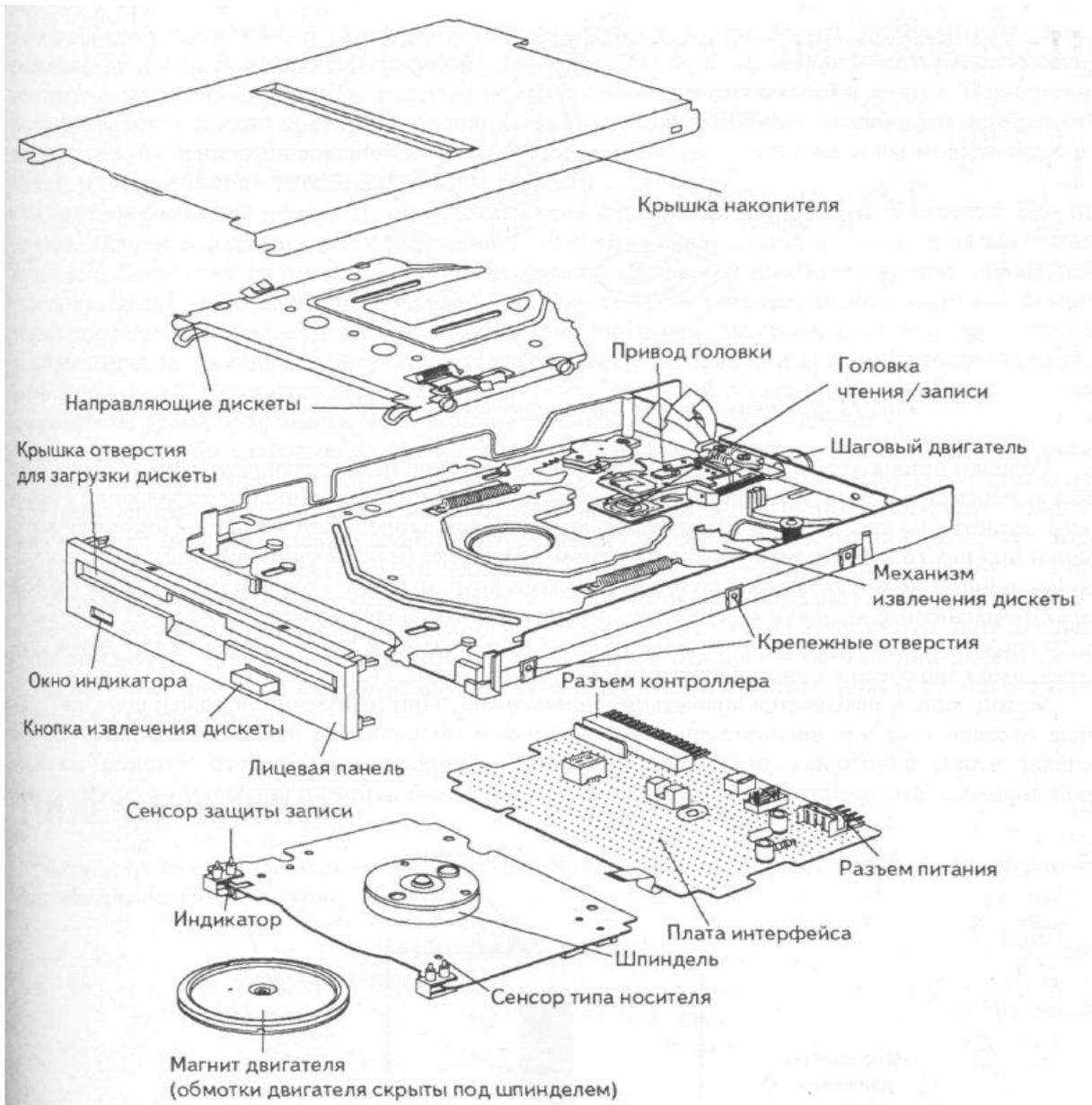


Рисунок 1 - Стандартный дисковод.



Рисунок 2 - Блоки головок в двустороннем дисковом.

Головки приводятся в движение устройством, которое называется приводом головок. Они могут перемещаться по прямой линии и устанавливаться над различными дорожками. Головки движутся по касательной к дорожкам, которые они записывают на диск. Поскольку верхняя и нижняя головки монтируются на одном держателе (или механизме), они движутся одновременно и не могут перемещаться независимо друг от друга. Головки представляют собой электромагнитные катушки с сердечниками из мягкого сплава железа. Каждая головка является устройством, в котором головка чтения/записи расположена между двумя стирающими головками в одном физическом устройстве (рисунок 3).

Метод записи называется туннельной подчисткой. При нанесении дорожек дополнительные головки стирают внешние границы, аккуратно подравнивая их на диске. Эти головки следят, чтобы данные находились только в пределах определенного узкого «туннеля» на каждой дорожке. Это препятствует искажению сигнала одной дорожки сигналами с соседних дорожек. Если сигнал «съедет» в сторону, то могут возникнуть проблемы. Дополнительное выравнивание дорожек исключает такую возможность. Позиционирование — это расположение головок относительно дорожек, которые используются ими для чтения и записи. Позиционирование головок можно проверить, сравнив его с установкой головок эталонного диска, записанного на особо точном дисковом де. Эталонные диски есть в продаже, и вы можете использовать их для проверки установки головок в вашем дисковом де.

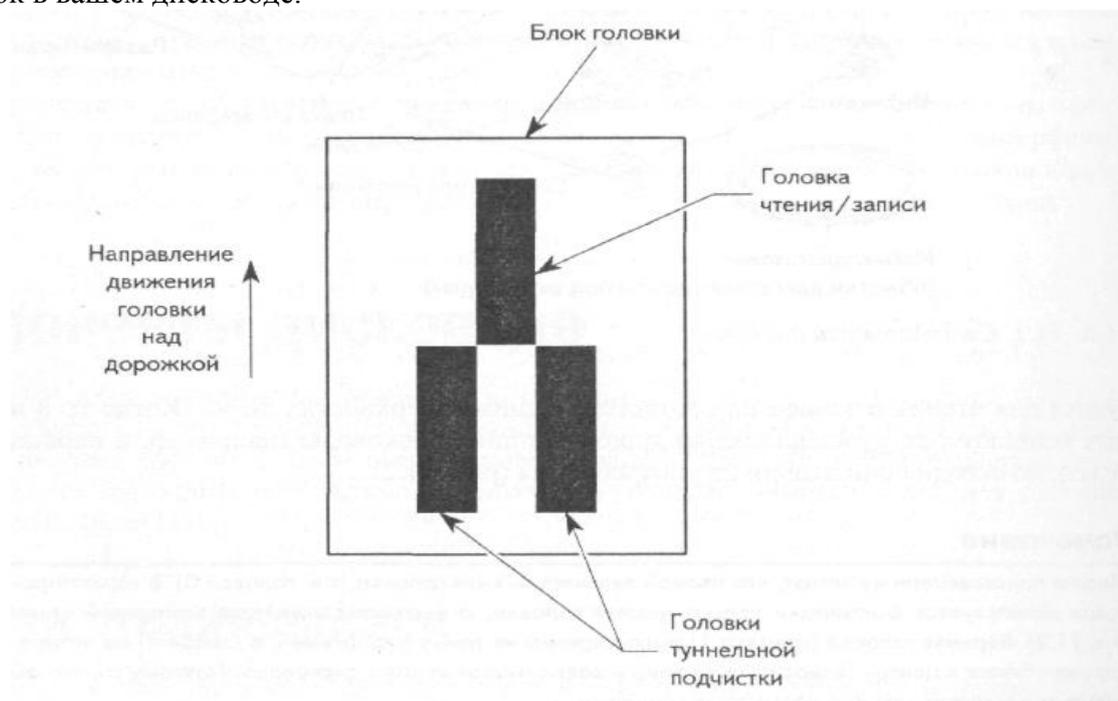


Рисунок 3 - Конструкция головки дисковод для гибких дисков.

Головки снабжены пружинами и прижимаются к диску под небольшим давлением. Это означает, что они находятся в непосредственном контакте с поверхностью диска во время чтения и записи. Поскольку дисководы для гибких дисков в персональных компьютерах имеют скорость вращения всего 300 или 360 об/мин, это давление не вызывает особых проблем, связанных с трением. Новейшие диски покрываются специальными составами для уменьшения трения и повышения скольжения. В результате контакта между головками и диском на головках постепенно образуется налет оксидного материала диска. Этот слой должен периодически счищаться с головок во время профилактического ремонта или обычного обслуживания.

Для того чтобы информация была считана и записана правильно, головки должны находиться в непосредственном контакте с записывающей средой. Очень маленькие ча-

стицы отколовшегося оксида, грязь, пыль, дым и отпечатки пальцев могут вызвать проблемы при чтении и записи данных. Исследования производителей дисков и драйверов показали, что зазор величиной 0,000032 дюйма между головками и записывающей средой может вызывать ошибки чтения/записи. Теперь вы знаете, почему с дискетами нужно обращаться аккуратно и избегать загрязнения поверхности диска. Жесткая оболочка и защитная заслонка на окне для доступа головок на дискетах диаметром 3,5 дюйма предотвращают загрязнение поверхности. Дискеты диаметром 5,25 дюйма не имеют таких защитных элементов, поэтому с ними нужно обращаться аккуратнее.

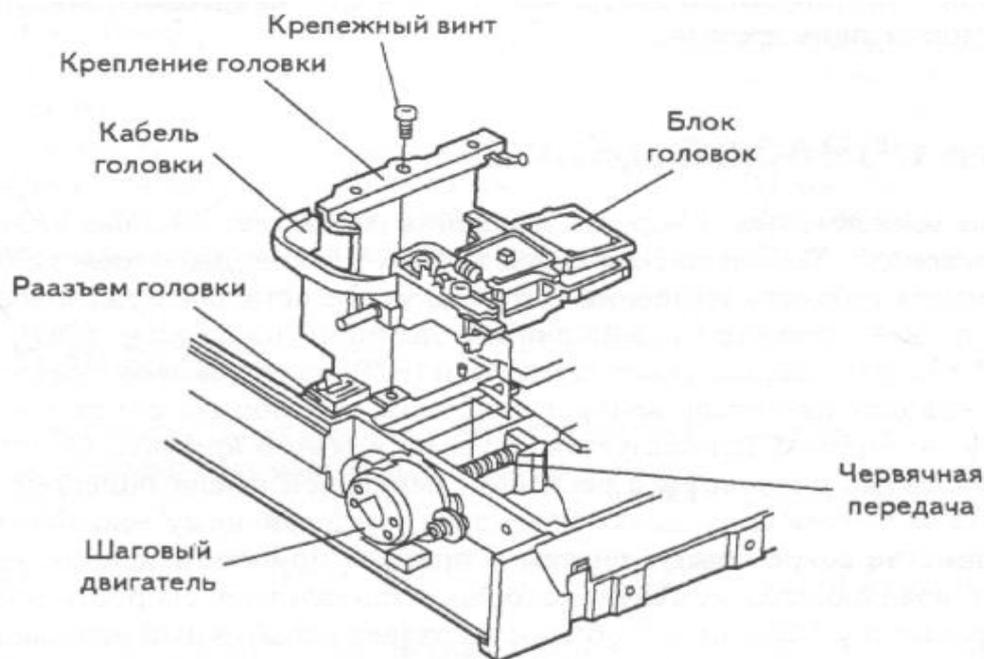


Рисунок 4 - Внешний вид привода головок.

Привод головок

Это устройство с механическим двигателем, которое заставляет головки перемещаться над поверхностью диска (рисунок 4).

В таких устройствах обычно используется шаговый двигатель, который осуществляет перемещения в двух направлениях с определенным приращением, или шагом. Этот двигатель поворачивается на точно определенный угол и останавливается. Шаговый двигатель выполняет перемещение между фиксированными ограничителями, или упорами, и должен останавливаться при определенном положении ограничителя. Шаговые двигатели не могут осуществлять непрерывное позиционирование. Каждый шаг перемещения определяет дорожку на диске. Двигателем управляет контроллер диска, с помощью которого он может устанавливаться в соответствии с любым относительным приращением в пределах границ его перемещения. Например, для позиционирования головок на дорожке 25 двигатель должен получить команду перейти на позицию 25 шагового стопора с нулевого цилиндра.

Обычно шаговый двигатель соединен с держателем головок свернутой в спираль стальной лентой. Лента наматывается на ось шагового двигателя, что делает вращательное движение поступательным. В некоторых дисководов вместо ленты используется червячная передача. В устройствах этого типа головки монтируются на червячной передаче, приводимой в движение непосредственно валом шагового двигателя. Поскольку это устройство более компактно, привод с червячной передачей устанавливается на миниатюрных дисководов на 3,5 дюйма.

Большинство шаговых двигателей, установленных в дисководы гибких дисков, осуществляют перемещение с определенным шагом, связанным с расстоянием между дорожками на диске. Большинство дисководов с 48 TPI (Track Per Inch — дорожек на дюйм) оснащены двигателем, который поворачивается с шагом $3,6^\circ$. Это означает, что каждый поворот двигателя на $3,6^\circ$ перемещает головки с одной дорожки (или цилиндра) на другую. Большинство дисководов с 96 или 135 TPI имеют шаговый двигатель с приращением $1,8^\circ$, который равен половине шага в дисководах с 48 TPI. Иногда эти данные приводятся прямо на шаговом двигателе и могут быть полезными, когда нужно определить тип дисковода. Дисководы гибких дисков диаметром 5,25 дюйма на 360 Кбайт выпускаются только с плотностью 48 TPI, в них используется шаговый двигатель с приращением $3,6^\circ$. Во всех остальных типах дисководов обычно используется шаговый двигатель с приращением $1,8^\circ$. Обычно шаговый двигатель выглядит как маленький цилиндр, расположенный в углу дисковода.

Шаговый двигатель поворачивается из одного крайнего положения в другое приблизительно за 0,2 с. или 200 мс. В среднем половина хода двигателя занимает 100 мс, а одна треть хода — 66 мс. Время половины и трети хода устройства привода головок часто используется для определения среднего времени доступа к диску, т.е. среднего времени перемещения головок с одной дорожки на другую.

Двигатель привода диска

Этот двигатель вращает диск. Скорость вращения составляет 300 или 360 об/мин, в зависимости от типа дисковода. Только дисковод для гибких дисков диаметром 5,25 дюйма высокой плотности (HD) имеет скорость вращения 360 об/мин, все остальные дисководы, включая дисководы гибких дисков диаметром 5,25 дюйма двойной плотности (DD), 3,5 дюйма DD, 3,5 дюйма HD и 3,5 дюйма сверхвысокой плотности (ED), вращаются со скоростью 300 об/мин.

В старых дисководах двигатель вращал ось диска с помощью ременной передачи, но во всех современных дисководах используется система прямого привода. Она надежнее, дешевле и компактнее. Старые дисководы с ременной передачей имели большой вращающий момент для поворота застревающего диска благодаря усиливающему множителю ременной передачи. В большинстве современных систем с прямым приводом используется автоматическая компенсация вращающего момента, которая устанавливает скорость вращения диска на фиксированную величину 300 или 360 об/мин и создает избыточный вращающий момент для застревающих дисков или уменьшает вращающий момент для скользящих дисков. Этот тип дисковода не требует настройки скорости вращения.

Платы управления

В дисководе всегда есть одна или несколько плат управления, или логических плат, на которых расположены схемы управления приводом головок, головками чтения/записи, вращающимся двигателем, датчиками диска и другими компонентами дисковода. Логическая плата осуществляет взаимодействие дисковода и платы контроллера в компьютере.

Во всех дисководах гибких дисков для персональных компьютеров используется интерфейс Shugart Associates SA-400, созданный Шугартом в 1970-х годах.

Контроллер

В первых моделях компьютеров накопители на гибких дисках подключались к плате расширения, установленной в разъем ISA системной платы. Позднее эти платы были усовершенствованы: кроме поддержки накопителя на гибких дисках, была добавлена поддержка последовательного и параллельного портов, интерфейса IDE/ATA. В настоящее время все эти устройства интегрированы в системную плату.

Вне зависимости от типа (внешний или интегрированный), контроллер использует следующие ресурсы:

- запрос на прерывание — 6;
- канал DMA — 2;
- диапазон ввода-вывода — 3F2-3F5.

Эти ресурсы стандартизованы и изменять их не следует.

В отличие от IDE-интерфейса, контроллер гибких дисков не претерпел существенных изменений за последние годы. Практически все контроллеры поддерживают скорость передачи данных 1 Мбит/с, и эта скорость поддерживается всеми современными накопителями на гибких дисках. Контроллер со скоростью передачи данных 500 Кбит/с поддерживает все накопители на гибких дисках, за исключением 2,88 Мбайт. При установке стандартного накопителя на гибких дисках емкостью 1,44 Мбайт формата 3,5 дюйма в старый компьютер не забудьте заменить используемый для этого устройства контроллер на более совершенную модель.

Лицевая панель

Это пластиковая панель, закрывающая переднюю часть дисководов. Эти панели, обычно съемные, могут быть различных цветов и конфигураций.

Разъемы

Почти все дисководы имеют хотя бы два разъема: один для подводимого к дисководу электрического питания, а другой для передачи сигналов управления и данных к дисководу и от него. Эти разъемы в компьютерной промышленности стандартизованы. Четырехконтактный линейный разъем Mate-N-Lock компании AMP большого и малого размеров используется для подключения питания (рисунок 5), а 34-контактные разъемы — для сигналов данных и управления. В дисководах формата 5,25 дюйма обычно используется большой разъем для питания и 34-контактный разъем, в то время как в большинстве дисководов формата 3,5 дюйма для питания используется малый разъем.

И большой и малый разъемы со стороны кабеля питания подключаются к разъемам, находящимся непосредственно на плате дисководов. Одна из проблем, возникающих при установке на более старые машины дисководов формата 3,5 дюйма, заключается в том, что кабель питания компьютера часто имеет только большой разъем, а дисковод имеет малый разъем.

В большинстве стандартных компьютеров используются дисководы формата 3,5 дюйма с 34-контактными разъемами для сигналов и отдельным малым разъемом для питания. Для старых компьютеров многие производители дисководов продают также дисководы формата 3,5 дюйма, смонтированные на раме для дисководов формата 5,25 дюйма и имеющие специальный переходник, позволяющий использовать большой разъем питания и стандартный разъем для сигналов.

Интерфейсный кабель дисководов гибких дисков

На дисководах формата 3,5 и 5,25 дюйма используется 34-контактный разъем. Назначение контактов разъема приведено в таблице 1.

Дисковод подключается к разъему системной платы с помощью кабеля. Для подключения различных дисководов в этом кабеле содержится пять разъемов (рисунок 6): один для подключения к системной плате и по одному для каждого типа дисководов (3,5 и 5,25 дюйма) и каждого типа подключения (А и В).

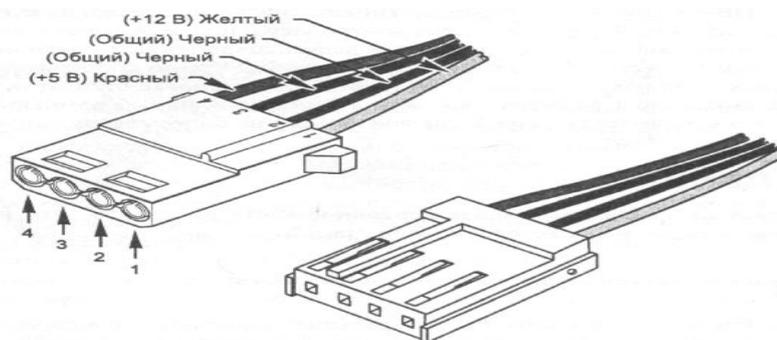


Рисунок 5 - Разъем кабеля питания дисководов

В этом кабеле линии 10-16 разрезаны и переставлены (перекручены) между разъемами дисководов. Это перекручивание переставляет первое и второе положения переключки выбора дисководов и сигналы включения двигателя, а следовательно, меняет на противоположные установки DS для дисководов, находящегося за перекручиванием. Соответственно все дисководы (А и В) в компьютере с этим типом кабеля имеют переключки, установленные одинаково, а настройка и установка дисководов упрощается.

Таблица 1 - Назначение контактов разъема стандартного дисководов

Контакт	Сигнал	Контакт	Сигнал	Контакт	Сигнал
1	Общий	13	Общий	24	Запись разрешена
2	Не используется	14	Выбор дисководов А	25	Общий
3	Общий	15	Общий	26	Дорожка 0
4	Не используется	16	Активизация двигателя	27	Общий
5	Общий	17	Общий	28	Запрещение записи
6	Не используется	18	Направление (шаговый двигатель)	29	Общий
7	Общий	19	Общий	30	Чтение данных
8	Индекс	20	Импульс шага	31	Общий
9	Общий	21	Общий	32	Выбор головки 1
10	Активизация двигателя А	22	Запись данных	33	Общий
11	Общий	23	Общий	34	Общий
12	Выбор дисководов В				

2 Физические характеристики и принципы работы дисководов

В современных компьютерах используется дисковод 3,5 дюйма для гибких дисков объемом 1,44 Мбайт. В более старых системах может быть установлен дисковод 5,25 дюйма для гибких дисков объемом 1,2 Мбайт. Модели дисководов 5,25 дюйма, рассчитанные на работу с дискетами объемом 360 и 720 Кбайт, в настоящее время не используются.

Дисковод работает довольно просто. Диск вращается со скоростью 300 или 360 об/мин. Большинство дисководов работают на скорости 300 об/мин, и лишь дисковод формата 5,25 дюйма на 1,2 Мбайт работает на скорости 360 об/мин. При вращении диска головки могут перемещаться вперед и назад на расстояние приблизительно в один дюйм и записывать 40 или 80 дорожек. Дорожки наносятся на обе стороны диска и поэтому иногда называются цилиндрами. В отдельный цилиндр входят дорожки на верхней и нижней сторонах дискеты. При записи используется метод туннельной подчистки, при

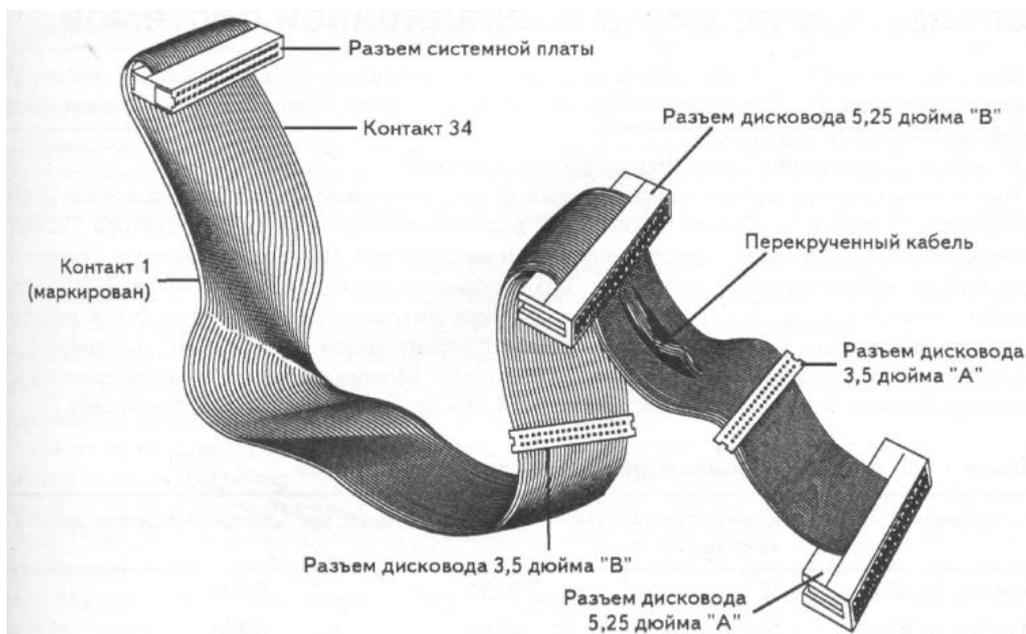


Рисунок 6 - Стандартный кабель для подключения дисководов

котором сначала записываются дорожки определенной ширины, а затем края дорожек стираются, чтобы предотвратить взаимное влияние соседних дорожек.

Ширина дорожек дисководов может быть различной. В таблице 2 приведены размеры дорожек в миллиметрах и дюймах для пяти типов дисководов, используемых в компьютерах.

Использование диска операционной системой

Для операционной системы данные на дисках ПК организованы в дорожки и секторы. Дорожки представляют собой узкие концентрические кольца на диске. Секторы — это области в виде «кусков торта» на диске.

В таблице 3 приведены стандартные форматы дисков.

Вычислить емкость дискет для различных форматов можно, умножив количество секторов на число дорожек на одной стороне (на 2 для двух сторон) и на размер сектора 512 байт. Емкость дискеты выражается тремя различными величинами. Чаще всего емкость измеряется в килобайтах (1 Кбайт равен 1 024 байт). Это удобно для дискет размером 360 и 720 Кбайт и неудобно для дискет на 1,44 и 2,88 Мбайт. Дискета емкостью 1,44 Мбайт—это в действительности дискета на 1 440 Кбайт. Поскольку 1 Мбайт равен 1 024 Кбайт, то дискета на 1,44 Мбайт на самом деле имеет емкость 1,406 Мбайт. Можно выразить емкость дискеты и в миллионах байтов. В этом случае дискета на 1,44 Мбайт имеет емкость 1,475 млн. байт.

Таблица 2 - Ширина дорожек в дисководах для гибких дисков

Тип дисководов	Количество дорожек на каждой стороне	Ширина дорожки, мм	Ширина дорожки, дюймов
5,25 дюйма, 360 Кбайт	40	0,300	0,0118
5,25 дюйма, 1,2	80	0,155	0,0061
3,5 дюйма, 720	80	0,115	0,0045
3,5 дюйма, 1,44	80	0,115	0,0045
3,5 дюйма, 2,88Мбайт	80	0,115	0

В обозначениях дисководов различных фирм мегабайт и миллион байтов обозначаются одинаково: МВ или М, что увеличивает путаницу в выражении емкости. Нет универсального стандарта для определения обозначения М или МВ.

При форматировании на дискету записывается информация, которая необходима операционной системе для поддержки каталога и таблицы списка файлов. При использовании программы Explorer Windows 9x или команды FORMAT DOS одновременно выполняется низкоуровневое и высокоуровневое форматирование.

Таблица 3 - Форматы гибких дисков диаметром 5,25 и 3,5 дюйма

Параметры форматирования гибкого диска диаметром 5,25 дюйма	Двойная плотность, 360 Кбайт (DD)	Высокая плотность, 1,2 Мбайт (HD)	
Размер сектора, байт	512	512	
Количество секторов на каждой дорожке	9	15	
Количество дорожек на каждой стороне	40	80	
Количество сторон	2	2	
Емкость, Кбайт	360	1200	
Емкость, Мбайт	0,352	1,172	
Емкость, млн байт	0,37	1,229	
Параметры форматирования гибкого диска диаметром 3,5 дюйма	Двойная плотность, 720 Кбайт (DD)	Высокая плотность, 1,44 Мбайт (HD)	Сверхвысокая плотность, 2,88 Мбайт (ED)
Размер сектора, байт	512	512	512
Количество секторов на каждой дорожке	9	18	36
Количество дорожек на каждой стороне	80	80	80
Количество сторон	2	2	2
Емкость, Кбайт	720	1440	2880
Емкость, Мбайт	0,703	1,406	2,813
Емкость, млн байт	0,737	1,475	2,95

Операционная система почти полностью резервирует дорожку, находящуюся на внешней границе дискеты (дорожку 0), для своих целей. В первом секторе этой дорожки (дорожка 0, сектор 1) находится загрузочная запись DOS (DOS Boot Record— DBR) или загрузочный сектор (Boot Sector), который нужен для загрузки компьютера. В следующих нескольких секторах находятся таблицы размещения файлов (File Allocation Table — FAT), которые выполняют функции диспетчера, ведущего записи о том, в каких кластерах (или ячейках размещения) на диске есть данные и какие из них свободны. И наконец, в нескольких следующих секторах находится корневой каталог, в котором DOS хранит информацию об именах и координатах начальных записей файлов, размещенных на диске; вы можете увидеть эту информацию с помощью команды DIR.

Цилиндры

Термин цилиндр обычно используется как синоним дорожки. Цилиндр (cylinder) — это общее количество дорожек, с которых можно считать информацию, не перемещая головок. Поскольку гибкий диск имеет только две стороны, а дисковод для гибких дис-

ков — только две головки, в гибком диске на один цилиндр приходится две дорожки. В жестком диске может быть много дисковых пластин, каждая из которых имеет две (или больше) головки, поэтому одному цилиндру соответствует множество дорожек.

Кластеры, или ячейки размещения данных

Кластером называют ячейку размещения данных, так как отдельный кластер представляет собой наименьшую область диска, которую DOS может использовать при записи файла. Кластер занимает один или несколько секторов (обычно два и более). Если в кластере больше одного сектора, то уменьшается размер таблицы размещения файлов (FAT) и ускоряется работа DOS, так как ей приходится работать с меньшим количеством ячеек. Но при этом теряется некоторое пространство диска. Поскольку DOS может распределять пространство только кластерами, каждый файл поглощает пространство на диске с шагом в один кластер.

В таблице 4 приведены стандартные размеры кластеров, используемых DOS и Windows для различных форматов гибких дисков.

Таблица 4 - Стандартные размеры кластеров

Емкость гибкого диска	Размер кластера, секторов	Тип FAT
5,25 дюйма, 360 Кбайт	2	1 024 байт, 12 бит
5,25 дюйма, 1,2 Мбайт	1	51 2 байт, 12 бит
3,5 дюйма, 720 Кбайт	2	1 024 байт, 1 2 бит
3,5 дюйма, 1,44 Мбайт	1	51 2 байт, 12 бит
3,5 дюйма, 2,88 Мбайт	2	1 024 байт, 1 2 бит

Перемычка смены дискеты

Во всех современных компьютерах контакт 34 интерфейсного кабеля дисководов используется для передачи сигнала, называемого сигналом смены дискеты или DC (Diskette Changeline).

С помощью этого сигнала можно определить, произошла ли смена дискеты и не вынималась ли она с момента последнего обращения к диску. Сигнал смены дискеты импульсный, он изменяет регистр состояния в контроллере, и с его помощью компьютер узнает о том, что дискета была вставлена или вынута. По умолчанию этот регистр устанавливается равным единице, чтобы указывать на то, что дискета была вставлена (изменена). Когда контроллер посылает шаговый импульс дисководу и дисковод отвечает, что головки перемещены, то регистр очищается. В этот момент системе известно о том, что определенная дискета находится в дисководе. Если сигнал смены дискеты не будет получен перед следующим обращением, система будет считать, что в дисководе все еще находится та же самая дискета. Следовательно, любая информация, считанная в память во время предыдущего доступа, может использоваться без повторного считывания диска.

Благодаря этому в оперативной памяти некоторых компьютеров может сохраняться содержимое таблицы размещения файлов (FAT) или структура каталогов диска. Без повторного считывания этой информации с диска скорость работы дисководов повышается. При замене дискеты сигнал DC отсылается контроллеру (сигнал переустанавливает регистр смены дискеты и сообщает, что диск был изменен). Это заставляет компьютер очистить загруженные в оперативную память данные, которые были считаны с диска, так как система не может быть уверена в том, что в дисководе все еще находится тот же диск.

Иногда с дисководом могут возникать проблемы. В некоторых дисководах контакт 34 используется для передачи сигнала Ready (RDY). Он посылается, когда дискета установлена и диск вращается в дисководе. Если вы установите дисковод, в котором контакт 34 используется для передачи сигнала RDY, то компьютер будет "думать", что дисковод непрерывно посылает сигнал смены дискеты, и это вызовет проблемы. Обычно

в такой ситуации операционная система выдает сообщение об ошибке и прекращает работу.

Аналогичная проблема возникает, когда дисковод не отправляет сигнал DC на контакт 34, хотя должен это делать. Если компьютер при загрузке CMOS получает информацию о том, что это не дисковод на 360 Кбайт (который не поддерживает сигнала DC), то система ожидает, что дисковод будет посылать сигнал DC при смене дискеты. Если дисковод настроен неправильно и не отправляет сигнала DC, система никогда не сможет узнать о том, что произошла смена дискеты. Поэтому, если вы на самом деле сменили дискету, система действует так, как будто предыдущая дискета все еще находится в дисководе, и сохраняет каталог и таблицу размещения файлов первой дискеты в оперативной памяти. Это грозит разрушительными последствиями, так как таблица размещения файлов (FAT) и каталог первого диска MOiug быть частично перенесены на все последующие диски, записанные на этом дисководе.

Все дисководы (кроме дисководов формата 5,25 дюйма двойной плотности на 360 Кбайт) поддерживают сигнал смены дискеты.

3 Типы дисководов

Дисководы можно классифицировать по параметрам форматирования (таблица 5). Как следует из таблицы, емкость различных дисков определяется несколькими параметрами. Одни из них одинаковы для всех дисководов, а другие меняются в зависимости от дисковода. Например, все накопители, в том числе и на жестких дисках, создают 512-байтовые физические секторы.

Дисковод формата 3,5 дюйма на 1,44 Мбайт

Дисководы формата 3,5 дюйма на 1,44 Мбайт высокой плотности (High Density—HD) впервые появились в компьютерах ЮМ типа PS/2 в 1987 году. Несмотря на то что IBM не предлагала дисководы этого типа для старых компьютеров, многие продавцы IBM-совместимых компьютеров начали устанавливать их по желанию покупателя сразу после появления в PS/2.

Эти дисководы записывают 80 цилиндров из двух дорожек с 18 секторами на дорожке, создавая в результате емкость 1,44 Мбайт. Многие производители дискет указывают на них емкость 2,0 Мбайт (разница между емкостями появляется после форматирования). Отмечу, что общая емкость отформатированного диска не учитывает площади, которая отводится операционной системой для управления файлами, оставляя для хранения файлов только 1 423,5 Кбайт.

Эти дисководы имеют скорость вращения 300 об/мин, поэтому они правильно взаимодействуют с существующими контроллерами высокой и низкой плотности. Для того чтобы использовать скорость передачи данных 500 000 бит/с, которая является максимальной для большинства стандартных контроллеров дисководов высокой и низкой плотности, эти дисководы должны иметь скорость 300 об/мин. Если дисковод будет вращать дискету со скоростью 360 об/мин, как дисковод формата 5,25 дюйма, число секторов на дорожку должно быть уменьшено до 15, иначе контроллер не будет успевать обрабатывать сигналы. Другими словами, дисководы формата 3,5 дюйма на 1,44 Мбайт записывают в 1,2 раза больше данных, чем дисководы формата 5,25 дюйма на 1,2 Мбайт, а дисководы на 1,2 Мбайт вращают диск в 1,2 раза быстрее, чем дисководы на 1,44 Мбайт. Скорость передачи данных одинакова в этих дисководах высокой плотности, и они совместимы с одними и теми же контроллерами. Поскольку дисководы формата 3,5 дюйма высокой плотности могут работать со скоростью передачи данных 500 000 бит/с, контроллер, который поддерживает дисковод формата 5,25 дюйма на 1,2 Мбайт, может поддерживать и дисковод на 1,44 Мбайт.

4 Конструкции дискет

Дискеты диаметром 5,25 и 3,5 дюйма различаются конструкциями и физическими свойствами.

Гибкий диск находится внутри пластикового футляра. Диск диаметром 3,5 дюйма имеет более жесткий футляр, чем диск диаметром 5,25 дюйма. Сами же диски, в сущности, одинаковы, за исключением, конечно, их размеров.

В конструкции дискет этих двух типов есть и различия и сходства. В этом разделе описаны физические свойства и конструкции дискет каждого типа.

