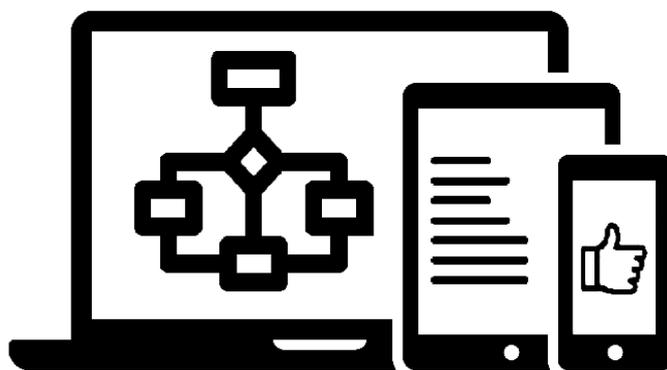


МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Программное обеспечение информационных технологий»

ЭВМ, ПЕРИФЕРИЙНЫЕ УСТРОЙСТВА И КОНТРОЛЛЕРЫ

*Методические рекомендации к лабораторным работам
для студентов направлений подготовки
09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»
и 09.03.04 «Программная инженерия» очной формы обучения*



УДК 004.35: 004.3
ББК 32.973.202-04
Э45

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Программное обеспечение информационных технологий» «26» апреля 2024 г., протокол № 10

Составитель ст. преподаватель В. М. Прудников

Рецензент канд. техн. наук, доц. И. В. Лесковец

Методические рекомендации к лабораторным работам по дисциплине «ЭВМ, периферийные устройства и контроллеры» предназначены для студентов направлений подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» и 09.03.04 «Программная инженерия» очной формы обучения. Приведен список литературы для подготовки к лабораторным работам.

Учебное издание

ЭВМ, ПЕРИФЕРИЙНЫЕ УСТРОЙСТВА И КОНТРОЛЛЕРЫ

Ответственный за выпуск	В. В. Кутузов
Корректор	А. А. Подошевка
Компьютерная верстка	Н. П. Полевничая

Подписано в печать . Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 16 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/156 от 07.03.2019.
Пр-т Мира, 43, 212022, г. Могилев.

© Белорусско-Российский
университет, 2024

Содержание

Введение.....	4
1 Лабораторная работа № 1. Архитектура ПЭВМ.....	5
2 Лабораторная работа № 2. Материнская плата ПЭВМ.....	7
3 Лабораторная работа № 3. Аппаратные интерфейсы внешних запоминающих устройств.....	9
4 Лабораторная работа № 4. Методы записи и кодирования данных на магнитных носителях.....	14
5 Лабораторная работа № 5. Накопитель на жестких магнитных дисках. Конструкция, особенности функционирования и порядок подготовки к использованию.....	19
6 Лабораторная работа № 6. Накопитель на жестких магнитных дисках. Тестирование и исследование параметров.....	21
7 Лабораторная работа № 7. Накопитель на дисковых массивах RAID. Особенности построения.....	23
8 Лабораторная работа № 8. Клавиатура. Устройство и принцип работы.....	29
9 Лабораторная работа № 9. Манипулятор «мышь». Устройство и принцип работы.....	31
10 Лабораторная работа № 10. Применение сканера. Порядок сканирования.....	34
11 Лабораторная работа № 11. Мониторы на жидких кристаллах. Устройство и принцип действия.....	36
12 Лабораторная работа № 12. Лазерный принтер. Устройство и принцип действия.....	40
Список литературы.....	43
Приложение А. Пример оформления отчета.....	45

Введение

Целью преподавания дисциплины «ЭВМ, периферийные устройства и контроллеры» является обучение студентов принципам построения и организации периферийных устройств в составе автоматизированных систем обработки информации, формирование устойчивых навыков по их применению.

Методические рекомендации помогут студентам в подготовке к выполнению лабораторных работ по дисциплине.

Даны методические рекомендации к выполнению лабораторных работ по дисциплине «ЭВМ, периферийные устройства и контроллеры» с использованием лекционного материала, а также приведены задания к ним и список литературы.

1 Лабораторная работа № 1. Архитектура ПЭВМ

Цель работы: изучить назначение и особенности построения структурной схемы ПЭВМ.

Порядок выполнения работы

- 1 Изучить теоретические положения, сделав выписки в конспект.
- 2 Выполнить задание, полученное у преподавателя.
- 3 Оформить отчет: структурная схема IBM PC-совместимого компьютера с пояснениями назначения его компонентов.

Основные теоретические положения

Архитектура современной ПЭВМ (англ. PC – Personal Computer) реализуется в виде её структурной схемы.

Структурная схема современного IBM PC-совместимого компьютера приведена на рисунке 1.1.

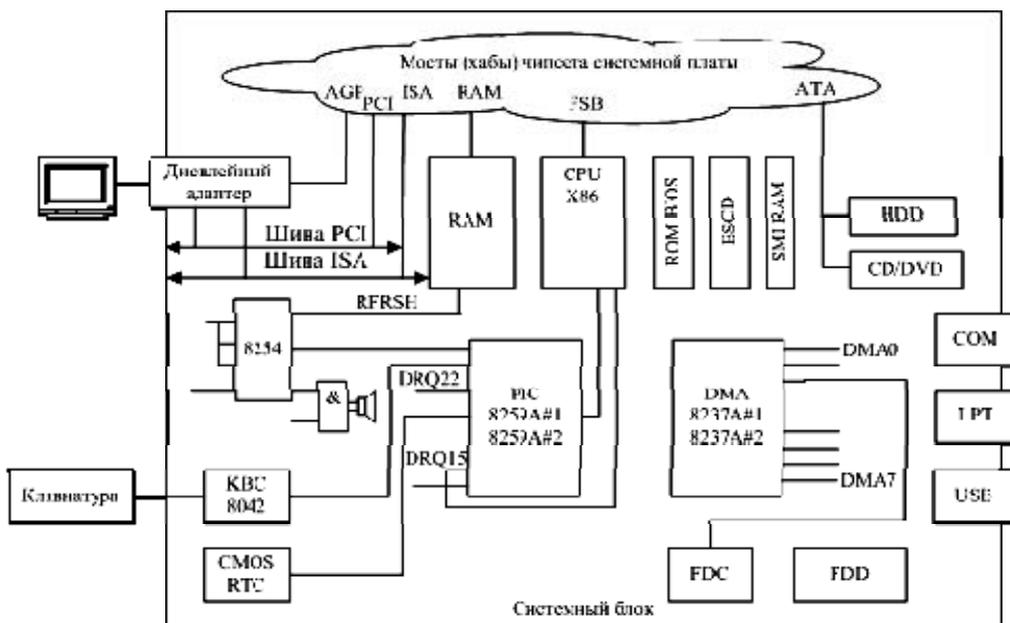


Рисунок 1.1 – Структурная схема IBM PC-совместимого компьютера

Ядром компьютера является процессор (CPU), один или несколько, ОЗУ (RAM), ПЗУ с BIOS (ROM BIOS) и интерфейсные средства, связывающие их между собой и с остальными компонентами.

Эти средства на рисунке изображены в виде «облака», поскольку их формы разнообразны (шины, хабы). Это «облако» обычно имеет интерфейсы одной или нескольких шин расширения (PCI, PCI-E, ...), а также порта AGP.

Стандартная архитектура PC определяет набор обязательных средств ввода-вывода и поддержки периферии – системы аппаратных прерываний, системы прямого доступа к памяти (DMA), трехканальный счетчик (8254),

интерфейс клавиатуры и управления (КВС 8042), канал управления звуком, память и часы (CMOS RTC). На рисунке изображены лишь логические связи между этими устройствами; подразумевается, что с помощью средств того же «облака» они представлены своими стандартизованными регистрами в общедоступном пространстве ввода-вывода.

Также подразумевается, что все компоненты получают требуемое питание, что превращает весь этот набор компонентов в работоспособный компьютер. Конечно же, он должен быть дополнен периферией: дисплеем со своим адаптером, подключаемым к порту AGP, шине расширения или прямо в «облако», контроллерами шин периферийных устройств (ATA, SCSI, SATA, USB, ...), интерфейсов портов (COM, LPT, GAME...), дисководов, аудиосредств и пр.

«Облако» вместе со средствами ввода-вывода и поддержки периферии реализуется чипсетом системной платы, который обычно включает в себя и вышеперечисленные интерфейсы.

Любой PC-совместимый компьютер имеет следующие характерные черты:

- процессор;
- специфическая система распределения пространства адресов памяти;
- традиционное распределение адресов пространства ввода-вывода с фиксированным положением обязательных портов и совместимостью их программной модели;
- систему аппаратных прерываний, позволяющую периферийным устройствам сигнализировать процессору о необходимости исполнения некоторых обслуживающих процедур;
- систему прямого доступа к памяти, позволяющую периферийным устройствам обмениваться массивами данных с оперативной памятью, не отвлекая на это процессор;
- набор системных устройств и интерфейсов ввода-вывода;
- унифицированные по конструктиву и интерфейсу шины расширения (PCI, PCI-E, PC Card, Card Bus и т. д.), состав которых может варьироваться в зависимости от назначения и модели компьютера;
- базовую систему ввода-вывода (BIOS), выполняющую начальное тестирование и загрузку операционной системы, а также имеющую набор функций, обслуживающих системные устройства ввода-вывода.

Логическая структура памяти PC обусловлена особенностями системы адресации процессоров. Основную часть адресного пространства занимает оперативная память. Объем установленной памяти определяется тестом POST при начальном включении (перезагрузке) компьютера, начиная с младших адресов. Натолкнувшись на отсутствие памяти (ошибку), тест останавливается на достигнутом и сообщает системе объем реально работающей памяти.

Аппаратные прерывания обеспечивают реакцию процессора на события, происходящие асинхронно по отношению к исполняемому программному коду. По возникновении такого события адаптер (контроллер) устройства формирует запрос прерывания, который поступает на вход контроллера прерываний. Контроллер прерываний формирует общий запрос прерывания для процессора,

а когда процессор подтвердит этот запрос, контроллер сообщит процессору вектор прерывания, по которому выбирается программная процедура обработки прерываний. Процедура должна выполнить действия по обслуживанию данного устройства, включая сброс его запроса для обеспечения возможности реакции на следующие события и посылку команды завершения в контроллер прерываний.

Логика работы системы прерываний и программная модель контроллера прерываний является важной частью стандартизации архитектуры РС-совместимых компьютеров.

Каждому устройству, для поддержки работы которого требуются прерывания, должен быть назначен свой номер прерывания. Назначения номеров прерываний выполняются с двух сторон: во-первых, адаптер, нуждающийся в прерываниях, должен быть сконфигурирован на использование конкретной линии шины (джамперами или программно). Во-вторых, программное обеспечение, поддерживающее данный адаптер, должно быть проинформировано о номере используемого вектора.

В процессе назначения прерываний может участвовать система PnP (англ. Plug and Play) для шин, для распределения линий запросов между шинами служат специальные параметры CMOS Setup.

2 Лабораторная работа № 2. Материнская плата ПЭВМ

Цель работы: изучить назначение, особенности построения и характеристики материнской платы ПЭВМ.

Порядок выполнения работы

- 1 Изучить теоретические положения, сделав выписки в конспект.
- 2 Выполнить задание, полученное у преподавателя.
- 3 Оформить отчет: таблица сравнения характеристик аппаратных интерфейсов размерностью не менее пяти интерфейсов и не менее семи характеристик.

Основные теоретические положения

Системная плата. Все компоненты центральной части компьютера находятся на системной плате (system board), иногда называемой материнской (mother board), основной или главной платой (main board).

Системные платы отличаются друг от друга формфакторами (form factor) – физическими параметрами платы, определяющими тип корпуса, в котором она может быть установлена.

Существует несколько наиболее распространенных формфакторов, учитываемых при разработке системных плат. Формфакторы системных плат бывают двух типов: нестандартные и стандартные (взаимозаменяемые).

