

Федеральное агентство по образованию РФ  
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
(ГОУВПО «АмГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой ИиУС

\_\_\_\_\_ А.В. Бушманов

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2007 г.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС  
ДИСЦИПЛИНЫ  
«ПЕРИФЕРИЙНЫЕ УСТРОЙСТВА  
ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ»**

для специальности 230201

«Информационные системы и технологии»

Составитель: Шевко Д.Г.

2007

*Печатается по решению  
редакционно-издательского совета  
факультета математики и информатики  
Амурского государственного  
университета*

*Шевко Д.Г. Учебно-методический комплекс дисциплины «Периферийные устройства информационных систем» для специальности 230201 «Информационные системы и технологии». – Благовещенск: Амурский гос. ун-т, 2007. – 75 с.*

Учебно-методическое пособие содержит: рабочую программу преподавания дисциплины; изложение курса лекций; методические указания и учебные задания для выполнения курса лабораторных и практических работ; карту обеспеченности дисциплины кадрами профессорско-преподавательского состава.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине «Периферийные устройства информационных систем»  
для специальности 230201 Информационные системы и технологии

Курс 5 Семестр 9

Лекции 30 (час.)

Экзамен 9 семестр

Практические занятия 15 (час.)

Зачет 9 семестр

Лабораторные занятия 15 (час.)

Самостоятельная работа 56 (час.)

Всего часов 116 (час.)

Составитель: доцент Д.Г. Шевко

Факультет Математики и информатики

Кафедра Информационных и управляющих систем

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

### **1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе**

#### **1.1. Цели и задачи дисциплины**

Эффективность использования ПЭВМ в большой степени определяется количеством и типами периферийных устройств, которые могут применяться в ее составе. Широкая номенклатура периферийных устройств, разнообразие их технико-эксплуатационных и экономических характеристик дают возможность пользователю выбрать такие конфигурации ПЭВМ, которые в наибольшей мере соответствуют его потребностям и обеспечивают рациональное решение его задач.

Целью дисциплины является изучение методов передачи, регистрации, хранения и отображения информации, принципов организации и проектирования периферийных устройств ЭВМ, изучение вопросов сопряжения периферийного оборудования с ядром вычислительной системы.

#### **1.2. Требования к уровню освоения содержания дисциплины**

В результате изучения специалист должен:

- иметь представление о методах регистрации информации на различные носители, каналах записи, воспроизведения и передачи данных, принципах функционирования периферийных устройств, интерфейсах средств вычислительной техники.
- знать и уметь использовать периферийные устройства при вводе, выводе и отображении информации, основные способы обмена данными, принципы организации и проектирования периферийных устройств;
- владеть и иметь опыт обоснованного выбора стандартного периферийного оборудования, проектирования периферийных устройств на основе современной элементной базы.

### **1.3. Перечень дисциплин с указанием разделов (тем), усвоение которых студентами необходимо при изучении данной дисциплины**

Дисциплина базируется на материале, излагаемом в курсах «Технические средства ЭВМ», «Схемотехника», «Микропроцессорные системы».

## **2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **2.1. Федеральный компонент**

Дисциплина «Периферийные устройства информационных систем» для специальности 230201 – «Информационные системы и технологии» введена по решению УМСС

### **2.2. Наименование тем, их содержание, объем в лекционных часах**

#### **Тема 1. Классификация и характеристики внешних запоминающих устройств (4 час)**

1. Классификация внешних запоминающих устройств.
2. Основы магнитной записи.
3. Схемы записи и воспроизведения.
4. Представление цифровой информации на внешнем носителе.

#### **Тема 2. Накопители на гибких магнитных дисках (4 час)**

1. Структура накопителя на гибких магнитных дисках.
2. Метод записи данных на гибкий магнитный диск.
3. Формат записи информации на гибком магнитном диске.
4. Адаптер накопителей на гибких магнитных дисках.

#### **Тема 3. Накопители на жестких магнитных дисках (4 час)**

1. Структура накопителя на жестких магнитных дисках.
2. Метод записи данных на жесткий магнитный диск.
3. Формат записи информации на жестком магнитном диске.
4. Адаптер накопителей на жестких магнитных дисках.

**Тема 4. Накопители на оптических дисках (4 час)**

1. Основы оптической записи.
2. Формат записи информации на оптическом диске.
3. Обобщенная структура накопителя на оптических дисках.

**Тема 5. Видеомониторы и видеоадаптеры (4 час)**

1. Типы видеосистем.
2. Видеоадаптеры.
  - 2.1. Графические видеоадаптеры точечные.
  - 2.2. Графические видеоадаптеры векторные.
  - 2.3. Графические видеоадаптеры растровые.
3. Способы формирования цветного изображения.

**Тема 6. Принцип кодирования текстовой информации (2 час)**

1. Кодирование текстовой информации в ЭВМ.
2. Ручной ввод текстовой информации с клавиатуры.

**Тема 7. Устройства ввода-вывода текстовой информации с промежуточного носителя (4 час)**

1. Читающие автоматы.
2. Сканеры.
3. Алгоритмы контрастирования.
4. Алгоритм сканирования информации.
  - 4.1. Метод идентификации контуров.
  - 4.2. Распознавание символов аппаратными структурами с помощью нейронных сетей.
5. Интерфейсы читающих устройств.

**Тема 8. Устройства печати текстовой и графической информации (4 час)**

1. Обобщенная структура печатающего устройства.
2. Ударные печатающие устройства.
3. Безударные печатающие устройства.
  - 3.1. Струйные принтеры.
  - 3.2. Термопечатающие устройства.
  - 3.3. Лазерные принтеры.

**2.3. Практические занятия, их содержание и объем в часах****ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ**

| № темы | Наименование темы                     | Кол-во часов |
|--------|---------------------------------------|--------------|
| 1      | Классификация периферийных устройств. | 2            |

|       |                                                        |    |
|-------|--------------------------------------------------------|----|
| 2     | Организация систем ввода-вывода.                       | 2  |
| 3     | Методы и устройства ввода-вывода текстовой информации  | 2  |
| 4     | Методы и средства ввода-вывода графической информации. | 2  |
| 5     | Организация внешних ЗУ                                 | 2  |
| 6     | Устройства интерактивной связи человека с машиной      | 2  |
| 7     | Интерфейсы периферийных устройств                      | 3  |
| Итого |                                                        | 15 |

### **Тема 1: Классификация периферийных устройств.**

Переменный состав оборудования и классы ЭВМ. Классификация и характеристика периферийных устройств. Канал обмена информацией.

### **Тема 2: Организация систем ввода-вывода.**

Организация ввода-вывода информации в ЭВМ. Функции системы ввода-вывода (СВВ). Структуры СВВ. Способы ввода-вывода информации. Логическая организация СВВ. Интерфейсы СВВ. Интерфейс SCSI.

### **Тема 3. Методы и устройства ввода-вывода текстовой информации.**

Кодирование символов текстовой информации. Устройство ручного ввода (клавиатура). Устройства ввода с промежуточных носителей. Устройства автоматического ввода текстовой информации (читающие автоматы). Организация сканеров. Методы и устройства регистрации текстовой информации. Полутонные и цветные дисплеи. Дисплейные процессоры.

### **Тема 4. Методы и средства ввода-вывода графической информации.**

Методы ввода графической информации. Методы съёма координат в устройствах типа “планшет”. Устройства ввода ГИ. Методы вывода графической информации. Устройства отображения информации. Индикаторы УОИ. Организация ГД растрового типа. Организация адаптеров дисплея. Устройства регистрации графической информации.

### **Тема 5. Организация внешних ЗУ.**

Основные понятия и классификация ВЗУ. Физические основы регистрации информации на подвижном магнитном носителе. Физические основы оптической записи информации. Организация накопителей на оптической основе. Представление информации на магнитном носителе (способы записи информации). Логическая организация информации на магнитном носителе. Конструкция и основные характеристики НМД. Организация НМЛ. Стримеры. Накопители на базе цилиндрических магнитных доменов ЦМД.

### **Тема 6. Устройства интерактивной связи человека с машиной.**

Физиологические основы формирования и восприятия речи. Устройства

вывода речи. Устройства ввода речи.

## **Тема 7. Интерфейсы периферийных устройств.**

Системные, локальные, приборные интерфейсы. Стандартные интерфейсы – ISA, PCI, AGP, SCSI, USB. Связные интерфейсы – RS-232; Centronics, RS-485 Интерфейсы IDE, GPIB. Способы обмена.

### **2.4. Лабораторные занятия, их содержание и объем в часах.**

Лабораторная работа № 1. Работа с клавиатурой и дисплеем (2 час)

Лабораторная работа № 2. Работа с видеоадаптером (4 час)

Лабораторная работа № 3. Работа с файловой системой (4 час)

Лабораторная работа № 4. Работа с манипулятором «мышь» (5 час)

### **2.5. Самостоятельная работа студентов (56 часов)**

В качестве самостоятельной работы по дисциплине «Периферийные устройства АСОИУ» студенты готовят рефераты по новейшим достижениям в области разработки периферийных устройств из периодической литературы и сети INTERNET по следующим темам:

1. Мониторы: их классификация, современные модели и характеристики.
2. Принтеры: их классификация, современные модели и характеристики.
3. Сканеры: их классификация, современные модели и характеристики.
4. Мобильные накопители. Флэш-носители.
5. Устройства ввода речевой информации.
6. Многофункциональные устройства.
7. Устройства командного управления.
8. Мультимедиа-проекторы.
9. Устройства хранения данных.
10. Устройства обмена данными.