Дискета формата 5,25 дюйма имеет следующую конструкцию (рисунок 7). В ее центре находится большое круглое отверстие. Когда закрывается дверца дисковода, конусообразный зажим захватывает и устанавливает дискету с помощью центрального отверстия. У многих дискет края отверстия окантованы пластиковым кольцом для того, чтобы диск выдерживал механические нагрузки со стороны захватывающего механизма. В дискетах высокой плотности это кольцо обычно отсутствует, так как погрешности его расположения на дискете могут привести к проблемам, возникающим при позиционировании головок.

Справа, сразу под центральным отверстием, находится маленькое круглое отверстие, называемое индексным. Если вы аккуратно повернете диск, находящийся внутри футляра, то увидите маленькую дырочку на диске. Дисковод использует индексное отверстие как начальную точку отсчета для всех секторов на диске. Диск с одним индексным отверстием

это диск с программной разбивкой на секторы; в данном случае число секторов на диске определяется программным обеспечением (операционной системой).

Под центральным отверстием находится паз, немного напоминающий вытянутую беговую дорожку, через который видна поверхность диска. Через это отверстие головки дисковода считывают и записывают информацию на диск.

С правой стороны, на расстоянии примерно одного дюйма от верхнего края, в футляре дискеты имеется прямоугольная выемка. Если она есть, запись на диск разрешена. Дискеты без выемки (или с заклеенной выемкой) защищены от записи. Дискеты, которые продаются с записанными на них программами, обычно не имеют этой выемки.

На обратной стороне футляра, внизу, возле отверстия для головок есть две очень маленькие овальные выемки, которые смягчают нагрузку на диск и предохраняют его от искривления. Дисковод может также использовать эти выемки, чтобы установить диск в правильное положение.

На обратной стороне футляра, внизу, возле отверстия для головок есть две очень маленькие овальные выемки, которые смягчают нагрузку на диск и предохраняют его от искривления. Дисковод может также использовать эти выемки, чтобы установить диск в правильное положение.

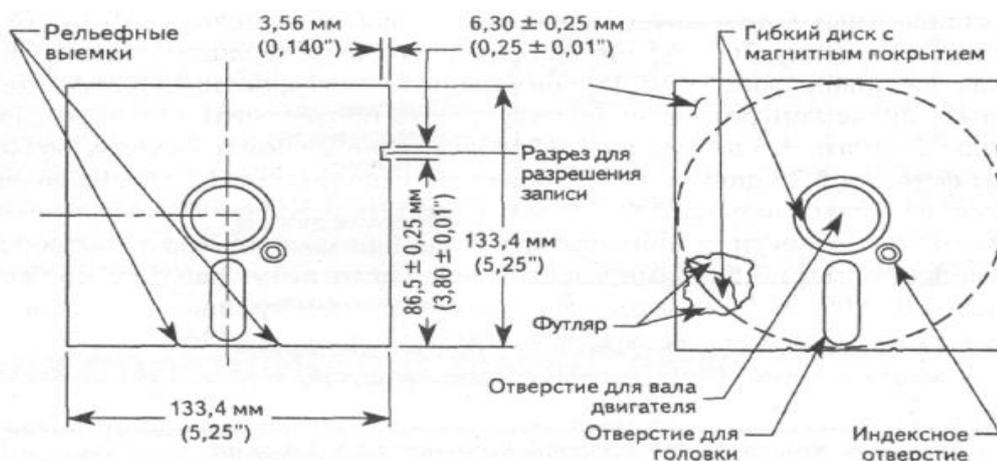


Рисунок 7 - Конструкция дискеты диаметром 5,25 дюйма

Поскольку дискеты диаметром 3,5 дюйма находятся в гораздо более жестком пластиковом корпусе, который позволяет стабилизировать диск, запись на них может выполняться при гораздо большей плотности дорожек и данных, чем на дискетах диаметром 5,25 дюйма (рисунок 8). Отверстие для доступа головок закрыто металлической заслонкой. Заслонка открывается дисководом. Это защищает поверхность диска от воздействия окружающей среды и прикосновения пальцев. Заслонка также устраняет необходимость в дополнительном чехле для диска.

Вместо индексного отверстия в дискетах диаметром 3,5 дюйма используется металлическая втулка с установочным отверстием, которая находится в центре дискеты. Дисковод захватывает металлическую втулку, а отверстие в ней позволяет правильно установить дискету.

В нижней левой части дискеты расположено отверстие с пластиковой заслонкой, предназначенное для защиты от записи. Если заслонка расположена так, что отверстие открыто, значит, диск защищен от записи. Когда заслонка закрывает отверстие, запись разрешена. Для более надежной защиты от записи некоторые коммерческие программы поставляются на дискетах без заслонки, поэтому осуществить запись на диск далеко не просто.

На противоположной относительно отверстия защиты от записи стороне дискеты (справа) в футляре может быть еще одно отверстие, которое называется отверстием для датчика типа дискеты. Его наличие означает, что диск имеет особое покрытие и является диском высокой или сверхвысокой плотности. Если отверстие для датчика типа дискеты находится точно напротив отверстия защиты, значит, емкость дискеты 1,44 Мбайт. Если оно смещено к верхней части дискеты (металлическая заслонка в этом случае находится в верхней части дискеты), значит, это дискета сверхвысокой плотности. Отсутствие отверстий на правой половине означает, что дискета имеет низкую плотность. В большинстве дисководов формата 3,5 дюйма имеется датчик типа дискеты, который управляет записью в зависимости от расположения и наличия этих отверстий.

Дискеты диаметром 3,5 и 5,25 дюйма сделаны из одинаковых основных материалов. В них используется пластиковое основание, покрытое магнитным составом. Жесткий футляр на дискетах диаметром 3,5 дюйма часто вводит пользователей в заблуждение: их считают некой разновидностью жесткого диска, а не настоящим гибким диском. "Начинка" внутри корпуса дискеты формата 3,5 дюйма является такой же гибкой, как и в дискете формата 5,25 дюйма.



Рисунок 8 - Конструкция дискеты диаметром 3,5 дюйма

Правила обращения с дискетами

Большинство пользователей знают основные правила обращения с дискетами.

Диск может быть поврежден или разрушен, если:

- касаться к записывающей поверхности;
- писать на этикетке дискеты шариковой ручкой или карандашом;
- сгибать дискету;
- заливать дискету жидкостью;
- перегревать дискету (оставляя ее на солнце или возле радиатора отопления);
- подвергать дискету действию магнитных полей.

Дискеты — довольно прочные устройства. Простое прикосновение к диску не разрушает его, а загрязняет диск и головки дисководов жиром и грязью. Опасность для дисков представляют магнитные поля, которые не видны и иногда могут быть обнаружены в совершенно непредвиденных местах.

Например, все цветные мониторы (и цветные телевизоры) имеют вокруг лицевой части трубки размагничивающую катушку, которая предназначена для размагничивания маски кинескопа при включении монитора. Эта катушка соединена с линией переменного тока и находится под управлением термистора, который выдерживает гигантский всплеск напряжения, возникающий при включении трубки на катушке и ослабевающий, когда трубка разогревается. Размагничивающая катушка предназначена для удаления любого случайного магнитного поля из теневой маски кинескопа. Остаточный магнетизм в этой маске может отклонять электронные лучи, и изображение будет иметь странные цвета или окажется расфокусированным.

Если вы храните дискеты рядом (примерно на расстоянии 30 см) с экраном цветного монитора, то подвергаете их действию сильного магнитного поля при каждом включении монитора. Поскольку это магнитное поле специально создается для размагничивания объектов, оно не менее успешно размагничивает дискеты. Размагничивание постепенно накапливается, а потеря данных становится необратимой.

Дискеты диаметром 3,5 дюйма должны храниться при температуре 5-53°C, а диски 5,25 дюйма — при температуре 5-60°C.

Контрольные вопросы:

- 1 Назовите основные компоненты НГМД.
- 2 Устройство и особенности функционирования головок чтения/записи.
- 3 Назначение и принцип работы привода головок.
- 4 Функции и особенности двигателя привода дисков.
- 5 Назначение и виды разъемов и интерфейсных кабелей.
- 6 Основные особенности использования дисков операционной системой.
- 7 Что такое цилиндры и кластеры?
- 8 Особенности функционирования дисководов формата 3,5 дюйма.
- 9 Конструкция дискет.
- 10 Что такое плотность записи и коэрцитивная сила?
- 11 Правила обращения с дискетами.

Лабораторная работа №9

Накопители на жестких магнитных дисках

Цель работы: Изучить устройство, основные блоки и принцип работы накопителей на жестких магнитных дисках.

Задание на лабораторную работу:

изучить:

- устройство и принципы работы накопителей;
- характеристики накопителей;
- способы форматирования дисков;
- устройство основных блоков накопителя.

Ход работы

Самым необходимым компонентом компьютера является накопитель на жестком диске. Как известно, он предназначен для хранения данных, и последствия его выхода из строя зачастую оказываются катастрофическими. Для правильной эксплуатации или модернизации компьютера необходимо хорошо представлять себе, что же это такое — накопитель на жестком диске.

Основными элементами накопителя являются несколько круглых алюминиевых или некристаллических стекловидных пластин. В отличие от гибких дисков (дискет), их нельзя согнуть; отсюда и появилось название жесткий диск (рисунок 1). В большинстве устройств они несъемные, поэтому иногда такие накопители называются фиксированными.

Накопители на жестких дисках обычно называют винчестерами. Этот термин появился в 1960-х годах, когда IBM выпустила высокоскоростной накопитель с одним несъемным и одним сменным дисками емкостью по 30 Мбайт. Этот накопитель состоял из пластин, которые вращались с высокой скоростью, и "парящих" над ними головок, а номер его разработки — 30-30. Такое цифровое обозначение (30-30) совпало с обозначением популярного нарезного оружия Winchester, поэтому термин винчестер вскоре стал применяться в отношении любого стационарно закрепленного жесткого диска. Это типичный профессиональный жаргон, на самом деле подобные устройства не имеют с обычными винчестерами (т.е. с оружием) ничего общего.

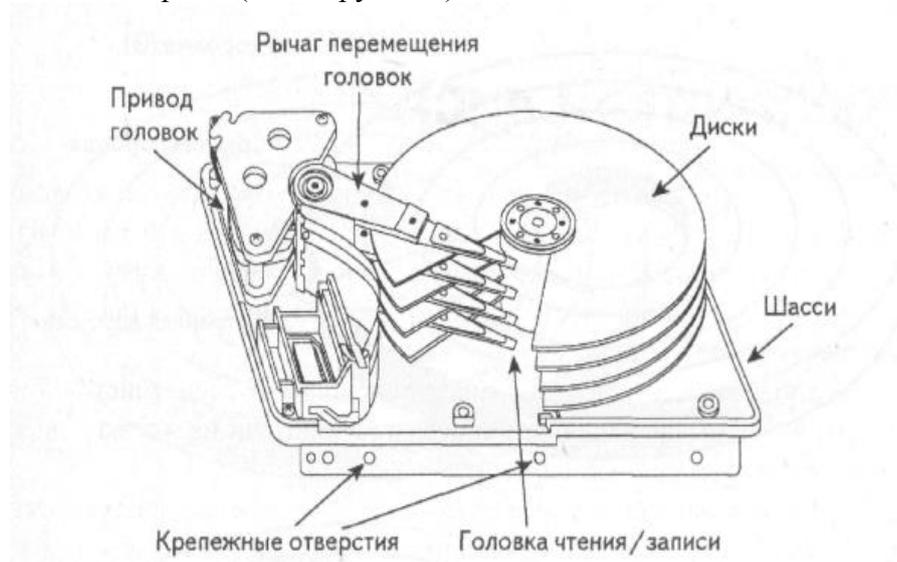


Рисунок 1 - Вид накопителя на жестких дисках со снятой верхней крышкой

1 Принципы работы накопителей на жестких дисках

В накопителях на жестких дисках данные записываются и считываются универсальными головками чтения/записи с поверхности вращающихся магнитных дисков, разбитых на дорожки и секторы (512 байт каждый), как показано на рисунке 2.

В накопителях обычно устанавливается несколько дисков, и данные записываются на обеих сторонах каждого из них. В большинстве накопителей имеется по меньшей мере два или три диска (что позволяет выполнять запись на четырех или шести сторонах), но существуют также устройства, содержащие до 11 и более дисков. Однотипные (одинаково расположенные) дорожки на всех сторонах дисков объединяются в цилиндр (рисунок 3). Для каждой стороны диска предусмотрена своя дорожка чтения/записи, но при этом все головки смонтированы на общем стержне, или стойке. Поэтому головки не могут перемещаться независимо друг от друга и двигаются только синхронно.

Жесткие диски вращаются намного быстрее, чем гибкие. Частота их вращения даже в большинстве первых моделей составляла 3 600 об/мин (т.е. в 10 раз больше, чем в накопителе на гибких дисках) и до последнего времени была почти стандартом для жестких дисков. Но в настоящее время частота вращения жестких дисков возросла. Скорость того или иного жесткого диска зависит от частоты его вращения, скорости перемещения системы головок и количества секторов на дорожке.

При нормальной работе жесткого диска головки чтения/записи не касаются (и не должны касаться) дисков. Но при выключении питания и остановке дисков они опускаются на поверхность. Во время работы устройства между головкой и поверхностью вращающегося диска образуется очень малый воздушный зазор (воздушная подушка). Если в этот зазор попадет пылинка или произойдет сотрясение, головка «столкнется» с диском, вращающимся «на полном ходу». Если удар будет достаточно сильным, произойдет поломка головки. Последствия этого могут быть разными — от потери нескольких байтов данных до выхода из строя всего накопителя. Поэтому в большинстве накопителей поверхности магнитных дисков легируют и покрывают специальными смазками, что позволяет устройствам выдерживать ежедневные «взлеты» и «приземления» головок, а также более серьезные потрясения.

Поскольку пакеты магнитных дисков содержатся в плотно закрытых корпусах и их ремонт не предусмотрен, плотность дорожек на них очень высока — до 30 000 и более на дюйм. Блоки HDA (Head Disk Assembly — блок головок и дисков) собирают в специальных цехах, в условиях практически полной стерильности. Обслуживанием HDA занимаются считанные фирмы, поэтому ремонт или замена каких-либо деталей внутри герметичного блока HDA обходится очень дорого.

Дорожка — это одно "кольцо" данных на одной стороне диска. Дорожка записи на диске слишком велика, чтобы использовать ее в качестве единицы хранения информации. Во многих накопителях ее емкость превышает 100 тысяч байт, и отводить такой блок для хранения небольшого файла крайне расточительно. Поэтому дорожки на диске разбивают на нумерованные отрезки, называемые секторами.

Количество секторов может быть разным в зависимости от плотности дорожек и типа накопителя. Например, дорожка гибких дисков может содержать от 8 до 36 секторов, а дорожка жесткого диска — от 380 до 700. Секторы, создаваемые с помощью стандартных программ форматирования, имеют емкость 512 байт, но не исключено, что в будущем эта величина изменится.

Нумерация секторов на дорожке начинается с единицы, в отличие от головок и цилиндров, отсчет которых ведется с нуля.

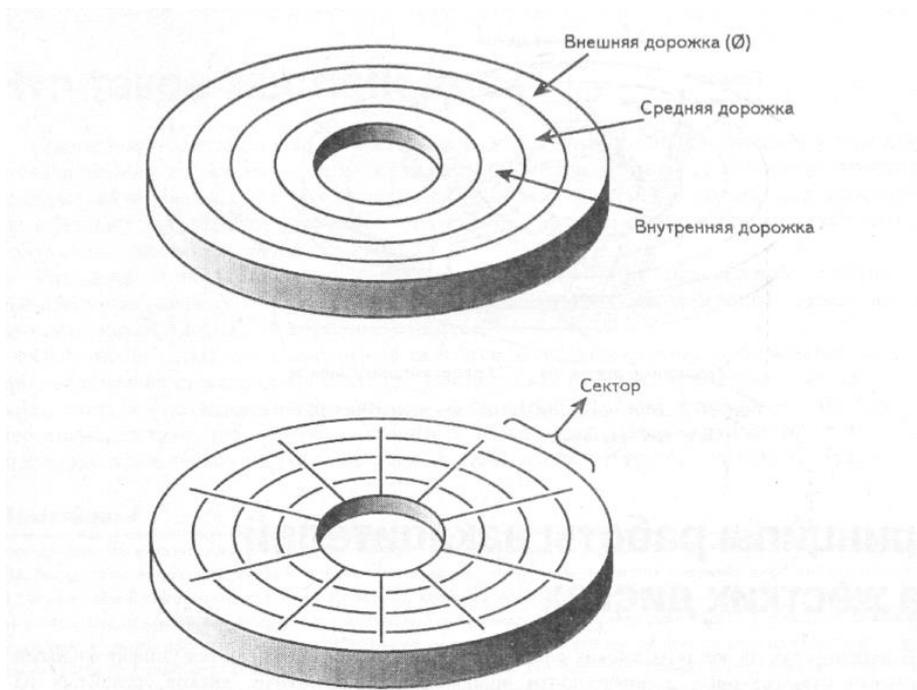


Рисунок 2 - Дорожки и секторы накопителя на жестких дисках

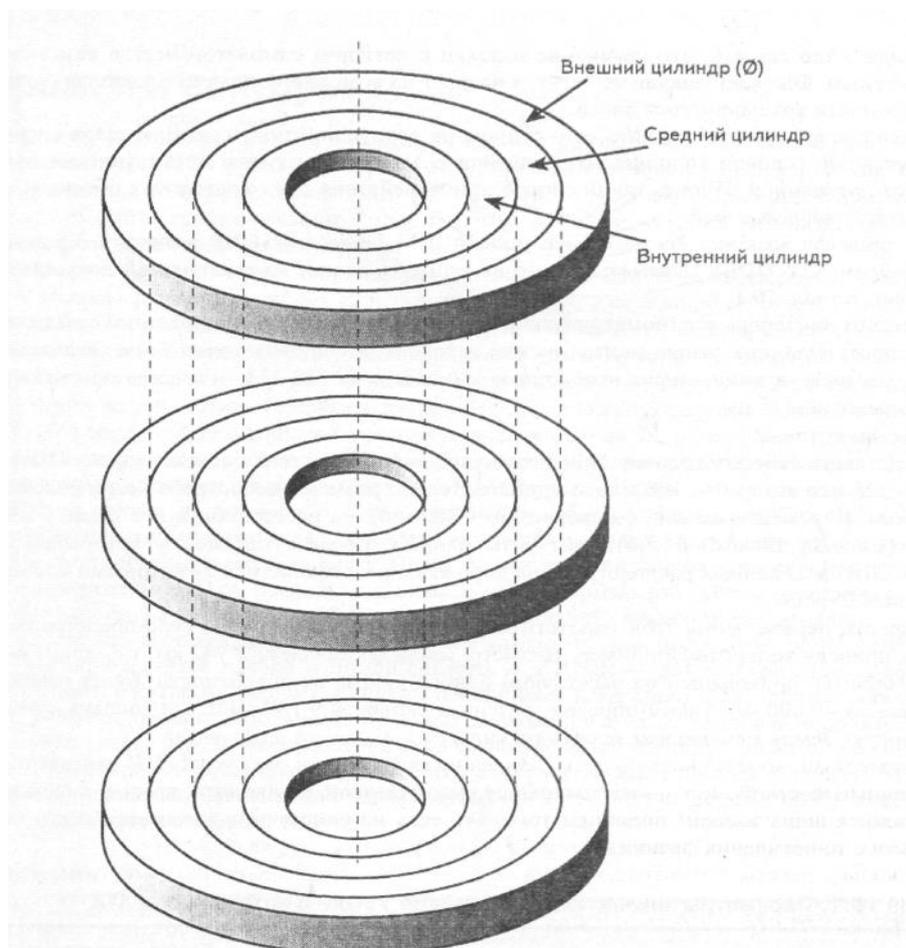


Рисунок 3 - Цилиндр накопителя на жестких дисках

Дорожки и сектора

При форматировании диска в начале и конце каждого сектора создаются дополнительные области для записи их номеров, а также прочей служебной информации, благодаря которой контроллер идентифицирует начало и конец сектора. Это позволяет отличать неформатированную и форматированную емкости диска. После форматирования емкость диска уменьшается, и с этим приходится мириться, поскольку для обеспечения нормальной работы накопителя некоторое пространство на диске должно быть зарезервировано для служебной информации.

В начале каждого сектора записывается его заголовок (или префикс), по которому определяется начало и номер сектора, а в конце — заключение (или суффикс), в котором находится контрольная сумма, необходимая для проверки целостности данных. В большинстве новых дисководов вместо заголовка используется так называемая запись No-ID, вмещающая в себя больший объем данных. Помимо указанных областей служебной информации, каждый сектор содержит область данных емкостью 512 байт. При низкоуровневом (физическом) форматировании всем байтам данных присваивается некоторое значение, например F6h.

Утверждать, что размер любого сектора равен 512 байт, не вполне корректно. На самом деле в каждом секторе можно записать 512 байт данных, но область данных — это только часть сектора. Каждый сектор на диске обычно занимает 571 байт, из которых под данные отводится только 512 байт. В различных накопителях пространство, отводимое под заголовки и заключения, может быть различным, но, как правило, сектор имеет размер 571 байт.

Для наглядности представьте, что секторы — это страницы в книге. На каждой странице содержится текст, но им заполняется не все пространство страницы, так как у нее есть поля (верхнее, нижнее, правое и левое). На полях помещается служебная информация, например названия глав (в нашей аналогии это будет соответствовать номерам дорожек и цилиндров) и номера страниц (что соответствует номерам секторов). Области на диске, аналогичные полям на странице, создаются во время форматирования диска; тогда же в них записывается и служебная информация. Кроме того, во время форматирования диска области данных каждого сектора заполняются фиктивными значениями. Отформатировав диск, можно записывать информацию в области данных обычным образом. Информация, которая содержится в заголовках и заключениях сектора, не меняется во время обычных операций записи данных. Изменить ее можно, только переформатировав диск.

Во многих случаях, чтобы очистить секторы, в них записываются специальные последовательности байтов. Заметим, что, кроме промежутков внутри секторов, существуют промежутки между секторами на каждой дорожке и между самими дорожками. При этом ни в один из указанных промежутков нельзя записать «полезные» данные. Префиксы, суффиксы и промежутки — это пространство, которое представляет собой разницу между неформатированной и форматированной емкостями диска и «теряется», после его форматирования.

После индексный интервал нужен для того, чтобы при перемещении головки на новую дорожку переходные процессы (установка) закончились до того, как она окажется перед ее первым сектором. В этом случае его можно начать считывать сразу, не дожидаясь, пока диск совершит дополнительный оборот. В некоторых накопителях, работающих с чередованием 1:1, упомянутой задержки недостаточно. Дополнительное время можно обеспечить за счет смещения секторов таким образом, чтобы первый сектор дорожки под головкой появлялся с задержкой.

Идентификатор сектора состоит из полей записи номеров цилиндра, головки и сектора, а также контрольного поля CRC для проверки точности считывания информации ID. В большинстве контроллеров седьмой бит поля номера головки используется для маркировки дефектных секторов в процессе низкоуровневого форматирования или ана-

лиза поверхности. Однако такой метод не является стандартным, и в некоторых устройствах дефектные секторы помечаются иначе. Но как правило, отметка делается в одном из полей ID.

Интервал включения записи следует сразу за байтами CRC; он гарантирует, что информация в следующей области данных будет записана правильно. Кроме того, он служит для завершения анализа CRC (контрольной суммы) идентификатора сектора.

В поле данных можно записать 512 байт информации. За ним располагается еще одно поле CRC для проверки правильности записи данных. В большинстве накопителей размер этого поля составляет два байта, но некоторые контроллеры могут работать и с более длинными полями кодов коррекции ошибок (Error Correction Code— ECC). Записанные в этом поле байты кодов коррекции ошибок позволяют при считывании обнаруживать и исправлять некоторые ошибки. Эффективность этой операции зависит от выбранного метода коррекции и особенностей контроллера. Наличие интервала отключения записи позволяет полностью завершить анализ байтов ECC (CRC).

Интервал между записями необходим для того, чтобы застраховать данные из следующего сектора от случайного стирания при записи в предыдущий сектор. Это может произойти, если при форматировании диск вращался с частотой, несколько меньшей, чем при последующих операциях записи. При этом сектор, естественно, всякий раз будет немного длиннее, и для того, чтобы он не выходил за установленные при форматировании границы, их слегка "растягивают", вводя упомянутый интервал. Его реальный размер зависит от разности частот вращения диска при форматировании дорожки и при каждом обновлении данных.

Преиндексный интервал необходим для компенсации неравномерности вращения диска вдоль всей дорожки. Размер этого интервала зависит от возможных значений частоты вращения диска и сигнала синхронизации при форматировании и записи.

Информация, записываемая в заголовке сектора, имеет огромное значение, поскольку содержит данные о номере цилиндра, головки и сектора. Все эти сведения (за исключением поля данных, байтов CRC и интервала отключения записи) записываются на диск только при форматировании низкого уровня.

Форматирование дисков

Различают два вида форматирования диска:

- физическое, или форматирование низкого уровня;
- логическое, или форматирование высокого уровня.

При форматировании гибких дисков с помощью программы Explorer Windows 9x или команды DOS FORMAT выполняются обе операции, но для жестких дисков эти операции следует выполнять отдельно. Более того, для жесткого диска существует и третий этап, выполняемый между двумя указанными операциями форматирования, — разбивка диска на разделы. Создание разделов абсолютно необходимо в том случае, если вы предполагаете использовать на одном компьютере несколько операционных систем. Физическое форматирование всегда выполняется одинаково, независимо от свойств операционной системы и параметров форматирования высокого уровня (которые могут быть различными для разных операционных систем). Это позволяет совмещать несколько операционных систем на одном жестком диске. При организации нескольких разделов на одном накопителе каждый из них может использоваться для работы под управлением своей операционной системы либо представлять отдельный том, или логический диск. Том, или логический диск, — это то, чему система присваивает буквенное обозначение.

Таким образом, форматирование жесткого диска выполняется в три этапа:

- форматирование низкого уровня;
- организация разделов на диске;
- форматирование высокого уровня.

Форматирование низкого уровня

В процессе форматирования низкого уровня дорожки диска разбиваются на секторы. При этом записываются заголовки и заключения секторов (префиксы и суффиксы), а также формируются интервалы между секторами и дорожками. Область данных каждого сектора заполняется фиктивными значениями или специальными тестовыми наборами данных. В накопителях на гибких дисках количество секторов на дорожке определяется типом дискеты и дисководом; количество секторов на дорожке жесткого диска зависит от интерфейса накопителя и контроллера.

Практически во всех накопителях IDE и SCSI используется так называемая зонная запись с переменным количеством секторов на дорожке. Дорожки, более удаленные от центра, а значит, и более длинные, содержат большее число секторов, чем близкие к центру. Один из способов повышения емкости жесткого диска заключается в разделении внешних цилиндров на большее количество секторов по сравнению с внутренними цилиндрами. Теоретически внешние цилиндры могут содержать больше данных, так как имеют большую длину окружности. Однако в накопителях, не использующих метод зонной записи, все цилиндры содержат одинаковое количество данных, несмотря на то что длина окружности внешних цилиндров может быть вдвое больше, чем внутренних. В результате теряется пространство внешних дорожек, так как оно используется крайне неэффективно (рисунок 4).

При зонной записи цилиндры разбиваются на группы, которые называются зонами, причем по мере продвижения к внешнему краю диска дорожки разбиваются на все большее число секторов. Во всех цилиндрах, относящихся к одной зоне, количество секторов на дорожках одинаковое. Возможное количество зон зависит от типа накопителя; в большинстве устройств их бывает 10 и более (рисунок 5).

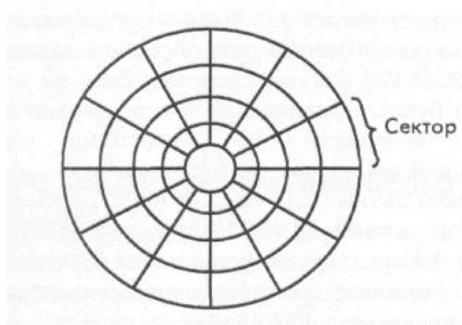


Рисунок 4 - Стандартная запись

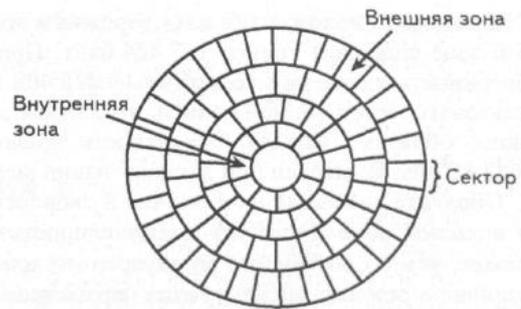


Рисунок 5 - Зонная запись

Еще одно свойство зонной записи состоит в том, что скорость обмена данными с накопителем может изменяться и зависит от зоны, в которой в конкретный момент располагаются головки. Происходит это потому, что секторов во внешних зонах больше, а угловая скорость вращения диска постоянна (то есть линейная скорость перемещения секторов относительно головки при считывании и записи данных на внешних дорожках оказывается выше, чем на внутренних).

Форматирование высокого уровня

При форматировании высокого уровня операционная система создает структуры для работы с файлами и данными. В каждый раздел (логический диск) заносится загрузочный сектор тома, две копии таблицы размещения файлов и корневой каталог. С помощью этих структур данных операционная система распределяет дисковое пространство, отслеживает расположение файлов и даже "обходит", во избежание проблем, дефектные участки на диске.

В сущности, форматирование высокого уровня — это не столько форматирование, сколько создание оглавления диска и таблицы размещения файлов. Настоящее фор-

матирование — это форматирование низкого уровня, при котором диск разбивается на дорожки и секторы. С помощью DOS-команды FORMAT для гибкого диска осуществляются сразу оба типа форматирования, а для жесткого — только форматирование высокого уровня. Чтобы выполнить низкоуровневое форматирование жесткого диска, необходима специальная программа, обычно предоставляемая производителем диска.

2 Основные блоки накопителей на жестких дисках

Существует много различных типов накопителей на жестких дисках, но практически все они состоят из одних и тех же основных узлов. Конструкции этих узлов и качество используемых материалов могут быть различными, но основные их рабочие характеристики и принципы функционирования одинаковы. К основным элементам конструкции типичного накопителя на жестком диске (рисунок 6) относятся следующие:

- диски;
- головки чтения/записи;
- механизм привода головок;
- двигатель привода дисков;
- печатная плата со схемами управления;
- кабели и разъемы.

Диски, двигатель привода дисков, головки и механизм привода головок обычно размещаются в герметичном корпусе, который называется HDA (Head Disk Assembly — блок головок и дисков). Обычно этот блок рассматривается как единый узел; его почти никогда не вскрывают. Прочие узлы, не входящие в блок HDA (печатная плата, лицевая панель, элементы конфигурации и монтажные детали) являются съемными.

Диски

Обычно в накопителе содержится один или несколько магнитных дисков. За прошедшие годы установлен ряд стандартных размеров накопителей, которые определяются в основном размерами дисков, а именно:

- 5,25 дюйма (на самом деле — 130 мм, или 5,12 дюйма);
- 3,5 дюйма (на самом деле — 95 мм, или 3,74 дюйма);
- 2,5 дюйма (на самом деле — 65 мм, или 2,56 дюйма);
- 1 дюйм (на самом деле — 34 мм, или 1,33 дюйма).

Существуют также накопители с дисками больших размеров, например 8 дюймов, 14 дюймов и даже больше, но, как правило, эти устройства в персональных компьютерах не используются. Сейчас в настольных и некоторых портативных моделях чаще всего устанавливаются накопители формата 3,5 дюйма, а малогабаритные устройства (формата 2,5 дюйма и меньше) — в портативных системах.

В большинстве накопителей устанавливается минимум два диска, хотя в некоторых малых моделях бывает и по одному. Количество дисков ограничивается физическими размерами накопителя, а именно высотой его корпуса.

Раньше почти все диски производились из алюминиевого сплава, довольно прочного и легкого. Но со временем возникла потребность в накопителях, сочетающих малые размеры и большую емкость. Поэтому в качестве основного материала для дисков стало использоваться стекло, а точнее, композитный материал на основе стекла и керамики. Один из таких материалов называется MemCor. Он значительно прочнее, чем каждый из его компонентов в отдельности. Стекланные диски отличаются большей прочностью и жесткостью, поэтому их можно сделать в два раза тоньше алюминиевых (а иногда еще тоньше). Кроме того, они менее восприимчивы к перепадам температур, то есть их размеры при нагреве и охлаждении изменяются весьма незначительно.

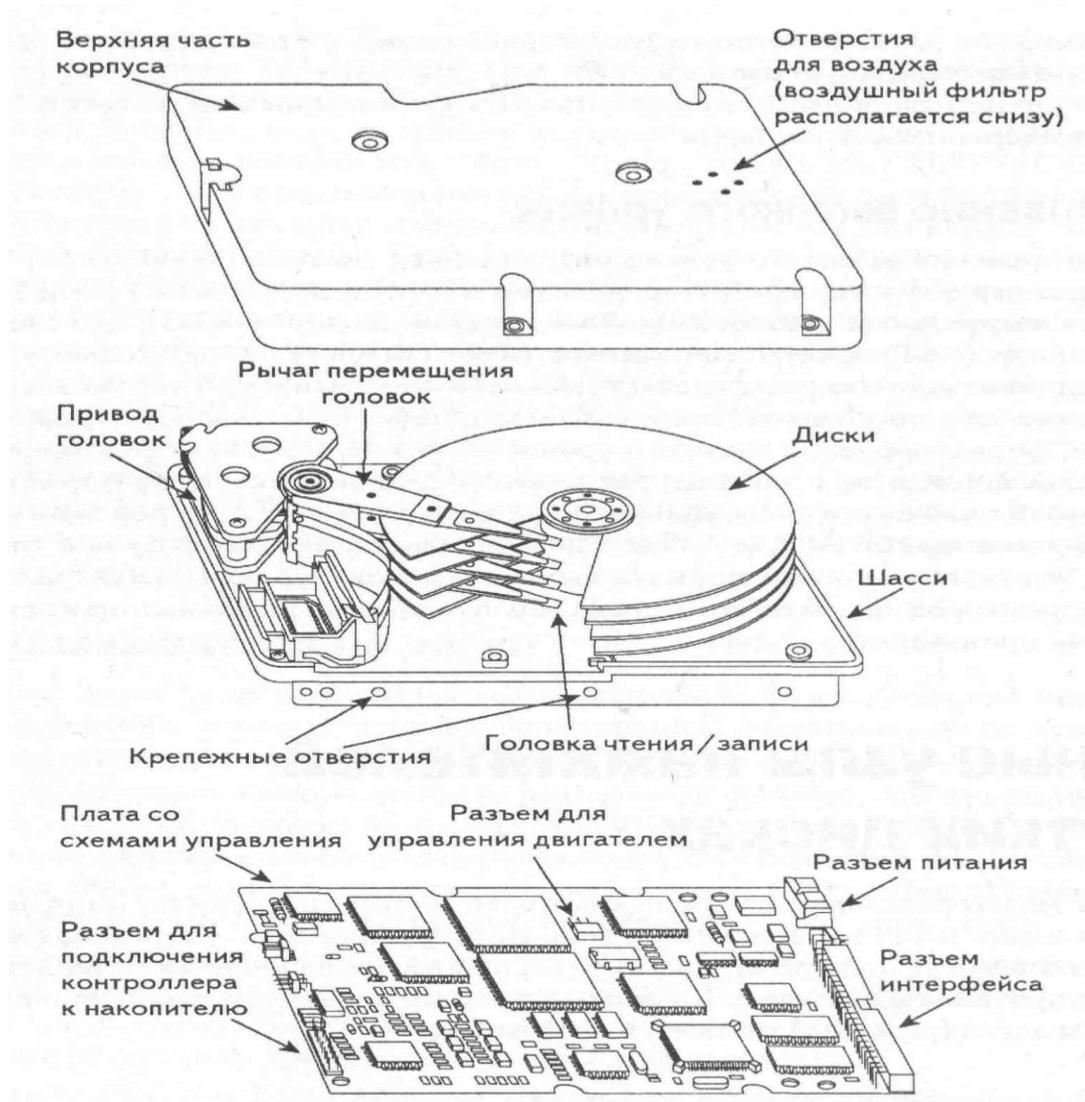


Рисунок 6 - Основные узлы накопителя на жестком диске

Рабочий слой диска

Независимо от того, какой материал используется в качестве основы диска, он покрывается тонким слоем вещества, способного сохранять остаточную намагниченность после воздействия внешнего магнитного поля. Этот слой называется рабочим или магнитным, и именно в нем сохраняется записанная информация. Самыми распространенными являются два типа рабочего слоя:

- оксидный;
- тонкопленочный.