Нестандартные формфакторы являются препятствием для модернизации

компьютера.

Современные формфакторы в основном являются промышленным стандартом, гарантирующим совместимость каждого типа плат. Это означает, что системная плата, например ATX, может быть заменена другой платой того же типа.

Материнские платы имеют следующие формфакторы. Устаревшие: Baby-AT; Mini-ATX; полноразмерная плата AT; LPX; современные: ATX; micro-ATX; Flex-ATX; NLX; WTXf CEB; внедряемые: Mini-ATX и Nano-ITX; Pico-ITX; BTX, MicroBTX и PicoBTX; независимые разработки компаний Compaq, Packard Bell, Hewlett-Packard и т. д.

Материнские платы могут содержать следующие компоненты:

- гнездо для процессора;
- набор микросхем системной логики (компоненты North/South Bridge или Hub);
- микросхему Super I/O;
- базовую систему ввода-вывода (ROM BIOS);
- гнезда модулей памяти DIMM/RIMM для установки модулей памяти типа SDRAM/DDR/DDR2/DDR3/DDR4/DDR5 (разные для каждого типа памяти). Чаще всего их 3–4, хотя на компактных платах можно встретить только два таких слота;
- разъемы шин ISA/PCI/AGP;
- разъемы шин IDE и/или SATA для подключения дисковых накопителей – жестких дисков и оптических приводов. Все дисковые накопители подключаются к системной плате с помощью специальных кабелей, в разговорной речи также называемых «шлейфами»;
- разъем для floppy-дисководов (3,5-й дискеты), в настоящее время не используются;
- разъем AMR (Audio Modem Riser);
- разъем CNR (Communications and Networking Riser);
- интегрированные аудио- и видеоадаптеры;
- недалеко от процессора располагаются разъемы для подключения питания (чаще всего двух типов – 24-контактный ATX и 4-контактный ATX12V для дополнительной линии +12 В) и двух-, трех- или четырехфазный модуль регулирования напряжения VRM (Voltage Regulation Module), состоящий из силовых транзисторов, дросселей и конденсаторов. Этот модуль преобразует, стабилизирует и фильтрует напряжения, подаваемые от блока питания;
- заднюю часть системной платы занимает панель с разъемами для подключения дополнительных внешних устройств – монитора, клавиатуры и мыши, сетевых, аудио- и USB-устройств;
- батарея.

Кроме вышеперечисленных слотов и разъемов, на любой системной плате имеется большое количество вспомогательных джамперов (перемычек) и разъемов. Это могут быть и контакты для подключения системного динамика и кнопок и индикаторов на передней панели корпуса, и разъемы для подключения вентиляторов, и контактные колодки для подключения дополнительных

аудиоразъемов и разъемов USB, FireWire и многих других.

Основа материнской платы – набор ключевых микросхем, также называемый набором системной логики или чипсетом. Тип чипсета, на котором построена материнская плата, целиком и полностью определяет тип и количество комплектующих устройств, из которых состоит компьютер, а также его потенциальные возможности.

Две любые платы с одинаковым набором микросхем функционально идентичны.

Набор микросхем системной логики включает в себя следующие основные компоненты:

- интерфейс шины процессора;
- контроллеры памяти;
- контроллеры шины;
- контроллеры ввода-вывода.

Набор микросхем соединяет процессор с различными компонентами компьютера. Процессор не может взаимодействовать с памятью, платами адаптера и различными устройствами без помощи наборов микросхем.

Набор микросхем определяет тип и быстродействие используемого процессора, рабочую частоту шины, скорость, тип и объем памяти, поэтому набор микросхем относится к числу наиболее важных компонентов системы.

Контрольные вопросы

- 1 Что называется формфактором системной платы?
- 2 Что определяет спецификация ATX?
- 3 Какие существуют формфакторы системной платы семейства ATX?
- 4 В чем различия формфакторов системной платы семейства ATX?
- 5 Что называется чипсетом?

3 Лабораторная работа № 3. Аппаратные интерфейсы внешних запоминающих устройств

Цель работы: изучить назначение, особенности построения и характеристики аппаратных интерфейсов внешних запоминающих устройств (ВЗУ).

Порядок выполнения работы

- 1 Изучить теоретические положения, сделав выписки в конспект.
- 2 Оформить отчет: таблица сравнения характеристик аппаратных интерфейсов размерностью не менее пяти интерфейсов и не менее семи характеристик.

Основные теоретические положения

Разнообразие периферийных устройств способствовало появлению у современных персональных компьютеров большого количества периферийных

портов. Тенденции развития направлены на увеличение скорости передачи данных по интерфейсному соединению, а также на унификацию способов подключения устройств.

Унификация интерфейсов несет в себе много преимуществ как производителям, так и пользователям. К тому же современные стандарты позволяют подключать устройства через повторители (repeater) и концентраторы (hub), что резко сокращает количество проводов на столе пользователя. Следует отметить, что существуют однонаправленные (*симплексные*) интерфейсы (данные передаются в одну сторону) и двунаправленные (*дуплексные*) – обмен в обе стороны. Когда устройства проводят двусторонний обмен данными по очереди, разделяя одну сигнальную линию, то интерфейс называется *полудуплексным*. Помимо этого, передача может идти *последовательно* (побитно) и *параллельно* по нескольким линиям группами битов: тетрадами (nibble), байтами или словами.

3.1 Интерфейс ATA (IDE, PATA)

Интерфейс появился в результате переноса контроллера жесткого диска ближе к накопителю, т. е. создания устройств со встроенным контроллером – IDE (Integrated Drive Electronics). Стандартный для AT контроллер жесткого диска был перенесен на плату электроники накопителя с сохранением регистровой модели.

Устройства IDE имеют ряд преимуществ перед устройствами с отдельным контроллером:

- за счет минимального удаления контроллера от диска удается существенно повысить быстродействие;
- снимается проблема совместимости накопителей и контроллеров по физическим форматам записи;
- упрощается схемотехника адаптера и подключение устройств к шине компьютера.

В настоящее время в качестве официального названия интерфейса устройств IDE, ориентированного на подключение к шинам ISA и родственным им, применяют аббревиатуру ATA (AT Attachment – средства подключения к компьютеру AT).

Соответственно, пропускная способность в режимах:

- PIO Mode 4 – 16,5 МБ/с;
- Ultra DMA33 – 33 МБ/с;
- Ultra DMA66 – 66 МБ/с (работа осуществляется по обоим фронтам тактирующего сигнала и используется 80-жильный кабель, в котором сигнальные провода экранированы друг от друга заземленными, что позволило существенно улучшить временные параметры сигнала);
- Ultra DMA100 – 100 МБ/с;
- UltraDMA133 – до 133 МБ/с.

Тут, как обычно, максимальная пропускная способность недостижима, и в любом случае скорость передачи ограничивается скоростью линейного

чтения с диска. Единственный случай, когда скорость может приближаться к максимальной, – если данные берутся непосредственно из буфера накопителя.

Интерфейс ATA (IDE) является самым массовым, у него есть ряд достоинств, но есть и недостатки, в ряде случаев делающие его применение нежелательным.

Плюсы АТА:

- низкая цена устройств и кабелей, отсутствие потребности в терминаторах;
- легкость конфигурирования устройства (у современных устройств его положение указывается одним джампером);
- относительно высокая скорость передачи данных;
- высокая эффективность в простых конфигурациях (при отсутствии потребности в одновременной работе с двумя устройствами на одной шине).

Минусы АТА:

- малое количество подключаемых устройств. К одной шине могут подключаться не более двух устройств, типовое количество шин – 2, максимальное – 4 (предел – восемь устройств в компьютере);
- используется только для подключения внутренних устройств (правда, в их число могут входить и съемные накопители).

3.2 Интерфейс Serial ATA

Для реализации большей пропускной способности был выбран путь последовательной передачи данных: разрядность шины данных свели к минимуму и повысили тактовую частоту передачи.

Для повышения пропускной способности интерфейса и был создан последовательный интерфейс Serial ATA.

Новый стандарт, в котором реализован метод последовательной передачи данных, получил название Serial ATA (Serialized AT Attachment). В этом стандарте версии 1.0 предусмотрена максимальная пропускная способность 150 МБ/с, а об ограничениях на размеры дисков можно просто забыть на ближайшее время. В следующих версиях Serial ATA обеспечено удвоение скорости передачи, т. е. сначала 300 МБ/с, а затем и 600 МБ/с.

Serial ATA полностью программно совместим с Parallel ATA. Также SATA отличается малым энергопотреблением – всего 250 мВ (в отличие от стандартных 5 В у IDE).

3.3 Интерфейс SCSI

SCSI (Small Computer System Interface) – интерфейс системного уровня, стандартизированный ANSI. В отличие от «жестких» шин расширения SCSI реализуется в виде кабельного шлейфа.

Интерфейс SCSI используется как во внутренних устройствах, так и во внешних. По сути, контроллер SCSI позволяет не просто соединить устройства, а формирует своеобразную универсальную шину на системном уровне. Это дает возможность устройствам производить обмен друг с другом, минуя центральный процессор. SCSI-интерфейс позволяет подключать одновременно

до 15 устройств к одному контроллеру (Fast Wide SCSI, Wide Ultra SCSI, Wide Ultra2 SCSI, Ultra3 SCSI) внутреннего и внешнего исполнения. Каждое подключенное устройство получает свой номер.

Одно из них – *хост-адаптер* (Host Adapter) – связывает шину SCSI с системной шиной компьютера, семь других свободны для периферии. К шине могут подключаться дисковые внутренние и внешние накопители (винчестеры, сменные винчестеры, CD-ROM, магнитооптические диски и др.), стримеры, сканеры и другое оборудование, применяемое не только для IBM PC.

Плюсы SCSI:

- большое число устройств, которые можно подключить: до семи устройств – к одной узкой (или гибридной) шине контроллера и до 15 – к широкой. Контроллер может быть 2- и 3-канальным; контроллеров может быть установлено несколько;

- используется для подключения и внутренних, и внешних устройств;

- высокая скорость передачи данных по шине: у распространенных современных устройств и контроллеров Wide Ultra2 SCSI – 80 МБ/с, у «продвинутых» Ultra3 – от 160 до 320 МБ/с;

- высокая эффективность использования шины в многозадачных системах: на время выполнения команды (пока данные к передаче не готовы) устройство не занимает шину, освобождая ее для обмена контроллера с другими устройствами.

Минусы SCSI:

- высокая цена устройств и контроллеров, усугубляемая ценой кабелей и терминаторов;

- сложность конфигурирования (установка большого числа конфигурационных джамперов, правильная установка терминаторов).

3.4 Интерфейс USB

USB (Universal Serial Bus – универсальная последовательная шина) является промышленным стандартом расширения архитектуры PC, ориентированным на интеграцию с телефонией и устройствами бытовой электроники.

Версия 1.0 была опубликована в начале 1996 г., большинство устройств поддерживают версию 1.1, которая вышла осенью 1998 г., – в ней были устранены обнаруженные проблемы первой редакции.

Весной 2000 г. опубликована спецификация USB 2.0, в которой предусмотрено 40-кратное повышение пропускной способности шины. Первоначально (в версиях 1.0 и 1.1) шина обеспечивала две скорости передачи данных: *полная скорость FS* (full speed) – 12 Мбит/с и *низкая скорость LS* (Low Speed) – 1,5 Мбит/с. В версии 2.0 определена еще и *высокая скорость HS* (High Speed) – 480 Мбит/с, которая позволяет существенно расширить круг устройств, подключаемых к шине.

Сейчас широко применяется спецификация USB 3.0 и большинство чипсетов её поддерживают. В ней предусмотрено 10-кратное увеличение пропускной способности шины – до 4,8 Гбит/с (SuperSpeed). В одной и той же системе

могут присутствовать и одновременно работать устройства со всеми скоростями.