### **2.6. Вопросы к зачету**

1. Классификация вычислительных систем /ВС/ и требования, предъявляемые к ПУ в зависимости от класса ВС.
2. Характеристики ПУ, классификация ПУ.
3. Функции и структура систем ввода-вывода.
4. Центально-синхронный принцип управления обменом информации, асинхронный принцип управления.

5. Средства совмещения операций ввода-вывода и обработки информации. Режимы прерывания и приостановки.
6. Прерывания. Последовательность выполнения режима прерываний.
7. Арбитраж запросов прерываний. Способы реализации арбитража прерываний.
8. Устройства ввода-вывода универсальных ВС. Структура и назначение каналов. Селекторный и мультиплексный каналы.
9. Внешние запоминающие устройства. Основные характеристики.
10. Классификация ВУ.
11. Принцип записи информации на подвижной магнитный носитель.
12. Основные характеристики магнитных материалов, используемых в качестве носителей информации.
13. Способ записи информации на магнитный носитель БВН.
14. Способ записи информации на магнитный носитель методом фазовой модуляции.
15. Способ записи информации на магнитный носитель методом частотной модуляции
16. Способ записи информации на магнитный носитель методом модифицированной фазовой модуляции.
17. НГМД. Физическая и логическая организация ГМД. Основные характеристики НГМД.
18. Структура НГМД.
19. Контроллер НГМД. Назначение блоков контроллера.
20. НЖМД. Физическая и логическая организация ЖМД. Основные характеристики НЖМД. Отличие от НГМД.
21. Оптические накопители информации. Принципы действия, классификация по способам записи, характеристики, особенности использования. Преимущества и недостатки по сравнению с магнитными носителями.
22. Формы представления информации. Преобразование «аналог-цифра». Этапы преобразования.
23. АЦП. Классификация, характеристики, основные принципы построения. Основные источники ошибок преобразования «аналог-цифра».
24. АЦП время-импульсного типа. Алгоритм работы, структурная схема.
25. АЦП поразрядного уравнивания. Алгоритм работы, структурная схема.
26. ЦАП. Принципы преобразования «цифра-аналог». Примеры построения АЦП.
27. Структурная схема и принципы организации контроллеров для управления реальными техническими объектами.
28. Интерфейсы ВС. Понятие интерфейса, основные характеристики интерфейсов, организация связи устройств через интерфейс. Способы обмена информацией через интерфейс /синхронный и асинхронный режимы, программно-управляемый режим обмена, режим прямого доступа к памяти/.
29. Классификация интерфейсов. Структура многоинтерфейсной универсальной ВС.



30. Магистральные интерфейсы. Интерфейсы типа «Общая шина». Характеристики. Структура микроЭВМ.
31. Особенности интерфейсов IBM-совместимых персональных ВС. Типы интерфейсов IBM-совместимых ВС.
32. Интерфейсы периферийных устройств. Параллельный и последовательный интерфейсы ввода-вывода.
33. Индикация информации. Типы индикаторов. Основные характеристики индикаторов.
34. Жидкокристаллические индикаторы. Электродлюминисцентные индикаторы. Светодиодные индикаторы.
35. Принтеры. Принтеры с литерной печатью. Способы построения шрифтоносителей.
36. Знакосинтезирующие /матричные/ принтеры. Особенности построения. Структура контроллера.
37. Термопринтеры. Способы построения.
38. Струйные принтеры. Структурная схема. Способы построения печатающей головки.
39. Лазерные принтеры. Структура, принципы работы.
40. Плоттеры. Классификация, структурная схема планшетного плоттера.
41. Дисплеи. Характеристики. Структура ЭЛТ.
42. Структура и назначение видеоадаптера. Сравнительная оценка характеристик форматов изображений стандартных видеоадаптеров персональных ЭВМ /EGA, VGA, SVGA/.
43. Растровый способ формирования монохромного и цветного изображения на экране ЭЛТ. Разрешающая способность монитора. Характеристики, определяющие разрешающую способность, их зависимость от параметров ЭЛТ и характеристик видеоадаптера.
44. Устройства ввода информации. Классификация. Мыши, трекболы, клавиатура. Назначение, структурная схема, основные характеристики, подключение к системной магистрали.
45. Работа с монитором. Текстовый и графический режимы работы монитора.
46. Представление видеопамяти в текстовых режимах. Символы-атрибуты и отображаемые символы.
47. Низкий (через видеопамять и регистры монитора), средний (через прерывания BIOS и DOS), и высокий (через функции языков программирования) уровни управления дисплеем.
48. Символы-атрибуты в текстовом режиме работы монитора. Представление фонового цвета и цвета символов в текстовом режиме. Бит мигания в атрибуте.
49. Управление курсором дисплея. Высокий и средний уровень управления. Создание альтернативных курсоров.
50. Работа с дисковыми устройствами. Способы адресации дисков через BIOS. Адресация цилиндров, дорожек и секторов.
51. Основные команды работы с дисками. Работа с дисками через прерывания.

52. Работа с клавиатурой. Скан-коды, ASCII-коды и расширенные коды. Буфер клавиатуры.
53. Обработка кодов символов и расширенных кодов символов на высоком и среднем уровне. Клавиши-переключатели. Перепрограммирование функциональных клавиш.

## **2.7. Вопросы к экзамену**

- 1 Основные классы ЭВМ и режимы взаимодействия с пользователем. Особенности этих ЭВМ.
- 2 Основные условия, выполнение которых необходимо для создания систем с переменным составом оборудования.
- 3 Критерии классификации ПУ.
- 4 Особенность цикла работы ПУ для организации параллельной обработки и ввода вывода.
- 5 Основные действия системы ввода-вывода на этапе передачи данных.
- 6 Третий этап ввода-вывода – завершение.
- 7 Основные функции системы ввода/вывода.
- 8 Формирование адреса ОП при передаче данных между ПУ и ОП.
- 9 Организация параллельной работы ЦУ и ПУ.
- 10 Прерывания и приостановки. Способы реализации.
- 11 Канал ввода/вывода. Средства реализации.
- 12 Характеристики канала ввода/вывода.
- 13 Различия между интерфейсами первого уровня (системными) и второго уровня (малыми)?
- 14 Программное управление вводом-выводом.
- 15 Аппаратное управление обменом.
- 16 Особенности реализации алгоритма обмена в случае его исполнения контроллером ПДП.
- 17 Способы ввода-вывода по быстродействию.
- 18 Отличие устройств ввода текстовой информации с промежуточного носителя и с оригинала.
- 19 Использование клавиатуры в устройствах ввода с промежуточного носителя и с оригинала.
- 20 Кодирование символов текста в случае ввода с помощью клавиатуры и с промежуточного носителя.
- 21 Устройства ввода текстовой информации с промежуточного носителя информации. Преимущества ввода с промежуточного носителя.
- 22 Роль сканеров при вводе текста. Как обеспечивается ASCII-кодирование символов?
- 23 Как используются ПЗС-элементы при вводе текстовой информации? Чем отличаются цветные, полутонные и черно-белые сканеры?
- 24 Принтер ударного типа и его быстродействие.
- 25 Печатающее устройство безударного действия.

- 26 Методы вывода текстовой информации в принтерах ударного и не ударного типа.
- 27 Как в принтерах обеспечивается формирование изображений символов?
- 28 Способы формирования капелек краски в струйных принтерах. Какой способ обеспечивает более высокое качество печати?
- 29 Метод для формирования цветного изображения в принтерах.
- 30 Методы для ввода простых и сложных графических изображений.
- 31 Разделение на элементы при вводе сложных изображений, восприятие элементов изображения.
- 32 Способы определения координат элементов ГИ в устройствах типа планшет (дигитайзер) и в сканерах.
- 33 Оптические и магнито-оптические дисковые накопители. Отличия и способы записи.
- 34 понятия физической и информационной плотности магнитной записи.
- 35 Режимы работы устройства ввода речи – ввода и обучения.
- 36 Основные проблемы, затрудняющие распознавание речи.
- 37 Отличие синтеза речи по образцам и по правилам.
- 38 Функции блоков классификатор, процессор сжатия, процессор выделения признаков в устройствах ввода речи.
- 39 Интерфейсы периферийных устройств.
- 40 Организация внешних запоминающих устройств.

## **2.8. Виды контроля.**

Для проверки эффективности преподавания дисциплины проводится контроль знаний студентов. При этом используются следующие виды контроля:

– *текущий контроль* за аудиторной и самостоятельной работой обучающихся осуществляется во время проведения аудиторных занятий посредством устного опроса, проведения контрольных работ или осуществления лекции в форме диалога.

– *промежуточный контроль* осуществляется два раза в семестр в виде анализа итоговых отчетов на аттестационные вопросы.

*итоговый контроль* в виде зачета осуществляется после успешного прохождения студентами текущего и промежуточного контроля и сдачи отчета по самостоятельной работе и экзамена устного или письменного при ответах экзаменуемого на два вопроса в билете и дополнительные вопросы по желанию экзаменатора.

## **2.9. Требования к знаниям студентов, предъявляемые на зачете**

Для получения зачета студент должен посещать занятия, проявлять активность в аудитории, обязан выполнить все лабораторные работы, знать теоретический материал в объеме лекционного курса, защитить отчет по самостоятельной работе.

## **2.10. Требования к знаниям студентов, предъявляемые на экзамене**

Знания студента оцениваются как отличные при полном изложении теоретического материала экзаменационного билета и ответах на дополнительные вопросы со свободной ориентацией в материале и других литературных источниках.

Оценка “хорошо” ставится при твердых знаниях студентом всех разделов курса, но в пределах конспекта лекций и обязательных заданий по самостоятельной работе с литературой.