Оксидный слой представляет собой полимерное покрытие с наполнителем из окиси железа. Наносят его следующим образом. Сначала на поверхность быстро вращающегося алюминиевого диска разбрызгивается суспензия порошка оксида железа в растворе полимера. За счет действия центробежных сил она равномерно растекается по поверхности диска от его центра к внешнему краю. После полимеризации раствора поверхность шлифуется. Затем на нее наносится еще один слой чистого полимера, обладающего достаточной прочностью и низким коэффициентом трения, и диск окончательно полируется. Если вам удастся заглянуть внутрь накопителя с такими дисками, то вы увидите, что они коричневого или желтого цвета.

Чем выше емкость накопителя, тем более тонким и гладким должен быть рабочий слой дисков. Но добиться качества покрытия, необходимого для накопителей большой

емкости, в рамках традиционной технологии оказалось невозможным. Поскольку оксидный слой довольно мягкий, он крошится при "столкновениях" с головками (например, при случайных сотрясениях накопителя). Диски с таким рабочим слоем использовались с 1955 года, и продержались они так долго благодаря простоте технологии и низкой стоимости. Однако в современных моделях накопителей они полностью уступили место тонкопленочным дискам.

Тонкопленочный рабочий слой имеет меньшую толщину, он прочнее, и качество его покрытия гораздо выше. Эта технология легла в основу производства накопителей нового поколения, в которых удалось существенно уменьшить величину зазора между головками и поверхностями дисков, что позволило повысить плотность записи. Сначала тонкопленочные диски использовались только в высококачественных накопителях большой емкости, но сейчас они применяются практически во всех накопителях.

Термин тонкопленочный рабочий слой очень удачен, так как это покрытие гораздо тоньше, чем оксидное. Тонкопленочный рабочий слой называют также гальванизированным или напыленным, поскольку наносить тонкую пленку на поверхность дисков можно по-разному.

Тонкопленочный гальванизированный рабочий слой получают путем электролиза. Алюминиевую подложку диска последовательно погружают в ванны с различными растворами, в результате чего она покрывается несколькими слоями металлической пленки. Рабочим слоем служит слой из сплава кобальта толщиной всего около 1 микродюйма (приблизительно 0,025 мкм).

Метод напыления рабочего слоя заимствован из полупроводниковой технологии. Суть его сводится к тому, что в специальных вакуумных камерах вещества и сплавы вначале переводятся в газообразное состояние, а затем осаждаются на подложку. На алюминиевый диск сначала наносится слой фосфорита никеля, а затем магнитный кобальтовый сплав. Его толщина при этом оказывается равной всего 1-2 микродюйма (0,025—0,05 мкм). Аналогично поверх магнитного слоя на диск наносится очень тонкое (порядка 0,025 мкм) углеродное защитное покрытие, обладающее исключительной прочностью. Это самый дорогостоящий процесс из всех описанных выше, так как для его проведения необходимы условия, приближенные к полному вакууму.

Как уже отмечалось, толщина магнитного слоя, полученного методом напыления, составляет около 0,025 мкм. Его исключительно гладкая поверхность позволяет сделать зазор между головками и поверхностями дисков гораздо меньшим, чем это было возможно раньше (0,076 мкм). Чем ближе к поверхности рабочего слоя располагается головка, тем выше плотность расположения зон смены знака на дорожке записи и, следовательно, плотность диска. Кроме того, при увеличении напряженности магнитного поля по мере приближения головки к магнитному слою увеличивается амплитуда сигнала; в результате соотношение «сигнал-шум» становится более благоприятным.

И при гальваническом осаждении, и при напылении рабочий слой получается очень тонким и прочным. Поэтому вероятность «выживания» головок и дисков в случае их контакта друг с другом на большой скорости существенно повышается. И действительно, современные накопители с дисками, имеющими тонкопленочные рабочие слои, практически не выходят из строя при вибрациях и сотрясениях. Оксидные покрытия в этом отношении гораздо менее надежны. Если бы вы смогли заглянуть внутрь корпуса накопителя, то увидели бы, что тонкопленочные покрытия дисков напоминают серебристую поверхность зеркал.

Самое тонкое и прочное покрытие получается в процессе напыления, поэтому гальванический метод в последнее время применяется все реже. Но в любом случае устройства, в которых установлены диски с тонкопленочными покрытиями, обладают большей емкостью, более надежны и могут безотказно служить годами.

Головки чтения/записи

В накопителях на жестких дисках для каждой из сторон каждого диска предусмотрена собственная головка чтения/записи. Все головки смонтированы на общем подвижном каркасе и перемещаются одновременно.

Конструкция каркаса с головками довольно проста. Каждая головка установлена на конце рычага, закрепленного на пружине и слегка прижимающего ее к диску. Диск как бы зажат между парой головок (сверху и снизу).

На рисунке 7 показана стандартная конструкция механизма привода головок с подвижной катушкой.

Когда накопитель выключен, головки касаются дисков под действием пружин. При раскручивании дисков аэродинамическое давление под головками повышается и они отрываются от рабочих поверхностей ("взлетают"). Когда диск вращается на полной скорости, зазор между ним и головками может составлять 0,5-5 микродюймов (0,01-0,5 мкм) и даже больше.

В начале 1960-х годов величина зазора между диском и головками составляла 200-300 микродюймов (5-8 мкм); в современных накопителях она достигает 0,4 микродюйма (0,01-0,015 мкм).

Общая тенденция такова: чем раньше был выпущен накопитель и чем меньше его емкость, тем больше зазор между головками и поверхностями дисков. Именно из-за малого размера этого зазора блок HDA можно вскрывать только в абсолютно чистых помещениях: любая пылинка, попавшая в зазор, может привести к ошибкам при считывании данных и даже к столкновению головок с дисками на полном ходу. В последнем случае может быть повреждена или головка, или диск, что одинаково неприятно.

Именно из этих соображений сборка блоков HDA выполняется только в чистых помещениях, соответствующих требованиям класса 100 (или даже более высоким). Это означает, что в одном кубическом футе воздуха может присутствовать не более 100 пылинок размером до 0,5 мкм. Для сравнения: стоящий неподвижно человек каждую минуту выдыхает порядка 500 таких частиц! Поэтому помещения оснащаются специальными системами фильтрации и очистки воздуха. Блоки HDA можно вскрывать только в таких условиях.

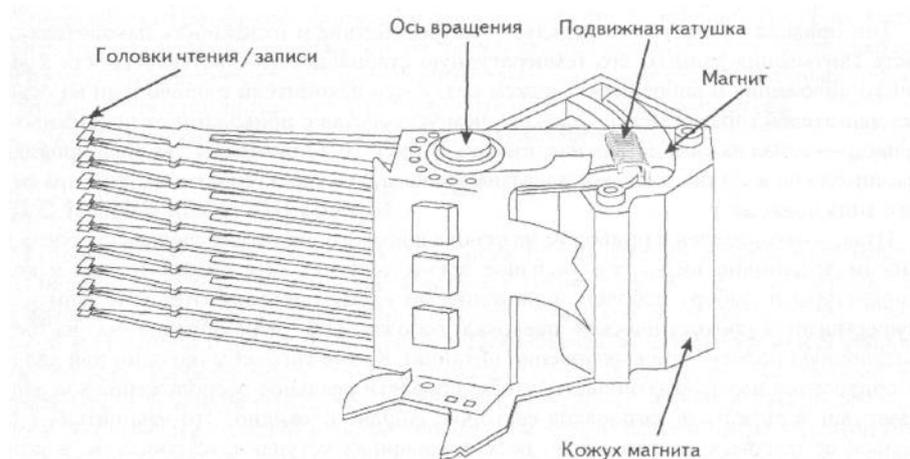


Рисунок 7 - Головки чтения/записи и поворотный привод с подвижной катушкой

Поддержка столь стерильных условий стоит немалых денег. Некоторые фирмы выпускают "чистые цеха" в настольном исполнении. Стоят они несколько тысяч долларов и выглядят, как большие ящики с прозрачными стенками, в которые вмонтированы перчатки для рук оператора. Прежде чем приступить к работе, оператор должен вставить в ящик устройство и все необходимые инструменты, затем закрыть ящик и включить систему фильтрации. Через некоторое время можно будет начинать разборку и прочие манипуляции с накопителем.

Конструкции головок записи/чтения

По мере развития технологии производства дисковых накопителей совершенствовались и конструкции головок чтения/записи. Первые головки представляли собой сердечники с обмоткой (электромагниты). По современным меркам их размеры были огромными, а плотность записи — чрезвычайно низкой. За прошедшие годы конструкции головок прошли долгий путь развития от первых головок с ферритовыми сердечниками до современных гигантских магниторезистивных моделей.

Механизмы привода головок

Пожалуй, еще более важной деталью накопителя, чем сами головки, является механизм, который устанавливает их в нужное положение и называется приводом головок. Именно с его помощью головки перемещаются от центра к краям диска и устанавливаются на заданный цилиндр. Существует много конструкций механизмов привода головок, но их можно разделить на два основных типа:

- с шаговым двигателем;
- с подвижной катушкой.

Тип привода во многом определяет быстродействие и надежность накопителя, достоверность считывания данных, его температурную стабильность, чувствительность к выбору рабочего положения и вибрациям. Скажем сразу, что накопители с приводами на основе шаговых двигателей гораздо менее надежны, чем устройства с приводами от подвижных катушек. Привод — самая важная деталь накопителя. В таблице 1 приведены два типа привода головок накопителя на жестких дисках и показана зависимость характеристик устройства от конкретного типа привода.

У накопителей с приводом на основе шагового двигателя средняя скорость доступа к данным достаточно низка (то есть большое время доступа), они чувствительны к колебаниям температуры и выбору рабочего положения во время операций чтения и записи, в них не осуществляется автоматическая парковка головок (то есть перемещение их на безопасную "посадочную полосу" при выключении питания). Кроме того, обычно один или два раза в год их приходится переформатировать, чтобы привести реальное расположение зон записи в соответствие с разметкой заголовков секторов. Вполне очевидно, что накопители с приводом головок от шаговых двигателей во всех отношениях уступают устройствам, в которых используются приводы с подвижными катушками.

Таблица 1 Зависимость характеристик накопителей от типа привода

Характеристика	Привод с шаговым двигателем	Привод с подвижной катушкой
Время доступа к данным	Большое	Малое
Стабильность температуры	Низкая (очень!)	Высокая
Чувствительность к выбору рабочего положения	Постоянная	Отсутствует
Автоматическая парковка головок	Выполняется (не всегда)	Выполняется
Профилактическое обслуживание	Периодическое переформатирование	Не требуется
Общая надежность (относительная)	Низкая	Высокая

В накопителях на гибких дисках для перемещения головок используется привод с шаговым двигателем. Его параметров (в том числе и точности) оказывается вполне достаточно для дисководов этого типа, поскольку плотность дорожек записи на гибких

дисках значительно ниже (135 дорожек на дюйм), чем в накопителях на жестких дисках (более 5 000 дорожек на дюйм). В большинстве выпускаемых сегодня накопителей устанавливаются приводы с подвижными катушками.

Привод с шаговым двигателем

Шаговый двигатель — это электродвигатель, ротор которого может поворачиваться только ступенчато, то есть на строго определенный угол. Если покрутить его вал вручную, то можно услышать негромкие щелчки (или треск при быстром вращении), которые возникают всякий раз, когда ротор проходит очередное фиксированное положение.

Шаговые двигатели могут устанавливаться только в фиксированных положениях. Размеры этих двигателей невелики (порядка нескольких сантиметров), а форма может быть разной — прямоугольной, цилиндрической и т.д. Шаговый двигатель устанавливается вне блока HDA, но его вал проходит внутрь через отверстие с герметизирующей прокладкой. Обычно двигатель располагается у одного из углов корпуса накопителя и его можно легко узнать.

Одна из самых серьезных проблем, свойственных механизмам с шаговыми двигателями, — нестабильность их температур. При нагреве и охлаждении диски расширяются и сжимаются, в результате чего дорожки смещаются относительно своих прежних положений. Поскольку механизм привода головок не позволяет сдвинуть их на расстояние, меньшее одного шага (переход на одну дорожку), компенсировать эти погрешности температур невозможно. Головки перемещаются в соответствии с поданным на шаговый двигатель количеством импульсов.

На рисунке 8 показан внешний вид привода с шаговым двигателем.

Привод с подвижной катушкой

Привод с подвижной катушкой используется практически во всех современных накопителях. В отличие от систем с шаговыми двигателями, в которых перемещение головок осуществляется вслепую, в приводе с подвижной катушкой используется сигнал обратной связи, чтобы можно было точно определить положения головок относительно дорожек и скорректировать их в случае необходимости. Такая система позволяет обеспечить более высокое быстродействие, точность и надежность, чем традиционный привод с шаговым двигателем.

Привод с подвижной катушкой работает по принципу электромагнетизма. По конструкции он напоминает обычный громкоговоритель. Как известно, в громкоговорителе подвижная катушка, соединенная с диффузором, может перемещаться в зазоре постоянного магнита.

При протекании через катушку электрического тока она смещается вместе с диффузором относительно постоянного магнита. Если ток в катушке периодически изменяется (в соответствии со звуковым электрическим сигналом), то возникающие при этом колебания диффузора порождают воспринимаемый человеком звук. В типичной конструкции привода подвижная катушка жестко соединяется с блоком головок и размещается в поле постоянного магнита. Катушка и магнит никак не связаны между собой; перемещение катушки осуществляется только под воздействием электромагнитных сил. При появлении в катушке электрического тока она так же, как и в громкоговорителе, смещается относительно жестко закрепленного постоянного магнита, передвигая при этом блок головки. Подобный механизм оказывается весьма быстродействующим и не столь шумным, как привод с шаговым двигателем.

В отличие от привода с шаговым двигателем, в устройствах с подвижной катушкой нет заранее зафиксированных положений. Вместо этого в них используется специальная система наведения (позиционирования), которая точно подводит головки к нужному цилиндру (поэтому привод с подвижной катушкой может плавно перемещать го-

ловки в любые положения). Эта система называется сервоприводом и отличается от ранее рассмотренной тем, что для точного наведения (позиционирования) головок используется сигнал

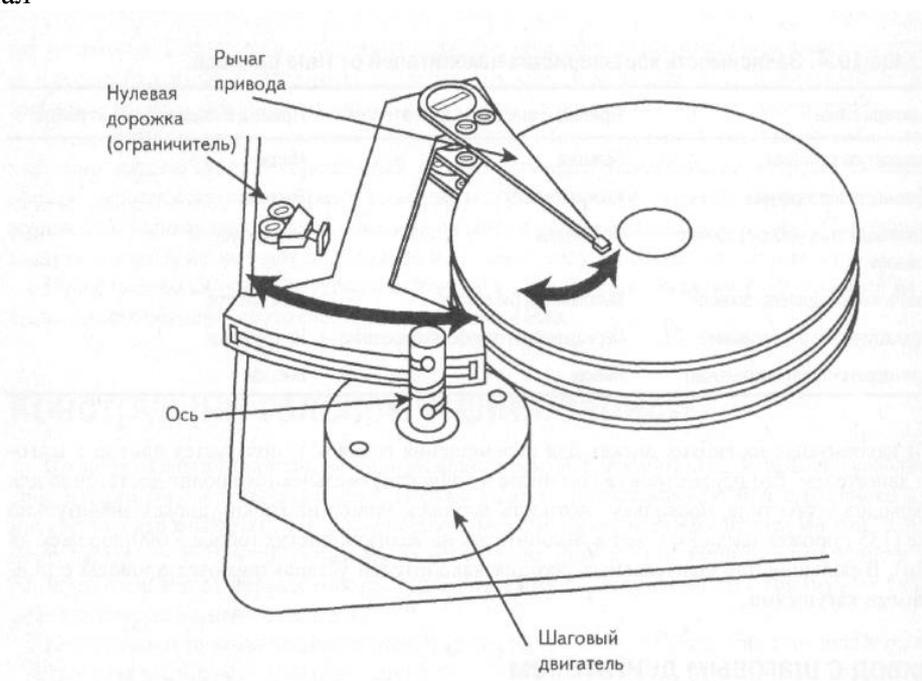


Рисунок 8 - Внешний вид привода с шаговым двигателем

обратной связи, несущий информацию о реальном взаимном расположении дорожек и головок, Эту систему часто называют системой с обратной связью (или с автоматической регулировкой).

Колебания температур не сказываются на точности работы привода с подвижной катушкой и обратной связью. При сжатии и расширении дисков все изменения их размеров отслеживаются сервоприводом, и положения головок (не будучи predetermined) корректируются должным образом. Для поиска конкретной дорожки используется заранее записанная на диске вспомогательная информация (сервокод) и в процессе работы всегда определяется реальное положение цилиндра на диске с учетом всех отклонений температур. Поскольку сервокод считывается непрерывно, в процессе нагрева накопителя и расширения дисков, например, головки отслеживают дорожку и проблем со считыванием данных не возникает. Поэтому привод с подвижной катушкой и обратной связью часто называют системой слежения за дорожками.

Механизмы привода головок с подвижной катушкой бывают двух типов:

- линейный;
- поворотный.

Эти типы отличаются только физическим расположением магнитов и катушек.

Линейный привод (рисунок 9) перемещает головки по прямой, строго вдоль линии радиуса диска. Катушки располагаются в зазорах постоянных магнитов. Главное достоинство линейного привода состоит в том, что при его использовании не возникают азимутальные погрешности, характерные для поворотного привода. (Под азимутом понимается угол между плоскостью рабочего зазора головки и направлением дорожки записи.) При перемещении с одного цилиндра на другой головки не поворачиваются и их азимут не изменяется.

Однако линейный привод имеет существенный недостаток: его конструкция слишком массивна. Чтобы повысить производительность накопителя, нужно снизить массу приводного механизма и самих головок. Чем легче механизм, тем с большими ускорениями он может перемещаться с одного цилиндра на другой. Линейные приводы

намного тяжелее поворотных, поэтому в современных накопителях они не используются.

Поворотный привод (рисунок 7) работает по тому же принципу, что и линейный, но в нем к подвижной катушке крепятся концы рычагов головок. При движении катушки относительно постоянного магнита рычаги перемещения головок поворачиваются, передвигая головки к оси или к краям дисков. Благодаря небольшой массе такая конструкция может двигаться с большими ускорениями, что позволяет существенно сократить время доступа к данным. Быстрому перемещению головок способствует и тот факт, что плечи рычагов делаются разными: то, на котором смонтированы головки, имеет большую длину.

К недостаткам этого привода следует отнести то, что головки при перемещении от внешних цилиндров к внутренним поворачиваются и угол между плоскостью магнитного зазора головки и направлением дорожки изменяется. Именно поэтому ширина рабочей зоны диска (зоны, в которой располагаются дорожки) оказывается зачастую ограниченной (для того чтобы неизбежно возникающие азимутальные погрешности оставались в допустимых пределах). В настоящее время поворотный привод используется почти во всех накопителях с подвижной катушкой.

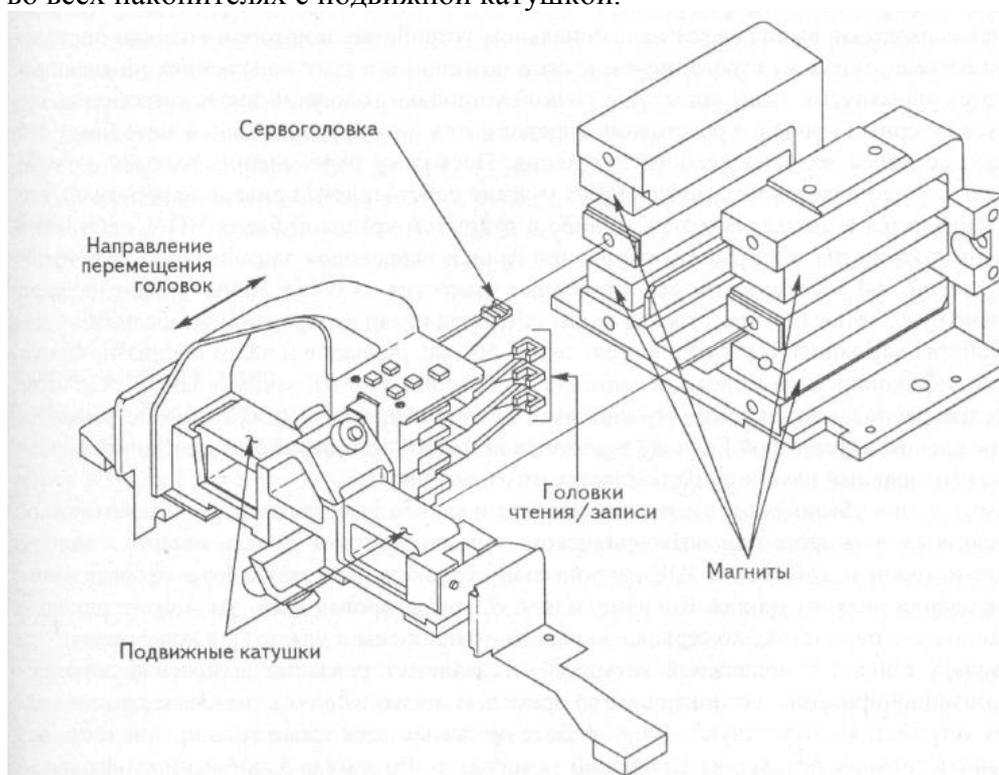


Рисунок 9 - Линейный привод с подвижной катушкой

Обратная связь

Для управления приводами с подвижной катушкой в разное время использовались три способа построения петли обратной связи:

- со вспомогательным "клином";
- со встроенными кодами;
- со специализированным диском.

Они различаются технической реализацией, но, по сути, предназначены для достижения одной и той же цели: обеспечивать постоянную корректировку положения головок и их наведение (позиционирование) на соответствующий цилиндр. Основные различия между ними сводятся к тому, на каких участках поверхностей дисков записываются сервокоды.

При всех способах построения петли обратной связи для ее работы необходима специальная информация (сервокоды), которая записывается на диск при его изготовлении. Обычно она записывается в так называемом коде Грея. В этой системе кодирования при переходе от одного числа к следующему или предыдущему изменяется всего один двоичный разряд. При таком подходе информация считывается и обрабатывается намного быстрее, чем при обычном двоичном кодировании, и определение местоположения головки происходит практически без задержки. Сервокоды записываются на диск при сборке накопителя и не изменяются в течение всего срока его эксплуатации.

Запись сервокодов выполняется на специальном устройстве, в котором головки последовательно перемещаются на строго определенные позиции, и в этих положениях на диски записываются упомянутые выше коды. Для точной установки головок в таких устройствах используется лазерный прицел, а расстояния определяются интерференционным методом, то есть с точностью до долей волны лазерного излучения. Поскольку перемещение головок в таком устройстве осуществляется механически (без участия собственного привода накопителя), все работы проводятся в чистом помещении либо с открытой крышкой блока HDA, либо через специальные отверстия, которые по окончании записи сервокодов заклеиваются герметизирующей лентой. Вы можете найти эти заклеенные отверстия на блоке HDA, причем на ленте обязательно будет написано, что, оторвав ее, вы потеряете право на гарантийное обслуживание.

Устройства для записи сервокодов часто предназначаются для какой-либо конкретной модели накопителя. Некоторые фирмы, занимающиеся ремонтом накопителей, располагают такими устройствами, то есть могут выполнить перезапись сервокодов при повреждении накопителя. Если же в ремонтной фирме нет устройства для записи сервокодов, то неисправный накопитель отправляется изготовителю.

К счастью, при обычных операциях считывания и записи удалить сервокоды невозможно. Этого нельзя сделать даже при низкоуровневом форматировании. Иногда можно услышать страшные истории о том, как сервокоды стирались при неправильном форматировании низкого уровня. Конечно, плохо отформатировав диск, вы можете на порядок ухудшить его параметры, но сервокоды надежно защищены и удалить их невозможно.

Поскольку привод с подвижной катушкой отслеживает реальное положение дорожек, ошибки позиционирования, возникающие со временем в накопителях с шаговым двигателем, в данных устройствах отсутствуют. На их работе не сказывается также расширение и сжатие дисков, происходящее вследствие колебаний температур. Во многих современных накопителях с приводом от подвижной катушки в процессе работы через определенные промежутки времени выполняется температурная калибровка. Эта процедура заключается в том, что все головки поочередно переводятся с нулевого на какой-либо другой цилиндр. При этом с помощью встроенной схемы проверяется, насколько сместилась заданная дорожка относительно своего положения в предыдущем сеансе калибровки, и вычисляются необходимые поправки, которые заносятся в оперативное запоминающее устройство в самом накопителе. Впоследствии эта информация используется при каждом перемещении головок, позволяя устанавливать их с максимальной точностью.

В большинстве накопителей температурная калибровка выполняется через каждые 5 мин в течение первого получаса после включения питания, а затем через каждые 25 мин. Некоторые пользователи полагают, что произошла ошибка при считывании данных, но на самом деле просто подошло время очередной калибровки. Заметим, что эта процедура выполняется в большинстве современных интеллектуальных накопителей, что в конечном итоге позволяет подводить головки к дорожкам с максимально возможной точностью.

Однако по мере распространения программ мультимедиа подобные перерывы в работе накопителей становятся помехой. Дело в том, что при выполнении калибровки

прекращаются все обмены данными с накопителем, например приостанавливается воспроизведение звуковых или видеофрагментов. Поэтому фирмы, производящие такие накопители, начали выпуск их специальных A/V-модификаций (A/V — Audio Visual), в которых начало очередной температурной калибровки задерживается до тех пор, пока не закончится текущий сеанс обмена данными. Большинство новых моделей IDE и SCSI-устройств относится к этому типу, то есть воспроизведение звуковых и видеофрагментов не прерывается процедурами калибровки.

Кстати, о процедурах, выполняемых накопителем автоматически: большинство устройств, которые осуществляют автоматическую температурную калибровку, выполняют также свипирование диска. Дело в том, что, хотя головки не касаются носителя, они располагаются настолько близко к нему, что начинает сказываться воздушное трение. Несмотря на свою сравнительно малую величину, оно все же может привести к преждевременному износу поверхности диска в том случае, если головка будет постоянно (или почти постоянно) находиться над одной и той же дорожкой. Чтобы этого не произошло, выполняется следующая процедура. Если головка слишком долго остается неподвижной (то есть операции считывания и записи не выполняются), то она автоматически перемещается на случайно выбранную дорожку, расположенную ближе к краям диска, то есть в ту область, где линейная скорость диска максимальна, а следовательно, воздушный просвет между его поверхностью и головкой имеет наибольшую величину. Временная задержка выбирается относительно небольшой (обычно 9 мин). Если после перевода головки диск снова окажется "в простое" в течение такого же времени, то головка переместится на другую дорожку и т.д.

Вспомогательный клин

Такая система записи сервокодов использовалась в первых накопителях с подвижной катушкой. Вся информация, необходимая для наведения (позиционирования)

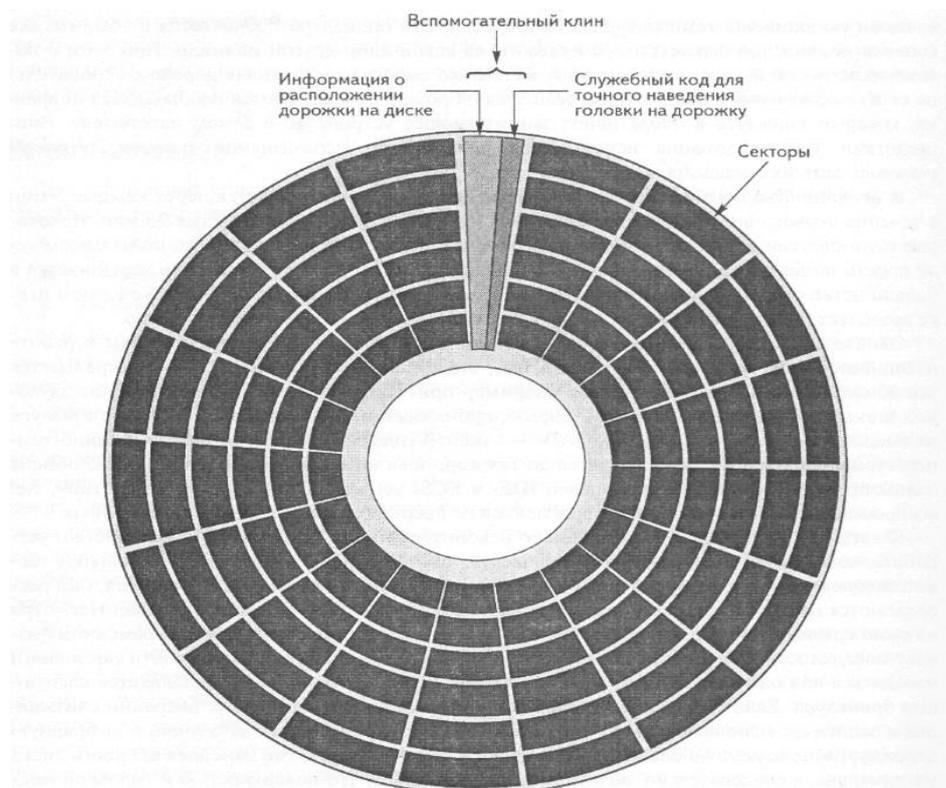


Рисунок 10 - Вспомогательный клин

головок, записывалась в кодах Грея в узком секторе ("клине") каждого цилиндра непосредственно перед индексной меткой. Индексная метка обозначает начало каждой дорожки, то есть вспомогательная информация записывается в преиндексном интервале, расположенном в конце каждой дорожки. Этот участок необходим для компенсации неравномерности вращения диска и тактовой частоты записи, и контроллер диска обычно к нему не обращается. На рисунке 10 продемонстрирован способ записи сервокодов во вспомогательном клине.

Некоторым контроллерам необходимо сообщать о том, что к ним подключен накопитель со вспомогательным клином. В результате они корректируют (сокращают) длину секторов, чтобы поместить область вспомогательного клина.

Самый существенный недостаток подобной системы записи состоит в том, что считывание происходит только один раз при каждом обороте диска. Это означает, что во многих случаях для точного определения и коррекции положения головок диск должен совершить несколько оборотов. Недостаток этот был очевиден с самого начала, поэтому подобные системы никогда не были широко распространены, а сейчас и вовсе не используются.

Встроенные коды

Такой метод реализации обратной связи представляет собой улучшенный вариант системы со вспомогательным клином (рисунок 11). В данном случае сервокоды записи

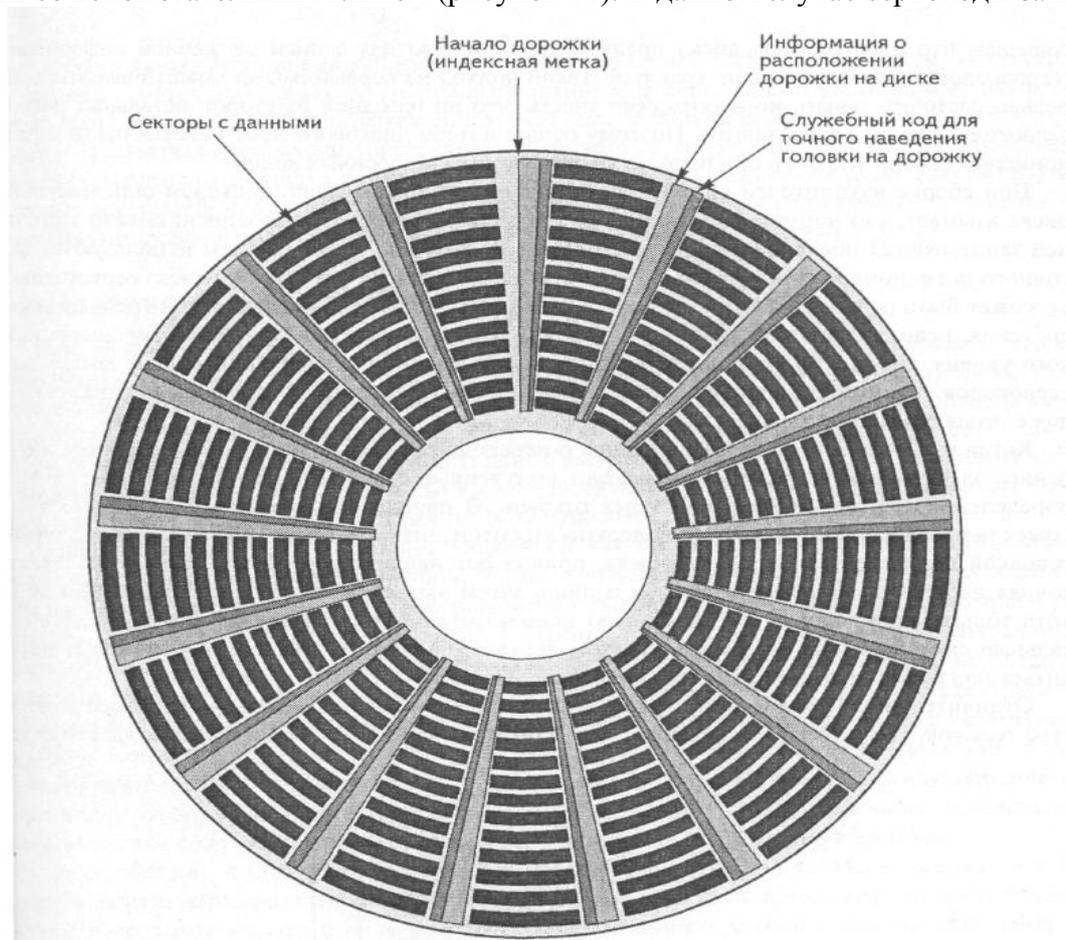


Рисунок 11 - Встроенные сервокоды

ваются не только в начале каждого цилиндра, но и перед началом каждого сектора. Это означает, что сигналы обратной связи поступают на схему привода головок несколько раз в течение каждого оборота диска и головки устанавливаются в нужное положение намного быстрее. Еще одно преимущество (по сравнению с системой со специ-

ализированным диском) заключается в том, что сервокоды записываются на всех дорожках, поэтому может быть скорректировано положение каждой головки (это касается тех случаев, когда отдельные диски в накопителе нагреваются или охлаждаются по-разному либо подвергаются индивидуальным деформациям).

Описанный способ записи сервокодов используется в большинстве современных накопителей. Как и в системах со вспомогательным клином, встроенные сервокоды защищены от тирания и любые операции записи блокируются, если головки оказываются над участками служебной информацией. Поэтому даже при низкоуровневом форматировании удалить сервокоды невозможно.

Система со встроенными сервокодами работает лучше, чем со вспомогательным клином, потому что служебная информация (сервокоды) считывается несколько раз за каждый оборот диска. Но вполне очевидно, что еще более эффективной должна быть система, в которой цепь обратной связи работает непрерывно, то есть сервокоды считываются постоянно.