Шина USB с использованием промежуточных хабов позволяет соединять устройства, удаленные от компьютера на расстояние до 25 м. Возможно подключение до 127 устройств.

Архитектура USB определялась следующими критериями:

- легко реализуемое расширение периферии PC;
- дешевое решение, поддерживающее высокие скорости передачи;
- полная поддержка в реальном времени передачи аудио- и сжатых видеоданных;
- гибкость протокола для смешанной передачи изохронных данных и асинхронных сообщений;
- интеграция в технологию выпускаемых устройств;
- доступность в PC всех конфигураций и размеров;
- открытие новых классов устройств, расширяющих возможности PC.

Кабель USB содержит одну экранированную витую пару с импедансом 90 Ом – для сигнальных цепей и одну неэкранированную – для подачи питания (+5 В), допустимая длина сегмента – до 5 м.

С точки зрения пользователя привлекательны следующие черты USB:

- *простота* кабельной системы и подключений;
- *изоляция* подробностей электрического подключения от пользователя;
- *самоидентифицирующаяся* периферия, автоматическая связь устройств с драйверами и конфигурирование;
- *возможность* динамического подключения и реконфигурирования периферии.

3.5 Шина IEEE 1394 (FireWire)

Ни один из существовавших ранее стандартов внешних портов не позволял в реальном времени передавать видеоряд. Поэтому таким устройствам, как миниатюрные цифровые телекамеры, приходилось использовать свои собственные оригинальные интерфейсные платы.

Свое название – Fire on the Wire – шина получила за высокую скорость 100 Мбит/с и стандартизована как IEEE 1394. В дальнейшем стандарт был расширен, и рабочая скорость увеличилась до **400 Мбит/с** (для сравнения: передача 24-битного видео с разрешением 640×480 при 30 кадров/с образует поток в 210 Мбит/с).

Существует и **гигабитный** вариант IEEE 1394.2, в котором используется оптоволоконный соединительный кабель.

3.6 Fibre Channel (FCAL)

Последовательный интерфейс *Fibre Channel*, или *FCAL* (Fibre Channel Arbitrated Loop – кольцо волоконного канала с арбитражем), занимает промежуточное положение между интерфейсами периферийных устройств (SCSI-3) и технологиями локальных сетей. Этот интерфейс может иметь как *электри-*

ческую (коаксиальный кабель), так и *оптоволоконную* реализацию. В обоих случаях частота 1 ГГц обеспечивает скорость передачи данных 100 МБ/с. Медный кабель допускает длину шины до 30 м, оптический – до 10 км.

Имеется возможность подключения к шине до 126 устройств (а не 8 или 16, как для параллельного интерфейса).

В настоящее время FCAL применяется для подключения устройств внешней памяти к серверам, когда требуется высокая производительность в условиях значительного удаления устройств друг от друга.

Контрольные вопросы

1 Какие режимы доступа к памяти поддерживает интерфейс ATA (IDE, PATA)?

2 Чем в интерфейсе ATA определяется роль устройства в режиме CS?

3 Какие значения максимальной пропускной способности обеспечивают версии интерфейса SATA?

4 Какие режимы скорости передачи данных реализует USB 2.0?

5 Какую мощность питания могут обеспечить шины USB и IEEE 1394?

4 Лабораторная работа № 4. Методы записи и кодирования данных на магнитных носителях

Цель работы: изучить методы записи и кодирования данных на магнитных носителях.

Порядок выполнения работы

1 Изучить основные теоретические положения, сделав необходимые выписки в конспект.

2 Построить схемы кодированных данных (по образцу рисунков 4.1–4.3) для различных методов кодирования, заполнив шаблоны в отчете (приложение А) согласно варианту (таблица 4.1).

3 Проанализировать преимущества и недостатки каждого метода кодирования.

4.1 Метод записи данных на магнитных дисках

Метод записи данных на магнитных дисках не зависит от методов кодирования.

Методы кодирования данных взаимно несовместимы, но все они подразумевают один и тот же метод записи, используемый при многих видах кодирования данных и именуемый **методом записи без возвращения к нулю с инверсией (NRZ – Not Return Zero)**.

Запись по **методу NRZ** осуществляется путем изменения контроллером накопителя направления тока в обмотке записи на магнитной головке (МГ) чтения/записи. Это вызывает изменение на обратное направление магнитного

потока в сердечнике головки, что приводит к появлению на носителе участков с противоположной магнитной ориентацией.

Таблица 4.1 – Варианты заданий

Номер варианта	Данные для кодирования
1	10011010
2	00101101
3	01110011
4	11011110
5	10000100
6	00011010
7	11001110
8	00100001
9	11101000
10	01011001
11	10101001
12	01010110
13	00101111
14	00111101
15	11101101

При записи цифровых данных на магнитном носителе производится **изменение** направления тока записи в обмотке МГ. Таким образом, магнитный поток в МГ изменяет направление магнитного домена на противоположное и на поверхности носителя остаются *магнитные отпечатки* – переходы от одного направления домена к противоположному.

В процессе считывания данных с носителя в МГ индуцируются импульсы в моменты времени, когда под головкой оказываются переходы – *магнитные отпечатки*.

При считывании эти намагниченные участки вызывают перемены направления магнитного потока в головке, а отсутствие такой перемены на протяжении заданного интервала времени (такта) рассматривается как отсутствие *магнитного отпечатка*. Происходит ли перемена магнитного потока от положительного направления к отрицательному или обратно несущественно: имеет значение только сам **факт перемены полярности** (наличие или отсутствие *магнитного отпечатка*).

4.2 Методы кодирования данных на магнитных дисках

Методы кодирования сами по себе *не влияют* на перемены направления потока, а лишь задают их распределение во времени, так что картина этих перемен создает запись.

При выборе метода кодирования необходимо учитывать возможность

получения *высокой плотности, помехоустойчивости и достоверности, сложность трактов* записи и восстановления данных и ряд других факторов.

Трактом (или *каналом*) записи-воспроизведения называют совокупность аппаратных средств, позволяющих при операциях записи получать отпечатки на носителе в соответствии с тем или иным методом кодирования и восстанавливать записанную кодовую последовательность при операциях чтения. При магнитной записи основными компонентами тракта записи-воспроизведения являются магнитные головки (записи и воспроизведения), а также контроллер накопителя.

Все численные значения в лабораторной работе даются на примере гибкого магнитного диска (дискеты).

4.2.1 Частотная модуляция (FM – Frequency Modulation).

Кодирование по **методу частотной модуляции** можно было бы назвать кодированием с единичной плотностью. При этом методе в начале битового элемента записывается бит синхронизации, а в промежутках между последними – биты данных.

Битовый элемент определяется как минимальный интервал времени (при *постоянной* скорости вращения) для размещения бита данных на носителе. При чтении данных по окончании каждого битового элемента контроллер накопителя определяет значение считанного бита данных – 1 или 0 (рисунок 4.1).

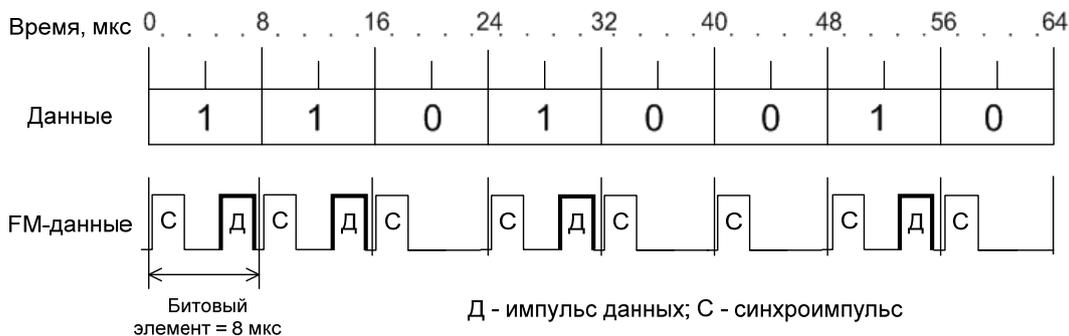


Рисунок 4.1 – Частотная модуляция

4.2.2 Модифицированная частотная модуляция (MFM – Modified Frequency Modulation).

Метод модифицированной частотной модуляции (рисунок 4.2) позволяет вдвое увеличить продольную плотность записи благодаря тому, что на тех местах, где при FM размещаются синхроимпульсы, теперь находятся биты данных. При этом методе длительность битового элемента сокращается вдвое – до 4 мкс.

Синхроимпульсы все-таки приходится использовать, но при MFM они записываются лишь в том случае, если в предшествующем и текущем битовых элементах не были записаны биты данных. При записи данных синхроимпульс размещается в начале битового элемента, а бит данных – в его середине, в точности так же, как при FM.

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что методы FM и MFМ являются *побитовыми* методами кодирования.

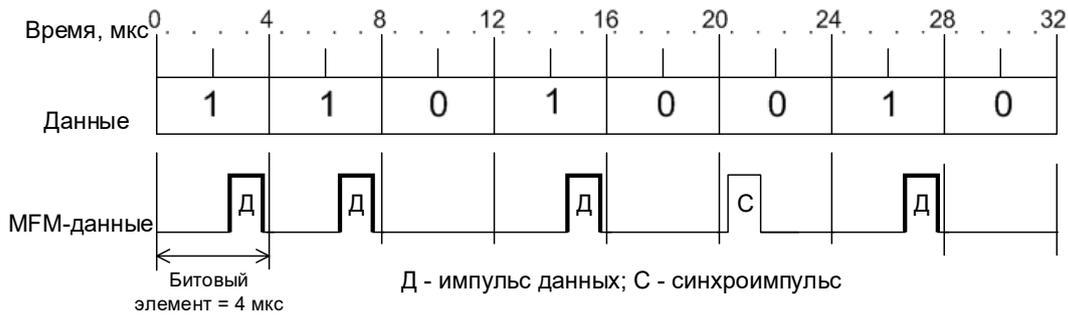


Рисунок 4.2 – Модифицированная частотная модуляция (MFМ)

4.2.3 Метод кодирования с ограничением расстояния между переходами намагниченности (*RLL – Run Limited Length*).

Одним из способов повышения информационной емкости диска может явиться запись и считывание одних только битов данных. Эта цель достигается в **методе кодирования с ограничением расстояния между переходами намагниченности**, при котором присущие MFМ трудности, связанные с образованием временных окон, снимаются прямым способом: *синхриимпульсы просто исключаются*.

Принцип RLL (рисунок 4.3): каждый байт поступающих данных разделяется на два полубайта, а затем полубайты кодируются специальным 5-разрядным кодом, отличающимся тем, что каждое число в нем содержит по меньшей мере одну переменную направления потока. При считывании каждые две 5-разрядные кодовые группы переводятся обратно в двоичные полубайты, объединяются и передаются в виде полного байта.

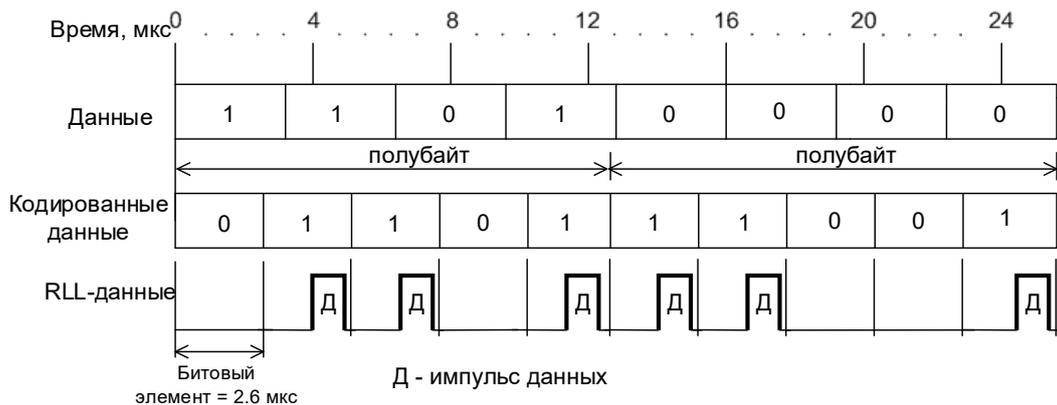


Рисунок 4.3 – Запись с групповым кодированием (RLL)

Особенность, требующаяся от 5-разрядного кода, следующая: в любом его числе не должно быть больше двух рядом стоящих 0. В любой используемой комбинации 5-разрядных кодов должно быть не больше двух стоящих рядом 0.