Оценку «удовлетворительно» студент получает, если дает неполные ответы на теоретические вопросы билета, показывая поверхностное знание учебного материала, владение основными понятиями и терминологией; при неверном ответе на билет ответы на наводящие вопрос.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется за незнание студентом одного из разделов курса. Студент не дает полные ответы на теоретические вопросы билета, показывая лишь фрагментарное знание учебного материала, незнание основных понятий и терминологии; наводящие вопросы остаются без ответа.

## **3. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **3.1. Перечень обязательной (основной) литературы**

1. Цилькер Б.Я., Орлов С.А. Организация ЭВМ и систем: Учебник для вузов. – СПб.: Питер, 2004. – 668 с.
2. Томпсон Р.Б., Томпсон Б.Ф. Железо ПК: Энциклопедия. 3-е изд. СПб.: Питер, 2004. - 435 с.
3. Гультияев А.К. Самое главное о...: Сканирование. СПб.: Питер, 2004. – 128 с.
4. А.В. Самарин Жидкокристаллический дисплей. Схемотехника, конструкция и применение. Изд-во: САЛОН-Р, 2004. - 304 с.
5. В. Я. Митницкий Архитектура IBM PC и язык Ассемблера Издательство: МФТИ, 2000. - 148 с.
6. Дж. Смит Сопряжение компьютеров с внешними устройствами. Уроки реализации. Издательство: Мир, 2000. - 272 с.

### **3.2. Перечень дополнительной литературы**

1. Ю. Шафрин. IBM PC. Учебник. Изд-во: Бином. Лаборатория знаний. 2002, 536 с.
2. В. Соломенчук. Аппаратные средства персональных компьютеров. Изд-во: BHV, 2003, 504 с.
3. М. Гук. Аппаратные интерфейсы ПК. Энциклопедия. Изд-во: Питер, 2002, 528 с.
4. Assembler. Учебник для вузов/ Юров В.И. – СПб.: Питер, 2003. – 637 с.

5. Assembler. Практикум/ Юров В.И. – СПб.: Питер, 2004. – 399 с.

## Периодическая литература

Мир ПК, Компьютер-Пресс, Компьютера, Publish, Персональный компьютер сегодня, Мир техники, Computer Word, Открытые системы

## 4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ) КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

| Номер недели | Номер темы | Занятия (номера)    |              | Используемые нагляд. и метод пособия | Самостоятельная работа студентов                                                                                                                              |      | Форма контроля |
|--------------|------------|---------------------|--------------|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------------|
|              |            | Практич. (семинар.) | Лабораторные |                                      | Содержание                                                                                                                                                    | часы |                |
| 1            | 2          | 3                   | 4            | 5                                    | 6                                                                                                                                                             | 7    | 8              |
| 1            | 1          | 1                   | 1            | 1,2 – осн.<br>4,5 – доп.             | Выбор темы самостоятельной работы                                                                                                                             | 2    |                |
| 2            | 1          |                     |              | 1,2 – осн.<br>4,5 – доп.             |                                                                                                                                                               |      | злр            |
| 3            | 2          | 2                   | 2            | 1,5,6 – осн.<br>2, 4,5 – доп.        | Поиск литературы по теме самостоятельной работы                                                                                                               | 6    |                |
| 4            | 2          |                     |              | 1,5,6 – осн.<br>2, 4,5 – доп.        |                                                                                                                                                               |      | сб             |
| 5            | 3          | 3                   | 2            | 1,5,6 – осн.<br>2, 4,5 – доп.        | Работа с периодической литературой и поиск информации в сети Интернет по новейшим достижениям в области периферийных устройств по теме самостоятельной работы | 38   |                |
| 6            | 3          |                     |              | 3,5 – осн.<br>3,4,5 – доп.           |                                                                                                                                                               |      | злр            |
| 7            | 4          | 4                   | 3            | 3,5 – осн.<br>3,4,5 – доп.           |                                                                                                                                                               |      |                |
| 8            | 4          |                     |              | 2,5 – осн.<br>1,2 – доп.             |                                                                                                                                                               |      | к.р.           |
| 9            | 5          | 5                   | 3            | 2,5 – осн.<br>1,2 – доп.             |                                                                                                                                                               |      |                |
| 10           | 5          |                     |              | 1,5 – осн.<br>4,5 – доп.             |                                                                                                                                                               |      | злр            |
| 11           | 6          | 6                   | 4            | 1,5 – осн.<br>4,5 – доп.             |                                                                                                                                                               |      |                |
| 12           | 7          |                     |              | 1,2,5,4 – осн.<br>1,2,4,5 – доп.     | Написание отчета                                                                                                                                              | 6    | сб             |
| 13           | 7          | 7                   | 4            | 1,2,5,4 – осн.<br>1,2,4,5 – доп.     |                                                                                                                                                               |      |                |
| 14           | 8          |                     |              | 1,5,6 – осн.<br>3,4,5 – доп.         | Защита отчета по самостоятельной работе                                                                                                                       | 4    | злр            |
| 15           | 8          |                     |              | 1,5,6 – осн.<br>3,4,5 – доп.         |                                                                                                                                                               |      | зачет          |

### Условные обозначения:

осн. – основная литература

доп. – дополнительная литература

к.р. – контрольная работа

сб – собеседование

злр – защита лабораторной работы

# ЛЕКЦИОННЫЙ КУРС

## Классификация и характеристики внешних запоминающих устройств

### План

1. Классификация внешних запоминающих устройств.
2. Основы магнитной записи.
3. Схемы записи и воспроизведения.
4. Представление цифровой информации на внешнем носителе.

### 1. Классификация внешних запоминающих устройств

Для эффективной обработки данных необходимо обеспечить при минимальных затратах хранение больших объемов информации и быстрый доступ к ней. Эти требования противоречивы и при современном уровне технологии компромисс между емкостью, быстродействием памяти и затратами на нее достигается за счет создания иерархической структуры, включающей в себя сверхоперативный, основной, внешний и архивный уровни. Внешний и архивный уровни образуют **систему внешней памяти**. В ее состав входят разнородные внешние запоминающие устройства (ВЗУ), контроллеры ВЗУ, а также носители информации и хранилища для них.

**Контроллеры ВЗУ**, как правило, размещаются в системном блоке ПЭВМ и реализуют функции контроля исправности ВЗУ, помехоустойчивого кодирования, обнаружения ошибок при считывании, задания формата данных, формирования сигналов интерфейса в соответствии с протоколом и др.

*По типу носителя* различают ВЗУ с подвижным и неподвижным носителем. Если поиск, запись и считывание информации сопровождаются механическим перемещением носителя, то такие ВЗУ называют накопителями с подвижным носителем. К этой категории относят накопители на магнитных лентах (НМЛ), магнитных дисках (НМД) и оптических дисках (НОД). Накопители на основе цилиндрических магнитных доменов (ЦМД) относятся к накопителям второй категории. Реже во ВЗУ используют объемную запись - полупроводниковые ВЗУ, приборы с зарядной связью.

*По способу доступа* к информации все ВЗУ делятся на накопители с последовательным (НМЛ) и прямым (произвольным) доступом (НГМД, НЖМД).

Основными техническими характеристиками ВЗУ являются:

1) *информационная емкость* определяет наибольшее количество единиц данных, которое может одновременно храниться в ВЗУ. Она зависит от площади и объема носителя, а также от плотности записи;

2) *плотность записи* - число бит информации, записанных на единице поверхности носителя. Различают **продольную плотность** (бит/мм), т.е. число бит на единице длины носителя вдоль вектора скорости его перемещения (по дорожке), и **поперечную плотность** (бит/мм), т.е. число бит на единице длины носителя в направлении, перпендикулярном вектору скорости (число дорожек);

3) *время доступа*, т.е. интервал времени от момента запроса (чтения или записи) до момента выдачи блока. Это время включает в себя время поиска информации на носителе и время чтения или записи;

4) *скорость передачи* данных определяет количество данных, считываемых или записываемых в единицу времени и зависит от скорости движения носителя, плотности записи, числа каналов и т.п.

## 2. Основы магнитной записи

Запись и считывание информации происходят в процессе взаимодействия магнитного носителя и магнитной головки (МГ), которая представляет собой электромагнит. Материал магнитного покрытия можно представить множеством хаотически расположенных магнитных доменов, ориентация которых изменяется под действием внешнего магнитного поля (рис. 12.1), создаваемого МГ при подаче в ее обмотку тока записи. Если МГ приводит к ориентации доменов в плоскости носителя (рис. 12.1, б, в), то магнитную запись называют **горизонтальной**, а если - к ориентации доменов перпендикулярно плоскости носителя (рис. 12.1, г, д), то магнитную запись называют **вертикальной**. Хотя вертикальная запись потенциально позволяет добиться более высокой плотности записи, наиболее распространена

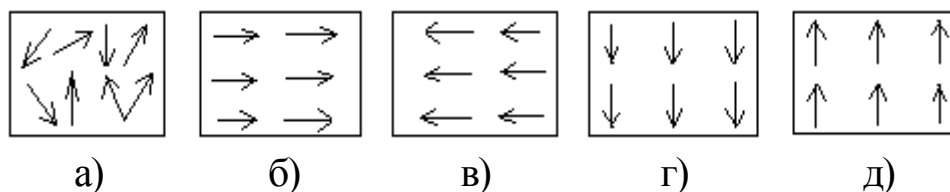


Рис. 12.1 Состояния материала носителя:  
размагниченное (а); намагниченное (б) - (д)

горизонтальная запись.

Для регистрации информации используется переход от одного состояния намагниченности в противоположное. Этот переход является «отпечатком», который может быть обнаружен с помощью МГ чтения.