Системы со специализированным диском

При реализации данного способа сервокоды записываются вдоль всей дорожки, а не только дан раз в ее начале или в начале каждого сектора. Естественно, если так поступить со всеми дорожками накопителя, то в нем не останется места для данных. Поэтому одна сторона одного в дисков выделяется исключительно для записи сервокодов. Термин специализированный диск означает, что одна сторона диска предусмотрена только для записи служебной информации (сервокодов) и данные здесь не хранятся. Такой подход на первый взгляд может показаться довольно расточительным, но необходимо учесть, что ни на одной из сторон остальных дисков сервокоды уже не записываются. Поэтому общие потери дискового пространства оказываются примерно такими же, как и при использовании системы встроенных кодов.

При сборке накопителей со специализированным диском одна из сторон определенного диска изымается из нормального использования для операций чтения/записи; вместо этого на ней записывается последовательность сервокодов, которые в дальнейшем используются для точного позиционирования головок. Причем обслуживающая эту сторону диска сервоголовка не может быть переведена в режим записи, то есть сервокоды, как и во всех рассмотренных выше системах, невозможно стереть ни при обычной записи данных, ни при форматировании низкого уровня. На рисунке 12 приведена схема накопителя со специализированным диском для сервокодов. Чаще всего верхняя головка или одна из центральных головок предназначены для считывания сервокодов.

Когда в накопитель поступает команда о переводе головок на конкретный цилиндр, внутреннее электронное устройство использует полученные сервоголовкой сигналы для точного определения положения всех остальных головок. В процессе движения головок номера дорожек непрерывно считываются с поверхности специализированного диска. Когда под сервоголовкой оказывается искомая дорожка, привод останавливается. После этого выполняется точная настройка положения головок и лишь затем выдается сигнал разрешения записи. И хотя только одна головка (сервоголовка) используется для считывания сервокодов, все остальные смонтированы на общем жестком каркасе, поэтому если одна головка будет находиться над нужным цилиндром, то и все остальные тоже.

Отличительный признак накопителя со специализированным диском — нечетное количество головок. Практически во всех накопителях большой емкости используется описанный способ записи сервокодов, благодаря которому их считывание происходит постоянно, независимо от положения головок. Это позволяет добиться максимальной точности позиционирования головок. Существуют также накопители, в которых сочетаются оба метода корректировки положения головок: со встроенными кодами и со специализированным диском. Однако такие "гибриды" встречаются крайне редко.

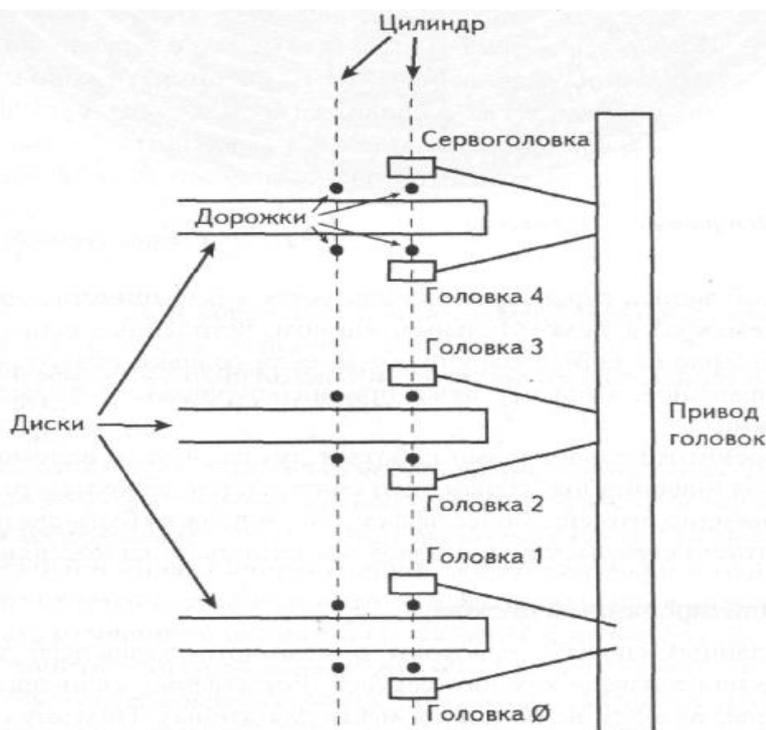


Рисунок 12 - Система со специализированным диском

Автоматическая парковка головок

При выключении питания рычаги с головками опускаются на поверхности дисков. Накопители способны выдержать тысячи "взлетов" и "посадок" головок, но желательно, чтобы они происходили на специально предназначенных для этого участках поверхности дисков, на которых не записываются данные. При этих взлетах и посадках происходит износ (абразия) рабочего слоя, так как из-под головок вылетают "клубы пыли", состоящие из частиц рабочего слоя носителя; если же во время взлета или посадки произойдет сотрясение накопителя, то вероятность повреждения головок и дисков существенно возрастет.

Одним из преимуществ привода с подвижной катушкой является автоматическая парковка головок. Когда питание включено, головки позиционируются и удерживаются в рабочем положении за счет взаимодействия магнитных полей подвижной катушки и постоянного магнита. При выключении питания поле, удерживающее головки над конкретным цилиндром, исчезает, и они начинают бесконтрольно скользить по поверхностям еще не остановившихся дисков, что может стать причиной повреждений. Для того чтобы предотвратить возможные повреждения накопителя, поворотный блок головок подсоединяется к возвратной пружине. Когда компьютер включен, магнитное взаимодействие обычно превосходит упругость пружины. Но при отключении питания головки под воздействием пружины перемещаются в зону парковки до того, как диски остановятся. По мере уменьшения частоты вращения дисков головки с характерным потрескиванием "приземляются" именно в этой зоне.

Таким образом, чтобы в накопителях с приводом от подвижной катушки привести в действие механизм парковки головок, достаточно просто выключить компьютер; никакие специальные программы для этого не нужны. В случае внезапного исчезновения питания головки паркуются автоматически.

Воздушные фильтры

Почти во всех накопителях на жестких дисках используется два воздушных фильтра: фильтр рециркуляции и барометрический фильтр. В отличие от сменных фильтров,

которые устанавливались в старых накопителях больших машин, они располагаются внутри корпуса и не подлежат замене в течение всего срока службы накопителя.

В старых накопителях происходила постоянная перекачка воздуха снаружи внутрь устройства и наоборот сквозь фильтр, который нужно было периодически менять. В современных устройствах от этой идеи отказались. Фильтр рециркуляции в блоке HDA предназначен только для очистки внутренней "атмосферы" от небольших частиц рабочего слоя носителя, которые, несмотря на все предпринимаемые меры, все же осыпаются с дисков при взлетах и посадках головок (а также от любых других мелких частиц, которые могут проникнуть внутрь HDA). Поскольку накопители персональных компьютеров герметизированы и в них не происходит перекачки воздуха снаружи, они могут работать даже в условиях сильного загрязнения окружающего воздуха (рисунок 13).



Рисунок 13 - Циркуляция воздуха в накопителе на жестком диске

Выше отмечалось, что блок HDA герметичен, однако это не совсем так. Внешний воздух проникает внутрь HDA сквозь барометрический фильтр, так как это необходимо для выравнивания давления изнутри и снаружи блока. Именно потому, что жесткие диски не являются полностью герметичными устройствами, компании-изготовители указывают для них диапазон высот над уровнем моря, в котором они сохраняют работоспособность (обычно от -300 до $+3\ 000$ м). Для некоторых моделей максимальная высота подъема ограничена $2\ 000$ м, поскольку в более разреженном воздухе просвет между головками и поверхностями носителей оказывается недостаточным. По мере изменения атмосферного давления воздух выходит из накопителя или, наоборот, проникает в него сквозь вентиляционное отверстие, чтобы выровнять давление снаружи и внутри устройства. Тем не менее это не приводит к загрязнению "атмосферы" внутри накопителя. Дело в том, что барометрический фильтр, установленный на этом отверстии, способен задерживать частицы размером более $0,3$ мкм, что соответствует стандартам чистоты атмосферы внутри блока HDA. В некоторых устройствах используются более плотные (тонкие) фильтры, позволяющие задерживать еще более мелкие частицы. Вы легко обнаружите вентиляционные отверстия на большинстве блоков HDA, в то время как сами барометрические фильтры находятся внутри блока.

Акклиматизация жестких дисков

Как уже отмечалось, блок HDA плотно закрыт, но не герметизирован (исключения составляют накопители, предназначенные специально для военных целей, в частности для военной авиации). Это означает, что блок HDA не является воздухонепроницаемым и внутри него содержится воздух. Для выравнивания давления в блоке предусмотрено закрытое фильтром отверстие, через которое воздух может проникать внутрь или наружу.

Барометрический фильтр не препятствует проникновению влаги внутрь блока HDA, поэтому по истечении некоторого времени влажность воздуха внутри блока будет такой же, как и снаружи. Если влага начнет конденсироваться внутри блока HDA и в это время будет включено питание компьютера, то возникнут серьезные проблемы. В инструкциях по эксплуатации большинства жестких дисков приводятся таблицы или графики их акклиматизации при изменении условий окружающей среды (температуры и влажности). Особенно важно соблюдать эти условия при внесении накопителя с холода в теплое помещение, поскольку в такой ситуации конденсация влаги практически неизбежна. Данное обстоятельство в первую очередь должны учитывать владельцы портативных систем с жесткими дисками. Если, например, зимой оставить компьютер в багажнике автомобиля, а потом внести его в салон и включить без предварительного прогрева, то последствия для накопителя могут оказаться весьма печальными.

Как видно из таблицы 2, чем холоднее накопитель, тем дольше он должен прогреться перед включением (время прогрева может достигать до суток и более).

Таблица 2 - Период акклиматизации накопителя

Исходная температура, °C	Время акклиматизации, ч
+4	13
-1	15
-7	16
-12	17
-18	18
-23	20
-29	22
-34 и ниже	27

Двигатель привода дисков

Двигатель, приводящий во вращение диски, часто называют шпиндельным. Шпиндельный двигатель всегда связан с осью вращения дисков, никакие приводные ремни или шестерни для этого не используются. Двигатель должен быть бесшумным: любые вибрации передаются дискам и могут привести к ошибкам при считывании и записи.

Частота вращения двигателя должна быть строго определенной. Обычно она колеблется от 3 600 до 7 200 об/мин или больше, а для ее стабилизации используется схема управления двигателем с обратной связью (автоподстройкой), позволяющая добиться желаемой точности. Таким образом, контроль за частотой вращения двигателя осуществляется автоматически, и никакие устройства, позволяющие сделать это вручную, в накопителях не предусмотрены. В описаниях некоторых диагностических программ говорится, что с их помощью можно измерить частоту вращения дисков. На самом деле единственное, на что они способны, — это оценить ее возможное значение по временным интервалам между моментами появления заголовков секторов. Измерить частоту вращения с помощью программы в принципе невозможно, для этого нужны специальные приборы (тестеры). Не волнуйтесь, если какая-нибудь диагностическая программа сообщит, что частота вращения дисков установлена неправильно; скорее всего, плохо работа-

ет сама программа, а не накопитель. Информация о частоте вращения дисков просто не передается (и не должна передаваться) через интерфейс контроллера жесткого диска. В большинстве накопителей шпиндельный двигатель располагается в нижней части, под блоком HDA. Однако во многих современных устройствах он встраивается внутрь блока HDA и представляет собой центральную часть блока дисков-носителей. Такая конструкция позволяет, не изменяя размера накопителя по вертикали, увеличить количество дисков в блоке (в "стопке").

Шпиндельный двигатель, особенно в накопителях большого формата, потребляет от 12-вольтового источника питания довольно значительную мощность. Она возрастает еще в 2-3 раза по сравнению со стационарным значением при разгоне (раскручивании) дисков. Длится такая перегрузка несколько секунд после включения компьютера. Если в компьютере установлено несколько накопителей, то, чтобы не подвергать чрезмерной нагрузке блок питания, можно попытаться организовать их поочередное включение. Задержанный запуск шпиндельного двигателя предусмотрен в большинстве накопителей SCSI и IDE.

Плата управления

В каждом накопителе, в том числе и на жестких дисках, есть хотя бы одна плата. На ней монтируются электронные схемы для управления шпиндельным двигателем и приводом головок, а также для обмена данными с контроллером (представленными в заранее оговоренной форме). В накопителях IDE контроллер устанавливается непосредственно в накопителе, а для SCSI необходимо использовать дополнительную плату расширения.

Довольно часто неисправности возникают не в механических узлах накопителей, а в платах управления. На первый взгляд это утверждение может показаться странным, поскольку общеизвестно, что электронные узлы надежнее механических, тем не менее факт остается фактом. Поэтому многие неисправные накопители можно отремонтировать, заменив лишь плату управления, а не все устройство. Эта возможность особенно привлекательна потому, что вы сможете вновь получить доступ к записанным в накопителе данным, чего, естественно, не удастся сделать, если его полностью заменить.

Снимать и заменять платы управления очень просто, поскольку они подключаются к накопителям с помощью разъемов и крепятся стандартными винтами. Если накопитель вышел из строя, а у вас есть запасной экземпляр, проверьте работоспособность платы управления, заменив ее заведомо исправной. Платы управления выпускаются многими компаниями, причем чаще всего они стоят гораздо дешевле, чем изделия-оригиналы, выпущенные производителями накопителей.

Кабели и разъемы накопителей

В большинстве накопителей на жестких дисках предусмотрено несколько интерфейсных разъемов для подключения к системе, подачи питания, а иногда и для заземления корпуса.

В большинстве накопителей имеется по меньшей мере три типа разъемов:

- интерфейсный разъем (или разъемы);
- разъем питания;
- разъем (или зажим) для заземления (необязательно).

Наибольшее значение имеют интерфейсные разъемы, потому что через них передаются данные и команды в накопитель и обратно. Многие стандарты интерфейсов предусматривают подключение нескольких накопителей к одному кабелю (шине). Естественно, в этом случае их должно быть не меньше двух; в интерфейсе SCSI допускается подключение до семи накопителей к одному кабелю (Ultra SCSI-2 поддерживает до 15 устройств). В некоторых стандартах для данных и управляющих сигналов предусмотрены отдельные разъемы, поэтому накопитель и контроллер соединяются двумя кабелями,

однако большинство современных устройств IDE и SCSI подключаются с помощью одного кабеля.

Разъемы питания накопителей на жестких дисках обычно такие же, как и у дисководов для гибких дисков. В большинстве накопителей используются два напряжения питания (5 и 12 В), но малогабаритным моделям, разработанным для портативных компьютеров, достаточно напряжения 5 В. Как правило, от источника в 12 В питается схема управления шпиндельным двигателем и привод головок, а напряжение 5 В поступает на прочие схемы. Многие накопители на жестких дисках потребляют несколько большую мощность, чем дисководы для гибких дисков. Проверьте, достаточно ли мощности блока питания компьютера для нормальной работы всех установленных в системе накопителей.

Потребление тока от источника в 12 В зависит от размеров устройства: чем больше отдельных дисков входит в "пакет" и чем больше диаметр каждого из них, тем большая мощность необходима для приведения их в движение. Кроме того, для получения большей частоты вращения дисков необходимо также увеличивать мощность. Например, потребляемая мощность для накопителей формата 3,5 дюйма в среднем примерно в 2-4 раза меньше, чем для полноразмерных устройств формата 5,25 дюйма. Некоторые накопители особо малых форматов (2,5 и 1,8 дюйма) потребляют всего около 1 Вт электрической мощности.

Зажим для заземления необходим для того, чтобы обеспечить надежный контакт между общим проводом накопителя и корпусом системы. В компьютерах, где накопители крепятся непосредственно к корпусу с помощью металлических винтов, специальный провод заземления не нужен. В некоторых компьютерах накопители монтируются на пластмассовых или стеклотекстолитовых направляющих, которые, естественно, электрически изолируют корпус накопителя от корпуса системы. В этом случае их обязательно нужно соединить дополнительным проводом, подключаемым к упомянутому зажиму. При плохом заземлении накопителя возникают сбои в его работе, ошибки при считывании и записи и т.п.

3 Характеристики накопителей на жестких дисках

Если вы собрались покупать новый накопитель или просто хотите разобраться в том, каковы различия между устройствами разных семейств, сравните их параметры. Ниже приведены критерии, по которым обычно оценивают качество жестких дисков.

- надежность;
- быстродействие;
- емкость.

Надежность

В описаниях накопителей можно встретить такой параметр, как среднестатистическое время между сбоями (Mean Time Between Failures — MTBF), которое обычно колеблется от 20 до 500 тыс. часов и более. Они являются чисто теоретическими.

Для правильного понимания этого важного параметра накопителя следует знать, как производители его вычисляют. Большинство из них довольно продолжительное время выпускают накопители на жестких дисках, которые работают в компьютерах пользователей миллионы часов (если просуммировать время работы всех моделей). Для всех моделей накопителя вычисляется коэффициент сбоев отдельных компонентов, который затем учитывается при проектировании компонентов нового накопителя. Для платы управления используются стандартизированные промышленные методы предсказания сбоев. Таким образом, производитель может для новой модели накопителя на жестких дисках оценить вероятность сбоев на основе полученных ранее статистических данных.

Не менее важно понимать, что среднестатистическое время между сбоями определяется для всех накопителей одной модели, а не для отдельного накопителя. Если ука-

зано, что это время равно 500 тыс. ч, значит, ошибка может появиться при общем времени работы 500 тыс. ч всех накопителей данной модели. Если выпущен 1 млн накопителей данной модели и все они одновременно работают, то можно ожидать ошибку каждые полчаса. Параметр "среднестатистическое время между сбоями" неприменим для отдельного накопителя или небольшой выборки накопителей одной модели.

Кроме того, необходимо правильно понимать значение слова "ошибка". В определении описанного выше параметра под ошибкой подразумевается полный выход из строя накопителя (т.е. его следует вернуть производителю), а не появляющиеся ошибки чтения или записи файлов.

Некоторые производители описанный параметр называют средним временем до первого сбоя. "Между сбоями" — это время, в течение которого восстановленный после первого сбоя накопитель будет работать до следующего (второго) сбоя.

S.M.A.R.T.

S.M.A.R.T. (Self-Monitoring, Analysis and Reporting Technology — технология самотестирования, анализа и отчетности) — это новый промышленный стандарт, описывающий методы предсказания появления ошибок жесткого диска. При активизации системы S.M.A.R.T. жесткий диск начинает отслеживать определенные параметры, чувствительные к неисправностям накопителя или указывающие на них. В результате такого отслеживания можно предсказать сбой в работе накопителя. Если на основе отслеживаемых параметров вероятность появления ошибки возрастает, S.M.A.R.T. генерирует для BIOS или драйвера операционной системы отчет о возникшей неполадке, который указывает пользователю на необходимость немедленного резервного копирования данных до того момента, когда произойдет сбой в накопителе.

На основе отслеживаемых параметров S.M.A.R.T. пытается определить тип ошибки. По данным компании Seagate, 60% ошибок механические. Именно этот тип ошибок и предсказывается S.M.A.R.T. Естественно, не все ошибки можно предсказать, например появление статического электричества, внезапная встряска или удар, термические перегрузки и т.д.

Технология S.M.A.R.T. была разработана компанией IBM в 1992 году. В том же году IBM выпустила жесткий диск формата 3,5 дюйма с модулем Predictive Failure Analysis (PFA), который измерял некоторые параметры накопителя и в случае их критического изменения генерировал предупреждающее сообщение. IBM передала на рассмотрение ANSI спецификацию технологии предсказания ошибок накопителя, и в результате появился ANSI-стандарт — протокол S.M.A.R.T. для SCSI-устройств (документ X3T10/94-190).

Для накопителей с интерфейсом IDE/ATA технология S.M.A.R.T. была реализована лишь в 1995 году. В разработке этого стандарта принимали участие Seagate Technology, Conner Peripherals (в настоящее время является подразделением Seagate), Fujitsu, Hewlett-Packard, Maxtor, Quantum и Western Digital. В результате работы этой группы компаний была опубликована спецификация S.M.A.R.T. для накопителей на жестких дисках с интерфейсом IDE/ATA и SCSI, и они сразу же появились на рынке.

В накопителях на жестких дисках с интерфейсом IDE/ATA и SCSI реализация S.M.A.R.T. подобна, за исключением отчетной информации. В накопителях с интерфейсом IDE/ATA драйвер программного обеспечения интерпретирует предупреждающий сигнал накопителя, генерируемый командой S.M.A.R.T. report status. Драйвер запрашивает у накопителя статус этой команды. Если ее статус интерпретируется как приближающийся крах жесткого диска, то операционной системе посылается предупреждающее сообщение, а та, в свою очередь, информирует об ошибке пользователя. Такая структура в будущем может дополняться новыми свойствами. Операционная система может интерпретировать атрибуты, которые передаются с помощью расширенной команды report

status. В накопителях с интерфейсом SCSI S.M.A.R.T. информирует пользователя только о двух состояниях накопителя — о нормальной работе и об ошибке.

Для функционирования S.M.A.R.T. необходима поддержка на уровне BIOS или драйвера жесткого диска операционной системы (и, естественно, накопитель на жестких дисках, который поддерживает эту технологию). S.M.A.R.T. поддерживается несколькими программами, например Norton Smart Doctor компании Symantec, EZ от Microhouse International или Data Advisor от Ontrack Data International.

Обратите внимание, что традиционные программы диагностики диска, например Scandisk и Norton Disk Doctor, работают с секторами данных на поверхности диска и не отслеживают всех функций накопителя в целом. В некоторых современных накопителях на жестких дисках резервируются секторы, которые в будущем используются вместо дефектных. Как только "вступает в дело" один из резервных секторов, S.M.A.R.T. информирует об этом пользователя, в то время как программы диагностики диска не сообщают о каких-либо проблемах.

Каждый производитель накопителей на жестких дисках по-своему реализует параметры монитора S.M.A.R.T., причем большинство из них реализовали собственный набор параметров. В некоторых накопителях отслеживается высота "полета" головок над поверхностью диска. Если эта величина уменьшается до некоторого критического значения, то накопитель генерирует ошибку. В других накопителях выполняется мониторинг кодов коррекции ошибок, который показывает количество ошибок чтения и записи на диск. В большинстве дисков реализована регистрация следующих параметров:

- высота полета головки над диском;
- скорость передачи данных;
- количество переназначенных секторов;
- производительность времени поиска;
- количество повторов процесса калибровки накопителя.

Каждый параметр имеет пороговое значение, которое используется для определения того, появилась ли ошибка. Это значение определяется производителем накопителя и не может быть изменено.

Если S.M.A.R.T. в процессе мониторинга накопителя обнаруживает несоответствие параметров, то драйверу диска отправляется предупреждающее сообщение, а драйвер информирует о "нестандартной ситуации" операционную систему, которая оповещает пользователя о необходимости немедленного резервного копирования данных. В этом предупреждающем сообщении может также содержаться информация о типе, производителе, номере накопителя.

Быстродействие

Важным параметром накопителя на жестком диске является его быстродействие. Этот параметр для разных моделей может варьироваться в широких пределах.

Быстродействие накопителя можно оценить по двум параметрам:

- среднестатистическому времени поиска (average seek time);
- скорости передачи данных (data transfer rate).

Под среднестатистическим временем поиска, которое измеряется в миллисекундах, подразумевается среднее время перемещения головок с одного цилиндра на другой (причем расстояние между этими цилиндрами может быть произвольным). Измерить этот параметр можно, выполнив достаточно много операций поиска случайно выбранных дорожек, а затем разделив общее время, затраченное на эту процедуру, на количество совершенных операций. В результате будет получено среднее время однократного поиска.

Производители дисководов в качестве среднего времени поиска часто указывают временной интервал, который необходим для перемещения головок на расстояние, равное одной трети ширины зоны записи данных на диске. Среднее время поиска почти ис-

ключительно зависит от конструкции накопителя (точнее, от механизма привода головок), а не от типа интерфейса или контроллера.

Существует довольно много программ, предназначенных для "аттестации" жестких дисков. К результатам такого тестирования следует относиться скептически. В большинстве накопителей SCSI и IDE используется так называемое преобразование секторов, поэтому, даже если на накопитель выдается команда перевода головок на заданный цилиндр, это отнюдь не означает, что они на самом деле переместятся. Проверять накопители указанных типов с помощью программ аттестации бессмысленно. Кроме того, при работе устройств SCSI выполняются некоторые дополнительные операции, связанные с трансляцией в накопитель управляющих кодов через шину SCSI. Программы аттестации не учитывают этих дополнительных потерь времени

Среднее время доступа

Существует еще один параметр, позволяющий оценить быстродействие, — среднее время доступа, которое отличается от времени поиска тем, что при его измерении учитывается запаздывание. Под запаздыванием в данном случае подразумевается среднее время, которое уходит на то, чтобы искомый сектор оказался под головкой после ее выведения на дорожку. В среднем величина запаздывания равна половине периода обращения диска и при частоте вращения 3 600 об/мин составляет 8,33 мс. Если диск вращается в два раза быстрее, то запаздывание будет в два раза меньше. Что же касается среднего времени доступа, то оно определяется как сумма среднего времени поиска и запаздывания. Этот параметр (среднее время доступа) характеризует среднее время, необходимое для получения доступа к данным, которые записаны в выбранном случайным образом секторе.

Запаздывание

Запаздывание существенно влияет на общее быстродействие накопителя. При его снижении сокращается время доступа к данным и файлам, но уменьшить запаздывание можно только за счет увеличения частоты вращения дисков. Величины запаздывания для наиболее распространенных скоростей вращения дисков приведены в таблице 3.

В накопителях с частотой вращения дисков 7 200 об/мин величина запаздывания составляет 4,17 мс, а для частоты вращения диска 10 000 об/мин еще меньше — 3,0 мс. С ростом частоты вращения не только уменьшается запаздывание, но и возрастает скорость передачи данных (их считывание и запись после выведения головок на заданный сектор происходят с большей скоростью).

Таблица 3 - Скорости вращения жестких дисков и величины запаздывания

Обороты в минуту	Обороты в секунду	Запаздывание
3600	60	8,33
4200	70	7,14
5400	90	5,56
7200	120	4,17
10000	167	3,00
15000	250	2,00

Скорость передачи данных

Вероятно, наиболее важной характеристикой при оценке общей производительности накопителя является скорость передачи данных, но, с другой стороны, она же считается наименее понятной. Проблема состоит в том, что в настоящее время для каждого дисководов могут быть определены сразу несколько скоростей передачи данных.

Большинство производителей дисковых накопителей обычно сообщают пять скоростей передачи данных. Одна из них — это скорость передачи данных интерфейса, которая в современных дисководах ATA достигает 100 Мбайт/с. Другими спецификациями скоростей являются средние скорости передачи данных, которые могут быть выражены в виде максимальной, минимальной, фактической максимальной и фактической минимальной скоростей. Если средняя скорость не указана, ее можно легко вычислить.

Средняя скорость передачи данных считается более важной характеристикой, чем скорость передачи данных интерфейса. Это связано с тем, что средняя скорость представляет собой действительную скорость непосредственного считывания данных с поверхности жесткого диска. При этом максимальная скорость является, скорее, ожидаемой постоянной скоростью передачи данных.

Компания-изготовитель дисководов обычно указывает величины минимальной и максимальной скоростей передачи данных. В настоящее время большинство современных накопителей имеют зональную запись с различным количеством секторов на дорожках. Как правило, поверхность диска разделена на 16 зон, причем число секторов внутренней зоны примерно в два раза меньше, чем внешней (таким образом, скорость передачи данных тоже в два раза меньше). Скорость вращения жесткого диска постоянна, поэтому скорость считывания данных с внешних цилиндров (где число секторов на дорожке наибольшее) выше, чем с внутренних.

Существует определенное различие между формальной и фактической скоростями передачи данных. Формальная скорость определяет, насколько быстро биты (единицы емкости памяти) могут быть считаны с поверхности жесткого диска. Далеко не все биты являются битами данных (это может быть промежуток между секторами или идентификатор битов). Кроме того, следует учитывать время, затрачиваемое при поиске данных на перемещение головок с дорожки на дорожку. Таким образом, фактическая скорость передачи данных представляет собой реальную скорость считывания данных с диска или их записи на диск.

Обратите внимание, что большинство производителей указывают только формальную скорость передачи данных. Для определения фактической скорости следует учесть, что она составляет примерно две трети формальной скорости. В том случае, если будет указана только максимальная скорость передачи данных (формальная или фактическая), с большой долей вероятности можно допустить, что минимальная скорость составит примерно половину, а средняя — три пятых максимальной скорости передачи данных.

Существует два основных фактора, непосредственно влияющих на скорость передачи данных: скорость вращения диска и плотность линейной записи, или количество секторов на дорожке. Например, при равном количестве секторов на дорожке скорость передачи данных будет выше у дисковода, имеющего большую скорость вращения. По аналогии с этим, при равной скорости вращения накопитель с большей плотностью записи будет иметь большую скорость передачи. При сравнении эффективности накопителей следует учитывать оба фактора.

Программы кэширования и кэш-контроллер

Быстродействие дискового накопителя можно существенно повысить, если воспользоваться специальными программами кэширования, например SMARTDRV (DOS) или VCACHE (Windows 9x, Windows NT и Windows 2000). Эти программы "подключаются" к прерыванию жесткого диска на уровне BIOS (перехватывают прерывание BIOS) и обрабатывают запросы на считывание и запись, направляемые приложениями и драйверами устройств в BIOS.

Если приложению понадобилось считать порцию данных с жесткого диска, кэш-программа перехватывает соответствующий запрос, проверяет наличие определенных условий (о которых будет сказано ниже) и, если они не удовлетворяются, передает за-

прос в неизменном виде контроллеру накопителя. Считанные в накопителе данные не только передаются приложению, но и сохраняются в специальном буфере (кэше). В зависимости от размера кэша, в нем могут храниться данные из достаточно большого количества секторов.

Если приложению нужно считать дополнительные данные, кэш-программа вновь перехватывает запрос и проверяет, не хранятся ли запрошенные данные в буфере. Если это так, то они немедленно передаются приложению, без непосредственного обращения к диску. Можете представить себе, насколько этот прием ускоряет доступ к диску (и заодно сказывается на результатах измерений быстродействия накопителя)!

Большинство современных контроллеров включают встроенный кэш той или иной разновидности, которому не нужно перехватывать и использовать прерывания BIOS. Кэширование осуществляется на аппаратном уровне, и обычные программы измерения быстродействия накопителей его «не замечают». Первыми из подобного рода устройств в накопителях были буферы опережающего считывания дорожки (read-ahead buffer), благодаря которым удалось получить коэффициент чередования 1:1. В одних современных контроллерах просто увеличен размер этих буферов, а в других используются более интеллектуальные устройства, по своим возможностям близкие к кэш-программам.

Многие накопители IDE и SCSI имеют встроенную кэш-память. Именно благодаря использованию кэш-памяти накопители IDE и SCSI отличаются столь высоким быстродействием.

Несмотря на то что программное и аппаратное кэширование данных позволяет существенно повысить производительность накопителей при обычных операциях считывания и записи, реальная (физическая) скорость передачи данных определяется только конструкцией самого устройства.

Коэффициент чередования

Говоря о быстродействии накопителей, нельзя обойти вопрос о чередовании секторов. Эта тема традиционно рассматривается в разделах, посвященных быстродействию контроллеров, а не накопителей, однако в большинстве современных устройств (IDE и SCSI) встроены контроллеры, обрабатывающие данные с той же скоростью, с которой они поступают из накопителей. Это означает, в частности, что практически все современные накопители IDE и SCSI форматируются без чередования секторов (иногда говорят о коэффициенте чередования 1:1). Почти во всех современных комбинациях «накопитель-контроллер» коэффициент чередования по умолчанию устанавливается равным 1:1, и менять его нет никакого смысла.

Емкость

В параметрах накопителя может фигурировать одна из четырех цифр:

- неформатированная емкость в миллионах байтов;
- форматированная емкость в миллионах байтов;
- неформатированная емкость в мегабайтах (Мбайт);
- форматированная емкость в мегабайтах (Мбайт).

В настоящее время большинство производителей накопителей IDE и SCSI указывают для своих изделий только форматированную емкость, поскольку жесткие диски выпускаются уже отформатированными. Форматированную и неформатированную емкости в рекламных проспектах обычно указывают в миллионах байтов, поскольку цифры при этом получаются более впечатляющими, чем при использовании в качестве единицы измерения мегабайта.

Контрольные вопросы

- 1 Принципы работы накопителей на жестких дисках.
- 2 Понятие дорожки, сектора, цилиндра.
- 3 Виды форматирования.
- 4 Основные блоки накопителей на жестких дисках.
- 5 Типы магнитных дисков и их устройство.
- 6 Головки записи/чтения и их устройство.
- 7 Механизмы привода головок.
- 8 Способы построения петли обратной связи.
- 9 Системы реализации сервокодов со специализированным диском.
- 10 Парковка головок.
- 11 Воздушные фильтры и их назначение.
- 12 Для чего необходима акклиматизация жестких дисков.
- 13 Кабели и разъемы накопителей.
- 14 Основные характеристики накопителей на жестких дисках.

Лабораторная работа №10

Накопители на оптических дисках

Цель работы: Изучить принцип работы накопителей на оптических дисках., их устройство и основные характеристики.

Задание на лабораторную работу:

изучить:

- принцип работы и устройство накопителей на оптических дисках (CD-ROM);
- технология производства CD-ROM;
- устройство дисков:
 - а) сверхплотной магнитооптики;
 - б) многослойных оптических дисков.

Ход работы

1 Принцип работы дисководов CD-ROM

Принцип работы дисководов напоминает принцип работы обычных дисководов для гибких дисков. Поверхность оптического диска (CD-ROM) перемещается относительно лазерной головки постоянной линейной скоростью, а угловая скорость меняется в зависимости от радиального положения головки. Луч лазера направляется на дорожку, фокусируясь при этом с помощью катушки. Луч проникает сквозь защитный слой пластика и попадает на отражающий слой алюминия на поверхности диска. При попадании его на выступ, он отражается на детектор и проходит через призму, отклоняющую его на светочувствительный диод. Если луч попадает в выемку он рассеивается и лишь малая часть излучения отражается обратно и доходит до светочувствительного диода. На диоде световые импульсы преобразуются в электрические импульсы, яркое излучение преобразуется в нули слабое - в единицы. Таким образом выемки воспринимаются дисководом как логические нули, а гладкая поверхность как логические единицы.

2 Производительность дисководов CD-ROM

Производительность CD-ROM обычно определяется его скоростными характеристиками при непрерывной передаче данных в течение некоторого промежутка времени и средним временем доступа к данным, измеряемыми соответственно в Кбайт/с и мс. Существуют одно-, двух-, трех-, четырех-, пяти, шести и восьмикоростные дисководы, обеспечивающие считывание данных со скоростью 150, 300, 450, 600, 750, 900, 1200 Кбайт/с соответственно. В настоящий момент распространены двух- и четырехкоростные дисководы. В общем случае дисководы с четырехкратной скоростью обладают более высокой производительностью, однако оценить чистое преимущество дисководов с четырехкратной скоростью по сравнению с дисководом с удвоенной скоростью бывает не так просто. Прежде всего, это зависит от того с какой операционной системой и с каким типом приложения ведется работа. При высокой интенсивности повторяющегося доступа к CD-ROM и считывании небольшого количества данных (например при работе с базами данных) "импульсная" скорость считывания информации приобретает важное значение. Например, по данным журнала InfoWorld, производительность дисководов с четырехкратной скоростью, по сравнению с дисководом с удвоенной скоростью, в случае операции доступа к базе данных в среднем повышается вдвое. В случае простого копирования данных выигрыш составляет от 10 до 30%, однако наибольшее преимущество получается при работе с полноформатным видео.