Из 32 кодовых комбинаций, возможных при 5-разрядном коде, этим условиям отвечают 16. Они и приняты для кодирования по методу RLL (таблица 4.2).

При RLL скорость передачи данных возрастает с 250 до 380 Кбит/с, а число перемен направления потока на единицу длины – до 3330 перемен/см.

При длительности битового элемента 2,6 мкс в худшем случае, возможном при RLL, а именно при двух рядом стоящих 0, в любом интервале 7,8 мкс будет по меньшей мере один импульс.

Поскольку этот максимальный интервал предсказуем, импульсы данных с равным успехом могут служить и для синхронизации, что делает метод RLL *самосинхронизирующимся* и *самотактируемым*.

Таблица 4.2 – Вариант RLL-кодирования

Шестнадцатеричное число	Двоичный полубайт	Кодовая группа RLL
0	0000	11001
1	0001	11011
2	0010	10010
3	0011	10011
4	0100	11101
5	0101	10101
6	0110	10110
7	0111	10111
8	1000	11010
9	1001	01001
A	1010	01010
B	1011	01011
C	1100	11110
D	1101	01101
E	1110	01110
F	1111	01111

Контрольные вопросы

- 1 Сущность метода записи данных на магнитных дисках.
- 2 Принцип работы индуктивной магнитной головки при записи.
- 3 Принцип работы индуктивной магнитной головки при чтении.
- 4 Что понимают под битовым элементом?

5 Лабораторная работа № 5. Накопитель на жестких магнитных дисках. Конструкция, особенности функционирования и порядок подготовки к использованию

Цель работы: изучить конструкцию, особенности функционирования и порядок подготовки к использованию НЖМД (накопитель на жёстких магнитных дисках, англ. Hard Disk Drive (HDD)).

Порядок выполнения работы

- 1 Изучить теоретические положения, сделав необходимые выписки в конспект.
- 2 Рассмотреть особенности конструкции на образцах НЖМД разных типов.
- 3 Оформить отчет.

Отчет содержит:

- состав элементов НЖМД;
- процесс включения и работы НЖМД – тезисно;
- выводы.

5.1 Конструкция НЖМД

Накопители на жестких магнитных дисках (НЖМД) по многим техническим характеристикам значительно превосходят НГМД (накопители на гибких магнитных дисках), обеспечивая более производительную и надежную работу ПЭВМ. Наименование диска «жесткий» подчеркивает его отличие от гибкого диска: магнитное покрытие наносится на жесткую подложку.

НЖМД содержат большее число прецизионных электромеханических узлов и механических деталей, поэтому значительно сложнее по конструкции, а следовательно, и дороже. Большинство моделей НЖМД, применяемых в ПЭВМ, выполняются встраиваемыми (internal).

Конструктивно в состав НЖМД входят:

- 1) корпус (гермоблок), в котором размещены:
 - пакет магнитных дисков;
 - блок магнитных головок;
 - двигатель привода дисков;
 - механизм привода и автоматической парковки головок;
- 2) печатная плата с электронными компонентами (контроллер).

В гермоблоке размещены все механические части, на печатной плате – вся управляющая электроника, за исключением преусилителя, размещенного внутри гермоблока в непосредственной близости от головок.

5.2 Процесс включения и работы НЖМД

При **включении питания** процессор винчестера выполняет тестирование электроники, после чего выдает команду включения шпиндельного двигателя. При достижении некоторой критической скорости вращения плотность увлекаемого поверхностями дисков воздуха становится достаточной для преодо-

ления силы прижима головок к поверхности и поднятия их на высоту от долей до единиц микрон над поверхностями дисков – головки «всплывают». Контроллеры современных дисков не выпускают головки из зоны парковки, пока шпиндель не наберет заданных оборотов. С этого момента и до снижения скорости ниже критической головки «висят» на воздушной подушке и совершенно не касаются поверхностей дисков.

Начинается поиск сервометок для точной стабилизации скорости вращения. Затем выполняется считывание данных из служебной зоны – в частности, таблицы переназначения дефектных участков.

В завершение инициализации выполняется тестирование позиционера путем перебора случайной последовательности дорожек. Если оно проходит успешно, процессор НЖМД выставляет на интерфейс признак готовности и переходит в режим работы по интерфейсу.

Во *время работы* постоянно работает система слежения за положением головки на диске: из непрерывно считываемого сигнала выделяется сигнал рассогласования, который подается в схему обратной связи, управляющую током обмотки позиционера. В результате отклонения головки от центра дорожки в обмотке возникает сигнал, стремящийся вернуть ее на место.

При *отключении питания* контроллер накопителя, используя энергию, оставшуюся в конденсаторах платы, выдает команду на установку позиционера в парковочное положение. В ряде моделей для аварийного питания схемы при автопарковке служат обмотки шпиндельного двигателя – основные или специальные.

5.3 Подготовка НЖМД к использованию

Для того чтобы операционная система компьютера могла использовать НЖМД, необходимо последовательно выполнить следующие операции:

- произвести конфигурирование устройства и подключить интерфейсный и питающий кабели;
- установить параметры НЖМД в CMOS Setup (если нет операции AutoDetect);
- разбить диск на разделы (операция, называемая разбиением (partitioning));
- отформатировать разделы (т. е. произвести логическое форматирование).

Контрольные вопросы

- 1 Что такое дорожка, сектор и цилиндр?
- 2 Конструкция НЖМД и предназначение ее элементов.
- 3 Для чего нужна таблица переназначения?
- 4 Атрибуты S.M.A.R.T. и их отличие.
- 5 Что такое зона и зонная запись?

6 Лабораторная работа № 6. Накопитель на жестких магнитных дисках. Тестирование и исследование параметров

Цель работы: проведение тестирования и исследование параметров НЖМД.

Порядок выполнения работы

1 Изучить теоретические положения, сделав необходимые выписки в конспект.

2 Протестировать НЖМД с помощью программ и сравнить результаты для разных НЖМД.

3 Оформить отчет.

Отчет содержит:

- основные скоростные параметры и характеристики тестируемого НЖМД;
- график линейной скорости передачи данных (с пояснениями);
- таблица атрибутов S.M.A.R.T.;
- выводы.

6.1 Тестирование НЖМД

6.1.1 Описание тестов для тестирования НЖМД.

ZD WinBench является комплексным тестом компьютерного оборудования. Он позволяет тестировать процессор, память, видео, дисковые подсистемы и др.

Для тестирования дисковой подсистемы используются наборы тестов *Disk Inspection Tests* и *Disk WinMarks* из этого комплекта Ziff-Davis WinBench. Данные тесты работают с логическими дисками. Они эмулируют работу с реальными приложениями, а также содержат синтетический тест, позволяющий определять скорость линейного чтения и зависимость этой скорости от физического месторасположения блока данных на диске.

Набор *Disk Inspection Tests* представляет собой совокупность тестов, определяющих физические характеристики диска. Сюда входят:

1) *Disk Access Time*. Определяет скорость доступа к диску в миллисекундах (ms). Получается значение, равное сумме времени задержки (*average latency*) и среднего времени поиска (*average seek time*);

2) *Disk CPU Utilization*. Показывает загрузку процессора в процентах (*Percent Used*) в процессе обмена с диском.

HddSpeed – это бенчмарк скорости жестких дисков, отражающий реальное быстродействие жесткого диска, который позволяет получить максимально полную и объективную информацию о нем. Тест поставляется с полным исходным кодом.

Тест позволяет получить как информацию о физических характеристиках конкретной модели жесткого диска, так и о скорости его работы в данной системе.

Тест дает возможность определить следующие параметры:

- модель диска, серийный номер и т. п.;

- текущий режим трансляции, используемый BIOS (CHS/LBA translation);
 - скорость вращения диска, оборотов в минуту (RPM – Rotates Per Minutes);
 - эффективный размер буфера (у некоторых моделей жестких дисков).
- Также производится тестирование скоростных характеристик диска:
- время различных видов поиска и доступа к данным;
 - средней линейной скорости чтения/записи данных;
 - максимально возможной скорости чтения из буфера диска;
 - скорости чтения произвольных блоков случайного размера.
- HddSpeed строит графики скоростей чтения, записи и верификации по отдельным дорожкам.

6.2 Технические характеристики НЖМД

- 1 Формфактор – 5,25", 3,5", 2,5", 2", 1".
- 2 Форматированная емкость (объем, Formatted Capacity) – ГБ, ТБ.
- 3 Интерфейс (Interface) – PATA, SCSI, SATA, SAS, NVMe, eSATA, USB, IEEE 1394.
- 4 Объем буферного ЗУ (буфера, Buffer) – 8...256 МБ.
- 5 Скорость вращения шпинделя (Spindle Speed, RPM) – 3600, 5400, 7200 и 15000 об/мин.
- 6 Организация (технология) записи (CMR или SMR).
- 7 Количество операций ввода-вывода в секунду (IOPS).
- 8 Скорость записи и чтения (120...300 МБ/с).
- 9 Количество физических дисков (Disks) или рабочих поверхностей (Data Surfaces).
- 10 Уровень шума, дБ.
- 11 MTFB (Mean Time Between Failures) – 1 млн ч и более.
- 12 Hard Drive Reliability – надежность жесткого диска.
- 13 Гарантия, лет.
- 14 Энергопотребление.
- 15 Тепловыделение.

Контрольные вопросы

- 1 Что такое дорожка, сектор и цилиндр?
- 2 Конструкция НЖМД и предназначение ее элементов.
- 3 Для чего нужна таблица переназначения?
- 4 Атрибуты S.M.A.R.T. и их отличие.
- 5 Что такое зона и зонная запись?

7 Лабораторная работа № 7. Накопитель на дисковых массивах RAID. Особенности построения

Цель работы: изучение особенностей построения накопителей на дисковых массивах RAID.

Порядок выполнения работы

1 Изучить теоретические положения, сделав необходимые выписки в конспект.

2 Оформить отчет.

Отчёт содержит:

– схемы уровней RAID – 0, 1, 2, 3, 4, 5 и 30;

– таблицу сравнения характеристик уровней RAID. Подготовить пояснения и обоснования к содержимому таблицы.

3 Оценить возможности построения RAID различных уровней – аппаратную реализуемость, получаемые достоинства и недостатки, минимально необходимое количество НЖМД.

7.1 Накопители на дисковых массивах RAID

RAID – это избыточный массив независимых дисков (Redundant Arrays of Independent Discs), на который возлагается задача обеспечения *отказоустойчивости* и *повышения производительности*.

Отказоустойчивость достигается за счет избыточности. То есть часть емкости дискового пространства отводится для служебных целей, становясь недоступной для пользователя.

Повышение производительности дисковой подсистемы обеспечивается одновременной работой нескольких дисков, и в этом смысле, чем больше дисков в массиве (до определенного предела), тем лучше.

Для построения **RAID** требуются:

– контроллер RAID;

– соответствующий драйвер;

– аппаратный интерфейс;

– два или более HDD (одинаковых по ёмкости, производительности, аппаратному интерфейсу, т. е. одной модели).

7.2 Типы (уровни) RAID-массивов

В соответствии с различными типами доступа, архитектурой построения и распределения дисковой памяти существуют и различные типы RAID-массивов, которые принято характеризовать *уровнями RAID*.