Для **горизонтальной магнитной записи** МГ записи имеет небольшой зазор, через который замыкается магнитный поток. Под действием тока в обмотке домены носителя ориентируются в одном направлении. Если изменить направление тока записи  $I_w$ , то ориентация доменов будет противоположной (рис. 12.2). Количество переходов, размещаемых на единице площади носителя, называют **физической плотностью записи**. Этот параметр зависит от метода магнитной записи, величины зазора в МГ и ее конструкции, расстояния между МГ и покрытием носителя и др.

Если плотность записи очень большая, то соседние переходы влияют друг на друга и это должно учитываться при построении схем записи и воспроизведения.

Магнитная головка чтения позволяет определить моменты времени, когда при движении носителя под ней оказываются границы между участками с противоположными состояниями намагниченности. Магнитный поток, создаваемый доменами носителя, частично замыкается через магнитопровод МГ чтения. Для сокращения длительности импульса воспроизведения уменьшают зазор в головке, толщину магнитного покрытия и расстояние между МГ и покрытием.

Если расстояние от МГ до покрытия равно нулю, то реализуется контактная запись (НМЛ, НГМД). Трение между носителем и МГ вызывает их износ и ограничивает скорость движения носителя. При использовании НЖМД реализуют бесконтактную запись, при которой МГ находится на расстоянии 0,2-5 мкм над поверхностью носителя.

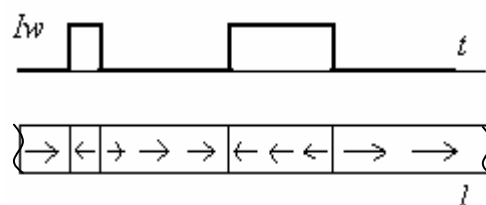


Рис. 12.2 Воздействие тока на различные участки носителя при его движении

### 3. Схемы записи и воспроизведения

Чтобы создать магнитный поток МГ, в ее обмотке должен протекать ток  $I_w$  или  $-I_w$  в процессе записи, а чтобы предотвратить разрушение записанной информации при хранении и считывании, ток записи должен отсутствовать. Этого можно добиться с помощью следующей схемы (рис. 12.3,а). МГ записи имеет две обмотки  $W_1$  и



$W_2$ , включенные встречно. При наличии разрешающего сигнала записи  $WR$  ток от источника через резистор  $R$  протекает по обмотке  $W_1$

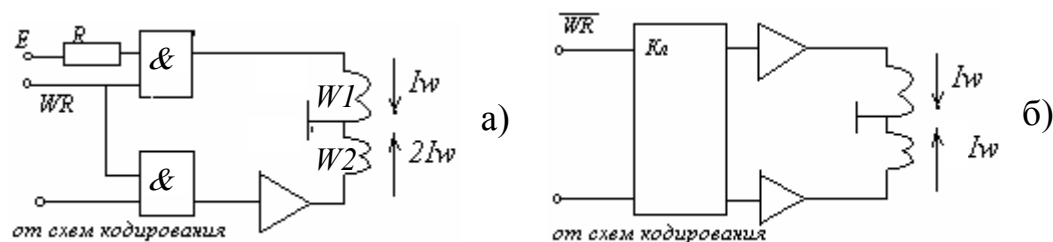


Рис. 12.3 Схемы записи (а) и воспроизведения (б)

, переводя носитель в одно из состояний намагниченности. Противоположное состояние намагниченности создается при протекании тока  $2I_w$  по обмотке  $W_2$ . Этот ток формируется усилителем записи при наличии сигнала разрешения записи и сигнала от схем кодирования.

Использование элементов с тремя состояниями (Кл — ключ, переключатель) позволяет уменьшить энергетические затраты и несколько повысить быстродействие, так как требует коммутации меньших токов (рис. 12.3, б). При считывании необходимо выделять слабые полезные сигналы на фоне помех и амплитудно-частотных искажений.

#### 4. Представление цифровой информации на внешнем носителе

Способы записи устанавливают соответствие отпечатков на поверхности носителя значениям «0» и «1». Наиболее распространенными являются способы записи без возврата к нулю (БВН), частотной (ЧМ) и фазовой (ФМ) модуляции, группового кодирования (ГК). **Трактом** или **каналом** записи-воспроизведения называют совокупность аппаратных средств, позволяющих при операциях записи получать отпечатки и восстанавливать записанную кодовую последовательность при операциях чтения. При магнитной записи основными компонентами тракта являются головка записи и воспроизведения, усилители записи и воспроизведения, детекторы информационных и синхронизирующих сигналов, схемы управления.

Рассмотрим наиболее распространенный способ записи — «**без возврата к нулю**». Суть этого способа состоит в том, что при записи «1» направление тока изменяется, а при записи «0» — не изменяется и отпечатков на поверхности носителя не остается. Запись и чтение осуществляются при постоянной скорости перемещения носителя. Для воспроизведения «0» и отделения их от «1» используются син-

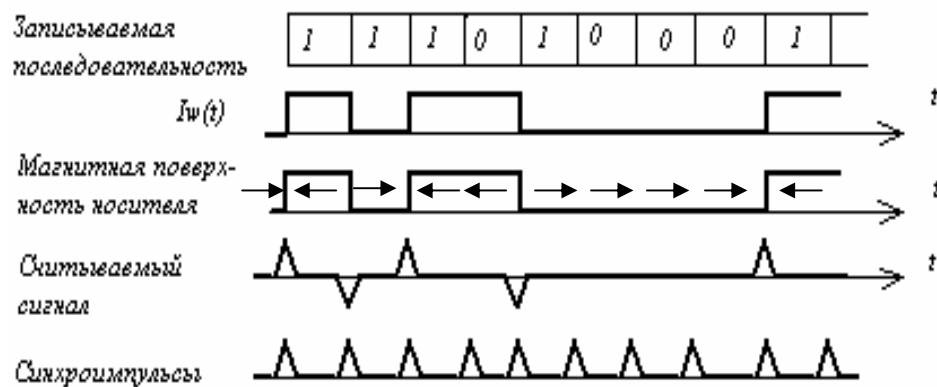


Рис. 12.4. Временная диаграмма процесса записи и воспроизведения цифровой информации

хроимпульсы (рис. 12.4), которые при считывании могут воспроизводиться автономным тактовым генератором или считываться как служебная информация со служебной дорожки носителя.

### Вопросы к лекции

1. Какие характеристики пытаются улучшить при разработке ВЗУ для того чтобы повысить скорость передачи данных? За счет каких технических решений это достигается?

## Накопители на гибких магнитных дисках

### План

1. Структура накопителя на гибких магнитных дисках.
2. Метод записи данных на гибкий магнитный диск.
3. Формат записи информации на гибком магнитном диске.
4. Адаптер накопителей на гибких магнитных дисках.

### 1. Структура накопителя на гибких магнитных дисках

Устройство накопителя на гибких магнитных дисках (НГМД) (рис. 13.1) включает ГМД, пять основных систем (приводной механизм, механизм позиционирования, механизм центрования и крепления, систему управления и контроля, систему записи-считывания) и три специальных датчика (датчик индексного отверстия, датчик запрета записи, датчик дорожки 00);

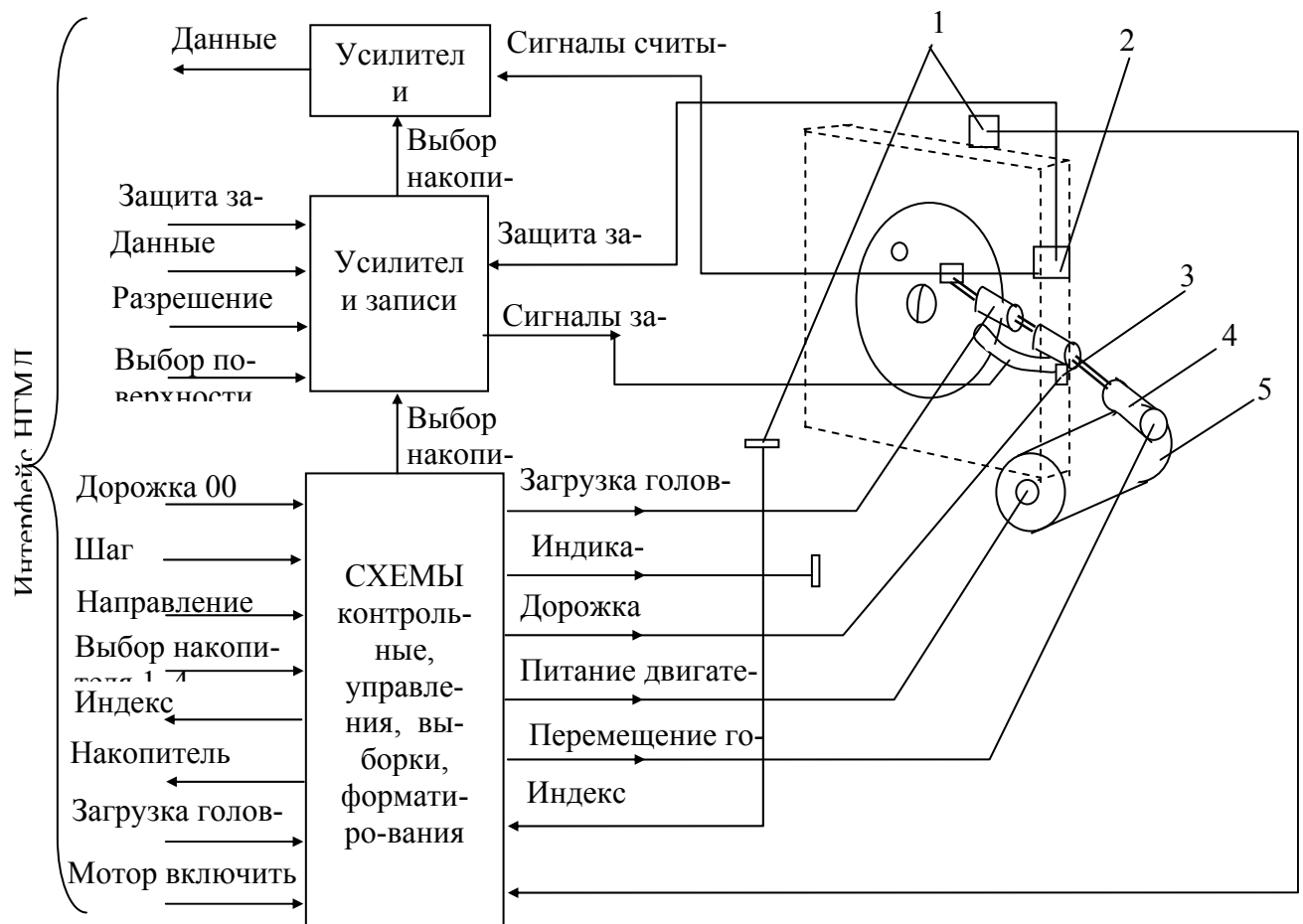


Рис. 13.1. Функциональная схема НГМД:

1 - датчик индексного отверстия; 2 – датчик запрета записи; 3 – датчик дорожки 00; 4 – ленточный привод головки; 5 - двигатель

записи, датчик дорожки 00).

Полезная поверхность диска представляет собой набор дорожек, расположенных с определенным шагом. Нумерация дорожек начинается с внешней стороны (нулевой дорожки). Позиция дорожки 00 определяется в накопителе с помощью специального фотоэлектрического датчика. Сама дорожка разбивается на отдельные участки записи равной длины - секторы. Начало участков записи-считывания на дорожках определяется имеющимся на диске специальным круглым индексным отверстием. Когда индексное отверстие при вращении диска проходит под соответствующим окном кассеты, другой фотоэлектрический датчик вырабатывает короткий электрический импульс, по которому обнаруживается позиция начала дорожки.

Позиционирующая система служит для установки магнитной головки точно над определенной дорожкой на поверхности диска. Все электрические схемы размещаются на печатной плате, komponуемой в корпусе НГМД. Обычно в профессиональной ПЭВМ к одному адаптеру через интерфейс можно подключать до четырех НГМД. Электронные схемы выборки поэтому имеют четыре входа. Для подключения определенных НГМД применяются микропереключатели.

## 2. Метод записи данных на гибкий магнитный диск

В НГМД используют два основных метода записи: метод частотной модуляции (ЧМ) (рис. 13.2) и метод модифицированной ЧМ. В контроллере (адаптере) НГМД данные обрабатываются в двоичном коде и передаются в НГМД в последовательном коде.

**Способ частотной** модуляции является двухчастотным. При записи в начале тактового интервала производится переключение тока в

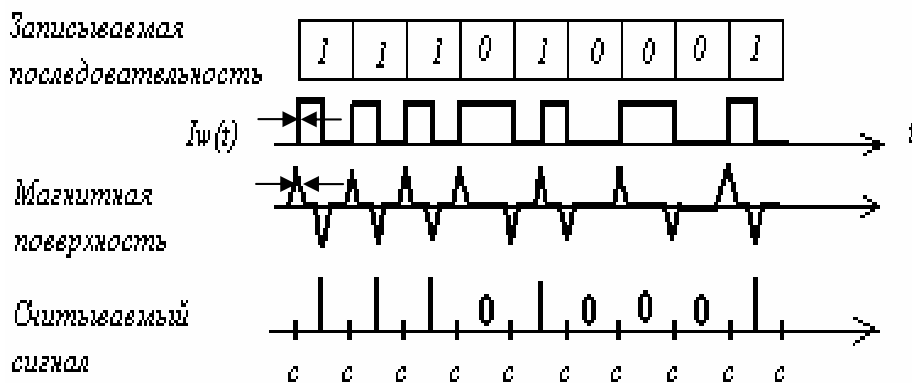


Рис. 13.2. Диаграмма магнитной записи способом частотной модуляции: с - синхросигнал

МГ и направление намагниченности поверхности изменяется. Переключение тока записи отмечает начало тактов записи и используется при считывании для формирования сигналов синхронизации. Таким образом, этот способ обладает свойством **самосинхронизации**. Запись «1» и «0» производится в середине тактового интервала, причем при записи «1» в середине тактового интервала производится инвертирование тока, а при записи «0» - нет. При считывании в моменты середины тактового интервала определяют наличие сигнала произвольной полярности. Наличие сигнала в этот момент соответствует «1», а отсутствие - «0».

### 3. Формат записи информации на гибком магнитном диске

Организация размещения информации на дискете предполагает расположение данных пользователя вместе со служебной информацией, необходимой для нумерации отдельных областей, отделения их друг от друга, для контроля информации и т.д.

В НГМД используют стандартные форматы информации для унификации (обобщения) НГМД и их адаптеров. Каждая дорожка на дискете разделена на секторы. Размер сектора является основной характеристикой формата и определяет наименьший объем данных, который может быть записан одной операцией ввода-вывода. Применяемые в НГМД форматы различаются числом секторов на дорожке и объемом одного сектора. Максимальное количество секторов на дорожке определяется операционной системой. Секторы отделяются друг от друга интервалами, в которых информация не записывается. Произведение числа дорожек на количество секторов и количество

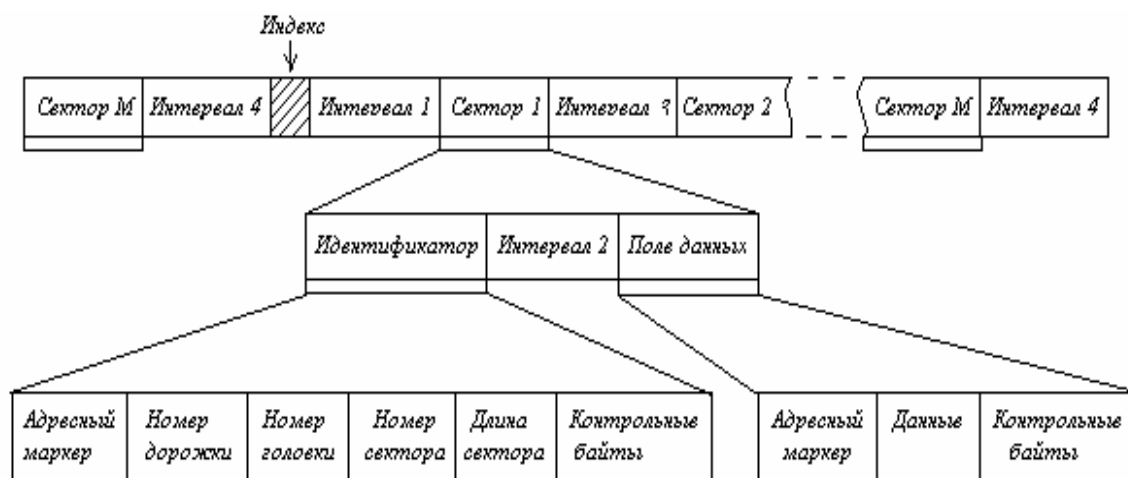


Рис. 17.3 Формат записи информации на ГМД

сторон дискеты определяет ее информационную емкость.

Каждый сектор (рис. 13.3) включает две области: поле служебной информации и поле данных. *Служебная информация* составляет идентификатор сектора, позволяющий отличить его от других.

**Адресный маркер** - это специальный код, отличающийся от данных и указывающий на начало сектора или поля данных. **Номер головки** указывает одну из двух МГ, расположенных на соответствующих сторонах дискеты. **Номер сектора** - это логический код сектора, который может не совпасть с его физическим номером. **Длина сектора** указывает размер поля данных. **Контрольные байты** предназначены для контроля ошибок считывания.

*Среднее время доступа* к диску в миллисекундах оценивается по следующему выражению:

$$t_{cp} = (N-1) \cdot t_1 / 3 + t_2, \quad (17.1)$$

где  $N$  - число дорожек на рабочей поверхности ГМД;  $t_1$  - время перемещения МГ с дорожки на дорожку;  $t_2$  - время успокоения системы позиционирования.

#### 4. Адаптеры накопителей на гибких магнитных дисках

Адаптер НГМД переводит команды, поступающие из ПЗУ BIOS, в электрические сигналы, управляющие НГМД, а также преобразует поток импульсов, считываемых с дискеты МГ, в информацию, воспринимаемую ПЭВМ. Конструктивно электронное оборудование адаптера может быть размещено на системной плате ПЭВМ либо совмещено с оборудованием других адаптеров на отдельной плате модулей расширения. Возможно программирование длины записи данных, скорости перехода с дорожки на дорожку, времени загрузки и разгрузки МГ, а также передача данных в режиме ПДП или прерывания.

Один из вариантов построения структурной схемы адаптера НГМД приведен на рис. 13.4.

Дешифратор адреса распознает базовые адреса программно доступных регистров адаптера. Для ЦП адаптер НГМД доступен программно через регистр управления и два порта контроллера НГМД - регистр состояния и регистр данных. Значения отдельных разрядов регистра управления определяют выбор НГМД, сброс контроллера, включение двигателя, разрешение прерывания и ПДП.



образует их в последовательный код, используемый при частотном методе записи.