Для повышения производительности дисководов их снабжают буферной памятью (стандартные объемы кэш: 64, 128, 256, 512, 1024 Кбайт). Буфер дисководов представляет

собой память для кратковременного хранения данных, после считывания их с CD-ROM, но до пересылки в плату контролера, а затем в ЦП. Такая буферизация дает возможность дисковому устройству передавать данные в процессор небольшими порциями, а не занимать его время медленной пересылкой постоянного потока данных. Например, согласно требованиям стандарта MPC уровня 2 накопитель CD-ROM удвоенной скоростью должен занимать не более 60% ресурсов ЦП.

Важной характеристикой дисководов является *степень заполнения буфера*, которая влияет на качество воспроизведения анимационных изображений и видеофильмов. Эта величина определяется как отношение числа блоков данных, переданных в буфер из накопителя и хранящихся в нем до момента начала их выдачи на системную шину, к общему числу блоков, которые способен вмещать буфер. Слишком большая степень заполнения может привести к задержкам при выдаче из буфера на шину; с другой стороны, буфер со слишком малой степенью заполнения будет требовать больше внимания со стороны процессора. Обе эти ситуации приводят к скачкам и срывам изображения во время воспроизведения.

3 Конструктивные особенности приводов CD-ROM

Как известно, большинство накопителей бывают внешними и встраиваемыми (внутренними). Приводы компакт-дисков в этом смысле не являются исключением. Большинство предлагаемых в настоящее время накопителей CD-ROM являются встраиваемыми. Внешний накопитель стоит заметно дороже. Это легко объяснить, так как в этом случае накопитель имеет собственный корпус и источник питания. Форм-фактор современного встраиваемого привода CD-ROM определяется двумя параметрами: половинной высотой (Half-High, НН) и горизонтальным размером 5.25 дюйма.

На передней панели каждого накопителя имеется доступ к механизму загрузки компакт-диска. Одним из самых распространенных является механизм загрузки CD-ROM с помощью caddy. Caddy представляет из себя пластмассовый прозрачный контейнер, в который кладется компакт-диск перед загрузкой непосредственно в привод. Другим способом является загрузка с помощью tray-механизма. Tray-механизм действительно похож на поднос, который выдвигается из накопителя обычно после нажатия кнопки Eject. На него устанавливается компакт-диск, после чего "поднос" в накопитель задвигается в ручную. Существуют разновидности tray-механизма, например pop-up. В этом случае загрузка диска на "подносе" происходит полуавтоматически, после легкого касания.

На передней панели привода, кроме того, расположены: индикатор работы устройства (busy), гнездо для подключения головных телефонов или стереосистемы (для прослушивания аудио дисков), регулятор громкости звука (также для аудио CD). Для системы caddy предусмотрено также отверстие, с помощью которого можно извлечь компакт-диск даже в аварийной ситуации, например, если даже не срабатывает кнопка Eject.

4. Устройство и технология производства CD-ROM

Все CD-ROM имеют один и тот же физический формат изготовления и емкость 650 Мбайт. Диск диаметром 120 мм, толщиной 1,2 мм и центральным отверстием диаметром 15 мм. Центральная область вокруг отверстия шириной 6 мм называется зоной крепления (clamping area). За ней непосредственно следует заголовочная область (lead in area), содержащая оглавление диска (table of content). Далее расположена область шириной 33 мм, предназначенная для хранения данных и физически представляющая собой единый трек. Завершающей является терминальная область (lead out) шириной 1 мм. Внешний обод диска шириной 3 мм.

Область хранения данных логически может содержать от 1 до 99 треков, однако разнородная информация не может быть смешанна на одном треке. Цифровая информация хранится на CD-ROM в виде чередующихся по ходу спирали ямок, нанесенных на

поверхность полиуглеродного пластика. Ямка воспринимается лучом лазера как логический ноль, а гладкая поверхность как логическая единица.

CD-ROM изготавливается методом штамповки. Со стеклянной матрицы изготавливают пластиковую основу, после этого поверх пластика для отражения лазерного луча наносится слой алюминия, который в свою очередь покрывается защитным слоем лака. В CD-R для увеличения коэффициента отражения лазерного луча на пластик наносят слой золота, который покрывают красителем, затем на краситель наносят защитный слой лака.

В отличие от CD-R запись информации на CD-ROM производится в момент его изготовления т.е. штамповки. На CD-R информация записывается при помощи CD декодера. Луч лазера выжигает на "тарелке" отверстие колоколообразной формы, что дает преимущество перед обычным CD-ROM, так как в такой ямке луч лазера рассеивается сильнее и меньшая часть излучения попадает в приемник. Однако после записи информации на CD-R, он фактически становится обычным компакт диском.

5 Подключение дисководов CD-ROM

5.1 Цифровые интерфейсы

В настоящее время наиболее распространенными являются SCSI и IDE интерфейсы. Помимо этих интерфейсов существует масса других стандартов конкретных производителей таких как Sony, Panasonic, Mitsumi, Matsushita, однако их роль весьма мала. В свою очередь оба интерфейса SCSI и IDE имеют усовершенствованные версии. Для SCSI это SCSI-2 и Fast SCSI-2, для IDE - интерфейс EIDE. Последний поддерживает два параллельных канала и по характеристикам занимает промежуточное место между SCSI и IDE. Интерфейс SCSI по сравнению с IDE в принципе является более быстрым по потенциальной скорости обмена данными с диском, однако реально это не дает преимущества, поскольку даже дисководы CD-ROM с четырехкратной скоростью не могут передавать данные быстрее 700 Кбайт/с.

5.2 Подключение дисководов CD-ROM

На сегодняшний день существует несколько способов подключения дисководов CD-ROM. Первый способ основан на том, что один канал интерфейса IDE может поддерживать два встроенных устройства. Накопитель CD-ROM подключают к плате ввода-вывода через интерфейс IDE вместе с жестким диском по принципу master/slave. Однако в этом случае снижается скорость обмена данными с жестким диском. Одним из способов решения этой проблемы является подключение устройств CD-ROM к различным каналам одного интерфейса EIDE или к двум различным контроллерам IDE. Если CD-ROM имеет SCSI интерфейс, то его соответственно подключают к SCSI контроллеру. Другим подходом является применение 32-битных драйверов дисководов CD-ROM в место используемых в настоящее время 16-битных. Существует также возможность подключения дисководов CD-ROM через контроллер звуковой карты. Также не следует забывать, что современные материнские платы могут содержать встроенные контроллеры SCSI и IDE, что вообще исключает необходимость в дополнительной плате ввода-вывода для подключения дисководов CD-ROM.

5.3 Подключение аудио-каналов

Практически каждый дисковод CD-ROM обладает встроенным цифро-аналоговым преобразователем (ЦАП), а также выходным разъемом для вывода стереофонических сигналов. На внешней панели дисководы CD-ROM (как внешние так и внутренние), кроме того, имеют разъем, для головных телефонов (наушников). Если на компакт-диске находится аудиоинформация, ЦАП преобразует ее в аналоговую форму и подает сигнал на разъем, предназначенный для головных телефонов, а так же на выходные аудио-разъемы дисковода, с которых в свою очередь, сигнал поступает на усилитель и

акустическую систему непосредственно или через звуковую карту. Преимущество активного выхода заключается в том, что аудио-сигнал с CD-ROM дополнительно обрабатывается звуковой картой.

Одной из основных, встречающихся при работе с аудио-сигналами, проблем является физическая несовместимость аудио-разъемов для встраиваемого дисководов CD-ROM и звуковой карты. Как правило, и дисковод, и звуковая карта имеют аудио-разъемы с четырьмя выводами (два стереоканала и по одному заземляющему контакту для каждого из них). Назначение контактов обычно одинаково на обоих типах устройств, однако, проблема состоит в том, что эти разъемы могут иметь различные размеры. Еще одна неприятность связана с тем, что, если ЦАП конструктивно расположен внутри самого дисковода, это может негативно отразиться на качестве воспроизведения звука. В свою очередь физическое разделение дисковода CD-ROM и ЦАП, с которым он работает, позволяет избежать дополнительных шумов.

6 Стандарты на компакт-диски

Все стандарты на компакт-диски больше известны по цветам библиотек, в которых они описываются. В 1980 году была принята серия стандартов под названием Red Book, относящихся к аудио компакт-дискам. Согласно этому документу частота дискретизации при считывании аудио сигналов с диска CD-ROM должна быть равна 44,1 кГц. Амплитудное разрешение представляется 16- битной величиной. Так как стандарт определяет стереозвук, то каждую секунду должна считываться не одна, а две 16- битные величины.

Первый стандарт под названием Yellow Book для компакт-дисков с разнородной информацией был принят в 1985 году. Это было одним из первых шагов компьютерной индустрии в сторону технологии мультимедиа. Согласно этому стандарту все диски были поделены на две категории: Mode1 и Mode2. Носители, относящиеся к первой категории, записывались с битами коррекции ошибок, а скорость передачи полезной информации составляла при этом 150 Кбайт/с. Для дисков второй группы она была выше 170 Кбайт/с за счет отсутствия корректирующих битов.

Режим Mode2 в первоначальном виде так и не был реализован. Аудио- и видеоинформация хранилась в разных частях диска, в результате чего лазерный луч вынужден был постоянно “бегать” от одной области диска к другой. Хотя стандарт определил процесс коррекции ошибок, используемый при считывании данных с CD-ROM, он в тоже время не давал достаточной спецификации относительно структуры хранимого файла, которую более четко определил вышедший в 1988 году стандарт ISO 9660.

Стандарт Green Book, принятый в 1986 году посвящен интерактивным компакт дискам CD-i (CD-interactive). В нем была заложена концепция заголовков для упрощения работы с постоянно перемежающейся видео- и аудиоинформацией. В стандарте Green Book идея построения Mode2 была формально переработана. Компакт-диски группы Mode2 были подразделены на две подгруппы: Form1 и Form2. Первая, как и в случае категории Mode1 стандарта Yellow Book, определяла процесс коррекции ошибок за счет дополнительных битов и скорость передачи информации 150 Кбайт/с. Вторая подгруппа позволяла иметь скорость считывания 170 Кбайт/с за счет отсутствия кодов коррекции ошибок.

Стандарт XA (Extended architecture) был разработан в 1990 году совместно фирмами Philips, Sony и Microsoft и устанавливал критерии совместимости между компакт-дисками CD-ROM, удовлетворяющими стандартам Green Book и Yellow Book. Он определяет способ индексирования мультимедиа-информации - графики, текста, растровых картинок, звука. Диск, отвечающий стандарту XA, может быть воспроизведен на устройстве считывания интерактивных дисков CD-i, совместимых со стандартом Green Book, или с помощью дисковода CD-ROM, который удовлетворяет стандарту Yellow Book, поддерживает XA- операции и управляет специальным программным драйвером.

Наконец, в 1991 году появился стандарт Orange Book, посвященный компакт-дискам с возможностью многократной записи.

6.1 Динамические изображения и стандарт White Book

Экспертная группа по стандартизации (MPEG - Moving Picture Expert Group), разработала стандарт MPEG-1, касающийся вопросов сжатия полноформатного видео (Full-Motion Video). Следует заметить, что этот стандарт не определяет формата хранения данных. Данные в нем могут быть воспроизведены на устройстве считывания интерактивных дисков CD-i, которое оборудовано MPEG- декодером. Другим вариантом является хранение сжатого по стандарту MPEG полноформатного видео на устройстве CD-ROM, отвечающем стандарту Yellow Book.

Стандарт White Book, принятый в 1993 году, ввел некоторые интерактивные возможности, позволяющие производить быстрый поиск информации по отдельным кадрам в режиме прямого доступа. Первые диски со стандартом White Book и называемые Video-CD появились в 1994 году. В настоящее время некоторые компакт-диски типа Video-CD могут быть воспроизведены на компьютерах IBM PC и Macintosh посредством распаковки по стандарту MPEG, если установить плату, аппаратно выполняющую MPEG- преобразования. Однако многие диководы CD-ROM не считывают информацию в непрерывном режиме, что не позволяет воспроизводить эти диски даже после установки MPEG- платы. К тому же процессор должен быть не ниже 386/25.

Все компакт-диски для современных мультимедиа-систем, включая интерактивные компакт диски CD-i и Video-CD, записываются в стандарте Mode2/Form2, т.е. без использования коррекции. Возникающий при этом выигреш в скорости 20 Кбайт/с используется для улучшения качества видео изображения. В данном классе приложений отсутствие коррекции ошибок не отражается на качестве, чего никак нельзя сказать о бизнес-приложений.

6.2 Диски Photo CD и мультисесии

Одним из типов CD-ROM с возможностью дозаписи информации являются так называемые Photo CD. Единовременная запись информации на диск называется сессией (session). Соответственно многократная запись называется мультисессией (multisession). Необходимо учитывать, что каждая сессия требует своего оглавления, поэтому, чем большее используется количество сессий, тем меньшее количество информации на диске. В настоящее время уже появились дисководы, обрабатывающие мультисесии и позволяющие проигрывать диски Photo CD.

Фирма Kodak разработала устройства типа Photo CD, позволяющие хранить снимки, сделанные на 35-миллиметровой пленке в количестве до 100 кадров. Идея состоит в том, чтобы потребитель мог сканировать снимки, полученные при помощи оборудования фирмы Kodak, а в последствии воспроизводить на любом дисковом. Реально на диске могут храниться пять различных версий одного и того же слайда при разном разрешении 24- битной палитры.

С помощью сжатия (без потери разрешающей способности) данные пяти изображений могут быть упакованы в файл размером 6 Мбайт. Таким образом на компакт-диске емкостью 600 Мбайт может храниться до 100 фотоснимков.

Для работы с Photo CD рекомендуются быстрые дисководы, потому что отдельные кадры могут достигать размеров до 18 Мбайт.

7 Будущее CD-ROM приводов и CD дисков

В настоящий момент емкости CD-ROM не хватает для мультимедиа продуктов нового поколения. Для увеличения емкости CD-ROM, способного хранить больший объем данных, упакованных по стандарту MPEG-2, необходимы более высокие скорости считывания. Разрабатываемый сейчас новый формат CD-ROM (HD-CD или High Density

CD) способен обеспечить пятикратное увеличение объема компакт-дисков без каких-либо особых технических ухищрений. При этом ужесточаются требования на физическую разметку диска, а именно уменьшается расстояние между соседними треками и размер ямок. Длина волны считывающего луча уменьшается с 780 нм до 635 нм, однако, возможность использования все тех же дешевых лазеров, работающих в красной области спектра, остается. Структура данных также становится более эффективной за счет более совершенной логической системы коррекции ошибок, что увеличивает информационную емкость диска на 10-15%. Комбинация указанных новшеств позволит довести объем записываемой информации до 3,7 Гбайт.

В технологию HD-CD так же вводится концепция переменной скорости считывания информации с компакт-диска. Вместо того чтобы заносить на диск какую-либо короткую видео запись, оставляя на нем массу свободного места, можно будет записывать данные с меньшей плотностью. При этом предусматривается возможность динамического регулирования этого процесса. Например, плотность записи может быть изменена для различных последовательностей битов в случае различной сложности кодирования информации.

По мнению специалистов процесс производства HD-CD мало чем будет отличаться от производства обычных компакт-дисков, за исключением гораздо более сложных допусков. Наибольшую трудность, вероятно, будет представлять изготовление матрицы компакт-диска высокой плотности. Дисководы HD-CD появятся по всей видимости в этом году.

В настоящее время ведутся работы над мультиповерхностным CD-ROM. Суть этой технологии заключается в наличии двух слоев, содержащих записанные данные и находящихся один над другим. Лазерный луч может фокусироваться как на нижнем так и на верхнем слое. Первый вариант таких систем, выпущенных фирмой 3М, вмещает до 7,8 Гбайт информации при двухслойной записи, хотя не существует никаких препятствий, мешающих дальнейшему увеличению количества слоев.

В свою очередь основная идея дальнейшего повышения скорости работы дисководов CD-ROM связана с использованием двух лазерных лучей. Это может сделать данные устройства значительно дороже, поэтому некоторые производители считают целесообразным усовершенствовать технологию производства приводов CD-ROM и выпуск, в ближайшее время, относительно дешевых моделей с 8-ми кратной скоростью при использовании одного считывающего луча. Наличие дисков с высокой плотностью записи в сочетании имеющихся дисководов с четырех-, шести- и восьмикратной скоростью дает возможность встраивать мультимедиа данные в любые приложения.

8 Долговременная оптика

В настоящее время изготавливаются диски диаметром 120 мм (стандарт CD-RW предусматривает работу и с 80-мм дисками) и максимальной информационной емкостью 550, 650 и 700 Мбайт («чистая» вместимость сформатированного диска несколько меньше). Преимущество оптических накопителей - высокая надежность и длительность хранения данных (производители заявляют о сроке в 100 лет). Основой такой надежности является особенность строения диска и метод записи. Как видно из рис.1, диск CD-RW является многослойным, главный информационный слой которого расположен между двумя защитными (роль одного из них играет подложка из поликарбоната) и двумя диэлектрическими слоями, ограждающими его от внешних воздействий.

Запись информации на диск происходит бесконтактным способом - луч лазера фокусируется на записывающем слое, нагревая его до точки плавления (около 200° С). В результате на поверхности заранее сформированной спиральной дорожки образуются микроскопические участки с аморфной структурой и малым коэффициентом отражения (в исходном состоянии записывающий слой имеет кристаллическую структуру и высокий коэффициент отражения). При чтении происходит обратный процесс - интенсив-

ность отраженного луча лазера (уже меньшей мощности) фиксируется световыми датчиками, определяющими наличие или отсутствие прожженных лазером точек (в транслитерации с английского - «питов»). Таким образом, рабочий слой оптического диска никогда не испытывает механического воздействия записывающей головки, а на качество чтения практически не влияют пыль и мелкие повреждения на наружной поверхности (луч лазера фокусируется на внутреннем, а не внешнем защитном слое). Количество циклов перезаписи хотя и велико (производители гарантируют до 100 000), но все-таки несравнимо с магнитными носителями, чей ресурс достигает сотни миллионов циклов. Связано это с постепенной деградацией физических характеристик фазочувствительного записывающего слоя CD-RW (сплав серебра, индия, сурьмы и теллура). Для увеличения ресурса разработчики применяют так называемые алгоритмы рандомизации, суть которых в случайном размещении питов на информационной дорожке, что повышает общее время жизни записывающего слоя. Низкая стоимость оптических носителей с лихвой компенсирует этот недостаток, позволяя успешно применять их не только для формирования библиотек данных и архивирования не слишком часто обновляемой информации, но и в качестве средства оперативного переноса данных.



Рис. 1 - Структура оптического перезаписываемого диска CD-RW

Увеличение скоростных характеристик оптических приводов потребовало от разработчиков решения ряда проблем, связанных, например, с преждевременным опустошением буфера дисководов. Возникает такая ситуация (она получила название ошибки *Buffer Under Run*) достаточно часто, когда из-за занятости процессора или перегрузки локальной сети в буфер дисководов вовремя не поступает необходимый объем информации. В результате, дисковод приостанавливается, что приводит к неуправляемому образованию на диске пробелов между записями и, следовательно, к ошибкам чтения. Был разработан целый ряд алгоритмов, обеспечивающих равномерную запись без увеличения размера буфера. В качестве примера назовем алгоритм *Seamless Link* компании Acer, встроенный в ее скоростные аппараты (CRW 2010A, MiniRW 6424MU). Суть алгоритма предельно проста - фиксация адреса конца записи и её возобновление с ранее зафиксированной точки на диске.

9 Сверхплотная магнитооптика

Уникальные свойства магнитооптики - объединение достоинств магнитных и оптических приводов (малого времени доступа и высокой надежности) могли бы сделать из

этой технологии бесспорного лидера на рынке систем хранения. Анкетирование показало, что магнитооптические системы опережают по уровню распространенности в издательской индустрии лишь Jaz и LS-120, безнадежно отставая от оптических и магнитных (в лице Iomega Zip). Несколько вероятных причин - изначальная ориентация магнитооптики на корпоративный рынок, большая нацеленность на использование в системах резервного копирования и в роли дополнительных стационарных дисков.

Ассортимент делится на две категории: приводы формата 5,25 и 3,5 дюйма. Первые как более емкие и дорогие в основном предназначаются для корпоративного рынка, а вторые больше подходят для индивидуальных рабочих станций. Лидерами по емкости являются 5,25-дюймовые приводы Hewlett-Packard и Sony - 9,1 Гбайта на двухстороннем диске. Как сообщают представители Sony, в этих дисках пятого поколения используется технология увеличения плотности записи MSR (Magnetically induced Super Resolution), в основе которой - анализ распределения тепла и интенсивности магнитного поля внутри лазерного луча, что позволяет идентифицировать элементарные участки намагниченности диска, чьи размеры меньше светового лазерного пятна.

Среди 3,5-дюймовых систем доминируют дисководы Fujitsu, оснащенные носителями GIG AMO на 1,3 Гбайта (результат сотрудничества Fujitsu и Sony). Перспективы магнитооптики многообещающи-Sony и Maxoptix объявили о предстоящей реализации в своих 5,25-дюймовых накопителях технологий UDO (Ultra Density Optical) и OSD (Optical Super Density), соответственно.

На их основе оба производителя намерены разработать диски емкостью до 40 Гбайт. Из официальных публикаций следует, что в новых приводах будет использован так называемый синий лазер (длина волны излучения - 410 нм против современных 650 нм), что позволит почти на 40% уменьшить размер элементарной точки на рабочем слое диска. Не менее интересно, что приводы, как заявляет Maxoptix, смогут одновременно читать и записывать информацию на обе стороны носителя (устройства будут оборудованы двумя независимыми головками).

Одно из преимуществ магнитооптики - надежность хранения данных.

10 Многослойный оптический диск

Недавнее представление американской компанией Constellation 3D (C3D) принципиально новой технологии хранения информации наделало много шума в компьютерном мире. Как известно, фирма намерена во втором квартале 2002 года выпустить накопитель, работающий с так называемыми FMD-дисками (Fluorescent Multilayer Disc - флуоресцентный многослойный диск).

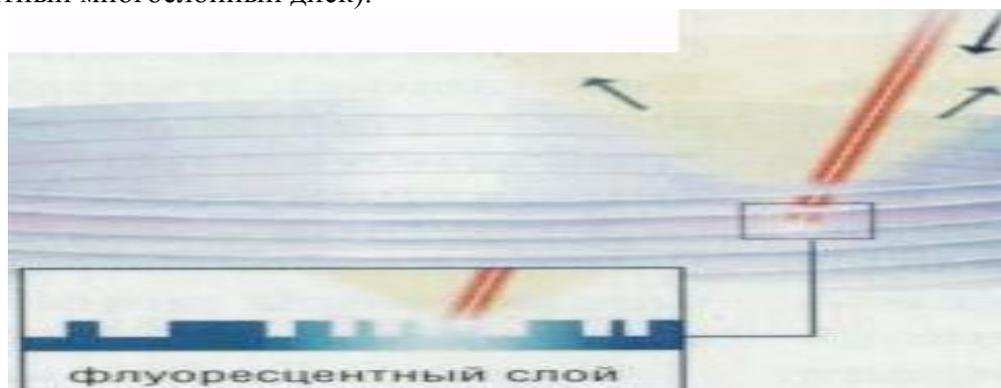


Рис. 2 - Принципиальная схема FMD-диска

Следуя одному из известных приемов профессиональных изобретателей, разработчики из C3D решили больше не мучиться с обработкой света лазера, отраженного от информационного слоя диска, а заставить его самостоятельно излучать этот свет.

Выход был найден - использовать материал, способный приобретать флуоресцентные свойства под воздействием все того же лазера. В результате, активизированные

лазером микроскопические «питы» информационных слоев диска (инженеры C3D говорят о возможности создания дисков со 100 флуоресцирующими слоями) начинают при их сканировании излучать свет в красном диапазоне спектра, смещенном относительно спектра лазера. Это смещение пропорционально толщине проходимых слоев, что позволяет дифференцировать полученную информацию от каждого слоя. Другая особенность - свет некогерентен, а это упрощает процедуру его фильтрации от поляризованного света лазера, отражающегося от информационных слоев диска при их сканировании.

В опубликованных спецификациях говорится, что каждый слой FMD-диска будет иметь емкость 4,7 Гбайта (как в DVD), число слоев первых промышленных образцов составит от 12 до 30, а общая емкость - от 20 до 140 Гбайт. Поскольку работа с такими колоссальными информационными объемами потребует огромных скоростей доступа к данным и их передачи (разработчики из C3D намерены за счет использования синего лазера понять емкость дисков выше терабайта), было заявлено о возможности параллельного чтения данных со слоев диска. Это теоретически поднимает скорость передачи до 1 Гбит/с (современные приводы DVD обеспечивают скорость до 44 Мбит/с). Привлекательна новая технология еще тем, что ее создатели обещают полную совместимость дисководов со стандартами CD. Доводы приводятся вполне реалистичные: при работе с FMD-дисками будут использоваться те же самые алгоритмы, потребуется лишь определенная доработка систем цифровой обработки поступающих сигналов.

Приятно отметить, что разработка флуоресцентного метода хранения данных проходит при активном участии воспитанных на российской земле специалистов - главным техническим директором C3D является выпускник МГУ Владимир Шварц, а главным химиком компании - бывший профессор химического факультета МГУ Марк Альперович.

В её основе - физический процесс записи, заключающийся в изменении вектора магнитного поля элементарных доменов под воздействием магнитного поля головки в условиях нагрева лучом лазера. После одения направление вектора магнитного поля элементарных магнетиков фиксируется. При этом в отличие от привычных магнитных дисков, крайне чувствительных к внешнему магнитному полю, магнитооптический носитель в обычных условиях к ним невосприимчив (повредить записанную информацию сможет лишь магнитное поле силой в несколько тысяч гаусс).

Для сравнения - воздействие на обычный жесткий диск поля в сто гаусс будет катастрофическим. (Небольшая справка: магнитное поле Земли составляет 50 гаусс). Другая сторона этой надежности - устойчивость к механическим воздействиям, связанная со структурой диска, напоминающие оптические носители (рис.2). Она состоит из следующих слоев:

- пластиковая подложка;
- слой диэлектрика;
- слой чувствительного магнитооптического материала;
- слой диэлектрика;
- отражающая поверхность.

Магнитооптический слой заключен между двумя слоями диэлектрика, сквозь один из которых происходит фокусировка луча лазера на его поверхности. Диски очень прочны, серьезно повредить их далеко не просто. Они имеют высокое быстродействие - среднее время доступа последних моделей приближается к 20 мс (Fujitsu MCE 3130SS - 23 мс). Фактически, корень непопулярности магнитооптики в издательской среде — сравнительно малый парк установленного оборудования на фоне всеобщего «засилья» оптических и магнитных приводов. Стоимость же магнитооптических накопителей формата 3,5 дюйма вполне сопоставима с ценой приводов CD-RW высшего класса.

11 Диски-универсалы

На отечественном рынке можно найти пишущие DVD-приводы шести производителей, устройства которых поддерживают три несовместимых друг с другом стандарта - VD-RAM (IBM, LaCie, Hitachi, Panasonic, Toshiba), DVD+RW (Hewlett-Packard) и DVD-RW (Pioneer), - вот еще одна причина сдержанности специалистов. Очень интересен привод Pioneer DVR-A03, способный записывать диски CD-RW и, к тому же, ведущий активную «двойную жизнь» - именно он выступает под именем знаменитого Apple Super Drive, которым оснащаются современные модели Macintosh. Отдельная покупка Super Drive с дополнительным программным обеспечением, позволяющим записывать бытовые DVD-R диски, к сожалению, невозможна. Аналогичным потенциалом по записи дисков CD-RW, кстати, обладает новый HP DVD-Writer dvd100i от Hewlett-Packard. Этот привод является представителем направления DVD+RW, сторонники которого активно заявляют о полной совместимости своих аппаратов с проигрывателями DVD.

Video и приводами DVD-ROM. Одна из предпосылок этой совместимости - так называемая технология записи «lossless linking», в основе которой - очень точное позиционирование луча лазера на дорожках диска (в пределах 1 мкм). В результате, даже при наличии перерывов в записи, на диске практически отсутствуют пробелы между сессиями - создается структура записи, типичная для потокового алгоритма воспроизведения DVD-плееров.



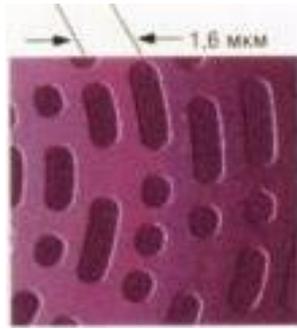
Рис. 4 - Структура однослойного одностороннего DVD-диска

Хотя носители DVD имеют структуру, схожую со структурой CD-RW (рисунок 3), они характеризуются уменьшенными размерами «пита» и шага между соседними дорожками (рисунок 4), что стало возможным благодаря снижению длины волны прожигающего лазера с 780 нм до 650 нм.

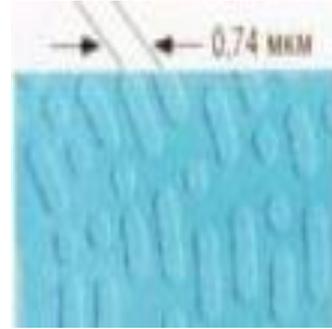
Диски могут быть выполнены по двухслойной технологии, за счет чего их максимальная емкость достигает 8,5 Гбайта (поскольку фокусировка лазера на второй слой выполняется через полупрозрачный слой диэлектрика, то емкость второго меньше емкости первого слоя). А у двухсторонних дисков емкость удваивается до 9,4 и 17 Гбайт.

Из-за увеличения плотности записи изменились и характеризующие DVD-приводы параметры - так называемая однократная скорость составляет 11,08 Мбит/с, что примерно равно девятикратной скорости для CD-RW.

DVD-RW и DVD+RW - отсутствие картриджей на двусторонних дисках.



CD-RW



ДИСК DVD

Рис. 5 - Сравнительная характеристика дисков пишущих DVD-приводов и приводов CD-RW

Контрольные вопросы

- 1 Поясните принцип работы CD-ROM.
- 2 Укажите конструктивные особенности CD-ROM.
- 3 Типы подключения CD-ROM.
- 4 Что такое динамическое изображение и стандарт White Book?
- 5 Какое будущее развития CD-ROM?
- 6 Достоинства и недостатки оптических накопителей по сравнению с другими видами накопителей.
- 7 Структура и максимальная емкость DVD-диска.
- 8 Метод записи информации на DVD-дисках.
- 9 Время доступа и емкость DVD-дисков.
- 10 На каком принципе основана запись информации на DVD-диск?
- 11 Форматы и емкость оптических дисков.

Лабораторная работа №11

Накопители на магнитооптических дисках

Цель работы: Изучить принцип работы накопителя на магнитооптических дисках (МОД), ознакомиться с их конструктивными особенностями, интерфейсами, подключением накопителей CD-ROM и аудиоканалов.

Задание на лабораторную работу:

изучить:

- принцип работы дисководов CD-ROM;
- производительность и конструктивные особенности приводов CD-ROM;
- устройство и технологию производства магнитооптических дисков;

Ход работы

Принцип работы дисковода CD-ROM

Принцип работы дисковода напоминает принцип работы обычных дисководов для гибких МАГНИТНЫХ дисков. Поверхность оптического диска (CD-ROM) перемещается относительно лазерной головки с постоянной линейной скоростью, а угловая скорость меняется в зависимости от радиального положения головки. Луч лазера направляется на дорожку, фокусируясь при этом с помощью оптической линзы. Луч проникает сквозь защитный слой пластика и попадает на отражающий слой алюминия на поверхности диска.

При попадании его на слой алюминия, он отражается на детектор и проходит через призму, отклоняющую его на светочувствительный диод. Если луч попадает в ямку он рассеивается и лишь малая часть излучения отражается обратно и доходит до светочувствительного диода. На диоде световые импульсы преобразуются в электрические, яркое излучение преобразуется в нули, слабое – в единицы. Таким образом ямки воспринимаются дисководом как логические нули, а гладкая поверхность как логические единицы

Производительность дисководов CD-ROM.

Производительность CD-ROM обычно определяется его скоростными характеристиками при непрерывной передаче данных в течение некоторого промежутка времени и средним временем доступа к данным, измеряемыми соответственно в Кбайт/с и мс. Существуют одно-, двух-, трех - шестнадцатилетние, шестидесятичетырехскоростные дисководы, и выше, обеспечивающие считывание данных со скоростью 150,300, 450, 2400, 9600 Кбайт/с и более. Для повышения производительности дисководов их снабжают буферной памятью (стандартные объемы кэша: 64, 128, 256, 512, 1024 Кбайт). Буфер дисковода представляет собой память для кратковременного хранения данных, после считывания их с CD-ROM, но до пересылки в плату контролера, а затем в ЦП. Такая буферизация дает возможность дисковому устройству передавать данные в процессор небольшими порциями, а не занимать его время медленной пересылкой постоянного потока данных. Например, согласно требованиям стандарта МРС уровня 2, накопитель CD-ROM удвоенной скоростью должен занимать не более 60% ресурсов ЦП.

Важной, характеристикой дисковода является степень заполнения буфера, которая влияет на качество воспроизведения анимационных изображений и видеофильмов. Эта величина определяется как отношение числа блоков данных, переданных в буфер из накопителя и хранящихся в нем до момента начала их выдачи на системную шину, к общему числу блоков, которые способен вмещать буфер. Слишком большая степень заполнения может привести к задержкам при выдаче информации из буфера на шину; с другой стороны, буфер со слишком малой степенью заполнения будет требовать больше

внимания со стороны процессора. Обе эти ситуации приводят к скачкам и срывам изображения во время воспроизведения.

Конструктивные особенности приводов CD-ROM

Накопителей подразделяются на внешние и встраиваемые (внутренними). Большинство накопителей CD-ROM являются встраиваемыми.

Внешний накопитель стоит заметно дороже, так как в этом случае накопитель имеет собственный корпус и источник питания. Форм-фактор современного встраиваемого привода CD-ROM определяется двумя параметрами:

- половинной высотой (Half-High,+ НН);
- горизонтальным размером 5.25 дюйма.

На передней панели каждого накопителя имеется доступ к механизму загрузки компакт-диска. Одним из самых распространенных является механизм загрузки CD-ROM с помощью caddy. Caddy представляет из себя пластмассовый

прозрачный контейнер, в который кладется компакт-диск перед загрузкой непосредственно в привод. Другим способом является загрузка с помощью tray-механизма. Tray-механизм похож на поднос, который выдвигается из накопителя обычно после нажатия кнопки Eject. На него устанавливается компакт-диск, после чего "поднос" в накопитель задвигается вручную. Существуют разновидности tray-механизма, например pop-up. В этом случае загрузка диска на "подносе" происходит полуавтоматически, после легкого касания. На передней панели привода, кроме того, расположены: индикатор работы устройства (busy), гнездо для подключения головных телефонов или стереосистемы (для прослушивания аудио записи, регулятор громкости звука (также для аудио-CD).

Для системы caddy предусмотрено также отверстие, с помощью которого можно извлечь компакт-диск даже в аварийной ситуации, например, если даже не срабатывает кнопка Eject.

Устройство и технология производства CD-ROM

Все CD-ROM имеют один и тот же физический формат изготовления и емкость 650 Мбайт. Диск диаметром 120 мм, толщиной 1,2 мм и центральным отверстием диаметром 15 мм. Центральная область вокруг отверстия шириной шесть мм, называется зоной крепления (clamping area). За ней непосредственно следует заголовочная область (lead in area), содержащая оглавление диска (table of content). Далее расположена область шириной 33 мм, предназначенная для хранения данных и физически представляющая собой единый трек. Завершающей является терминальная область (lead out) шириной 1 мм. Внешний обод диска имеет ширину 3 мм.

Область хранения данных логически может содержать от 1 до 99 треков, хранится на CD-ROM в виде чередующихся по ходу спирали ямок, нанесенных на поверхность полиуглеродного пластика. Ямка воспринимается лучом лазера как логический ноль, а гладкая поверхность как логическая единица.