В настоящее время существует несколько стандартизированных RAID-уровней, которые различаются по скорости, надежности и стоимости изготовления: от RAID 0 до RAID 5. К тому же используются комбинации этих уровней, а также фирменные уровни (например, RAID 6, RAID 7). Наиболее распространенными являются уровни 0, 1, 3 и 5.

В каждом из уровней RAID решается задача оптимизации *какого-либо из параметров* (или их сочетания):

- надежность;
- быстродействие;
- емкость;
- стоимость хранения единицы данных.

Надежность всего массива уменьшается при увеличении количества дисков в массиве. При независимых отказах и экспоненциальном законе распределения наработки на отказ МТТФ всего массива (mean time to failure – среднее время безотказной работы) вычисляется по формуле

$$\text{МТТФ}_{\text{array}} = \text{ММТФ}_{\text{hdd}} / N_{\text{hdd}},$$

где ММТФ_{hdd} – среднее время безотказной работы одного диска;

N_{hdd} – количество дисков.

Таким образом, возникает необходимость повышения отказоустойчивости дисковых массивов. Для повышения отказоустойчивости массивов используют *избыточное кодирование*. Существуют два основных типа кодирования, которые применяются в избыточных дисковых массивах, – это *дублирование* и *четность*.

Уровни RAID различаются способом размещения и формирования *избыточных данных*. Избыточные данные могут либо размещаться на специально выделенном диске, либо перемешиваться между всеми дисками.

Способов формирования *избыточных данных* несколько больше. Простейший из них – это полное дублирование (100-процентная избыточность), или зеркалирование. Кроме того, используются коды с коррекцией ошибок, а также вычисление четности.

Таким образом, уровни RAID различаются:

- размером, методами формирования и размещением блоков данных (логической топологией);
- алгоритмами формирования и размещения контрольных сумм;
- требуемым количеством HDD;
- получаемыми достоинствами и недостатками:
 - а) надежность (отказоустойчивость);
 - б) быстродействие (производительность);
 - в) эффективная емкость;
 - г) стоимость хранения единицы данных.

RAID классифицируют по следующим параметрам:

- по исполнению RAID-контроллера (программные и аппаратные (англ. hardware RAID или fake RAID, RAID-on-Chip);
- по типам поддерживаемых интерфейсов накопителей (SATA, SAS, NVMe, PCIe, USB 3.2 и Thunderbolt 3);
- по поддерживаемым уровням RAID (базовые – 0, 1, 1E, 5, 6, 5EE; двух-уровневые – 10, 50, 60).

7.2.1 RAID 0 – дисковый массив без отказоустойчивости (*Striped Disk Array without Fault Tolerance*).

RAID уровня 0 не является избыточным массивом и, соответственно, не обеспечивает надежности хранения данных. Тем не менее этот уровень находит широкое применение в случаях, когда необходимо обеспечить высокую *производительность* дисковой подсистемы.

При создании RAID-массива уровня 0 данные разбиваются на блоки (рисунок 7.1), которые записываются на отдельные диски, т. е. создается система с параллельным доступом (если, конечно, размер блока это позволяет).

Благодаря возможности одновременного ввода-вывода с нескольких дисков RAID 0 обеспечивает максимальную скорость передачи данных и максимальную эффективность использования дискового пространства, поскольку не требуется места для хранения контрольных сумм. Например, проведенные исследования показывают, что, по сравнению с одним диском, массив RAID 0 из двух дисководов дает прирост скорости записи/чтения на 96 %, из трех дисководов – на 143 %.

Реализация этого уровня очень проста. В основном RAID 0 применяется в тех областях, где требуется быстрая передача большого объема данных.

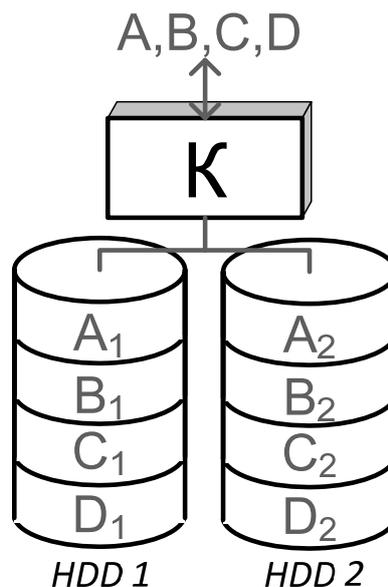


Рисунок 7.1 – RAID 0

7.2.2 RAID 1 – дисковый массив с дублированием (или зеркалированием – *mirroring*).

RAID уровня 1 – это массив дисков со 100-процентной избыточностью. То есть данные при этом просто полностью дублируются (зеркалируются) (рисунок 7.2), за счет чего достигается очень высокий уровень надежности (как, впрочем, и стоимости).

Для реализации уровня 1 не требуется предварительно разбивать диски и данные на блоки. В простейшем случае два диска содержат одинаковые данные и являются одним логическим диском. При выходе из строя одного диска его

функции выполняет другой. Кроме того, уровень удваивает скорость считывания данных.

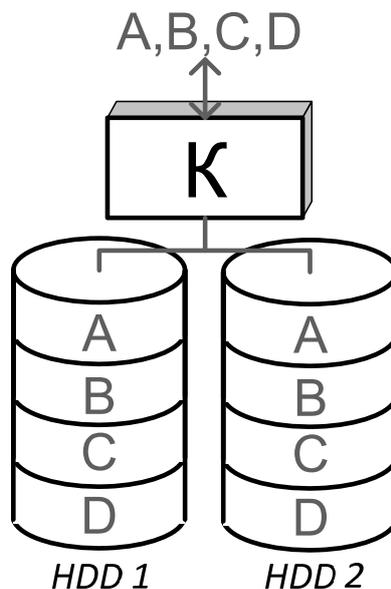


Рисунок 7.2 – RAID 1

7.2.3 RAID 2 – отказоустойчивый дисковый массив с использованием кода Хэмминга (Hamming Code ECC).

RAID уровня 2 – это схема резервирования данных с использованием кода Хэмминга для коррекции ошибок. Записываемые данные формируются не на основе блочной структуры, как в RAID 0, а на основе *слов*, причем размер слова равен количеству дисков для записи данных в массиве. Каждый отдельный бит записывается на отдельный диск массива.

7.2.4 RAID 3 – отказоустойчивый массив с параллельной передачей данных и четностью (Parallel Transfer Disks with Parity).

RAID уровня 3 – это отказоустойчивый массив с параллельным вводом-выводом и одним дополнительным диском, на который записываются контрольные данные.

При записи поток данных разбивается на блоки (*страйпы*) на уровне байт (хотя возможно и на уровне бит) и записывается одновременно на все диски массива, кроме выделенного для хранения контрольных данных (называемых также контрольной суммой). Для их вычисления используется операция «исключающего ИЛИ» (XOR), применяемая к записываемым блокам данных. При выходе из строя любого диска данные на нем можно восстановить по контрольным данным и данным, оставшимся на исправных дисках.

7.2.5 RAID 4 – отказоустойчивый массив независимых дисков с разделяемым диском четности (Independent Data disks with shared Parity disk).

RAID уровня 4 – это отказоустойчивый массив независимых дисков с одним диском для хранения контрольных сумм. RAID 4 во многом схож с RAID 3, но отличается от последнего, прежде всего, значительно большим

размером блока записываемых данных (большим, чем размер записываемых данных). В этом и есть главное различие между RAID 3 и RAID 4.

После записи группы блоков вычисляется контрольная сумма (точно так же, как и в случае RAID 3), которая записывается на выделенный для этого диск.

7.2.6 RAID 5 – отказоустойчивый массив независимых дисков с распределенной четностью (Independent Data disks with distributed parity blocks).

RAID уровня 5 – это отказоустойчивый массив дисков с распределенным хранением контрольных сумм. Блоки данных и контрольные суммы, которые рассчитываются точно так же, как и в RAID 3, циклически записываются на все диски массива, т. е. отсутствует выделенный диск для хранения информации о контрольных суммах (рисунок 7.3).

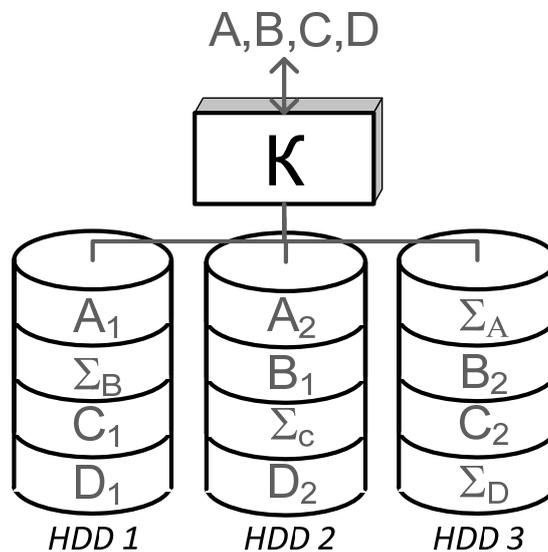


Рисунок 7.3 – RAID 5

RAID 5, так же как и RAID 4, имеет архитектуру независимого доступа, т. е. в отличие от RAID 3 здесь предусмотрен большой размер логических блоков для хранения данных.

7.2.7 RAID 6 – отказоустойчивый массив независимых дисков с двумя независимыми распределенными схемами четности (Independent Data Disks with Two Independent Distributed Parity Schemes).

Данные разбиваются на блочном уровне аналогично RAID 5, но в дополнение к предыдущей архитектуре используется вторая схема для повышения отказоустойчивости. Эта архитектура является устойчивой к двойным отказам. Однако при выполнении логической записи реально происходит шесть обращений к диску, что сильно увеличивает время обработки одного запроса.

Более сложная схема, устойчивая даже к двойным отказам (но ценой низкой производительности).

7.2.8 RAID 30 – отказоустойчивый массив с параллельной передачей данных и повышенной производительностью.

Представляет собой массив типа RAID 0, сегментами которого являются массивы RAID 3. Он объединяет в себе отказоустойчивость и высокую производительность. Обычно используется для приложений, требующих последовательной передачи данных больших объемов.

В таблице 7.1 представлено сравнение характеристик RAID.

Таблица 7.1 – Сравнение характеристик RAID

RAID	Минимум дисков	Потребность в дисках	Отказоустойчивость	Скорость передачи данных	Интенсивность обработки запросов	Практическое использование
0	2	N	< 1 диск	< RAID 3	Очень высокая, до N x 1 диск	Графика, видео
1	2	2N*	< RAID 6	R > 1 диск W = 1 диск	До 2 x 1 диск W = 1 диск	Малые файл-серверы
2	7	$N+1 < X < 2N$	< RAID 1	~ RAID 3	Низкая	Мейнфреймы
3	3	N+1	< RAID 1	< RAID 7	Низкая	Графика, видео
4	3	N+1	< RAID 1	R < RAID 3 W < RAID 5	R = RAID 0 W << 1 диск	Файл-серверы
5	3	N+1	< RAID 1	R < RAID 4 W < RAID 3	R = RAID 0 W < 1 диск	Серверы баз данных
6	4	N+2	Самая высокая	Низкая	R > 1 диск W < RAID 4	Используется крайне редко
7	12	N+1	< RAID 1	Самая высокая	Самая высокая	Разные типы приложений

Контрольные вопросы

- 1 Что такое RAID и для чего он предназначен?
- 2 Что нужно для построения RAID?
- 3 Как могут быть построены RAID-массивы в зависимости от способа реализации их контроллера?
- 4 В чем заключается различие RAID разных уровней?
- 5 Как можно организовать современную работу дисков в массиве?

8 Лабораторная работа № 8. Клавиатура. Устройство и принцип работы

Цель работы: изучить устройство и принцип работы клавиатуры, особенности работы ее контроллера.

Порядок выполнения работы

1 Изучить теоретическую часть работы, сделав необходимые выписки в конспект.