Контроллер НГМД выполняет следующий **набор команд**: позиционирование, форматирование, считывание, запись, проверка состояния НГМД и др. Каждая команда выполняется в **три фазы**: подготовительной, исполнения и заключительной. В **подготовительной фазе** ЦП передает контроллеру байты управления, которые включают код операции и параметры, необходимые для ее исполнения. На основании этой информации в **фазе исполнения** контроллер выполняет действия, заданные командой. В заключительной фазе через регистр данных считывается содержимое регистров состояния, хранящих информацию о результате выполнения команды и состоянии НГМД. В ЦП передаются условия завершения операции.

Таблица 13.1

Назначение сигналов интерфейса НГМД

| Обозначение сигнала | Назначение сигнала    | Направление |
|---------------------|-----------------------|-------------|
| ИНД                 | Индекс/сектор         | от НГМД     |
| ВН0                 | Выбор накопителя 0    | к НГМД      |
| ВН1                 | Выбор накопителя 1    | к НГМД      |
| МВК                 | Мотор включить        | к НГМД      |
| НПШ                 | Направление шага      | к НГМД      |
| ШАГ                 | Шаг                   | к НГМД      |
| ДЗП                 | Данные записи         | к НГМД      |
| РЗП                 | Разрешение записи     | к НГМД      |
| Д00                 | Дорожка 00            | от НГМД     |
| ДВС                 | Данные воспроизведены | от НГМД     |
| ВПВ                 | Выбор поверхности     | к НГМД      |
| НГТ                 | Накопитель готов      | от НГМД     |

Схема формирования сигналов записи работает под управлением контроллера и предназначена для предотвращения искажения информации при записи. Фазовый детектор, генератор, управляемый напряжением (ГУН), фильтр нижних частот (ФНЧ) и узел синхронизации образуют схему отделения синхроимпульсов - **сепаратор**. При считывании данные из НГМД поступают на схему сепаратора, и принимаются контроллером, который декодирует их и преобразует побайтно в параллельный код. Байты буферизуются в регистре данных и передаются в оперативную память ПЭВМ.

Управление обменом между ЦП и адаптером НГМД осуществляется схемой сопряжения с системной шиной. Двухнаправленный формирователь данных согласует электрические параметры шины дан-



ных системной и внутренней шины адаптера. Обмен информацией между адаптером и ЦП происходит в **двух режимах**: ПДП и прерываний. Программная поддержка работы адаптера обеспечивается драйвером, входящим в состав ОС.

Сопряжение интерфейса НГМД с адаптером НГМД осуществляется гибким кабелем. Все сигналы интерфейса НГМД имеют стандартный ТТЛ-уровень (табл. 13.1).

### **Вопросы к лекции**

1. Нарисуйте подробную схему взаимодействия программных и аппаратных компонент и блоков ПЭВМ при выполнении операций чтения и записи на НГМД.
2. Запишите любое двоичное число при помощи методов ЧМ и БВН.

## Накопители на жестких магнитных дисках

### План

1. Структура накопителя на жестких магнитных дисках.
2. Метод записи данных на жесткий магнитный диск.
3. Формат записи информации на жестком магнитном диске.
4. Адаптер накопителей на жестких магнитных дисках.

### 1. Структура накопителя на жестких магнитных дисках

С конструктивной точки зрения НЖМД схожи с НГМД. Однако НЖМД содержат большее число электромеханических узлов и механических деталей, изолированных в герметизированном корпусе, и пакет магнитных дисков. Несколько дисков, объединенных в пакеты, жестко закрепляются на общей оси (рис. 14.1). Магнитные головки, объединенные в блок, приводятся в движение двигателем.

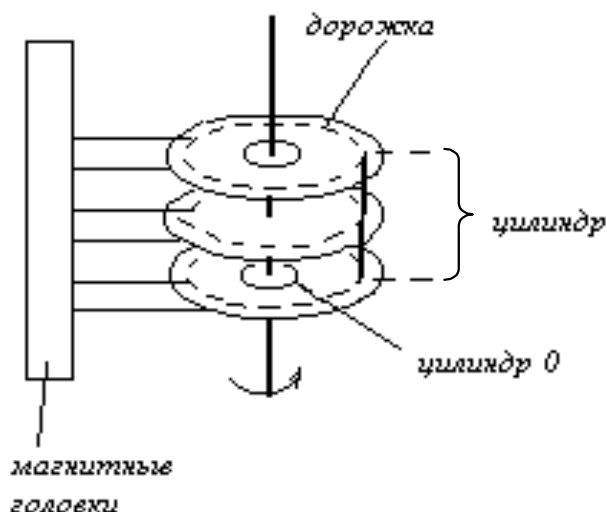


Рис. 14.1. Структура дискового пакета НЖМД

Запись-считывание в НЖМД осуществляется бесконтактным способом, хотя в состоянии покоя МГ находятся на поверхности магнитного покрытия.

**Жесткий магнитный диск** - это круглая металлическая пластина толщиной 1,5..2мм, покрытая ферромагнитным слоем и специальным защитным слоем. Для записи и чтения используются обе поверхности диска. Поверхность диска, как и для НГМД, разбита на дорожки. Дорожки с одним и тем же радиусом на всех дисках пакета образуют **цилиндр**. Цилиндр определяет положение всех МГ блока при записи или считывании на той или иной дорожке. Цилиндрам присваиваются

номера соответствующих дорожек. Обычно один сектор на дорожке вмещает несколько сотен байт. Полный адрес сектора в дисковом пакете состоит из трех частей: номера цилиндра, номера МГ и номера сектора на дорожке. Обычно используют пакеты с 4, 5, 8 и более дисками, где на каждую поверхность диска приходится по одной МГ.

## 2. Метод записи данных на жесткий магнитный диск

Для записи на ЖМД используются методы ЧМ, модифицированной частотной модуляции (МЧМ) и RLL-метод, при котором каждый байт данных преобразуется в 16-битовый код.

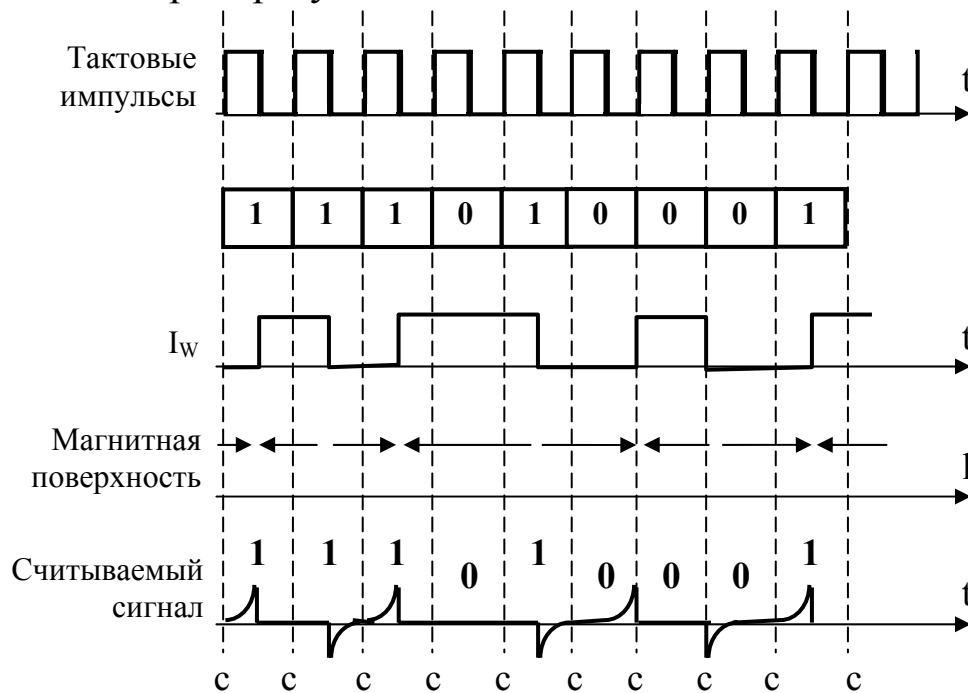


Рис. 14.2. Диаграмма магнитной записи способом модифицированной частотной модуляции: с – синхросигнал

При методе МЧМ плотность записи данных возрастает вдвое по сравнению с методом ЧМ. Для этого метода (рис. 14.2), если записываемый бит данных является единицей, то стоящий перед ним бит тактового импульса не записывается. Если записывается «0», а предыдущий бит был «1», то синхросигнал также не записывается, как и бит данных. Но если перед «0» стоит бит «0», то синхросигнал записывается.

## 3. Формат записи информации на жестком магнитном диске

В НЖМД обычно используются форматы данных с фиксированным числом секторов на дорожке (17, 34 или 52) и с объемом данных в одном секторе 512 или 1024 байта. Секторы маркируются магнит-

ным маркером.

Конкретный формат данных определяется внутренней программной конфигурацией ПЭВМ и техническими характеристиками адаптера накопителя. Структура формата (рис. 14.3) подобна структуре, применяемой в НГМД.

Начало каждого сектора обозначается адресным маркером. В начале идентификатора и поля данных записываются байты синхронизации, служащие для синхронизации схемы выделения данных адаптера НЖМД. Идентификатор сектора содержит адрес диска в пакете, представленный кодами номеров цилиндра, головки и сектора. В отличие от НГМД в НЖМД в идентификатор дополнительно вводят байты сравнения и флага. Байт сравнения представляет одинаковое для каждого сектора число, с помощью которого осуществляется правильность считывания идентификатора. Байт флага содержит флаг - указатель состояния дорожки (основная или запасная, исправная или дефектная).