CD-ROM изготавливается методом штамповки. Со стеклянной матрицы изготавливают пластиковую основу, после этого поверх пластика для отражения лазерного луча наносится слой алюминия, который в свою очередь покрывается защитным слоем лака. В CD-R для увеличения коэффициента отражения лазерного луча на пластик наносят слой золота, который покрывают красителем, затем на краситель наносят защитный слой лака.

В отличие от CD-R запись информации на CD-ROM производится в момент его изготовления т.е. штамповки. На CD-R информация записывается при помощи CD декодера. Луч лазера выжигает на "тарелке" отверстие колоколообразной формы, что дает преимущество перед обычным CD-ROM, так как в такой ямке луч лазера рассеивается сильнее и меньшая часть излучения попадает в приемник. Однако после записи информации на CD-R, он фактически становится обычным компакт диском.

Цифровые интерфейсы

В настоящее время наиболее распространенными являются SCSI и IDE интерфейсы. Помимо этих интерфейсов существует масса других стандартов конкретных производителей таких как Sony, anasonic, Mitsumi, Matsushita, однако их роль весьма мала. В свою очередь оба интерфейса SCSI и IDE имеют усовершенствованные версии. Для SCSI это SCSI-2 и Fast SCSI-2, для IDE – интерфейс EIDE. Последний поддерживает два параллельных канала (по характеристикам занимает промежуточное место между SCSI и IDE). Интерфейс SCSI по сравнению с IDE в принципе является более быстрым по потенциальной скорости обмена данными с диском, однако реально это не дает преимущества, поскольку даже

дисководы CD-ROM с четырехкратной скоростью не могут передавать данные быстрее

700 Кбайт/с. Все же, если учесть, что общая концепция вычислений постепенно сдвигается в сторону мультзадачной среды, когда одновременно требуется доступ как к жесткому диску, так и к устройству типа CD-ROM, использование интерфейса SCSI в будущем может оказаться более предпочтительным.

Подключение дисководов CD-ROM

На сегодняшний день существует несколько способов подключения дисководов CD-ROM. Первый способ основан на том, что один канал интерфейса IDE может поддерживать два встроенных устройства. Накопитель CD-ROM подключают к плате ввода-вывода через интерфейс IDE вместе с жестким диском по принципу master/slave. Однако в этом случае снижается скорость обмена данными с жестким диском. Одним из способов решения этой проблемы является подключение устройств CD-ROM к различным каналам одного интерфейса EIDE или к двум различным интерфейсам IDE. Если CD-ROM имеет SCSI интерфейс, то его соответственно подключают к SCSI контроллеру. Другим подходом является применение 32-битных драйверов дисководов CD-ROM вместо используемых в настоящее время 16-битных. Существует также возможность подключения дисководов CD-ROM через контроллер звуковой карты. Также не следует забывать, что современные материнские платы могут содержать встроенные контроллеры SCSI и IDE, что вообще исключает необходимость в дополнительной плате ввода-вывода для подключения дисководов CD-ROM.

Подключение аудио-каналов

Практически каждый дисковод CD-ROM обладает встроенным цифроаналоговым преобразователем (ЦАП), а также выходным разъемом для вывода стереофонических сигналов. На внешней панели дисководы CD-ROM (как внешние так и внутренние), кроме того, имеют разъем, для головных телефонов (наушников). Если компакт-диск находится аудиоинформация, ЦАП преобразует ее в аналоговую форму и подает сигнал на разъем, предназначенный для головных телефонов, а так же на выходные аудио-разъемы дисковода, с которых в свою очередь, сигнал поступает на усилитель и акустическую систему непосредственно или через звуковую карту. Преимущество активного выхода заключается в том, что аудиосигнал с CD-ROM дополнительно обрабатывается звуковой картой.

Одной из основных, встречающихся при работе с аудио- сигналами, проблем является физическая несовместимость аудио-разъемов для встраиваемого дисковода CD-ROM и звуковой карты. Обычно дисковод и звуковая карта имеют аудио-разъемы с четырьмя выводами (два стереоканала и по одному заземляющему контакту для каждого из них). Назначение контактов обычно на обоих типах устройств одинаково, однако, эти разъемы могут иметь различные размеры. Еще один недостаток связан с тем, что, если ЦАП конструктивно расположен внутри самого дисковода, это может негативно отразиться на качестве воспроизведения звука. В свою очередь физическое разделение дис-

ковода CD-ROM и ЦАП, с которым он работает, позволяет избежать дополнительных шумов.

Контрольные вопросы

- 1 Принцип работы дисководов CD-ROM?
- 2 Производительность дисководов CD-ROM?
- 3 Конструктивные особенности приводов CD-ROM?
- 5 Подключение дисководов CD-ROM?
- 6 Цифровые интерфейсы?
- 7 Подключение аудио-каналов?
- 8 Технология производства CD-ROM.

Лабораторная работа №12

Клавишные устройства и манипуляторы

Цель работы: Изучить устройство клавиатуры, конструкции клавиш способы подключения клавиатуры к системному блоку. Изучить устройство и принцип действия манипулятора «Мышь». Способы сопряжения с контроллером последовательного порта, параметры работы манипулятора и его настройки.

Задание на лабораторную работу:

изучить:

- принципы работы клавиатуры;
- конструкция различных типов клавиш;
- интерфейс клавиатуры;
- типы разъемов для подключения клавиатуры и манипуляторов;
- устройство и принцип работы манипулятора;
- исследование возможностей манипулятора с помощью программы TEST.EXE.

Ход работы

1 Принципы работы клавиатуры

Клавиатура выполнена, как правило, в виде отдельного устройства, подключаемого к компьютеру тонким кабелем. Малогабаритные компьютеры Lap-Тор используют встроенную клавиатуру.

Если рассмотреть сильно упрощенную принципиальную схему клавиатуры (Рисунок 1) представленную на рисунке, можно заметить, что все клавиши находятся в узлах матрицы:

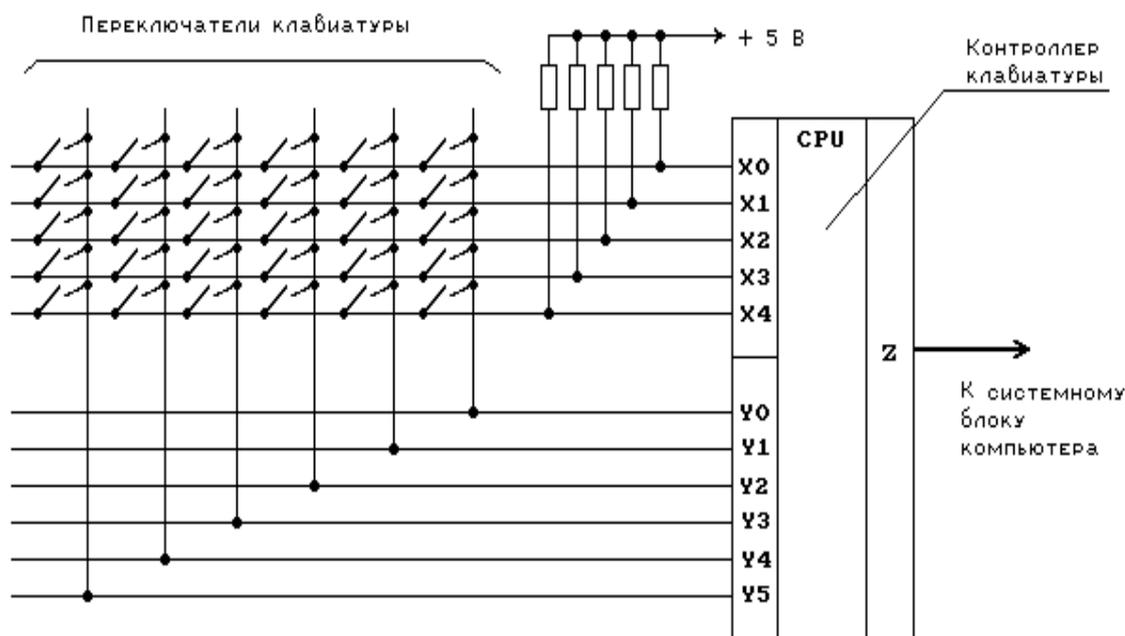


Рисунок 1 - Упрощенная схема клавиатуры

Все горизонтальные линии матрицы подключены через резисторы к источнику питания +5 В. Клавиатурный процессор имеет два порта - выходной и входной. Входной порт подключен к горизонтальным линиям матрицы (X0-X4), а выходной - к вертикальным (Y0-Y5).

Устанавливая по очереди на каждой из вертикальных линий уровень напряжения, соответствующий логическому «0», клавиатурный компьютер опрашивает состояние горизонтальных линий. Если ни одна клавиша не нажата, уровень напряжения на всех горизонтальных линиях соответствует логической «1» (т.к. все эти линии подключены к источнику питания +5 В через резисторы).

Если оператор нажмет на какую-либо клавишу, то соответствующая вертикальная и горизонтальная линии окажутся замкнутыми. Когда на этой вертикальной линии процессор установит значение логического «0», то уровень напряжения на горизонтальной линии также будет соответствовать логическому «0».

Как только на одной из горизонтальных линий появится уровень логического «0», клавиатурный процессор фиксирует нажатие на клавишу. Он посылает в центральный компьютер запрос на прерывание и номер клавиши в матрице. Аналогичные действия выполняются и тогда, когда оператор отпускает нажатую ранее клавишу.

Номер клавиши, посылаемый клавиатурным процессором, однозначно связан с распайкой клавиатурной матрицы и не зависит напрямую от обозначений, нанесенных на поверхность клавиш. Этот номер называется скан-кодом (Scan Code).

Слово scan (сканирование), подчеркивает тот факт, что клавиатурный компьютер сканирует клавиатуру для поиска нажатой клавиши.

Но программе нужен не порядковый номер нажатой клавиши, а соответствующий обозначению на этой клавише ASCII-код. Этот код не зависит однозначно от скан-кода, т.к. одной и той же клавише могут соответствовать несколько значений ASCII-кода. Это зависит от состояния других клавиш. Например, клавиша с обозначением «1» используется еще и для ввода символа «!» (если она нажата вместе с клавишей SHIFT).

Поэтому все преобразования скан-кода в ASCII-код выполняются программным обеспечением. Как правило, эти преобразования выполняют модули BIOS. Для использования символов кириллицы эти модули расширяются клавиатурными драйверами.

Если нажать на клавишу и не отпускать ее, клавиатура перейдет в режим автоповтора. В этом режиме в центральный компьютер автоматически через некоторый период времени, называемый периодом автоповтора, посылается код нажатой клавиши. Режим автоповтора облегчает ввод с клавиатуры большого количества одинаковых символов.

В настоящее время существует три различных типа клавиатуры. Это клавиатура для компьютеров IBM PC/XT, 84-клавишная клавиатура для IBM AT и 101-клавишная (расширенная) клавиатура для IBM AT. Некоторые клавиатуры имеют переключатель режима работы (XT/AT), расположенный на нижней крышке. Он должен быть установлен в правильное положение.

2 Конструкции клавиш

В современных клавиатурах используется несколько типов клавиш. В большинстве клавиатур установлены механические переключатели, в которых происходит замыкание электрических контактов при нажатии клавиш. В некоторых клавиатурах высокого класса используются бесконтактные емкостные датчики. Ниже описываются разные типы переключателей, и подробно рассматривается конструкция каждого из них.

Наиболее широко распространены контактные клавиатуры. Существуют следующие их разновидности:

- с механическими переключателями;
- с замыкающими накладками;
- с резиновыми колпачками;
- мембранные.

Механические переключатели

В чисто механических переключателях (Рисунок 2) происходит замыкание металлических контактов. В них для создания "осязательной" обратной связи зачастую устанавливается дополнительная конструкция из пружины и смягчающей пластинки. При этом вы ощущаете сопротивление клавиши и слышите щелчок.

Механические переключатели очень надежны, их контакты обычно самоочищающиеся. Они выдерживают до 20 миллионов срабатываний и стоят вторыми по долговечности после емкостных датчиков.

Клавиатуры с механическими переключателями, несмотря на свою долговечность и хорошую обратную связь, получили значительно меньшее распространение, чем мембранные клавиатуры. Механические переключатели используют только в некоторых дорогостоящих моделях.

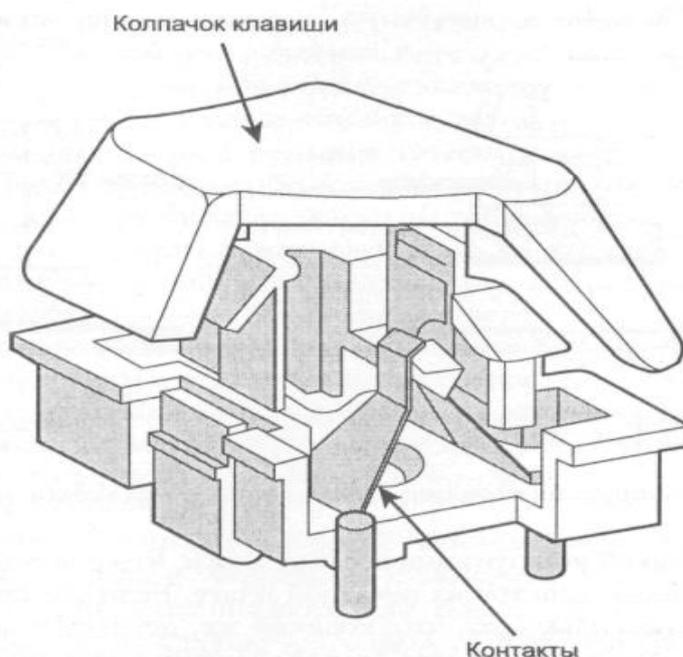


Рисунок 2 - Типичный механический переключатель. При нажатии клавиши происходит замыкание контактов.

Замыкающие накладки

Клавиши с замыкающими накладками широко применялись в старых клавиатурах. В них прокладка из пористого материала с приклеенной снизу фольгой соединяется с кнопкой клавиши (Рисунок 3).

При нажатии клавиши фольга замыкает печатные контакты на плате. Когда клавиша отпускается, пружина возвращает ее в исходное положение. При этом пористая прокладка смягчает удар, но клавиатура становится слишком "мягкой". Основным недостатком этой конструкции — отсутствие щелчка при нажатии (нет обратной связи), поэтому в системах с такой клавиатурой часто приходится программным образом выводить на встроенный динамик компьютера какие-либо звуки, свидетельствующие о наличии контакта.

Еще один недостаток такой конструкции состоит в том, что она весьма чувствительна к коррозии фольги и загрязнению контактов на печатной плате. Чистить такую клавиатуру гораздо проще, чем другие. Можно снять печатную плату и получить доступ сразу ко всем накладкам, не вынимая каждую клавишу в отдельности. После этого можно почистить накладки и саму плату. Из-за отмеченных выше недостатков клавиатуры этого типа сейчас практически не используются, им на смену пришли конструкции с резиновыми колпачками.

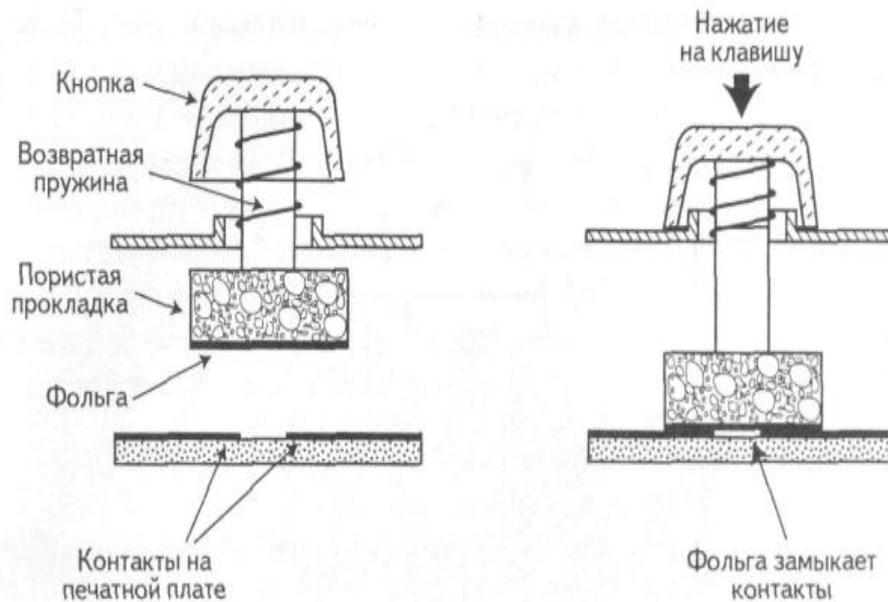


Рисунок 3 - Конструкция клавиши с замыкающей накладкой из фольги.

Резиновые колпачки

Клавиатура с резиновыми колпачками похожа на предыдущую конструкцию, но превосходит ее во многих отношениях. Вместо пружины в ней используется резиновый колпачок с замыкающей вставкой из той же резины, но с угольным наполнителем. При нажатии клавиши шток надавливает на резиновый колпачок, деформируя его. Деформация колпачка сначала происходит упруго, а затем он "проваливается". При этом угольный наполнитель замыкает проводники на печатной плате. При отпуске резиновый колпачок принимает первоначальную форму и возвращает клавишу в исходное состояние.

Замыкающие вставки делаются из очищенного угля, потому что они не подвержены коррозии и сами по себе очищают металлические контакты, к которым прижимаются. Колпачки обычно прессуются все вместе в виде листов резины, покрывающих плату целиком и защищающих ее от пыли, грязи и влаги.

Мембранная клавиатура

Эта клавиатура является разновидностью предыдущей, но в ней нет отдельных клавиш: вместо них используется лист с разметкой, который укладывается на пластину с резиновыми колпачками. При этом ход каждой клавиши ограничен, и такая клавиатура не годится для обычной печати. Но, поскольку рассматриваемая клавиатура состоит фактически из трех пластин и минимума других деталей, она может оказаться незаменимой в экстремальных условиях. Мембранные клавиатуры часто используются в пультах управления (станками, агрегатами и т.п.), т.е. там, где необходимо вводить большие объемы данных.

Тем не менее, в настоящее время мембранные клавиатуры уже практически не используются в промышленности. В течение последних лет мембранные переключатели со стандартными колпачками клавиш полностью заменили переключатели с резиновыми колпачками. Несмотря на то, что срок жизни дешевых мембранных переключателей ограничен 5-10 миллионами нажатий, лучшие модели выдерживают до 20 миллионов нажатий, что доказывает надежность переключателей такого типа (Рисунок 4).

Достоинство мембранных клавиатур - более надежный и жесткий контакт, чем клавиатур с резиновыми колпачками или устаревшие клавиатуры с замыкающими

накладками, но по чувствительности уступают механическим или емкостным переключателям.

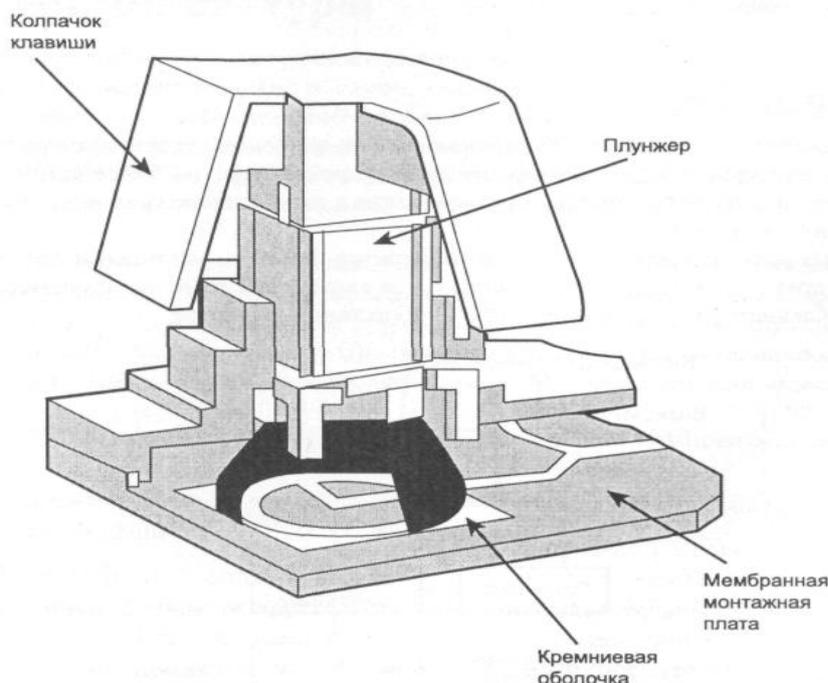


Рисунок 4 - Типичный мембранный переключатель, используемый в клавиатурах.

Емкостные датчики

Это единственные бесконтактные переключатели, получившие широкое распространение (Рисунок 5). Клавиатуры с такими датчиками дороже резиновых, но более устойчивы к загрязнению и коррозии. Для обеспечения обратной связи в этих клавиатурах используются цилиндрические (винтовые) пружины.



Рисунок 5 - Клавиша с емкостным датчиком

В емкостных датчиках нет замыкающих контактов. Их роль выполняют две сдвигающиеся относительно друг друга пластинки и специальная схема, реагирующая на изменение емкости между ними. Клавиатура представляет собой набор таких датчиков.

При нажатии клавиши шток смещает верхнюю пластину ближе к неподвижной нижней. Клавиши сконструированы так, что переход между пластинами происходит скачкообразно и при этом слышен щелчок. Когда верхняя пластина приближается к

нижней, емкость между ними увеличивается, что регистрируется схемой компаратора, установленной в клавиатуре.

Из-за отсутствия электрических контактов такая клавиатура устойчива к коррозии и загрязнению. В ней практически отсутствует "дребезжание" (явление, когда при одном нажатии на клавишу символ вводится несколько раз подряд). Долговечность ее — до 25 миллионов нажатий, в отличие от 10-12 миллионов для клавиатур других типов.

3 Интерфейс клавиатуры

Клавиатура состоит из набора переключателей, объединенных в матрицу. При нажатии клавиши процессор, установленный в самой клавиатуре, определяет координаты нажатой клавиши в матрице. Кроме того, процессор клавиатуры определяет продолжительность нажатия и может обработать даже одновременное нажатие нескольких клавиш. В клавиатуре установлен буфер емкостью 16 байт, в который заносятся данные при слишком быстрых или одновременных нажатиях. Затем эти данные в соответствующей последовательности передаются в систему.

Обычно при нажатии клавиш возникаетдребезжание, т.е. контакт устанавливается не сразу, а после нескольких кратковременных замыканий и размыканий. Процессор, установленный в клавиатуре, должен подавлять этодребезжание и отличать его от двух последовательных нажатий на одну и ту же клавишу. Сделать это довольно просто, поскольку переключение контактов придребезжании происходит гораздо быстрее, чем при нажатии клавиши пользователем.

Клавиатура персональных компьютеров фактически представляет собой небольшой компьютер, связанный с основной системой одним из двух способов:

- с помощью стандартного разъема клавиатуры и специального последовательного канала передачи данных;
- через порт USB.

Связь с системным блоком осуществляется через последовательный канал, данные по которому передаются по 11 бит, причем восемь из них собственно данные, а остальные — синхронизирующие и управляющие. При том, что это полноценный последовательный канал связи (данные передаются по одному проводнику), он не совместим со стандартным последовательным портом RS-232, который часто используется для подключения модемов.

В клавиатурах первых PC использовался микроконтроллер 8048, а в более новых компьютерах применяется микросхема 8049 со встроенной памятью ROM или другие микросхемы, совместимые с 8048 или 8049. Встроенный процессор клавиатуры сканирует матрицу переключателей, устраняет эффектдребезжания, вырабатывает при нажатии клавиши соответствующий скан-код и передает его на системную плату. Этот процессор имеет свою память, иногда небольшую память ROM и встроенный последовательный интерфейс.

В компьютере PC/XT последовательный интерфейс клавиатуры соединен с микросхемой 8255 программируемого периферийного интерфейса (Programmable Peripheral Interface — PPI) на системной плате. Эта микросхема, в свою очередь, подключена к контроллеру прерываний через линию IRQ 1, которая используется для сигнализации о том, что данные с клавиатуры доступны. Сами данные из микросхемы 8255 передаются в процессор через порт ввода-вывода с адресом 60h. Сигнал на линии IRQ 1 заставляет процессор компьютера перейти к подпрограмме обработки прерываний (INT 9h), которая интерпретирует скан-коды клавиатуры и определяет дальнейшие действия.

В компьютерах типа AT последовательный интерфейс клавиатуры подключен к специальному контроллеру клавиатуры на системной плате. В качестве такого контроллера используется микросхема 8042 универсального интерфейса периферийных устройств (Universal Peripheral Interface — UPI). Этот микроконтроллер фактически является еще одним процессором со встроенными ROM емкостью 2 Кбайт и RAM на 128

байт. Существует версия с микроконтроллером 8742, в котором используется микросхема EPROM; такой микроконтроллер позволяет стирать информацию и записывать ее заново. В комплекты ROM для модернизации старых системных плат входили и новые микросхемы контроллеров клавиатуры, поскольку в них есть свои микросхемы ROM, которые тоже должны быть модифицированы. В некоторых компьютерах можно использовать микросхемы 8041 и 8741, которые отличаются только емкостью встроенной памяти.

В системах AT микроконтроллер, установленный в клавиатуре (типа 8048), пересылает данные в контроллер клавиатуры (типа 8042) на системной плате; возможна также передача данных в обратном направлении. Когда контроллер на системной плате принимает данные от клавиатуры, он выдает запрос по цепи IRQ 1 и передает данные главному процессору через порт ввода-вывода с адресом 60h (как и в PC/XT). Играя роль посредника между клавиатурой и главным процессором, контроллер клавиатуры типа 8042 может также преобразовывать скан-коды и выполнять другие функции. Данные могут передаваться контроллеру 8042 через тот же порт 60h, после чего он пересылает их в клавиатуру. Кроме того, при необходимости передать команды или проверить состояние контроллера клавиатуры на системной плате может быть использован порт ввода-вывода с адресом 64h. Передача команд обычно сопровождается пересылкой данных в одном из направлений через порт 60h.

В большинстве старых систем контроллер 8042 используется также для управления шиной адреса A20 при обращении к памяти, объем которой больше одного мегабайта. В современных системных платах эта функция возложена непосредственно на процессор и набор микросхем системной платы.

Клавиатура, подключенная к порту USB, работает практически так же, как и при подключении к традиционному порту DIN или mini-DIN. Микросхемы контроллера, установленные в клавиатуре, используются для получения и интерпретации данных перед тем, как они будут переданы через порт USB в систему. Некоторые микросхемы включают в себя логическую часть концентратора USB, что позволяет клавиатуре работать непосредственно в качестве концентратора USB. При получении данных от клавиатуры порт USB передает их на 8042-совместимый контроллер, который обрабатывает данные так же, как и любую другую информацию клавиатуры.

Описанный процесс осуществляется уже после загрузки операционной системы. Но что же происходит в том случае, если пользователю приходится использовать клавиатуру при работе в командной строке или при конфигурировании системной BIOS? Как уже отмечалось, для работы с клавиатурой USB в режиме командной строки необходимо осуществить поддержку технологии USB Legacy в базовой системе ввода-вывода. BIOS, поддерживающая USB Legacy, позволяет выполнить следующие задачи:

- конфигурирование главного контроллера;
- подключение клавиатуры и мыши USB;
- настройка планировщика главного контроллера;
- направление данных, вводимых с клавиатуры или мыши USB, на контроллер клавиатуры 8042.

Системы, поддерживающие USB Legacy, могут использовать базовую систему ввода-вывода для управления клавиатурой USB до загрузки операционной системы. После загрузки системы драйвер главного контроллера USB берет управление клавиатурой на себя, отправляя команду StopBIOS подпрограмме BIOS, которая непосредственно "руководит" клавиатурой. При перезагрузке компьютера в режиме командной строки главный контроллер USB отправляет команду StartBIOS для повторного запуска той же подпрограммы базовой системы ввода-вывода.

Клавиатура USB, начиная с того момента, как контроллер клавиатуры 8042 принимает отправленные сигналы, работает аналогично стандартным клавиатурам. При этом управление клавиатурой осуществляется на уровне BIOS (параметры BIOS, необ-

ходимые для работы с клавиатурой USB, должны быть корректно заданы). Как уже отмечалось, в некоторых случаях для обеспечения соответствующей поддержки клавиатуры USB может понадобиться обновленная версия BIOS. Кроме этого, используемые наборы микросхем системной логики должны поддерживать режим USB Legacy.

4 Номера клавиш и скан-коды

При нажатии клавиши встроенный в клавиатуру процессор (8048 или 6805) определяет координаты замкнутого переключателя в матрице. После этого он передает на системную плату последовательный пакет данных, содержащий скан-код нажатой клавиши. В компьютере AT контроллер клавиатуры 8042 преобразует текущий скан-код в один из предусмотренных в системе скан-кодов и направляет его в главный процессор компьютера. Иногда нужно знать эти скан-коды, особенно при поиске неисправностей в клавиатуре или необходимости непосредственно прочитать скан-код в программе.

Когда клавиша "залипает" или выходит из строя, диагностическая программа, например процедура самоконтроля POST, обычно сообщает ее скан-код. Это означает, что вам придется идентифицировать конкретную клавишу по ее скан-коду. Зная скан-код неисправной клавиши можно определить, какая клавиша вышла из строя или нуждается в чистке.

Существует множество горячих клавиш, которые в расширенных клавиатурах и клавиатурах USB могут использоваться для выполнения как определенных операций (например, запуска Web-браузера, перевода системы в режим ожидания, регулировки уровня громкости акустической системы), так и функций, определяемых пользователем. Каждая горячая клавиша имеет собственный скан-код. Клавиатуры USB используют специальный набор кодов Human Interface Device (HID), преобразованных в скан-коды стандарта PS/2.

5 Разъемы для подключения клавиатуры

Клавиатуры выпускаются с кабелями, на концах которых может быть один из двух типов разъемов. Речь идет о том конце кабеля, который подсоединяется к системному блоку (в большинстве клавиатур другой конец кабеля подключен внутри корпуса, и, чтобы его отключить и проверить, нужно разобрать корпус). На одном конце кабеля, предназначенного для подсоединения к клавиатуре, есть специальный разъем SDL (Shielded Data Link — экранированная линия связи), а на другом конце — разъем DIN (Deutsche Industrie Norm — промышленный стандарт Германии). Первый из них напоминает телефонный разъем, а второй может быть двух видов:

- 5-контактный, применяемый в PC-совместимых компьютерах с системными платами AT;
- 6-контактный mini-DIN, используемый в компьютерах PS/2 и в большинстве компьютеров с системными платами LPX, ATX и NLX.

На рисунке 6 показан внешний вид и расположение контактов в этих разъемах, а в таблице 1 представлены сигналы, подаваемые на эти контакты.

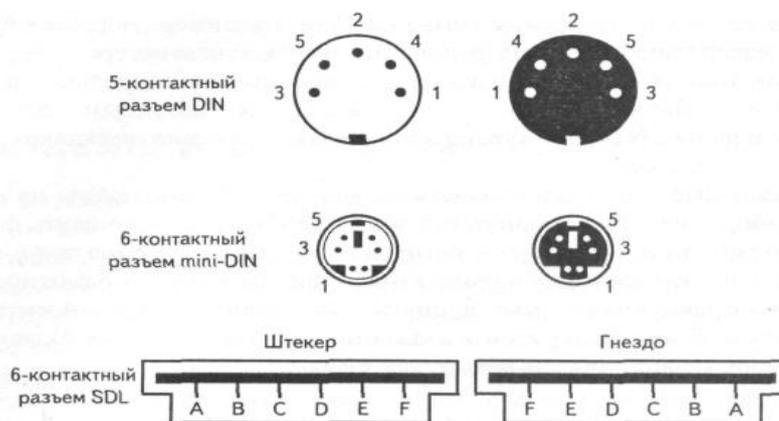


Рисунок 6 - Разъемы клавиатуры и мыши

Таблица 1 - Сигналы на разъемах клавиатуры

Сигнал	5-контактный DIN	6-контактный mini-DIN	6-контактный SDL
Данные с клавиатуры	2	1	B
Общий	4	3	C
+5 В	5	4	E
Синхронизация клавиатуры	1	5	D
Не соединен	-	2	A
Не соединен	-	6	F
Не соединен	3	-	-

Для подключения мыши к системной плате устанавливается 6-контактный разъем mini-DIN, расположение и назначение выводов которого такое же, как и у разъема клавиатуры, но структура передаваемых данных другая. Это означает, что вы можете подключить системную мышь (например, PS/2) к разъему mini-DIN, предназначенному для клавиатуры, и наоборот. В этом случае ни одно из устройств работать не будет.

В современных компьютерах для подключения клавиатуры USB к встроенному порту USB используется USB-разъем серии A.

6 Назначение и принцип действия манипулятора

Манипулятор (координатно-указательное устройство) является дополнительным периферийным устройством и предназначен для управления курсором на экране монитора. Он повышает удобство работы пользователя: облегчает перемещение курсора по экрану монитора и может выделять точки, указанные курсором (выбор пункта меню и т.п.).

Установка курсора в определенное место экрана приводит к запоминанию координат этой точки в специальных регистрах (рисунок 7).

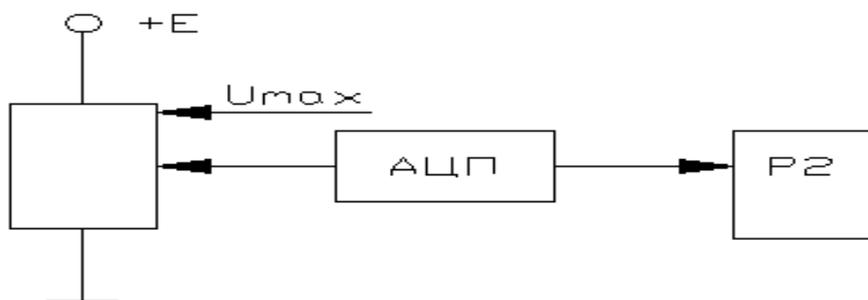


Рисунок.- 7

Основным узлом механической «Мыши» является шар, выступающий из основания корпуса и соприкасающийся с поверхностью стола. При перемещении прибора по столу изменяется сопротивление двух связанных с шаром потенциометров. Для получения координаты в цифровом виде напряжение с потенциометра передается на аналогово-цифровой преобразователь (АЦП). С выхода АЦП код координаты записывается в регистр. Эти преобразования выполняет электронный блок, расположенный внутри «Мыши».

На верхней крышке манипулятора расположены несколько клавиш: левая клавиша выполняет функцию выделения позиции курсора (<Enter>), правая – отмены выделения (<Esc>). Действие средней клавиши может быть запрограммировано для любых целей.

Обычно «Мыши» обладают постоянной чувствительностью, не зависящей от скорости перемещения манипулятора по рабочей поверхности.

Фирма Logitech изготовило устройство с переменной чувствительностью LogiMousePilot, чувствительность которого изменяется обратно пропорционально скорости движения манипулятора. Это позволяет быстро переместить курсор на большие расстояния и точно позиционировать его.

Недостатком манипулятора является необходимость применения на рабочем столе специальной рабочей поверхности.

7 Разъемы для подключения манипулятора

Манипулятор связан линиями последовательной асинхронной связи с одним из разъемов адаптера (СОМ 1) последовательных портов. Для связи с адаптером используются три линии в одном направлении и три линии в другом: Д – линия данных, ЗПР – линия запроса передачи, ГТ – линия готовности (Рисунок.8).

Данные передаются последовательным кодом в виде посылки. Формат посылки представлен на рис. 3. Длина посылки может быть равной 8, 7, 6 и 5 бит с контролем или без контроля на нечетность (четность) и количеством строковых битов равным 1, 1.5 и 2.