2 Используя учебную программу «Клавиатура», изучить принципы работы клавиатуры.

3 Изучить устройство представленных образцов клавиатуры.

4 Оформить отчет.

Отчет содержит:

– структурную схему обработки сигналов клавиатуры и системных элементов с описанием сигналов интерфейса PS/2 (mini-DIN);

– типы используемых интерфейсов (с рисунками всех типов разъемов).

8.1 Клавиатура

Клавиатура – это одно из важнейших устройств ПЭВМ, используемое для ввода в систему команд и данных.

Среди обычных (стандартных) исполнений существует три основных типа клавиатур:

1) **клавиатура XT** – 83 клавиши, в оригинале без индикаторов. Впоследствии к ним добавили индикаторы состояния Num Lock и Caps Lock;

2) **клавиатура AT** – 84 клавиши, которая отличалась от XT появлением дополнительной клавиши Sys Req загадочного назначения и индикаторов Num Lock, Caps Lock, Scroll Lock. Двухнаправленный интерфейс с системной платой позволяет программе корректно управлять индикаторами, а также программировать некоторые параметры клавиатуры и производить диагностику;

3) **расширенная клавиатура (Enhanced)** – 101/102 клавиши, применяемая в большинстве моделей AT и PS/2, ставшая современным стандартом. Некоторые расширенные клавиатуры (например, «Microsoft Natural») имеют 104 или 105 клавиш, появились и 122-клавишные модели.

По электрическому интерфейсу клавиатуры XT и AT совпадают, за исключением того, что двухнаправленный интерфейс позволяет клавиатуре AT принимать команды от системной платы. Однако по логическому интерфейсу они несовместимы. Клавиатура PS/2 отличается от AT только исполнением разъема, при необходимости можно использовать переходник (лучше мягкий).

8.1.1 Клавиши клавиатур.

Клавиши расширенной клавиатуры разделены на четыре группы (по назначению):

1) основная клавиатура;

2) функциональная клавиатура;

3) цифровая клавиатура (Numeric Keypad), при выключенном индикаторе NumLock (или включенном numlock и нажатии shift) используемая для управления курсором и экраном;

4) выделенные клавиши управления курсором и экраном, дублирующие эти функции цифровой клавиатуры.

Применяются клавиши разнообразных форм и типов: разделенные, утопленные, L-образные (например, для клавиши «Enter»), клавиши, обеспечивающие различный характер тактильной реакции пользователя (как упругие клавиши, со щелчком (кликом), так и мягкие, бесшумные; последние особенно подходят для долговременной работы с клавиатурой).

В качестве датчиков нажатия клавиш применяют механические контакты (открытые или герконовые), кнопки на основе токопроводящей резины, емкостные датчики и датчики на эффекте Холла. Типы клавишных датчиков влияют на надежность, долговечность и, конечно же, цену клавиатуры.

Расположение символов на клавишах алфавитно-цифрового наборного поля соответствует стандартному расположению символов (QWERTY) на пишущих машинках, принятому в начале века. Возможны и другие варианты расположения символов клавиатуры (раскладки Дворака и Делея).

8.1.2 Принцип работы клавиатуры.

Использование собственного микроконтроллера (8049) для программного получения кодов символов позволяет сделать клавиатуру универсальной с точки зрения набираемой информации. Микропроцессор, применяемый в клавиатуре, обрабатывает данные, поступающие с матрицы клавишного поля и по линиям связи с системного устройства ПЭВМ. Управление работой клавиатур современных ПЭВМ в большинстве случаев осуществляется контроллером, выполненным на микропроцессоре (обычно БИС 8048, 8042, 8742 фирмы Intel).

Нажатие клавиши сопровождается следующей последовательностью действий.

1 Микроконтроллер клавиатуры воспринимает каждое нажатие на клавишу и выдает скан-код в порт 60h.

Клавиатура AT использует такие коды для всех клавиш, общих с предыдущим типом клавиатуры, и коды большего размера для некоторых из вновь введенных клавиш. Это относится, например, ко вторым клавишам <Ctrl> и <Alt>. *Расширенная клавиатура* позволяет выбирать один из трёх наборов скан-кодов, по умолчанию устанавливается Set#1 – совместимый с XT и AT.

2 Когда скан-код поступает в порт 60h, вызывается прерывание клавиатуры. Центральный процессор прерывает свою работу, считывает скан-код клавиши и обращается к программе, записанной в ПЗУ и управляющей клавиатурой.

Эта программа выполняет процедуру, анализирующую скан-код. При поступлении скан-кода от клавиши сдвига или переключателей изменение статуса записывается в память.

3 Процедура преобразования сначала определяет установку клавиш сдвига и переключателей, чтобы правильно получить код. Затем введенный код помещается в буфер клавиатуры, который является областью памяти, способной запомнить до 15 вводимых символов. Вслед за тем управление снова передается основной программе, которая была прервана, а интерфейс клавиатуры освобождается для приема следующего символа.

Контрольные вопросы

- 1 Что такое клавиатура и какие типы клавиатур Вы знаете?
- 2 На какие группы разделены клавиши расширенной клавиатуры?
- 3 Какими типами клавиш (по особенностям обработки нажатий) располагает клавиатура?

9 Лабораторная работа № 9. Манипулятор «мышь». Устройство и принцип работы

Цель работы: изучить устройство и принцип работы «мыши», особенностей работы адаптера «мыши».

Порядок выполнения работы

1 Изучить теоретическую часть работы, сделав необходимые выписки в конспект.

2 Выполнить задание, полученное у преподавателя.

3 Изучить устройство представленных образцов «мыши».

4 Оформить отчет.

Отчет содержит:

- классификацию «мыши» по принципам регистрации положения;
- типы используемых интерфейсов (с рисунками всех типов разъемов).

9.1 Манипулятор «мышь»

Манипулятор «мышь» является одним из простейших средств ввода данных. С его помощью легко вводить данные, графику, перемещать курсор или элемент изображения по экрану дисплея и т. п.

Манипулятор «мышь» представляет собой настольный прибор, предназначенный для преобразования его перемещения в двух ортогональных направлениях (X и Y) в серии электрических импульсов.

Длина кабеля манипулятора составляет 1,0...2,3 м. Имеются манипуляторы и с беспроводными интерфейсами.

В настоящее время используются следующие принципы регистрации положения «мыши»:

- механический;

- оптико-механический;
- оптический;
- оптосенсорный.

9.1.1 Механический и оптико-механический принципы работы.

Конструкция этих типов очень похожа. При перемещении «мыши» по коврику «тяжелый» шарик приходит в движение и вращает соприкасающиеся с ним валики. Ось вращения одного из валиков вертикальна, а другого – горизонтальна.

При *механическом принципе* регистрации положения «мыши» на валиках установлены диски с электрическими контактами (фольгированный материал, на котором сделаны насечки). Неподвижно закреплены три электрические клеммы. При вращении валиков клеммы последовательно замыкаются/размыкаются. С изменением направления вращения изменяется и последовательность замыкания, чем и определяется направление перемещения «мыши».

Наиболее распространенным является *оптико-механический принцип* регистрации положения «мыши» (рисунок 9.1).

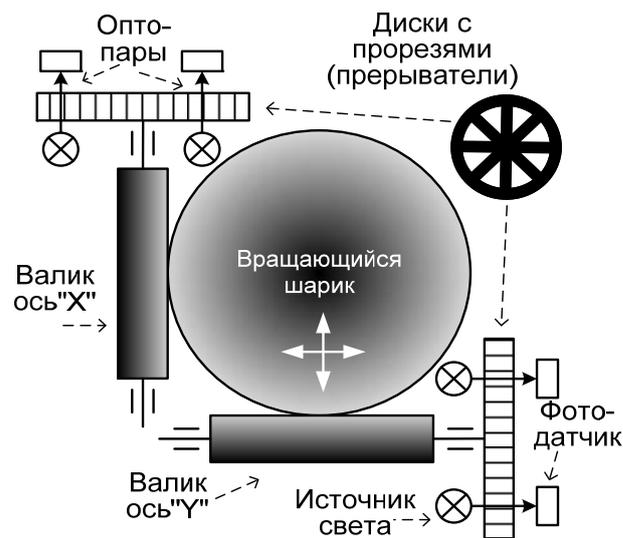


Рисунок 9.1 – Принцип действия оптико-механической мыши

На этих валиках установлены диски с прорезями (прерыватели), которые вращаются между оптопарой: источник света (светодиод) и фоточувствительный элемент (фотодиод, фоторезистор или фототранзистор).

Этот фотосенсор определяет, где находится источник света: перед отверстием или за пластмассовой перегородкой диска.

При вращении дисков лучи периодически прерываются, что регистрируется соответствующими фотодатчиками. Каждый импульс прошедшего излучения расценивается как один шаг по одной из координат.

Поскольку таких дисков два, то порядок освещения фотоэлементов полностью определяет направление перемещения «мыши», а частота приходящих световых импульсов – скорость.

Импульсы света при помощи микроконтроллера преобразуются в электри-

ческие сигналы и передаются на материнскую плату.

9.1.2 Оптический принцип работы.

Оптический манипулятор типа «мышь» перемещается по планшету с нанесенной на него координатной сеткой. Источник излучения направляет луч света на планшет и отраженный от сетки луч попадает на фотоприемник, связанный с микропроцессором. Различное число штрихов в сетке по направлениям X и Y упрощает распознавание направления. Микропроцессор определяет относительное перемещение манипулятора, передает эти данные в ПЭВМ, где и определяется соответствующее положение курсора на экране дисплея.

9.1.3 Оптосенсорный принцип работы.

В *оптосенсорных манипуляторах типа «мышь»* для получения данных о перемещении «мыши» используется силиконовая КМОП-камера (оптический сенсор), способная производить от 1500 до 7500 снимков поверхности в секунду (рисунок 9.2).

Эта последовательность снимков «пропускается» через достаточно мощный цифровой сигнальный процессор (DSP) внутри «мыши», который сравнивает текущий и предыдущий снимки, благодаря чему вычисляются траектория и скорость движения «мыши».

Таким образом, оптосенсорной «мыши» не нужны ни координатный коврик, ни даже сила притяжения.

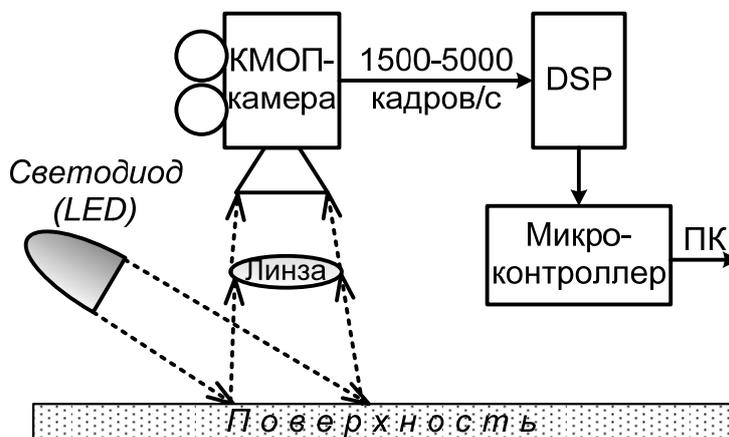


Рисунок 9.2 – Схема работы оптосенсорной мыши

Контрольные вопросы

- 1 Принцип работы «мыши».
- 2 Дайте характеристику основным типам манипуляторов типа «мышь».
- 3 Какими типами клавиш (по особенностям обработки нажатий) располагает клавиатура?
- 4 В чём состоит основное отличие оптико-механической мыши от оптосенсорной?

10 Лабораторная работа № 10. Применение сканера. Порядок сканирования

Цель работы: изучить устройство сканера, порядок и особенности сканирования различных объектов.

Порядок выполнения работы

1 Изучить теоретические положения, сделав необходимые выписки в конспект.