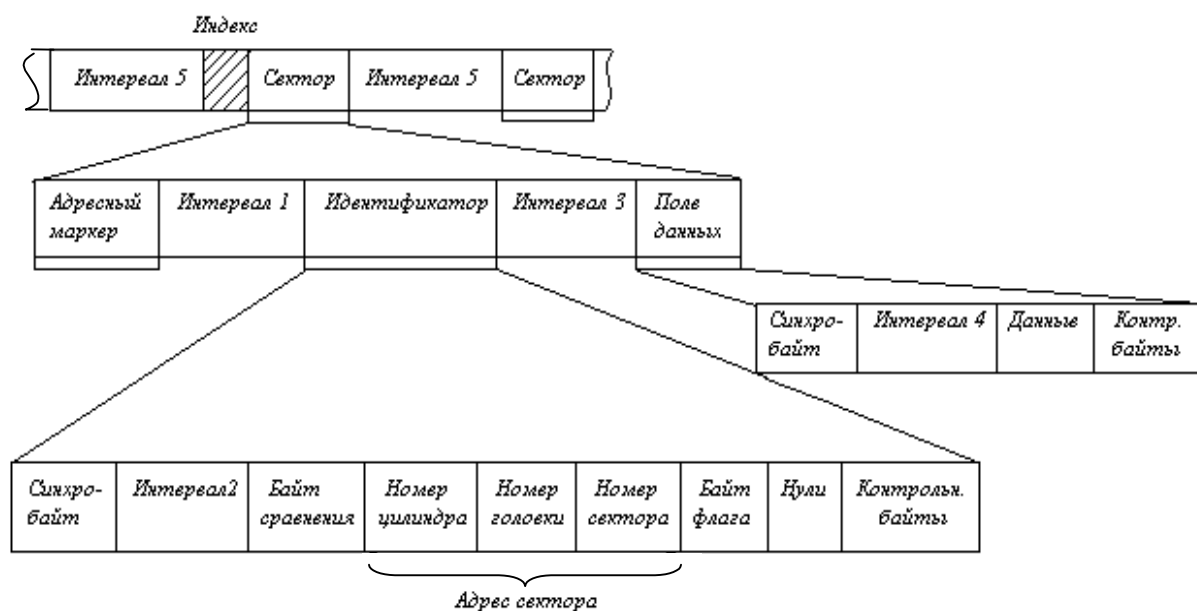


Рис. 14.3. Формат записи в НЖМД

Контрольные байты записываются в поле идентификатора один раз при записи идентификатора сектора, а в поле данных - каждый раз при каждой новой записи данных. Контрольные байты в НЖМД предназначены не только для определения, но и для коррекции ошибок считывания. Наиболее часто используются полиноминые корректирующие коды; использование конкретных кодов зависит от схемной реализации адаптера.

Перед использованием НЖМД производится его **начальное форматирование** - процедура, выполняемая под управлением специальной программы, при работе которой на дисковый пакет записывается служебная информация и проверяется пригодность полей данных.

Пять различных интервалов в НЖМД используются для синхронизации электронных процессов чтения-записи и управления работы электромеханических узлов накопителя.

В результате начального форматирования определяется расположение секторов, и устанавливаются их логические номера. Поскольку скорость вращения диска очень большая, для обеспечения минимального числа оборотов диска при обращении к последовательным секторам, секторы с последовательными номерами размещаются через  $N$  физических секторов друг от друга (рис. 14.4).

Кратность расположения секторов задается при форматировании диска. Коэффициенты чередования бывают 6:1, 3:1, и 1:1. Новейшие модели НЖМД используют коэффициенты 1:1, а их контроллеры считывают с диска за одно его обращение информацию с целой дорожки и затем хранят ее в буферной памяти. При запросе из буферной памяти передается информация уже из требуемых секторов.



Рис. 14.4. Расположение секторов в НЖМД

Каждая дорожка диска разделяется на одинаковое число секторов, поэтому сектора на дорожках, которые находятся ближе к нулевой дорожке, имеют меньший размер. Для записи таких секторов используются магнитные поля большей интенсивности (**компенсация записи**). Число поверхностей диска (головок), число цилиндров (дорожек) и точка, с которой начинается компенсация записи, являются **параметрами для настройки** контроллера НЖМД.

*Среднее время доступа к информации на НЖМД составляет*

$$t_{cp} = t_n + 0,5/F + t_{обм}, \quad (14.1)$$

где  $t_n$  - среднее время позиционирования;  $F$  - скорость вращения диска;  $t_{обм}$  - время обмена. Время обмена зависит от технических средств контроллера и типа его интерфейса, наличия встроенной буферной кэш-памяти, алгоритма кодирования дисковых данных и коэффициента чередования.

#### 4. Адаптер накопителей на жестких магнитных дисках

В НЖМД используются два вида электронных схем: один для управления магнитными головками, двигателем и дисками; и другой для управления данными. Конструктивно электронное оборудование адаптера НЖМД, также как и адаптера НГМД, может быть размещено или на системной плате ПЭВМ, или на плате модуля расширения совместно с адаптером НГМД.

Типичный адаптер НЖМД выполняет следующие основные *функции* по командам ЦП: поддерживает требуемый формат данных, размещаемых на дисках; передает данные в режиме ПДП или программного ввода-вывода; осуществляет поиск и проверку требуемых цилиндров; производит переключение головок; обнаруживает и корректирует ошибки в считанных данных; организует последовательность считываемых секторов в соответствии с коэффициентом чередования; генерирует прерывание. Если адаптер использует RLL-метод кодирования, то требуется специальный накопитель, рассчитанный на данный способ кодирования.

На рис. 14.5 приведена обобщенная структура адаптера НЖМД.

Программы управления микропроцессором записываются в ПЗУ. Различные программы предназначены для различных операций обмена. Адаптер НЖМД имеет собственную локальную оперативную память, которая разделяется на рабочую область для микропроцессора и буфер данных для хранения одного сектора. Регистры ввода-вывода предназначены для ввода-вывода данных, сброса и выбора адаптера, записи состояния и типа накопителя, разрешения ПДП и прерывания. Контроллер ПДП управляет обменом данными между адаптером и НЖМД, между адаптером и ОЗУ ПЭВМ.

**Команды ЦП** подаются на адаптер в режиме программного ввода-вывода в виде блока, включающего код операции, адрес сектора, номера байтов обмена, номер накопителя и др.

Основными командами являются команды чтения, записи, форматирования и позиционирования. Для проверки состояния НЖМД и адаптера служат диагностические команды. Командный блок записывается в локальную память адаптера.

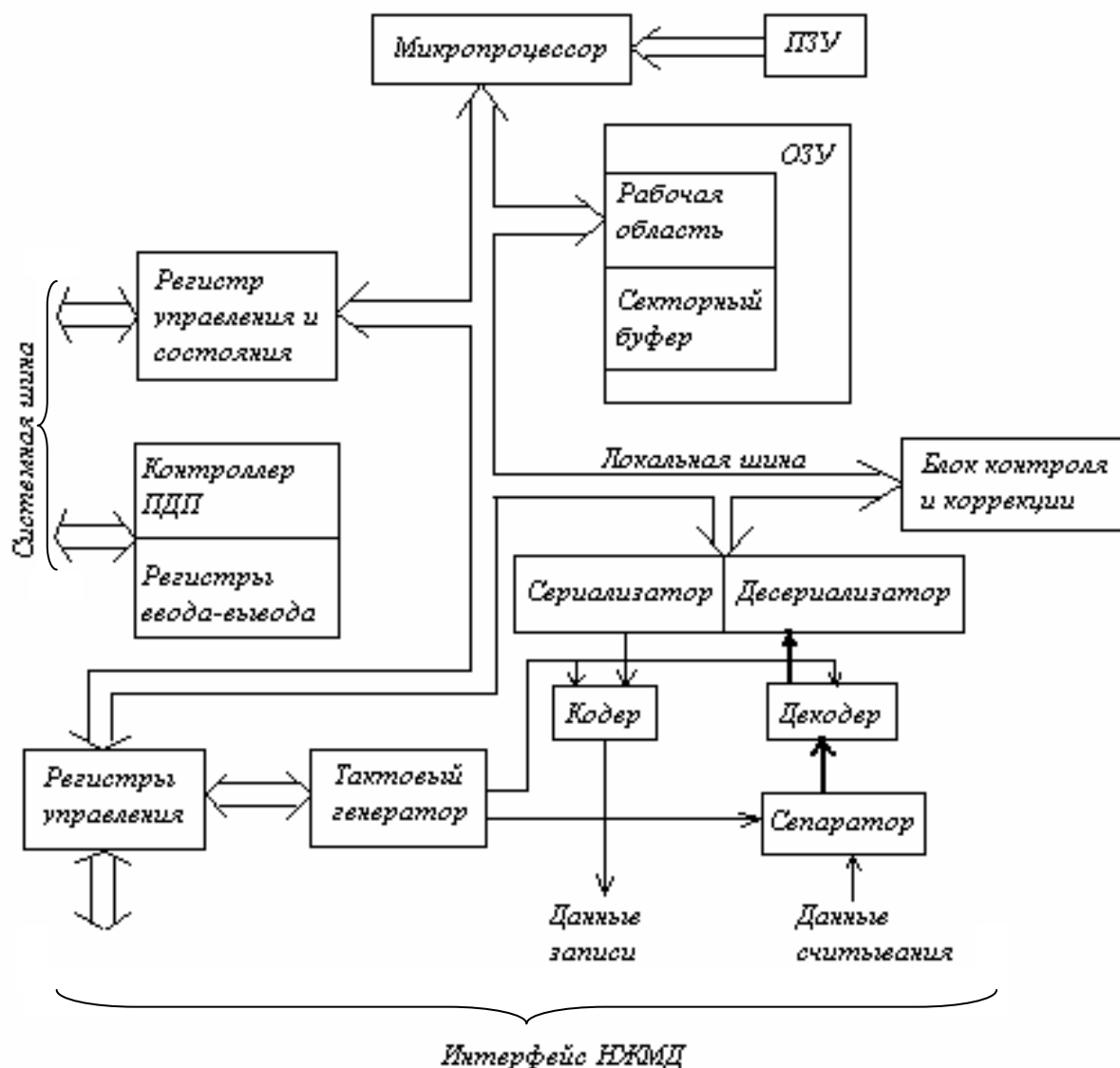


Рис. 14.5. Обобщенная структура адаптера НЖМД

Данные с системной шины при записи в НЖМД поступают в регистры ввода-вывода побайтно и преобразуются в вид для записи в секторный буфер. Под управлением контроллера ПДП или программного режима ввода-вывода данные поступают на **сериализатор**, преобразующий байты в последовательный код. Кодер кодирует данные по методу МЧМ. Одновременно с преобразованием данные поступают на блок контроля и коррекции. Затем данные и контрольные байты записываются в НЖМД.