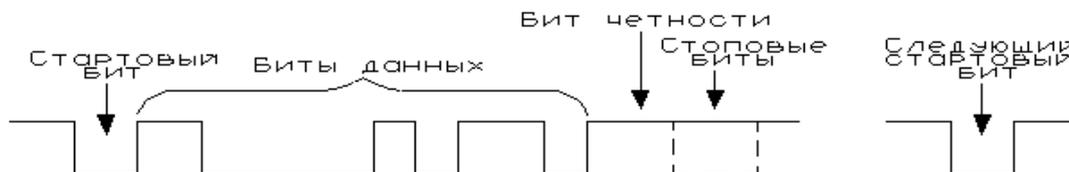


Рисунок 8

Адаптер установлен в разъем системного канала базовой платы ПЭВМ.

Основу адаптера составляет микросхема универсального асинхронного приемника – передатчика (Universal Asynchronous Receiver Transmitter или UART 8250 фирмы Intel).

Операционная система может поддерживать два порта коммуникаций (СОМ 1, СОМ 2), поэтому адаптер содержит две микросхемы UART.

Микросхема 8250 имеет десять программируемых однобайтовых регистра для контроля и управления последовательным портом. Доступ к этим регистрам осуществляется через семь портов с адресами 3F8H ÷ 3FTH. Доступ к регистрам с 1-го по 5-ый зависит от установки бита 7 в регистре управления линии.

- 1 3F8 (OUT, бит 7 = «0» в 3FBH) – регистр хранения передатчика.
- 2 3F8H (IN, бит 7 = «0» в 3FBH) – регистр данных приемника.
- 3 3F8H (OUT, бит 7 = «1» в 3FBH) – делитель скорости обмена (младший).
- 4 3F9H (IN, бит 7 = «1» в 3FBH) – делитель скорости обмена (старший).
- 5 3F9H (OUT, бит 7 = «0» в 3FBH) – регистр разрешения прерывания.
- 6 3FAH (IN) – регистр идентификации прерывания.
- 7 3FBH (OUT) – регистр управления линии.
- 8 3FDH (IN) – регистр статуса линии.

Формат регистра управления линии

биты: «1», «0» – длина символа: «00» – 5 бит, «01» – 6 бит, «10» – 7 бит, «1»1 – 8 бит;

- 2 – число стоп-битов: «0» = 1; «1» = 1.5, если длина символа равна 5, иначе 2;
- 3 – четность: «1» генерируется бит четности, «0» = нет;
- 4 – тип четности: 0=нечетная, «1» = четная;
- 5 – фиксация четности: заставляет бит четности всегда быть «0» или «1». «0» = отмена, «1» = всегда «1», если бит 3 = «1» «&» ,бит 4 = «0» или «1» = всегда «0», если бит 3 = «1» «&» бит 4 =>«1» или «1» = нет четности, если бит 3 = «0»;

6 установка перерыва: вызывает вывод строки нулей в качестве сигнала отдаленной станции «0» = запрещено, «1»=перерыв;

7 меняет адреса портов других регистров.

Обычно биты 5 – 7 сброшены в «0». Остальные описывают значения, определяемые протоколом обмена.

IBM PC AT имеет игровой порт 201H, который может поддерживать две мыши. Порт сообщает координаты X и Y и состояние двух кнопок.

Назначение битов порта 201H

бит «0» координата X «Мыши» A

1 координата Y «Мыши» A

2 координата X «Мыши» B

3 координата Y «Мыши» B

4 кнопка 1 «Мыши» A

5 кнопка 2 «Мыши» A

5 кнопка 1 «Мыши» B

5 кнопка 2 «Мыши» B

Координата описывается одним битом, т.к. задается временным интервалом от момента обнуления порта 201H до появления «1» в соответствующем бите. Этот интервал программным путем с помощью счетчика преобразуют в цифровой код координаты.

Если в одном из разрядов с 4 по 7 есть «1», это означает, что соответствующая кнопка нажата.

Состояние кнопок автоматически читается несколько раз в секунду.

Если кнопка нажата, то вызывается специальная процедура и выполняет нужные действия. Обычно нажатие левой кнопки аналогично нажатию клавиши <Enter>, правой – <Esc>.

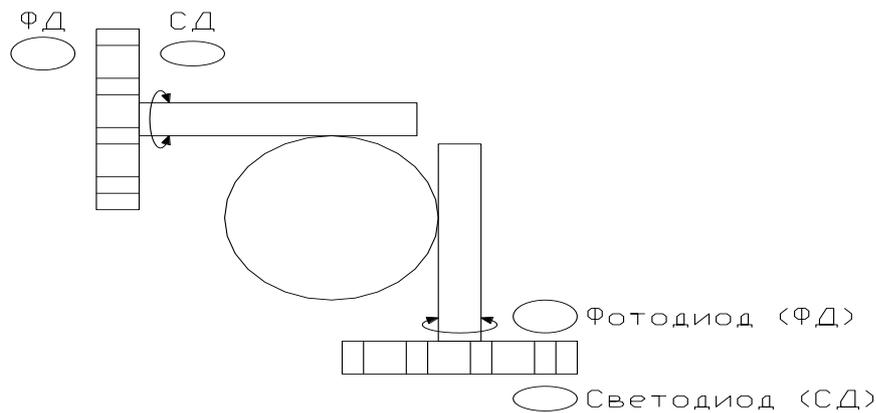


Рисунок - 9.

Установка курсора в определённое место экрана приводит к запоминанию этой точки.

При перемещении по столу шар вращается и приводит во вращение два непрозрачных диска. Диски имеют по всей окружности прорезы. Эти прорезы при вращении дисков считываются фотодатчиками, а сигналы считывания суммируются на двух счетчиках собственно, где и формируются коды координат курсора (Рис.4). Эти коды передаются в асинхронный адаптер, к которому подключена «Мышь», а оттуда, выбирается и обрабатывается драйвером «Мыши», несколько раз в секунду. Нажатие клавиши «Мыши» вызывает передачу определённых кодов в адаптер и их внеочередную обработку по прерыванию.

8 Правила работы с манипулятором типа «Мышь»

Инициализация (открытие) последовательного порта.

Перед началом работы с последовательным портом необходимо:

- инициализировать минимум четыре регистра UART 8250;
- два регистра делителя скорости обмена;
- регистр управления линией;
- регистр разрешения прерывания.

Делитель скорости обмена – это число, на которое надо разделить частоту системных часов (1190000 Гц), чтобы получить желаемую скорость обмена. Чем больше делитель, тем меньше скорость обмена. Старший байт делителя засылается в регистр 3F9H, а младший – в 3F8.

Таким образом, при инициализации порта необходимо выполнить действия.

Установка скорости обмена:

- 1 «1» в 7-й разряд порта 3FB;
- 2 Старший байт делителя в порт 3F9;
- 3 Младший байт делителя в порт 3F8.

Инициализация регистра управления линией:

- 1 «0» в 7-й разряд порта 3FB;

2 Установка битов с 0 по 4 в соответствии с протоколом обмена (например, код 1B).

- 3 «0» в регистр разрешения прерывания – 0 в порт 3F9.

Получение координаты X «Мыши» можно с помощью программы на языке Ассемблера.

MOV DX, 201H; адрес игрового порта в DX.

OUT DX, AL; посылаем в порт произвольное значение и обнуляем его разряды с «0» по 3.

MOV AH, «1» в регистр AH.

MOV SI, «0»; очищаем счетчик.

NEXT:IN AL, DX; читаем из порта в регистр AL.
TEST AL, AH; проверяем наличие «1» в бите «0».
JE FINISHED; выход, когда бит «0» в «1».
INC SI; иначе – плюс «1» к счетчику.
LOOP NEXT; переход на начало цикла.
FINISHED: в SI находится координата X.
Проверка состояния нажатой клавиши «Мыши».
Эти операции можно выполнить с помощью программы Ассемблера.

9 Исследование возможностей манипулятора с помощью программы TEST.EXE.

Запустить с помощью «Мыши» программу TEST.EXE: подвести курсор «Мыши» к имени программы и нажать левую кнопку.

На экране отражается меню программы, поле подсказки Message, поле позиции курсора «мыши» и поле граничных значений координат Range.

Записать границы изменения координаты X, Y «Мыши».

9.1 Работа с мышью в пункте Movement/Pixel.

Этот режим служит для установки чувствительности «Мыши», определяемой перемещаемой по оси X или Y «Мыши», которые нужно выполнить пользователю, чтобы на экране курсор переместился на одну графическую точку (пиксель) по соответствующей оси.

В поле подсказки выводится сообщение:

Motion/Pixel ratio – движение/пиксель соотношения.

(Default/ Value X=8, Y=16) – значение по умолчанию.

New Ratio: X =, Y = – новое соотношение.

Ввести с дополнительной клавиатуры новые значения чувствительности, например X=300, Y=600, выйти из режима нажатием любой клавиши и проанализировать влияние установленных значений на качество работы «Мыши».

Для ввода новых значений повторно с помощью «Мыши» выбрать этот режим.

Повторить действия для 2-х, 3-х значений чувствительности и сделать вывод.

9.2 Работа в пункте Set Cursor Pos.

Этот пункт позволяет задать позицию для курсора «Мыши».

В поле подсказки выводится сообщение и ожидается ввод позиции курсора по X и Y.

Ввести позиции курсора в указанных пределах. Выйти из режима, проследить установку курсора по сообщению текущей позиции.

9.3 Работа в пункте Set X Range.

В этом пункте можно установить границы перемещения по оси X на экране.

В поле подсказки выводится сообщение:

Define Range of cursor Location - определить границу положения курсора.

Maximum = Minimum =

Score: 0 (min) – 639 (max)

Размах

Ожидается ввод новых границ.

Ввести новые границы, выйти из режима нажатием любой клавиши и проанализировать их влияние на перемещение курсора «Мыши».

Работа в пункте Text Cursor.

На экране изображается таблица символов расширенного кода ASCII. Курсором «Мыши» выбрать символ для изображения курсора. Выйти из режима и проанализировать изменения курсора «Мыши».

Выйти из программы нажатием любой клавиши.

Контрольные вопросы

- 1 Принцип работы клавиатуры.
- 1 Конструкция механических переключателей. Их достоинства и недостатки.
- 2 Конструкция замыкающих накладок. Их достоинства и недостатки.
- 3 Конструкция резиновых колпачков. Их достоинства и недостатки.
- 4 Конструкция мембранной клавиатуры. Их достоинства и недостатки.
- 5 Конструкция емкостных датчиков. Их достоинства и недостатки.
- 6 Интерфейс клавиатуры.
- 7 Что такое скан-коды?
- 8 Основные виды разъемов, применяемых для подключения клавиатуры к системному блоку.
- 9 Назначение мыши.
- 10 Что для мыши является входной величиной? Как она преобразуется?
- 11 Какие события и как регистрирует электронный блок «Мыши»?
- 12 Недостатки «Мыши».
- 13 14 Чем и как обрабатываются коды от манипулятора «Мышь»?
- 14 Какие клавиши содержит «Мышь»? назначение клавиш.
- 15 Достоинства «Мыши» с переменной чувствительностью.
- 16 Как «Мышь» подключается к ЭВМ? (Адаптер, линии связи).
- 17 Как передается информация между мышью и адаптером?
- 18 Список управляющих регистров коммуникационного адаптера.
- 19 Назначение регистра управления линией?
- 20 Как и через какие регистры задаётся скорость обмена между адаптером и «Мышью»?
- 21 Назначение программы Test.exe.
- 22 Чем определяется чувствительность «Мыши»? Как она влияет на её работу?
- 23 В каких пределах могут изменяться границы перемещения «Мыши»? Как она влияет на работу «Мыши»?

Лабораторная работа №13

Сканеры

Цель работы: Изучить устройство и принцип работы сканеров.

Задание на лабораторную работу:

изучить:

- устройство и принцип работы монохромного сканера;
- устройство и принцип работы трехпроходного цветного сканера;
- характеристики сканеров;
- устройство и назначение основных блоков сканера.

Ход работы

1 Устройство и принцип работы сканера

Основные принципы действия даже для абсолютно разных типов сканеров остаются неизменными. В основу этих принципов лег механизм работы человеческого глаза (естественно, в некотором упрощении).

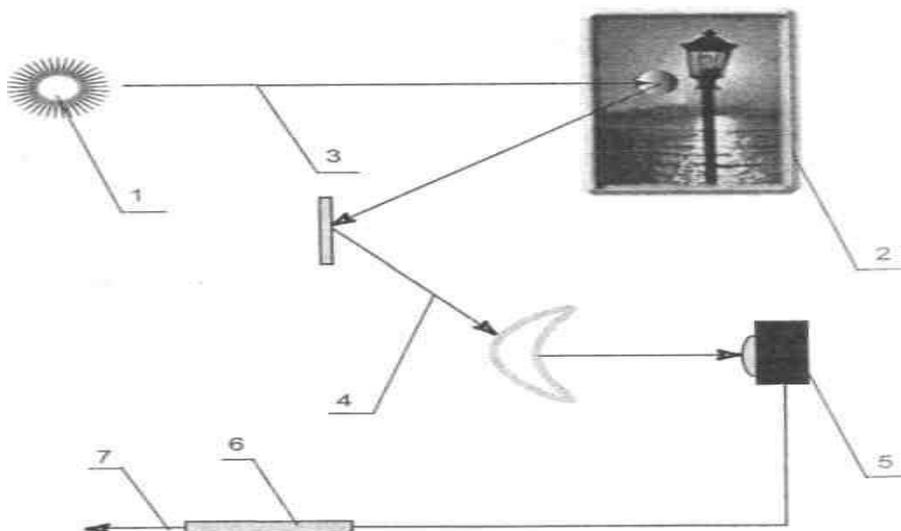


Рисунок 1. - Устройство сканера: 1 — источник света; 2 — сканируемый оригинал; 3 — луч света; 4 — оптическая система сканера; 5 — фотоприемник; 6 — АЦП; 7 — аппаратный интерфейс.

На рисунке 1 изображена общая схема устройства сканера. Свет, идущий от источника освещения, попадает на оригинал в определенной точке. Отразившись от него, свет попадает на оптическую систему сканера. Она состоит из нескольких зеркал и объектива (иногда роль оптической системы может играть просто призма). Оптическая система фокусирует свет на фотопринимающем элементе, роль которого — преобразование интенсивности падающего света в электронный вид.

В этой схеме показаны возможности сканеров, работающих «на отражение», когда свет, идущий от лампы, отражается от оригинала, после чего попадает на фотоприемник. Однако не во всех случаях такая схема может обеспечить надлежащее качество.

Например, при сканировании слайдов «на отражение» качество будет очень низким. Эта проблема была решена в сканерах, работающих «на просвет». В них источник освещения и фотоприемник находятся по разные стороны от оригинала. Таким образом, свет, идущий от лампы, просвечивает оригинал, после чего попадает на фотоприемный элемент.

В качестве источника света в старых моделях сканеров использовались флуоресцентные лампы (по устройству близкие к лампам дневного света). Такие виды ламп отличались нестабильностью характеристик освещения и небольшим сроком стабильной эксплуатации (свет от лампы за сравнительно небольшое время значительно изменялся). Эта нестабильность и заставила искать альтернативу, так как для точной цветопередачи ровное освещение — одно из важнейших условий. При изменении любых характеристик света, падающего на оригинал, значительно изменяется и свет, попадающий на приемный элемент, что незамедлительно сказывается на качестве результирующего изображения. В современных моделях используется лампа с холодным катодом, параметры которой намного стабильнее.

В результате преобразования света получается электрический сигнал, содержащий информацию об активности цвета в исходной точке сканируемого изображения. Однако этот сигнал еще не является оцифрованным, поэтому для приведения его в вид, «понятный» компьютеру, необходима конвертация. Этим занимается АЦП — аналого-цифровой преобразователь. После АЦП цифровой сигнал через аппаратный интерфейс сканера идет на компьютер, где его получает и анализирует программа для работы со сканером. После окончания одного такого цикла (освещение оригинала — получение сигнала — преобразование сигнала — получение его программой) оригинал тем или иным образом перемещается относительно лампы и фотоэлемента (оригинал может оставаться неподвижным, если двигаться при этом будут лампа и фотопринимающий элемент). В сканерах большинства видов используется не один фотопринимающий элемент, а линейка или матрица из большого количества фотоэлементов. Это дает возможность сканировать не по одной точке исходного изображения, а сразу получать информацию о полосе изображения. Соответственно, процесс сканирования ускоряется. В данном случае оптическая система вынуждена фокусировать не один луч, а сразу полосу света, причем таким образом, чтобы ширина рабочей области сканера (то есть максимальная возможная ширина сканируемого документа) проецировалась на всю ширину линейки фотоэлементов.

При описанном методе сканирования, в силу характеристик фотоэлементов, цветовая палитра отсканированного изображения ограничивалась бы оттенками серого цвета. Для получения трех основных цветов ранее использовались трехпроходные сканеры.

Примечание: Любой цвет можно разложить по нескольким составляющим. Обычно ими являются красный, зеленый и синий (RGB — Red, Green, Blue). Любой другой цвет можно представить как наложение в некоторой пропорции этих основных цветов. Каждая составляющая будет аналогична градациям серого цвета, поэтому фотоэлементы в состоянии их воспринимать.

2 Устройство трехпроходного сканера

На рисунке 2 схематически изображено устройство трехпроходного сканера (для простоты в этой и следующих двух схемах оптическая система не изображена). Свет выходит из источника и отражается от документа. После этого в отраженном свете содержится полная информация о цветах рассматриваемой части изображения. При проходе через светофильтр выделяется одна из составляющих цвета, которая и попадает на светоприемник. После одного прохода, то есть полного сканирования исходного изображения в одной из составляющих цвета (сканируется весь оригинал, но не в полном цвете), результат сохраняется, устанавливается следующий светофильтр и сканируется следующая составляющая цвета. После трех проходов составляющие накладываются, в результате чего получается исходный цвет. Такой метод сканирования отличает значительно увеличенное время сканирования и необходимость наложения составляющих для получения исходных цветов. Поэтому подобные сканеры сейчас практически не выпускаются. В современных моделях используются другие технологии. Одна из них показана на рисунке 3.

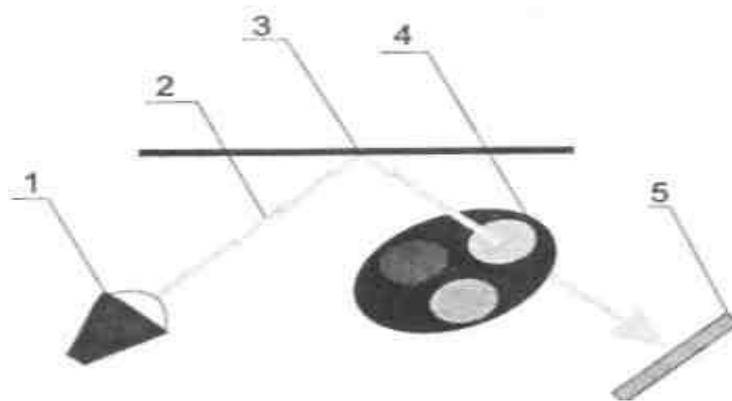


Рисунок 2 - Устройство трехпроходного сканера: 1 — источник света; 2 — луч света; 3 — сканируемый документ; 4 — светофильтр; 5 — светоприемник.

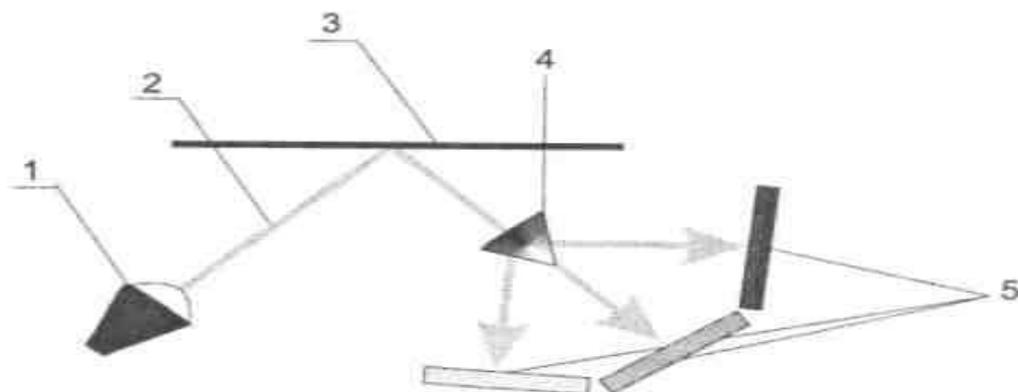


Рисунок 3 - Однопроходный сканер с призмой: 1 — источник света; 2 — луч света; 3 — сканируемый оригинал; 4 — призма; 5 — фотопринимающая линейка.

Здесь после отражения от сканируемого оригинала свет попадает на призму, после чего раскладывается по составляющим и каждая из них попадает на свою фотопринимающую линейку.

Иногда на матрицу фотоэлементов наносят специальное покрытие, фильтрующее цвет по составляющим (рисунок - 4).

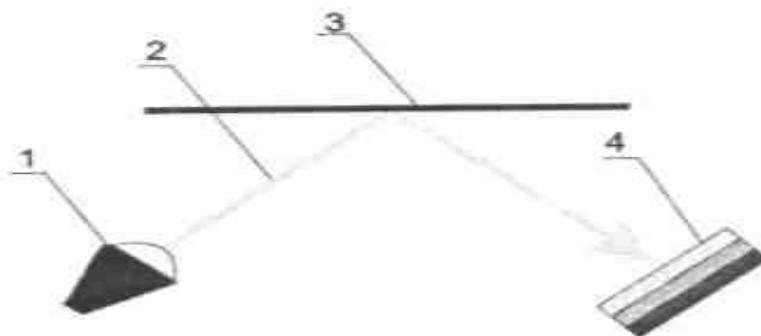


Рисунок - 4. Однопроходный сканер с покрытием фотоэлементов
В таком случае ПЗС-матрица состоит из нескольких слоев фотоэлементов, каждый из которых воспринимает свою составляющую цвета.

3 Основные характеристики сканеров

Каждый тип сканеров имеет свои особенности применения, что обуславливает различия в технологии сканирования и, следовательно, в характеристиках устройств. Однако су-

ществуют и некоторые общие критерии оценки как самого сканера, так и полученного с его помощью изображения. Рассмотрим общие характеристики сканирования безотносительно к конкретным видам или моделям сканеров.

Цветность сканера. Как и большинство других устройств, для обработки изображений, сканеры делятся на цветные, черно-белые (полутоновые) и штриховые черно-белые. Цветные сканеры — самый распространенный вид. Полутоновые сканеры «различают» оттенки серого, но не способны воспринимать цветные изображения. Штриховые черно-белые сканеры различают только два цвета и практически не представлены в торговой сети — они используются в основном на различных производствах (например, для сканирования чертежей или штрих-кодов).

Разрешение сканера (resolution) — это совокупность параметров, характеризующих минимальный размер деталей изображения, который сканер в состоянии считать. Разрешение делят на оптическое, механическое и интерполяционное.

Оптическое разрешение (optical resolution) характеризует минимальный размер точки по горизонтали, которую сканер в состоянии распознать. В сканерах, использующих для считывания цветовой информации матрицу (например, планшетных или листопротяжных), эта характеристика определяется отношением количества элементов в линии матрицы к ширине рабочей области. Для других типов сканеров (таких как барабанный) она ограничивается возможностями фокусировки света на фотопринимающем элементе. Оптическое разрешение — всегда наименьшее из всех указанных для конкретной модели сканера, поэтому производители сканеров часто не указывают его.

Механическое разрешение (mechanical resolution) — количество шагов, которое делает сканирующая каретка, деленное на длину пройденного ею пути. Поскольку на каждом шаге происходит считывание информации матрицей, этот параметр определяет минимальный размер точки по вертикали, которую сканер может распознать. Иногда механическое разрешение тоже называют оптическим, но это неверно. Например, если для какой-либо модели сканера указано оптическое разрешение 300x1200 ppi, то оптическим разрешением будет 300 ppi, а механическим — 1200 ppi. Обычно механическое разрешение в два раза больше оптического, но встречаются и модели, в которых оно в четыре раза больше или, напротив, они равны. Ввиду того что ПЗС-матрица не может сканировать с разрешением по горизонтали больше оптического, для добавления недостающих точек используются математические методы интерполяции (иначе вертикальный размер любого отсканированного квадрата получился бы больше горизонтального).

Примечание: Механическое разрешение применимо только к сканерам с матричной структурой фотоприемников.

Интерполяционное разрешение — искусственно увеличенное с помощью математических методов разрешение. Программа, входящая в комплект поставки сканера, пытается довести изображение до этого разрешения путем добавления недостающих точек (например, при реальном разрешении 3x3 программа выдает 9x9). Этот параметр не имеет ничего общего с реальными физическими параметрами сканера и может характеризовать только программу обработки изображения.

Примечание: Разрешение сканера обычно измеряется в пикселах на дюйм (ppi, pixel per inch). Измерять данный параметр в точках на дюйм (dpi, dots per inch) в принципе неверно, так как под dpi подразумевается фактическое разрешение принтера, а это несколько иное понятие. Обычно принтер для получения одного цветного пиксела отпечатывает несколько точек, и каждая из них отвечает за свою составляющую цвета. Эти

точки находятся очень близко, что создает эффект одного пиксела нужного цвета: они как бы сливаются. Соответственно, dpi подразумевает количество составляющих цвет точек на дюйм. Под ppi подразумевается именно количество полноцветных пикселов на дюйм.

Разрядность (глубина цвета) — параметр, характеризующий количество цветов или оттенков серого (в зависимости от цветности сканера). Разрядность означает, сколько бит используется сканером для представления цвета одной точки изображения. Различают разрядность внешнюю и внутреннюю. Внутренняя разрядность — это количество бит, представляющих точку для внутренних операций в сканере (то есть до прохождения сигналом АЦП и преобразования в цифровой вид). Внешняя разрядность определяет битность цвета после прохождения сигнала через АЦП. Внешняя разрядность сканеров обычно 8 бит (256 оттенков серого) для полутоновых сканеров и 24 бита (по 8 бит на составляющую, итого 16,77 млн цветов) — для цветных сканеров. Внутренняя разрядность обычно не меньше, а больше внешней. Дополнительные биты во внутренней разрядности (если они есть) используются для улучшения точности цветопередачи и снижения влияния искажений на цвет.

Динамический диапазон — еще одна цветовая характеристика. «Качество» отражения света любым оригиналом выражает оптическая плотность. Она вычисляется как десятичный логарифм отношения светового потока, падающего на оригинал, к световому потоку, отраженному от оригинала (для непрозрачных оригиналов) или прошедшему сквозь него (для негативов или слайдов). Оптическая плотность измеряется в OD (Optical Density), или просто D, и может меняться в диапазоне от 0,0D для абсолютно белого (прозрачного) цвета до 4,0D для идеально черного (непрозрачного) цвета.

Поскольку речь идет о логарифме, например, 2,0D и 3,0D будут различаться не на 25%, а в 10 раз. Оптические плотности для некоторых видов оригиналов приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Оптические плотности некоторых оригиналов

Оригинал	Диапазон оптических плотностей
Газетная бумага	0,9
Мелованная бумага	1,5-1,9
Фотоснимки	2,3
Негативные пленки	2,8
Цветные слайды коммерческого качества	2,7-3,0
Высококачественные диапозитивы, пленочные и двойные слайды	3,0-4,0

Диапазон оптических плотностей сканера говорит о том, какие из цветов оригинала еще будут распознаны, а какие — уже нет, то есть будут восприняты либо как полностью белые, либо как абсолютно черные. Диапазон оптических плотностей включает в себя две характеристики: D_{min} и D_{max} . Первая, D_{min} — такая оптическая плотность оригинала, ниже которой сканер будет считать оригинал идеально белым. Соответственно, D_{max} — такая оптическая плотность оригинала, выше которой сканер будет считать оригинал абсолютно черным. Сам диапазон представляет собой разность $D_{mjn} - D_{max}$. Диапазон оптических плотностей сканера зависит от качества и разрядности АЦП и фотоэлементов, а также от алгоритма работы контроллера сканера. В таблице 2 указаны типичные динамические диапазоны для распространенных видов сканеров.

Рабочая область сканера — максимальный формат документа, который сканер в состоянии обработать. Формат зависит от конструкции и области применения сканера. Так, формат документа для листопротяжных и ручных сканеров ограничен только по ширине. Обычные домашние и офисные сканеры чаще всего соответствуют форматам А4 и принятому на Западе формату Legal. Профессиональные модели могут иметь фик-

сированные размеры, приспособленные для конкретных оригиналов (например, слайд-сканер 35-миллиметровой пленки), или просто иметь большой формат — до А0.

Скорость сканирования — параметр, отражающий время, за которое будет отсканирован тот или иной документ. На самом деле эта характеристика не может иметь какого-либо значения, так как зависит от быстродействия компьютера, объема его оперативной памяти, от аппаратного интерфейса и т. д. Поэтому быстродействие сканера можно оценивать только для конкретного рабочего места. Иногда этот параметр указывается в характеристиках сканера в миллисекундах на линию.

Таблица 2 - Типичные динамические диапазоны сканеров

Вид, класс, сканера	Типичный динамический диапазон
Ручные сканеры	до 2,1
Полутоновые сканеры	до 2,3
Цветные планшетные сканеры, старые модели и модели класса SOHO	1,8-2,5
Цветные планшетные сканеры промежуточного класса	2,5-3,2
Цветные планшетные сканеры	3,4-3,8
Сканеры высокого класса,	3,4-4,0
Настольные барабанные сканеры высокого класса	3,6-4,0

Аппаратный интерфейс сканера (интерфейс передачи данных) обеспечивает обмен информацией между сканером и компьютером. От него зависит скорость передачи данных между компьютером и сканером. Эта характеристика может быть очень важна, если есть необходимость в высоком качестве отсканированных фотографий (или каких-либо других графических материалов). Например, для стандартной цветной фотографии размером 10x15 см, отсканированной с разрешением 720 ppi при разрядности цвета 24 бит (True color), потребуется около 40 Мбайт дискового пространства. Соответственно, если скорость передачи данных между сканером и компьютером низка, то и ждать результата придется очень долго. Поэтому интерфейс передачи данных по важности ставится наравне с такими характеристиками, как разрешение и глубина цвета. Сейчас на рынке представлены сканеры с пятью типами интерфейсов.

Интерфейс LPT (стандартный параллельный порт Centronics). Этот интерфейс один из самых медленных, но и наиболее прост при установке сканера. Иногда встречаются улучшенные варианты — с поддержкой (или даже требованием) EPP/ECP. В таком случае могут возникнуть проблемы с установкой, так как не все компьютеры оборудованы такими портами. Сканеры с интерфейсом LPT практически всегда имеют «сквозной порт», то есть сканер не монополюбно использует LPT-порт, оставляя возможность подключения еще одного устройства (обычно этим устройством бывает принтер).

Собственный интерфейс. Его еще иногда называют ISA. Такой интерфейс реализуется в виде отдельной карты, с которой может работать сканер. Такие карты для каждой модели сканера уникальны, из-за чего могут возникнуть проблемы при замене (если карта, например, вышла из строя) или после Upgrade.

SCSI-интерфейс — один из наиболее скоростных вариантов интерфейса передачи данных. Однако, если в комплекте со сканером не поставляется SCSI-карта, то могут возникнуть проблемы совместимости с другим контроллером SCSI. Меньше всего проблем создают контроллеры Adaptec. Если в комплект поставки сканера включена своя карта, то

подключение и использование сканера не вызовут проблем, однако не факт, что другие SCSI-устройства смогут быть установлены на этот контроллер (например, из-за отсутствия или несовместимости драйверов). При подключении сканера к SCSI-плате должно быть соблюдено согласование шины, иначе подключенные к ней устройства не смогут нормально работать. Начало и конец цепочки устройств должны быть обеспечены терминаторами (согласующими сопротивлениями). Если на шине отсутствуют внешние устройства, то терминатор можно установить прямо на контроллере, который служит последним звеном в цепочке SCSI. Поскольку сканер лучше всего установить последним в цепочке, необходимо задействовать собственный терминатор сканера, отключив терминатор контроллера. У большинства сканеров терминаторы находятся внутри. Лишь немногие сканеры (например, HP ScanJet 4p) имеют внешний переключатель.

Интерфейс USB — преемник LPT-интерфейса. Стоимость USB-сканера ниже, а производительность этого интерфейса — значительно выше, чем для параллельного порта, однако не на всех компьютерах есть поддержка USB.

Интерфейс PCMCIA (PC card) - интерфейс для работы с портативными компьютерами. Данный интерфейс претендует на универсальность, однако, это не всегда так. Поэтому стоит проверить совместимость конкретного портативного

Конструкция абсолютно любого устройства, в особенности, если оно (устройство) включает в себя как электронные, так и механические элементы, может показаться очень трудным. Планшетные сканеры – как раз такой вариант. При первом рассмотрении устройство сканера не кажется сложным: корпус с немногочисленными разъемами и кнопками, съемная крышка планшета, стекло, на которое кладутся оригиналы для сканирования. Чтобы научиться ориентироваться в многочисленных моделях сканеров, представленных сегодня на компьютерном рынке, нужно представлять себе реальное значение указываемых производителями характеристик.

Назначение матриц и их виды

Матрица является важнейшей частью любого сканера. Матрица трансформирует изменения цвета и яркости принимаемого светового потока в аналоговые электрические сигналы, которые подаются на аналого-цифровой преобразователь (АЦП). Световой поток, падая на ее поверхность, выбивает электроны из ее чувствительных ячеек. И чем ярче свет, тем больше электронов окажется в накопителях матрицы, тем больше будет их сила, когда они непрерывным потоком ринутся к выходу. Однако сила тока электронов несоизмеримо мала, поэтому на выходе матрицы устанавливается усилитель. Усиленный сигнал подается на АЦП. Преобразователь присваивает каждому электрону цифровое значение, согласно его силе тока. Дальше электроны будут представлять собой цифровую информацию.

Большинство современных сканеров для дома и офиса базируются на матрицах двух типов: на CCD (Charge Coupled Device) или на CIS (Contact Image Sensor). Рассмотрим основные достоинства и недостатки этих двух классов сканеров (таблица 1).

На рисунках 5 и 6 представлено лишь одно зеркало, тогда как у типового сканера их не менее трех-четырех.

Сканеры с CCD-матрицей распространены гораздо больше, чем CIS-аппараты. Объяснить это можно тем, что сканеры в большинстве случаев приобретаются не только для оцифровки листовых текстовых документов, но и для сканирования фотографий и цветных изображений. В этом плане, пользователю хочется получить скан с наиболее точной и достоверной цветопередачей, а в аспекте светочувствительности CCD-сканер гораздо строже передает цветовые оттенки, света и полутона, чем CIS-сканер. Погрешность разброса уровней цветовых оттенков, различаемых стандартными CCD-сканерами

составляет порядка $\pm 20\%$, тогда как у CIS-аппаратов эта погрешность составляет уже $\pm 40\%$.