2 Изучить прилагаемые файлы справки и учебника по программе Fine Reader. Обратит внимание на использование возможностей обработки форм документов.

3 Отработать особенности сканирования различных объектов: текста, рисунка, таблицы, цветной фотографии.

При этом:

- оценить влияние параметра Threshold (порог чувствительности) на качество распознавания текстового документа;

- изучить нелинейные регулировки тоновой коррекции цветного изображения.

4 Отсканировать и распознать текстовый документ (согласно варианту) с максимальным качеством, сохранить в формате *.doc без редактирования (представить при защите).

5 Оформить отчет.

Отчет содержит:

- полученный скан документа в графическом формате (*.jpeg, *.bmp и т. п.);

- распознанный текстовый документ в формате *.doc без редактирования;

- распознанный текстовый документ в формате *.doc после редактирования;

- этапы работы в программе Fine Reader;

- типы блоков при сегментации изображения в программе Fine Reader.

Основные теоретические положения

Компьютер предназначен для работы с документами, имеющими электронную форму. В то же время часто приходится иметь дело с бумажными изданиями и документами: журналами, книгами, письмами, служебными записками и т. д. Чтобы в работе с информацией такого рода тоже можно было использовать компьютер, необходимы средства преобразования бумажных документов в электронную форму.

К таким средствам относятся сканеры и соответствующие приложения по обработке отсканированных образов документов.

При сканировании различных объектов компьютер получает лишь их *цифровые образы*. Поэтому для обработки отсканированного образа существуют различные программы. Например, такие как Adobe PhotoShop, CorelDraw, Fine Reader и др.

Обработку *текстовых объектов* производит программа Fine Reader, кото-

рая распознает переданный компьютеру образ как набор ASCII-кодов символов текста.

Если предполагается, что документ содержит главным образом текстовые данные, то можно выделить следующие основные этапы такого преобразования:

- в ходе сканирования при помощи устройств оцифровки изображения производится создание *цифрового образа* (цифрового изображения) документа;
- *процесс распознавания* позволяет преобразовать цифровое изображение в текстовые данные (с сохранением элементов форматирования оригинала или без них).

10.1 Сканирование документов

При высоком разрешении и большой площади сканируемого документа объем передаваемых данных оказывается очень большим и требует производительной линии передачи (аппаратного интерфейса).

Малопроизводительные сканеры используют порт принтера (LPT). Наиболее быстрые устройства подключаются через интерфейс SCSI (Small Computer System Interface) или USB (USB 2.0, 3.0).

Разные модели сканеров понимают разные управляющие команды. Чтобы избежать разнобоя, был принят *универсальный стандарт взаимодействия сканера и приложений* (программный интерфейс). Этот стандарт называется *TWAIN*. Приложение посылает команды драйверу *TWAIN*, который преобразует их в инструкции, распознаваемые сканером. Таким образом, для приложения перестает иметь значение конкретная модель сканера.

10.2 Распознавание текстовых документов. Работа с программой FineReader

Этап распознавания документа состоит в преобразовании электронного изображения (фактически набора цветных или черно-белых точек) в текстовый документ. Этот этап выполняется программами OCR (Optical Character Recognition – оптического распознавания символов).

Основные операции обработки документа в программе ABBYY FineReader выполняются с помощью панели инструментов **Scan&Read**. С точки зрения этой программы процесс обработки документа состоит из пяти этапов:

- 1) сканирование документа (кнопка **Сканировать**);
- 2) сегментация документа (кнопка **Сегментировать**);
- 3) распознавание документа (кнопка **Распознать**);
- 4) редактирование и проверка результата (кнопка **Проверить**);
- 5) сохранение документа (кнопка **Сохранить**).

Все этапы можно проводить пошагово, но и есть возможность применения **Мастера**, который проведет все этапы без вмешательства пользователя. Мастер запускается кнопкой **Scan&Read**.

10.3 Технические характеристики сканера

- 1 Тип фотодатчиков:
 - контактный датчик изображения (КДИ, англ. CIS – Contact Image Sensor);
 - прибор с зарядовой связью (ПЗС, англ. CCD – Charge Coupled Device);
 - фотоэлектронный умножитель (ФЭУ, англ. PMT – PhotoMultiplier Tube).
- 2 Разрешение (разрешающая способность):
 - оптическое (горизонтальное) – ppi (dpi);
 - механическое (вертикальное) – lpi (dpi);
 - интерполяционное (программное).
- 3 Разрядность (глубина цвета)

24 бит – 224 (16,7 млн) цветов (True Color).
- 4 Динамический диапазон (диапазон оптических плотностей).
- 5 Размер области сканирования.
- 6 Аппаратный интерфейс сканера:
 - специализированный;
 - LPT;
 - SCSI;
 - USB.

Контрольные вопросы

- 1 Принцип работы сканера.
- 2 На какие типы делятся сканеры по особенностям построения оптических и кинематических схем?
- 3 Какие технические характеристики сканеров Вы знаете?
- 4 Какие критерии надо учитывать при выборе разрешения сканирования?
- 5 Какими характеристиками обладает прибор с зарядовой связью?

11 Лабораторная работа № 11. Мониторы на жидких кристаллах. Устройство и принцип действия

Цель работы: изучить устройство монитора на жидких кристаллах (ЖК) и особенности его настройки.

Порядок выполнения работы

- 1 Изучить теоретическую часть, сделав необходимые выписки в конспект.
- 2 Изучить принцип работы монитора на ЖК.
- 3 Изучить порядок проверки и настройки монитора на ЖК программой Nokia Monitor Test.
- 4 Провести тестирование Вашего ЖК-монитора.

5 Оформить отчет.

Отчет содержит:

- состав параметров качества изображения монитора;
- описание качеств настройки Вашего монитора.

11.1 Устройство ЖК-панели

Три типа жидких кристаллов: смектические, нематические и холестерические.

Свойства жидких кристаллов:

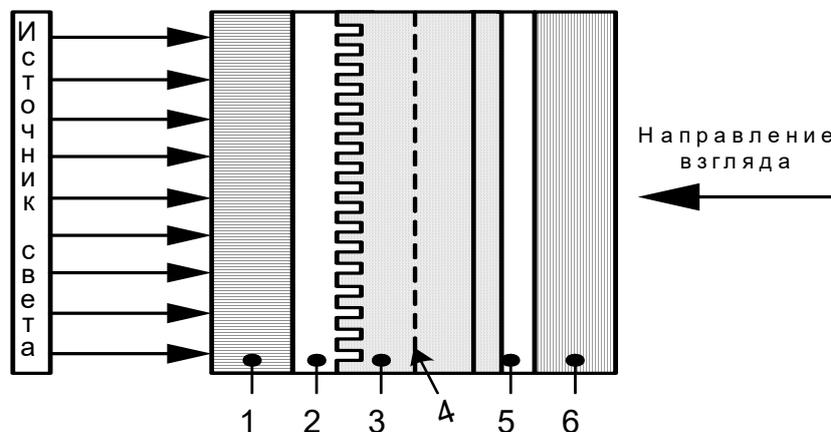
- изменять плоскость поляризации проходящего луча света;
- по-разному изменять плоскость поляризации для разных длин световых волн;
- под влиянием внешнего электрического поля изменять своё пространственное положение (ориентацию);
- при выключении внешнего электрического поля восстанавливать своё пространственное положение (ориентацию).

Технологии управления:

- пассивная матрица (passive matrix);
- активная матрица (active matrix) – TFT (Thin Film Transistor) – от 1/10 до 1/100 микрона (TFT – LCD).

Типы матриц определяются (рисунок 11.1):

- типом жидких кристаллов;
- конфигурацией и расположением управляющих электродов.



1 – поляризационный фильтр; 2, 5 – стеклянные пластины с направляющими бороздками; 3 – слой жидких кристаллов; 4 – решетка управляющих электродов; 6 – поляризационный фильтр-анализатор

Рисунок 11.1 – Устройство ЖК-панели (матрицы)

Тип матрицы можно отличить по следующим признакам (таблица 11.1):

TN – потемнение при взгляде снизу и высветление с инверсией белого – при взгляде сверху (или наоборот);

S-IPS – черный цвет приобретает фиолетовый оттенок при взгляде под углом с боку;

*VA – вышеперечисленные признаки не наблюдаются.

Таблица 11.1 – Сравнение типов матриц ЖК-мониторов

Характеристика матриц	Тип матрицы		
	TN	PVA	S-IPS
Контраст	–	+	0
Углы обзора	–	0	+
Время отклика	+	–	0
Цветопередача	–	0	+
Сложность (стоимость)	+	0	–
Нормальное состояние	Белая	Черная	Черная
Применение	Деловая графика, игры	Текст, дизайн, моделирование	Графика, видео, мультимедиа

11.2 Тестовая программа Nokia Monitor Test

Программа **Nokia Monitor Test** включает в себя набор настроечных таблиц. Программа состоит всего из одного файла – NokiaTest2.exe. Тестировать монитор можно сразу после включения компьютера, но для того, чтобы все электрические параметры пришли в рабочую норму, лучше дать ему прогреться в течение 15...20 мин.

Стартовый экран программы Nokia Test не просто заставка. Это полноценная настроечная таблица, по которой можно оценить основные параметры изображения:

- *геометрию*: большая окружность в центре экрана, как и маленькие в углах, должны быть максимально правильной формы, линии сетки должны быть прямыми;
- *фокусировку*: все линии и надписи, как цветные, так и белые, должны быть четкими и устойчивыми и в центре, и в углах;
- *плавность цветовых переходов* (градиентов) – по трем цветным горизонтальным линиям;
- *сведение*: сиреневые (magenta) линии сетки не должны иметь цветной окантовки.

11.3 Основные тестовые таблицы Nokia Monitor Test

Используя данную программу, можно не только настраивать монитор, но и проверять необходимый запас настроек монитора. Программа имеет несколько тестов, которые описаны далее. Каждый тест может иметь одну и более картинок, при этом переключение между картинками происходит при нажатии левой клавиши «мыши». При нажатии правой кнопки «мыши» появляется предыдущая картинка. Выход в главное меню происходит автоматически при прохождении всех картинок или при нажатии Esc.

11.3.1 Проверка и настройка яркости и контраста.

Яркость. Регулировкой яркости следует установить максимальный

уровень, при котором черный остается черным. Внутри данного тестового экрана в два ряда размещено 18 прямоугольников. Следует увеличивать яркость до тех пор, пока не проявится черный фон рисунка и Вы не увидите все серые прямоугольники в верхней части экрана. А теперь от этого уровня надо вновь понизить яркость так, чтобы прямоугольники 1 %...3 % были едва видны. Обозначение регулятора яркости – ✱.

Контраст. Контраст настраивается по рамкам вокруг прямоугольников. Все они должны быть четко видны и должны отличаться от соседей. Обозначение регулятора контрастности – ●.

11.3.2 Проверка разрешения экрана.

Разрешение экрана изменяется в панели инструментов Windows утилитой Экран (Display) или собственной утилитой из комплекта видеокарты.

С помощью теста *Resolution* можно проверить, насколько хорошо дисплей держит выбранное разрешение. На этом тесте сначала увидите частую сетку из тонких горизонтальных линий, а щелкнув по экрану левой кнопкой «мыши» – вдвое более редкую. Щелчок правой кнопкой включает сетку из вертикальных линий.

Линии должны быть устойчивы и регулярны; если часть линий не видна или они мельтешат, значит, при данном разрешении монитор не работает.

11.3.3 Проверка читаемости текста.

Проверка читаемости текста *Readability* позволит оценить, насколько хорошо читается мелкий текст (черный текст на белом фоне и наоборот).

11.3.4 Проверка цветов.

Проверка цветов (*Colors*) позволяет понять, как монитор отображает чистые цвета. При этом вам показывают белый, красный, зеленый, синий и черный экраны, а если щелкнуть правой кнопкой «мыши» – то те же цвета, но в квадратике посреди экрана. Цвета должны быть чистые, достаточно равномерные по всему полю экрана, без разводов и пятен.