Таблица 1

	Достоинства	Недостатки
CCD	<p>Высокая разрешающая способность (недорогие CCD-сканеры имеют на сегодняшний день разрешения до 2400 dpi);</p> <p>Долгий срок службы лампы;</p> <p>Высокое качество сканирования;</p> <p>Большая глубина резкости;</p> <p>Возможность работы со слайд-адаптерами и автоподатчиками документов</p>	<p>Сравнительно высокая стоимость (по отношению к CIS-сканерам);</p> <p>Длительный прогрев лампы перед сканированием;</p> <p>Необходимость в дополнительном источнике питания</p>
CIS	<p>Небольшие габариты;</p> <p>Быстрый старт;</p> <p>Невысокая стоимость;</p> <p>Низкое энергопотребление (многие CIS-сканеры получают питание по USB);</p> <p>Автономность</p>	<p>Ограниченное разрешение (до 1200 dpi);</p> <p>Небольшая глубина резкости;</p> <p>Чувствительность к боковой засветке;</p> <p>Сравнительно низкое качество сканирования</p>

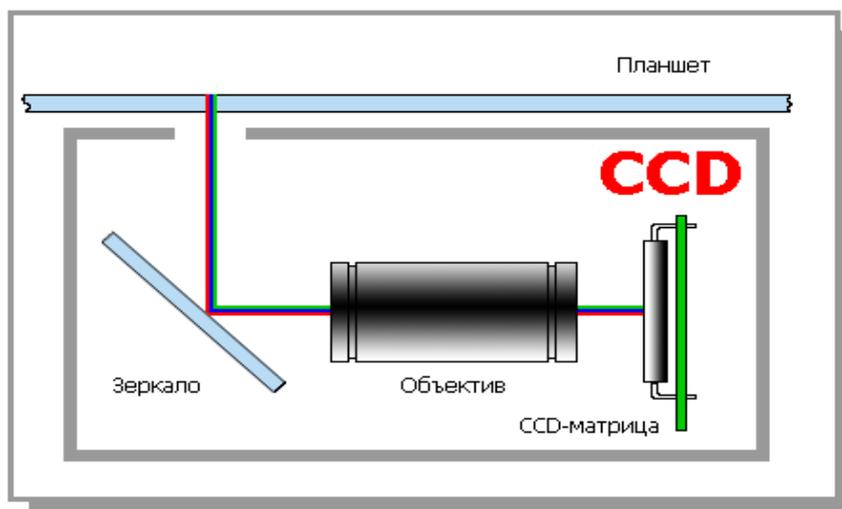


Рисунок 5

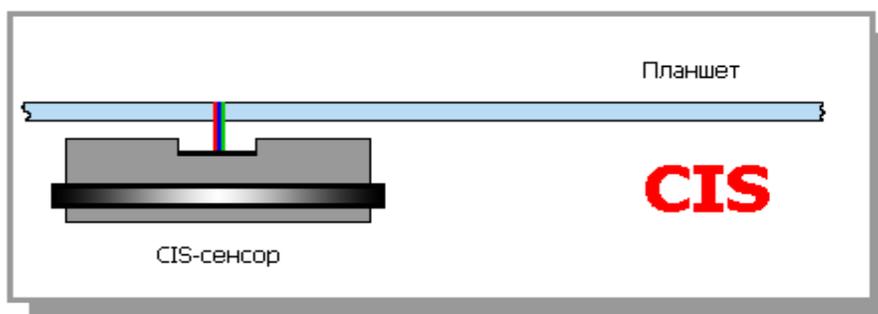


Рисунок 6

CCD-сканер обладает большей глубиной резкости, чем CIS-сканер. Достигается это за счет применения в его конструкции объектива и системы зеркал.

CIS-матрица (рисунок 7) состоит из светодиодной линейки, которая освещает поверхность сканируемого оригинала, самофокусирующихся микролинз и непосредственно самих сенсоров. Конструкция матрицы очень компактна, таким образом, сканер, в

котором используется контактный сенсор, всегда будет намного тоньше CCD-сканера. К тому же, такие аппараты славятся низким энергопотреблением; они практически нечувствительны к механическим воздействиям. Однако CIS-сканеры несколько ограничены в применении: аппараты, как правило, не приспособлены к работе со слайд-модулями и автоподатчиками документов.

Из-за особенностей технологии CIS-матрица обладает сравнительно небольшой глубиной резкости. Для сравнения, у CCD-сканеров глубина резкости составляет ± 30 мм, у CIS – ± 3 мм. Другими словами, положив на планшет такого сканера толстую книгу,

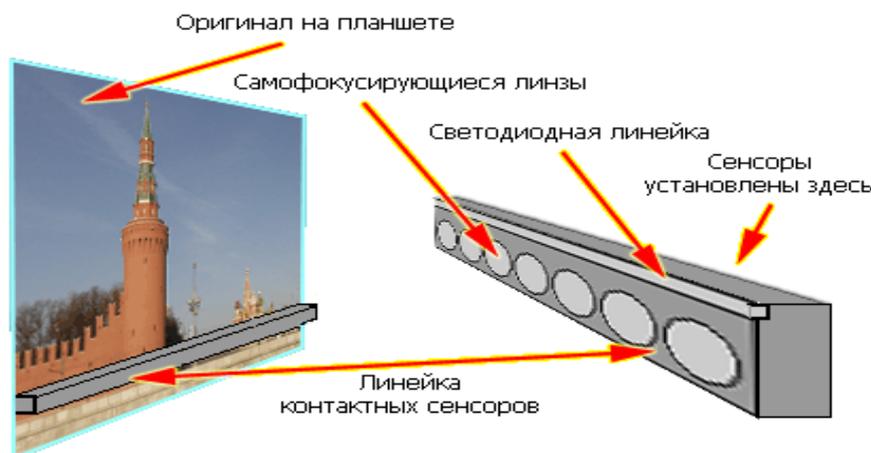


Рисунок 7 - Схематическое представление CIS-сенсора

получишь скан с размытой полосой посередине, т.е. в том месте, где оригинал не соприкасается со стеклом. У CCD-аппарата вся картина будет резкой, поскольку в его конструкции есть система зеркал и фокусирующая линза. В свою очередь, именно достаточно громоздкая оптическая система и не позволяет CCD-сканеру достичь столь же компактных размеров, как у CIS-сканера. Однако с другой стороны, именно оптика обеспечивает очевидный выигрыш в качестве.

В плане разрешающей способности CIS-сканеры также не конкурент CCD. Уже сейчас некоторые модели CCD-сканеров для дома и офиса обладают оптическим разрешением порядка 3200 dpi, тогда как у CIS-аппаратов оптическое разрешение ограничено пока что 1200 dpi. Все технологии стремительно развиваются. Сканеры с CIS-матрицей нашли свое применение там, где требуется оцифровывать не книги, а листовые оригиналы. Тот факт, что эти сканеры целиком получают питание по шине USB и не нуждаются в дополнительном источнике питания, пришелся как нельзя кстати владельцам портативных компьютеров. Оцифровать оригинал и перевести его в текстовый файл они могут где бы то ни было, не завязываясь с близостью электрических сетей, что позволяет закрыть глаза на ряд недостатков контактного сенсора. Собственно поэтому, ответить на вопрос "какой сканер лучше" можно исходя из конкретных запросов. Внешний вид CCD матрицы представлен на рисунке 8, 9.и 10.

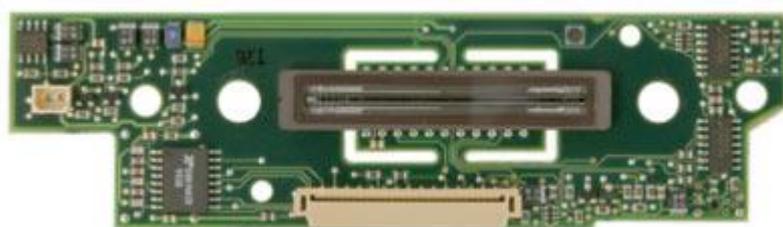


Рисунок 8 Самый важный элемент сканера – CCD-матрица

Она представляется «большой микросхемой» со стеклянным окошком. Именно сюда и фокусируется отраженный от оригинала свет. Матрица не прекращает работать все то время, пока лафет со сканирующей кареткой, приводимый шаговым электродвигателем, совершает путь от начала планшета, до его конца. Общая дистанция движения лафета по направлению "Y" называется частотой сэмплирования или механическим разрешением сканера. За один шаг матрица целиком захватывает горизонтальную линию планшета, которая называется линией раstra. По истечении времени, достаточного для обработки одной такой линии, лафет сканирующего блока перемещается на небольшой шаг, и наступает очередь для сканирования следующей линии, и т.д.

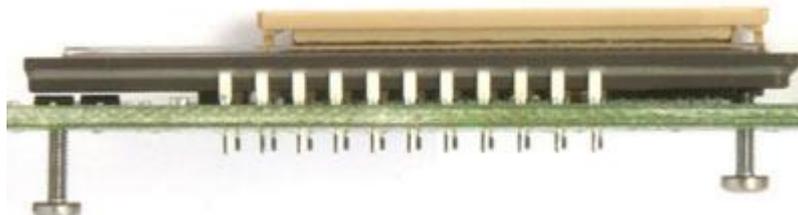


Рисунок 9 - Вид сбоку на CCD-матрицу

На виде сбоку можно заметить два обычных винта. С их помощью на этапе сборки сканера производилась точная юстировка матрицы (обратите также внимание на П-образные прорези в печатной плате на виде сверху), чтобы падающий на нее отраженный свет от зеркал ложился бы равномерно по всей ее поверхности. Кстати, в случае перекоса одного из элементов оптической системы воссозданное компьютером изображение окажется «полосатым».

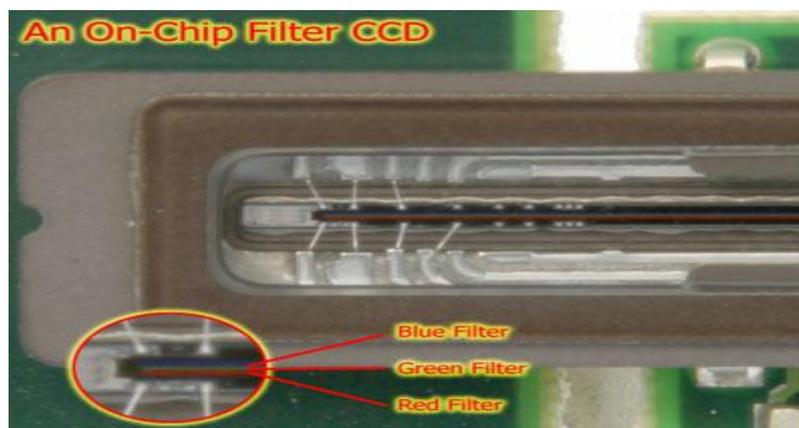


Рисунок 10 - Увеличенное изображение части CCD-матрицы

На увеличенной фотографии CCD-матрицы достаточно хорошо видно, что CCD-матрица оснащена собственным RGB-фильтром. Именно он и представляет собой главный элемент системы разделения цветов. Свет можно разделить на его цветные составляющие, а затем сфокусировать на фильтрах матрицы. Столь же немаловажным элементом системы разделения цветов является объектив сканера (рисунок 11).



Рисунок 11 - Объектив сканера на самом деле не так велик, как кажется на фотографии



Рисунок 12 - Корпус сканера

Корпус сканера

Корпус сканера (рисунок 12) должен обладать достаточной жесткостью, чтобы исключить возможные перекосы конструкции. Безусловно, лучше всего, если основа сканера представляет собой металлическое шасси. Однако корпуса большинства выпускаемых сегодня сканеров для дома и офиса, в целях снижения стоимости, полностью сделаны из пластмассы. В этом случае, необходимую прочность конструкции придают ребра жесткости.

Немаловажным элементом корпуса является транспортный фиксатор, наличие которого призвано уберечь сканирующую каретку от повреждений при транспортировке сканера. Необходимо помнить, что перед включением любого сканера, оснащенного таким фиксатором, нужно осуществить его разблокировку. В противном случае, можно повредить механизмы аппарата (рисунок 13).

Оптическая система сканера не терпит пыли, поэтому корпус аппарата должен быть герметичным, без каких-либо щелей (даже технологических).

Края планшета должны иметь пологий спуск – это облегчает задачу по быстрому извлечению оригинала со стекла. Кроме того, между стеклом и планшетом не должно быть никакого зазора, который препятствовал бы извлечению оригинала. Также обратите внимание на наличие разметки по периметру планшета.



Рисунок 13 - Расположение основных функциональных узлов сканера

3 Блок управления

Все сканеры управляются с персонального компьютера, к которому они подключены, а необходимые настройки перед сканированием задаются в пользовательском окне управляющей программы. По этой причине, сканерам для дома и офиса совсем не обязательно иметь собственный блок управления. Однако многие производители устанавливают (обычно на лицевую панель) несколько кнопок "быстрого сканирования" (рисунок 14).



Рисунок 14 - Кнопки быстрого сканирования

На приведенной выше фотографии видно, что каждой кнопке соответствует определенный значок. Типовые функции быстрого старта обычно подразумевают запуск стандартной операции сканирования, с выводом на принтер, с последующей отправкой по электронной почте, по факсу и т.п. Понятно, что для той или иной кнопки заданы конкретные параметры качества сканирования. Впрочем, нажатие на ту или иную кнопку сначала приводит к запуску на компьютере приложения (если таковых несколько), отвечающего за вызываемую операцию.

Источник света

Абсолютно в каждом сканере используется свой осветитель. Так называется небольшой и мощный модуль, в задачу которого входит включение и выключение лампы сканера. В CIS-сканерах в качестве источников света применяют светодиодную линейку, за счет чего данный класс аппаратов потребляет так мало энергии.

В CCD-сканерах оригиналы стандартно освещает люминесцентная лампа с холодным катодом. Ее свет в тысячи раз ярче светодиодов. Но для того чтобы вызвать свечение газа внутри лампы нужно подать на ее вход очень высокое напряжение. Его вырабатывает отдельный блок, называемый инвертором.



Рисунок 15 - Высоковольтный модуль

Инвертор повышает напряжение с пяти вольт до нескольких киловольт, а также преобразует постоянный ток в переменный для этого используется высоковольтный модуль (рисунок 15).

Различают три главных вида ламп, использующихся в сканерах:

- ксеноновая газоразрядная лампа (Xenon Gas Discharge);
- флуоресцентная лампа с горячим катодом (Hot Cathode Fluorescent);
- флуоресцентная лампа с холодным катодом (Cold Cathode Fluorescent)

Однако в сканерах для дома и офиса по ряду причин используются лишь лампы с холодным катодом (рисунок 16,17).

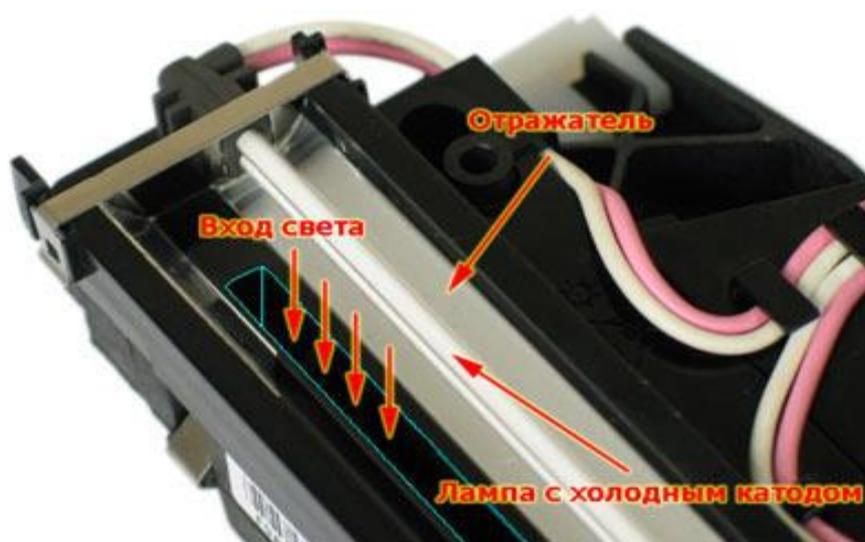


Рисунок 16 – Расположение лампы с холодным катодом в сканере

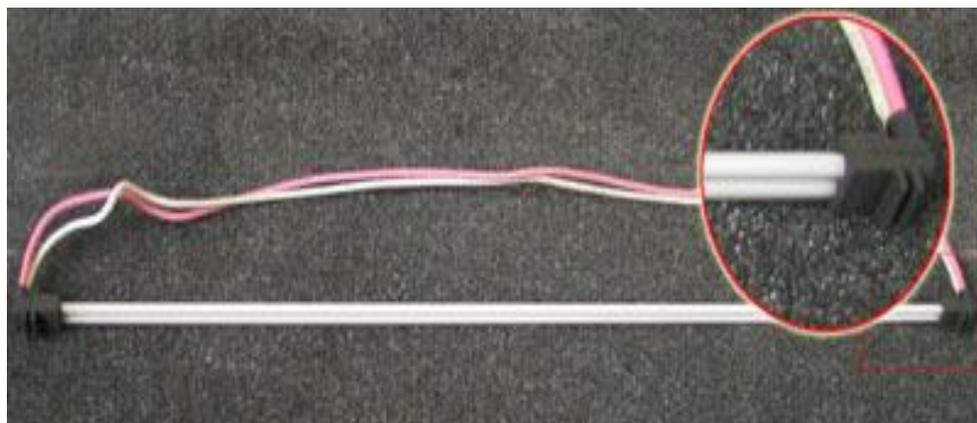


Рисунок 17 Лампа с холодным катодом

Лампа сканера закреплена на пластмассовом шасси сканирующей каретки непосредственно над отражателем. Сам отражатель имеет форму рефлектора (эффективного «собирателя» и отражателя света) в форме увеличительного зеркала. Свет от него усиливается, чтобы ярко осветить объект на планшете. Отразившись от оригинала на стекле, свет проходит сквозь щель шасси (на фотографии ее контур выделен голубым цветом) и принимается первым, самым длинным зеркалом оптической системы.

Среди очевидных преимуществ лампы с холодным катодом можно отметить большой срок службы, который составляет 5 000 – 10 000 часов. По этой причине в некоторых сканерах не используются отключение лампы после завершения операции сканирования. Кроме этого, лампы не требуют какого-то дополнительного охлаждения и очень дешевы при производстве. Из недостатков - очень медленное включение. Типовое время разогрева лампы от 30 секунд до нескольких минут.

Лампа оказывает важное воздействие на результат сканирования. Даже при небольшом уходе характеристик источника света изменяется и падающий на приемную матрицу отраженный от оригинала световой поток. Отчасти поэтому и нужно столь длительное время разогрева лампы перед сканированием. Некоторые драйверы позволяют уменьшить время разогрева, если качество оцифровки не так важно (например, при сканировании текстовой информации). Чтобы как-то скомпенсировать уход характеристик лампы (а это неизбежно происходит при длительной эксплуатации аппарата), сканеры автоматически выполняют процедуру самокалибровки по черно-белой мишени, располагающейся внутри корпуса.

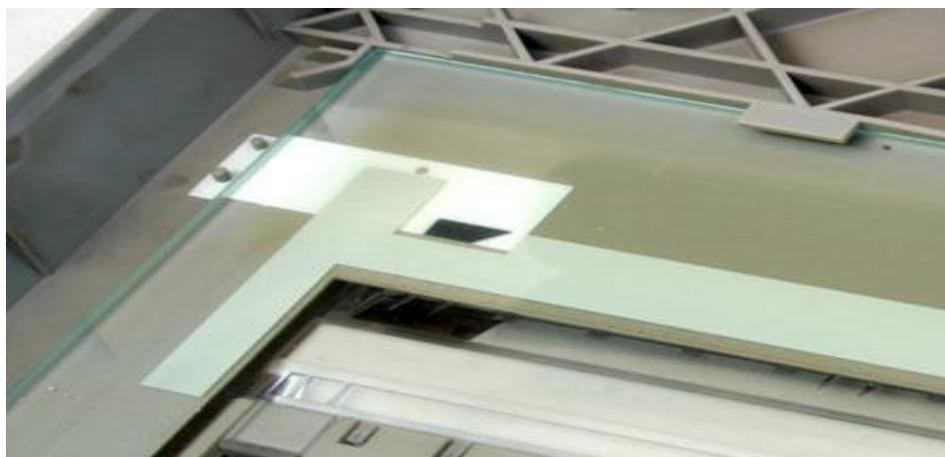


Рисунок 18

На рисунке 18 хорошо видна цветовая мишень, по которой сканер подстраивает цвета перед сканированием, компенсируя "старение" лампы. Здесь видно также и то, что с течением времени тускнеет не только перманентно освещаемая лампой внутрикорпусная пластмасса, но и сама калибровочная мишень. Это, в свою очередь, приводит к уходу цветов и увеличению цветовых искажений.

Принцип работы АЦП

Аналого-цифровой преобразователь занимается переводом аналоговых сигналов в цифровую форму. Этот интересный процесс можно представить следующим образом. Сначала АЦП как бы "взвешивает" входное напряжение. Затем, когда напряжение изменено, АЦП представляет данные процессору, но уже в виде цифр.

Что же происходит на выходе АЦП, при смене входного напряжения? Подадим, к примеру, на вход преобразователя 4 Вольта, потом 9 Вольт. На его выходе появятся следующие вариации цифр: сначала 00000100, затем 00001001. В двоичном коде это цифры 4 и 9. Количество же нулей и единиц, которыми АЦП выражает измеренное значение – это его разрядность, которая измеряется в битах. Такой параметр, как разрядность преобразователя крайне важен для сканера, ведь он характеризует точность измерения входного сигнала.

Сегодня можно увидеть недорогие сканеры, в которых работают преобразователи с разрядностью от 24 до 48 бит. Теоретически всегда лучше выбирать сканер, у которого разрядность больше. При этом следует учитывать одну тонкость: иногда производители крупно пишут на коробках "48 bit", а где-нибудь в уголке мелким шрифтом уточняют: "software 48 bit, hardware 36 bit". Это означает, что большая красивая цифра не имеет ничего общего с точности установленного в сканере АЦП, а реальная разрядность в этом случае составляет 36 бит. Именно на нее и следует ориентироваться. Следует признать, что в домашней практике различия между результатами работы 36-ти и 42-х-битных сканеров практически незаметны (человеческий глаз способен различить примерно 24 бита цветовых оттенков, т.е. около 16,7 млн.). В нашем случае, разрядность преобразователя и глубина цвета – это одно и то же. Ведь преобразователь рассчитывает не что иное, как цвета точек, из которых складывается изображение. Чем больше разрядность преобразователя, тем достовернее сканер может передать цвет каждой точки изображения. Соответственно, тем больше изображение будет походить на оригинал.

Процессор

Современные сканеры оснащают специализированными процессорами. В число задач такого процессора входит согласование действий всех цепей и узлов, а также формирование данных об изображении для передачи персональному компьютеру. В некоторых моделях сканеров на процессор возлагаются также функции контроллера интерфейса.

Список программных инструкций для процессора хранится в микросхеме постоянной памяти. Данные в эту микросхему записываются производителем сканера на этапе производства. Содержимое микросхемы называется "микропрограммой" или "firmware". У некоторых профессиональных сканеров предусмотрена возможность ее обновления, но в недорогих моделях для дома и офиса это обычно не требуется.

Помимо микросхемы постоянной памяти в сканерах используется и оперативная память, играющая роль буфера (ее типовые значения – 1 или 2 Мбайт). Сюда направляется сканируемая информация, которая практически сразу передается на ПК. После отправки содержимого из памяти персональному компьютеру, процессор обнуляет буфер для формирования новой посылки. Инструкции для процессора также заносятся в ячейки оперативной памяти, но уже самого процессора. Организация его памяти построена по принципу конвейера, т.е. после выполнения инструкции, стоящей в очереди первой, ее место занимает вторая, а место последней – новая инструкция.

Объем оперативной памяти сканера ранее указывался производителями в технических спецификациях сканеров. Однако, т.к. данный параметр практически не сказывается на быстродействии аппарата, в современных сканерах он часто умалчивается. Умалчивается он и в том случае, если конкретный сканер использует некоторую область оперативной памяти самого компьютера, что реализуется средствами драйвера.

Контроллер интерфейса

За обмен информацией и командами между сканером и компьютером отвечает контроллер интерфейса (Рисунок 19). Данная микросхема может отсутствовать в том случае, если процессор располагает интегрированным модулем контроллера. Сегодняшний ассортимент SOHO-сканеров ограничивается интерфейсами USB, FireWire и SCSI. Совершенно очевидно, что в аппаратах с разными интерфейсами установлены такие же разные контроллеры.

SCSI (Small Computer Systems Interface). Сканеры с интерфейсом SCSI были наиболее распространены несколько лет назад. Надо признать, что эра SCSI-сканеров подходит (или уже подошла) к концу. Основная причина – появление высокоскоростных интерфейсов USB и FireWire, не требующих ни особой деликатности при подключении, ни дополнительных адаптеров. Среди достоинств SCSI-интерфейса можно выделить его высокую пропускную способность, а также возможность подключения до семи различных устройств на одну шину. Из основных недостатков SCSI – высокую стоимость организации интерфейса и необходимости задействования дополнительного контроллера.

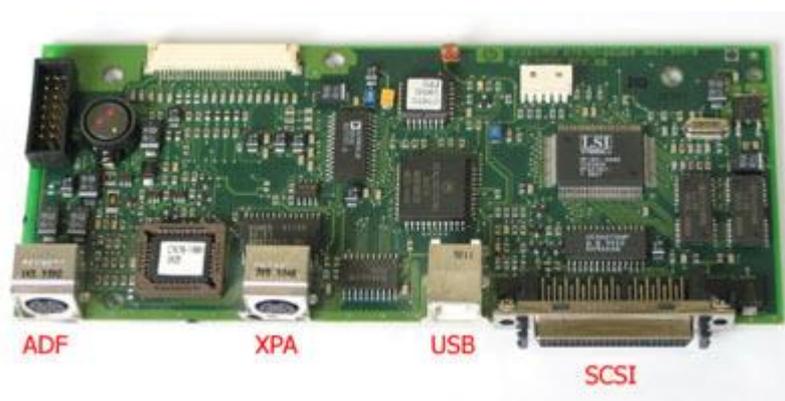


Рисунок 19 - Интерфейсная плата сочетает SCSI- и USB-порты, а также располагает двумя гнездами для подключения дополнительных модулей

USB (Universal Serial Bus). Интерфейс USB получил самое широкое распространение благодаря его интеграции во все современные системные платы в качестве основного разъема для периферийных устройств. Сегодня абсолютное большинство сканеров для дома выпускается именно с USB-интерфейсом. Кроме того, группа CIS-сканеров получает необходимое питание по USB-порту, чем привлекает владельцев портативных компьютеров. Согласитесь, такое качество не реализуешь посредством SCSI.

FireWire (IEEE1394). При выборе типа подключения, по крайней мере, для меня FireWire-интерфейс является более предпочтительным. FireWire представляет собой последовательный высокоскоростной интерфейс ввода/вывода, отличаясь от USB тем, что для обеспечения соединения он не требует управляющего контроллера. Организация его работы выполнена по схеме peer-to-peer. Собственно за счет этого и достигается более низкая (в сравнении с USB) загрузка центрального процессора.

В скором времени свет увидят периферийные устройства с новой модификацией этого интерфейса – FireWire 800 (IEEE1394b). Именно тогда он станет самым скоростным среди периферийных стандартов, которые когда-либо были разработаны.

Протяжный механизм

Основной подвижный модуль сканера – его сканирующая каретка. В нее входят оптический блок, с системой линз и зеркал, светочувствительная матрица, лампа с холодным катодом (если это CCD-сканер) и плата инвертора. К сканирующей каретке жестко закреплен зубчатый протяжный ремень, который приводит в движение шаговый двигатель аппарата (Рисунок 20).



Рисунок 20 - Место крепления ремня к сканирующей каретке



Рисунок 21 - Элементы протяжного механизма

За плотный контакт ремня с шестеренками отвечает специальная натяжная пружина, которая надевается непосредственно на него. Лафет со сканирующей кареткой перемещается по направляющим салазкам, вдоль корпуса аппарата (рисунок 21).

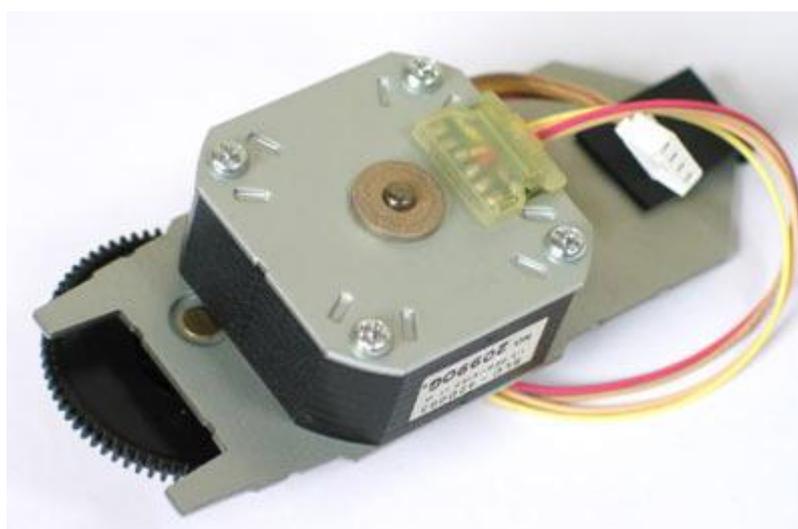


Рисунок 22 - Шаговый двигатель

Двигатель сканера

Шаговый электродвигатель (Step Motor) может поворачивать шпиндель в обе стороны совсем небольшими шажками (рисунок 22). Из-за этой особенности всегда есть

возможность переместить каретку сканера на строго определенное расстояние. Такой двигатель есть в каждом планшетном сканере. Он вращает редуктор (шестеренки, которые вы видите на фотографии) и приводит в движение каретку, в которой заключен оптический блок, лампа, и матрица. За выбор направления и скорости вращения отвечает специальная микросхема – контроллер двигателя. Точность перемещения каретки называют механическим разрешением по направлению "Y" (Y-direction).

Оптическое разрешение определяется числом элементов линии матрицы, деленное на ширину рабочей области (рисунок 23). Механическое – число шагов сканирующей каретки по направлению движения Y. В спецификациях к сканерам можно встретить обозначения, типа, "600x1200". Здесь вторая цифра и есть механическое разрешение, тогда как первая характеризует оптическое разрешение сканера. Различают также интерполированное разрешение, которое иногда на несколько порядков больше значений оптического, но никак не зависит от физического оснащения аппарата. Функции интерполирования (увеличения оригинального изображения) исполняет программное обеспечение сканера.



Рисунок 23 - Оптическое разрешение сканера – направление X, а его механическое разрешение – направление Y

Сердечник двигателя с внешней стороны соединен зубчатой передачей, представляющей простейший редуктор (рисунок 24). Его большая шестеренка и протягивает ремешок, к которому закреплена сканирующая каретка. Устройство статора шагового двигателя приведено на рисунке 25.



Рисунок 24 - Редуктор



Рисунок 25 - Устройство статора шагового двигателя

Блок питания

Домашние или офисные сканеры потребляют не слишком много энергии от сети, поэтому в блоках питания SOHO-аппаратов не найти мощных элементов т.к. для источника света – лампы с холодным катодом, требуется высокое напряжение в несколько киловольт, за ее питание отвечает блок питания сканера (рисунок 26).



Рисунок 26 - Блок питания сканера

Дополнительные устройства

Для многих планшетных сканеров выпускаются сопутствующие дополнительные приспособления, в большинстве случаев приобретаемые отдельно. Из таковых можно отметить автоподатчик документов и адаптер для сканирования прозрачных оригиналов (слайд-адаптер) (рисунок 27).



Рисунок 27 - Сканер с автоподатчиком документов

Автоподатчик бумаги требуется в тех случаях, когда приходится сканировать множество печатных листов стандартного формата. Удостовериться, что к сканеру можно подключить автоподатчик достаточно просто. Для этого можно просто взглянуть на панель подключений и убедиться в наличии гнезда ADF (Automatic Document Feeder). Следует заметить, что автоподатчик документов всегда "привязан" к конкретной модели сканера, либо к серии моделей. Универсального податчика не существует! Причина заключается в том, что данное устройство управляется с интерфейсной платы сканера. Понятно, что работа податчика невозможна при отсутствии связи со сканером, поэтому при покупке будьте внимательны, и удостоверьтесь, что ваш сканер поддерживает работу с конкретным автоподатчиком.



Рисунок 28 - Вид на прозрачное окошко автоподатчика документов с другой стороны стекла

Работает автоподатчик следующим образом. После этапа автокалибровки и проверки готовности сканер позиционирует каретку перед прозрачным окном автоподатчика. Затем, с его входного лотка поочередно забираются листовые оригиналы, и при проходе через означенное окно они оцифровываются.

Слайд-адаптер представляет собой дополнительное приспособление, предназначенное для оцифровки прозрачных оригиналов (пленок, слайдов и негативов). Существуют два типа таких адаптеров: пассивный, который использует лампу сканера, и активный, просвечивающий прозрачный оригинал собственной лампой.

Активный слайд-адаптер оснащен собственным источником света, просвечивающим прозрачный оригинал. Некоторые модели таких слайд-адаптеров имеют подвижную каретку с источником света, которая приводится двигателем и протяжным механизмом. Источник света перемещается вдоль направляющей, согласно позиционирования каретки сканера. Собственная лампа сканера при этом отключается. Сегодня более распространены модели сканеров для дома и офиса без подвижных частей в модуле слайд-адаптера. Его источник света встроен в крышку сканера и занимает всю ее полезную поверхность. Для согласования адаптера со сканером из крышки выходит провод с разъемом, подключающийся к специальному гнезду на задней панели аппарата (оно обозначается аббревиатурой ХРА). Активизация лампы адаптера происходит автоматически при смене типа оригинала в управляющей программе, что дополнительно сообщается индикатором в крышке сканера. Прозрачные оригиналы устанавливаются в прилагаемые в комплекте шаблоны, которые поддерживают: ленту 35 мм пленки из 12 кадров, четыре 35 мм слайда вставленных в рамки, пленки 120/220 (6 x 9 см) / 4 x 5". Ну а сами шаблоны кладутся на стекло сканера. Во время сканирования, поток света проходит сквозь прозрачный оригинал, и, попадая на вход оптической системы сканера, обрабатывается аналогичным (как и непрозрачный оригинал) образом. Понятно, что такие свойства сканера, как оптическое разрешение и глубина света при использовании слайд-адаптера не меняются, чего

не скажешь о диапазоне оптических плотностей. Этот параметр сканера напрямую зависит от яркости источника света и времени экспонирования. Представить это можно так: чем темнее оригинал, тем меньше света он пропускает, тем дольше нужно времени, чтобы накопители ССD-матрицы собрали нужное количество заряда. Самый темный из прозрачных оригиналов – это рентгеновские пленки (до 3.6D). Чтобы получить с них качественный скан, нужен яркий источник света. Однако диапазон воспроизводимых оптических плотностей сканера отнюдь не определяется только лишь яркостью лампы. Главным образом он зависит от разрядности (или точности) аналого-цифрового преобразователя, качества оптической системы и способностей светочувствительной матрицы.

Пассивный слайд-модуль устроен проще, нежели активный. Такой адаптер использует в качестве источника света лампу самого сканера. Интенсивность светового потока в этом случае существенно ниже, чем в случае с активным адаптером.

Контрольные вопросы

- 1 Устройство и принцип работы сканера.
- 2 Устройство трехпроходного сканера.
- 3 Устройство однопроходного сканера.
- 4 Основные характеристики сканеров.
- 5 Основные блоки сканеров и их устройство.
- 6 Интерфейсы сканеров.
- 7 Матрицы сканеров их назначение и принцип работы.

Литература

1 Партыка Т.Л. Периферийные устройства вычислительной техники: учеб. пособие / Т.Л. Партыка, И.И. Попов. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2007. – 432 с.

1 Гинсбург А. Периферийные устройства / А. Гинсбург, М. Милчев, Ю. Солоницин. - СПб.: Питер, 2001. - 448 с.

2 Гук М. Дисковая подсистема ПК / М. Гук. - СПб.: Питер, 2001.- 336 с.

3 Устройство компьютера / В.И. Мураховский и др.; под ред. С.В. Симоновича. - М.: АСТ-ПРЕСС КНИГА, 2004. - 640 с.

1 Мячев А.А. Системы ввода – вывода ЭВМ / А.А. Мячев. – М.: Энерготомиздат, 1983. – 230 с.

2 Иванов Е.Л. Периферийные устройства ЭВМ и систем: учеб. пособие для вузов по спец. «ЭВМ» / Е.Л. Иванов, И.М. Степанов, К.С. Хомяков. – М.: Высшая школа, 1987. – 319 с.