11.4 Технические характеристики ЖК-мониторов

- 1 Размер экрана (= рабочей области) (17", 19", 21" и т. д.).
- 2 Размер точки (шаг точки) – 0,21...0,27 мм.
- 3 Разрешение (поддерживаемые разрешения):
 - native (реальное);
 - centering (центрирование);
 - expansion (растяжение).
- 4 Время отклика, мс.
- 5 Тип матрицы.
- 6 Углы обзора.
- 7 Яркость, кд/м².
- 8 Контрастность.
- 9 Частота вертикальной развертки кадров, Гц.

10 Полоса пропускания видеоусилителя, МГц.

11 Аппаратный интерфейс (видеоинтерфейс).

Контрольные вопросы

1 Какие известны типы ЖК?

2 Какими свойствами обладают жидкие кристаллы?

3 Основные параметры изображения ЖК-монитора.

4 Основные тестовые таблицы Nokia Monitor Test.

5 Какими техническими характеристиками обладает ЖК-монитор?

12 Лабораторная работа № 12. Лазерный принтер. Устройство и принцип действия

Цель работы: изучить устройство и принцип работы лазерного (LED) принтера.

Порядок выполнения работы

1 Изучить теоретическую часть работы, сделав необходимые выписки в конспект.

2 Изучить устройство и принцип работы лазерного (LED) принтера (функциональную схему).

3 Оформить отчет.

Отчет содержит:

- функциональную схему лазерного принтера;
- таблицы результатов исследования лазерного принтера (согласно варианту);

- выводы по лабораторной работе.

Основные теоретические положения

Современным лазерным печатающим устройствам ПЭВМ свойственны отличное качество печати, высокая разрешающая способность при выводе графической информации (24 точек/мм и более), высокая производительность (до 14 с./мин и более), небольшие размеры, надежность.

Основные части лазерного печатающего устройства:

- фотопроводящий барабан (или лента);

- полупроводниковый импульсный лазер;

- прецизионная оптико-механическая система перемещения луча лазера.

Принцип действия лазерных печатающих устройств схож с принципом действия электрографических копируемых устройств (рисунок 12.1).

Центральным элементом системы лазерного печатающего устройства является вращающийся фотобарабан, покрытый светочувствительным (фотопроводящим) полупроводниковым слоем толщиной несколько десятков микрон.

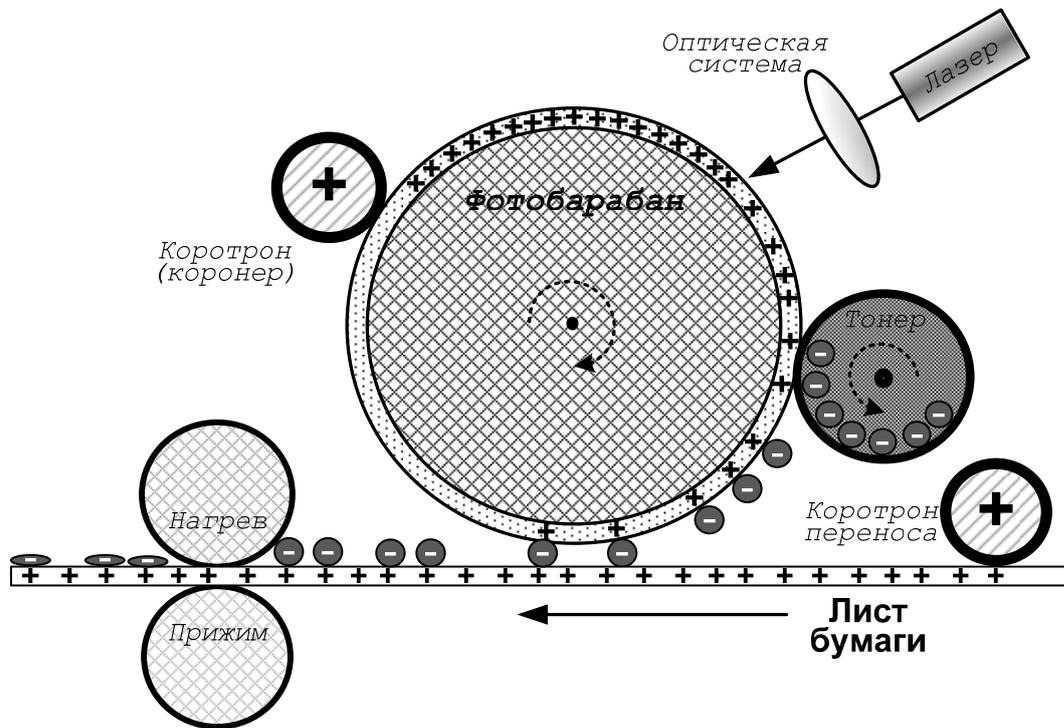


Рисунок 12.1 – Функциональная схема работы лазерного принтера

Полупроводниковый слой (селен и его сплавы в аморфном виде, оксид цинка) в темноте является хорошим изолятором, поэтому поверхность барабана можно зарядить, подобно конденсатору.

По поверхности фотобарабана равномерно распределяется заряд с помощью тонкой проволоки (сетки), называемой коротроном (коронером).

Страница с компьютера *полностью* передается в память принтера, полученные данные обрабатываются его процессором и с помощью лазерно-оптической сканирующей системы переводятся в команды, модулирующие лазерный луч (управления лазером).

При освещении лучом лазера конкретной точки на поверхности барабана, заряженного электрическим зарядом, полупроводниковый слой становится проводящим только в этой точке и в ней происходит разряд (заряд «стекает» с освещенной поверхности).

Таким образом, на поверхности барабана создается невидимое электростатическое изображение страницы заданного размера.

На следующем этапе изображение проявляется с помощью электростатически заряженной пылеобразной тонирующей краски (тонера) из частиц диаметром порядка нескольких микрометров. Тонер прилипает к поверхности барабана только там, где имеется статический заряд противоположного знака. Там, где поверхность была облучена лучом лазера, тонер не прилипает.

Проявленный тонером рисунок при вращении барабана прикасается к заряженной противоположным зарядом бумаге в точке приема. Под воздействием электростатического поля на поверхности бумаги формируется требуемый рисунок, который фиксируется путем расплавления тонера специальным валиком и скрепления его с бумагой прижимными валиками.

Таким образом, можно выделить следующие этапы электрографической печати:

- электростатическая зарядка фотобарабана;
- формирование электростатического изображения;
- перенос тонера на фотобарабан («проявление»);
- перенос тонера на бумагу;
- закрепление тонера.

В цветном лазерном принтере электронное изображение формируется на светочувствительной фотоприемной ленте последовательно для каждого цвета тонера (Cyan, Magenta, Yellow, black). Технологически данный процесс осуществляется весьма непросто, поэтому цены на цветные лазерные принтеры до недавнего времени оставались довольно высокими.

Достоинства лазерных принтеров:

- высокое качество, при этом графическое разрешение может быть 1200 dpi и более;
- печатают на любой достаточно плотной бумаге (от 60 г/м²);
- высокая скорость печати (от 4 до 40 стр./мин и выше (ppm – page per minutes));
- скорость печати не зависит от разрешения;
- низкая себестоимость копии (на втором месте после матричных принтеров);
- малошумность.

К *недостаткам* лазерных печатающих устройств относятся:

- работают постранично, поэтому необходим большой объем памяти для буферизации (от 2 МБ и более);
- высокая сложность оптической сканирующей системы, содержащей множество оптических элементов (зеркальные многогранники для отклонения пучка; коллимирующие и фокусирующие линзы; цилиндрические линзы и др.);
- необходимость частой замены тонирующего порошка;
- большое потребление электроэнергии;
- повышенное влияние высокой температуры окружающей среды и влажности.

Кроме лазерных принтеров, существуют **LED-принтеры** (Light Emitting Diode), которые получили свое название из-за того, что полупроводниковый лазер в них заменен «гребенкой» мельчайших светодиодов.

Разумеется, в данном случае не требуется сложная оптическая система вращающихся зеркал и линз. Изображение одной строки на светочувствительном барабане формируется одновременно.

12.1 Технические характеристики принтеров

1 Технология печати.

2 Цветность:

- монохромные;
- цветные.

- 3 Формат печати (min & max) – А5, В5, А4, А3 и т. д.
- 4 Скорость печати, симв./мин (стр./мин).
- 5 Ресурс принтера (количество копий):
 - максимальная месячная нагрузка;
 - общий ресурс.
- 6 Ресурс картриджа (количество копий).
- 7 Стоимость отпечатка.
- 8 Аппаратный интерфейс:
 - параллельный порт LPT (IEEE 1284);
 - последовательный порт COM;
 - SCSI;
 - USB;
 - локальная сеть (RJ-45).
- 9 Разрешение принтера, dpi.

Контрольные вопросы

- 1 Основные компоненты лазерного принтера.
- 2 Каковы этапы электрографической (лазерной) печати?
- 3 Основные характеристики лазерного (LED) принтера.
- 4 Какими достоинствами и недостатками обладают лазерные принтеры?
- 5 Какими параметрами определяется качество печати?

Список литературы

- 1 **Бройдо, В. Л.** Вычислительные системы, сети и телекоммуникации: учебник / В. Л. Бройдо. – 4-е изд. – Санкт-Петербург: Питер, 2013. – 560 с.
- 2 **Партыка, Т. Л.** Вычислительная техника: учебное пособие / Т. Л. Партыка, И. И. Попов. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : ФОРУМ; ИНФРА-М, 2017. – 445 с. : ил.
- 3 **Бройдо, В. Л.** Архитектура ЭВМ и систем : учебник / В. Л. Бройдо. – 2-е изд. – Санкт-Петербург: Питер, 2012. – 720 с.
- 4 **Горелик, В. Ю.** Схемотехника ЭВМ : учебное пособие / В. Ю. Горелик. – Москва: Учеб.-метод. центр по образованию на ж.-д. транспорте, 2012. – 174 с.
- 5 **Цилькер, Б. Я.** Организация ЭВМ и систем: учебник / Б. Я. Цилькер. – Санкт-Петербург : Питер, 2012. – 668 с.
- 6 **Калабеков, Б. А.** Цифровые устройства и микропроцессорные системы: учебник / Б. А. Калабеков. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Горячая линия – Телеком, 2013. – 336 с.
- 7 **Костров, Б. В.** Архитектура микропроцессорных систем: учебное пособие / Б. В. Костров. – Москва: Диалог-МИФИ, 2013. – 304 с.
- 8 **Гук, М. Ю.** Аппаратные средства IBM PC: энциклопедия / М. Ю. Гук. – 2-е изд. – Санкт-Петербург : Питер, 2013. – 923 с.

9 **Гук, М. Ю.** Аппаратные интерфейсы ПК: энциклопедия / М. Ю. Гук. – Санкт-Петербург : Питер, 2012. – 528 с.: ил.

10 **Партыка, Т. Л.** Периферийные устройства вычислительной техники: учебное пособие / Т. Л. Партыка, И. И. Попов. – 3-е изд., испр. и доп. – Москва : ФОРУМ, 2012. – 432 с.

11 **Сенкевич, А. В.** Архитектура ЭВМ и вычислительные системы: учебник / А. В. Сенкевич. – Москва: Академия, 2014. – 240 с.

Приложение А (обязательное)

Пример оформления отчета

ОТЧЕТ по лабораторной работе № 1

	0		8		16		24		32		40		48		56	64
Время, мкс																
Данные																
FM-данные																

	0		4		8		12		16		20		24		28	32
Время, мкс																
Данные																
MFM-данные																

	0		4		8		12		16		20		24
Время, мкс													
Данные													
	полубайт						полубайт						
Кодированные данные													
RLL-данные													

Выполнил _____

Проверил _____ В. М. Прудников Оценка _____