При чтении данных **сепаратор** отделяет синхроимпульсы, данные декодируются и преобразуются **десериализатором** в параллельный код. Под управлением контроллера ПДП байты данных помещаются в ОЗУ и через регистры ввода-вывода выдаются на системную шину. Адаптер выдает ЦП параметры выполнения команды.

Недостатком такой структуры адаптера является то, что парамет-

ры диска записаны в его ПЗУ, поэтому адаптер может работать только с определенной моделью диска. В других конструкциях НЖМД дисковые параметры хранятся на самом диске и загружаются в адаптер при работе.

### **Вопросы к лекции**

1. Почему среднее время доступа к НГМД и НЖМД зависит от разных величин?
2. Запишите любое двоичное число при помощи метода МЧМ.
3. Нарисуйте подробную схему взаимодействия программных и аппаратных компонент и блоков ПЭВМ при выполнении операций чтения и записи на НЖМД.



# Накопители на оптических дисках

## План

1. Основы оптической записи.
2. Формат записи информации на оптическом диске.
3. Обобщенная структура накопителя на оптических дисках.

## 1. Основы оптической записи

Методы оптической записи на поверхности подвижного носителя основаны на способности некоторых материалов изменять отражательные свойства на участках, которые подвергались тепловому, магнитному или комбинированному воздействию.

Основой **оптического диска** служит круглая подложка из полимеров, обладающая механической прочностью. В качестве информационного носителя используются многослойные пленочные структуры. На исходную подложку наносится отражающий слой, затем слой диэлектрика, информационный слой и защитное покрытие.

Первоначально для оптической записи использовалось свойство лазерного луча прожигать отверстия в тонком слое металла (рис. 15.1, а, б). Прожженное отверстие (**пит**) является оптическим отпечатком, который может быть распознан с помощью лазерного луча считывания меньшей мощности и фото-

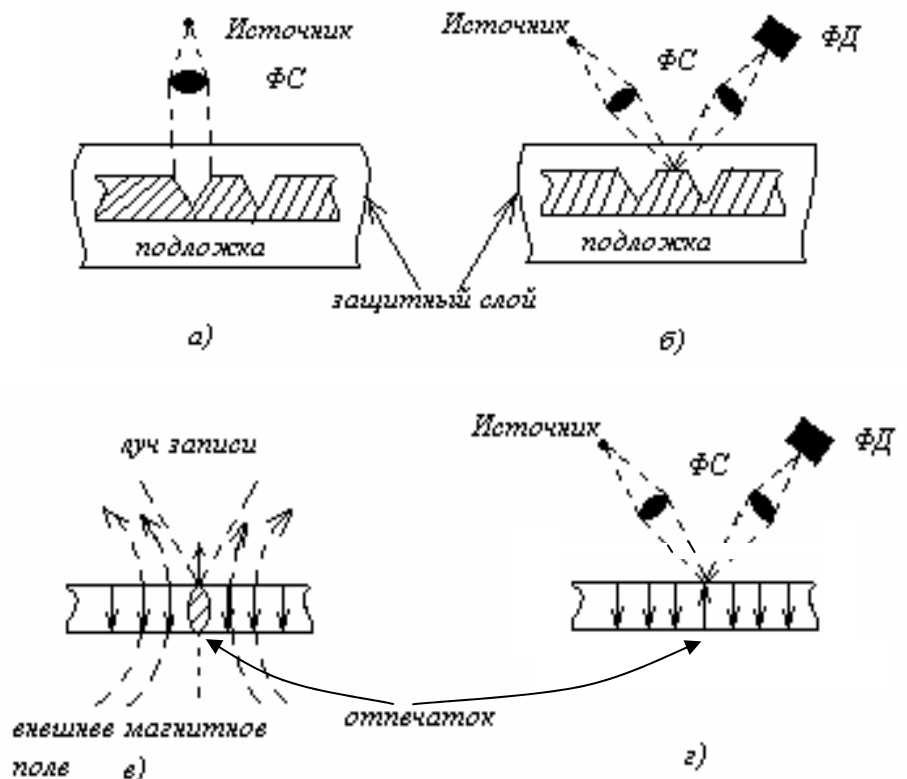


Рис. 15.1. Способ записи (а) и считывания (б) для однократной оптической записи; способ записи (в) и считывания (г) для многократной оптической записи:

ФС - фокусирующая система; ФД - фотодетектор

детектора. В зависимости от интенсивности отраженного луча формируется электрический сигнал, соответствующий наличию или отсутствию отпечатка. Такой способ записи используется для НОД с однократной записью.

Возможность многократной записи обеспечивается при использовании магнитооптических носителей. Под воздействием магнитного поля нагретые участки изменяют состояние намагниченности (рис. 15.1, в, г). Для считывания на поверхность носителя направляется пучок поляризованного света. Намагниченные участки изменяют угол поляризации, по которому и воспринимаются. Стирание информации происходит аналогично записи, однако направление магнитного поля при этом должно быть противоположным.

По способу организации записи-считывания НОД могут быть разделены на три больших класса:

1) постоянные НОД, с которых возможно только считывание информации (CD ROM);

2) НОД с однократной записью и многократным считыванием. Запись на такие НОД может сделать пользователь, но только один раз;

3) НОД, допускающие стирание и многократную перезапись.

Для НОД применяются несколько способов записи: **абляционный** - путем прожигания отверстий в непрозрачной среде носителя; с помощью **локального изменения коэффициента отражения** среды; перевод запоминающей среды из кристаллической фазы в аморфную и наоборот; трансформирование магнитного состояния структуры; изменение цвета локальной области. Первые два способа используются при «не стираемой» записи, а остальные - для многократной перезаписи информации на НОД.

Для кодирования информации используются специальные коды, например, Рида - Соломона. Для записи используется метод БВН.

В отличие от НМД оптический диск, имеет всего одну физическую дорожку в форме непрерывной спирали, идущей от внутреннего диаметра к наружному. Но физическая дорожка может быть разбита на несколько логических. Если для НМД возможна запись на разные дорожки, то запись на оптические диски происходит последовательно по спирали.

Все магнитные диски вращаются с постоянным числом оборотов в минуту, т.е. с неизменной угловой скоростью. Оптический диск вращается с переменной угловой скоростью, чтобы обеспечить постоянную линейную скорость при чтении. Чтение внутренних секторов осуществляется с увеличенным, а наружных - с уменьшенным чис-

лом оборотов. Поэтому у НОД низкая скорость доступа к данным.

Обычно НОД подсоединяются через параллельные интерфейсы SCSI и IDE.

## 2. Формат записи информации на оптическом диске

Базовый формат для цифровых компакт-дисков во многом схож с форматом НГМД. В НОД также имеется нулевая логическая дорожка, которая начинается со служебной информации, необходимой для синхронизации между приводом и диском. Затем расположена системная область, которая содержит сведения о структуре диска. Существенное различие в структуре CD-ROM и НГМД заключается в том, что на CD-ROM системная область содержит прямой адрес файлов в поддиректориях, а не смещение.

Все данные на оптическом диске разбиты на блоки по 2352 байта



2352 байта



2352 байта



Рис. 15.2. Формат данных для CD-ROM: общий (а); при записи в режиме CD-ROM-1 (б) и в режиме CD-ROM-2 (в)

(рис. 15.2, а).

Каждый блок содержит **синхро-коды** для контроля скорости вращения диска, заголовок, поле данных и **коды, исправляющие ошибки**. Данные в **заголовке** определяют расположение блока на спи-

ральной дорожке и представляют его физический адрес. Формат данных для CD-ROM совместим с форматом компакт-диска, поэтому единицы измерения взяты как для проигрывания звука: это минута и секунда звучания и номер блока в секунде. За секунду должно быть считано 75 блоков данных.

**Режим** задает тип записанной информации. *Режим 1* указывает на то, что в поле данных блока записан цифровой фрагмент звукозаписи; *режим 2* – в блоке записаны компьютерные данные; *режим CD-ROM-1* указывает на полную запись данных; *режим CD-ROM-2* – на запись сжатых звуковых данных и видео изображений.

Если данные в блоке записаны без сжатия, то блок имеет формат, показанный на рисунке 15.2, б. Для восстановления испорченной информации в последние 288 байт блока записываются коды обнаружения ошибок (**EDC**) и коды исправления ошибок (**ECC**). Эти данные в ЭВМ не передаются. Для записи сжатых данных используют формат без корректирующих кодов (рис. 15.2, в), что позволяет на 14% увеличить объем записываемых данных.

### 3. Обобщенная структура накопителя на оптических дисках

Упрощенная структура НОД приведена на рис. 15.3.

При записи луч полупроводникового лазерного диода, управляемого данными записи через коллиматор, зеркало и линзу объектива

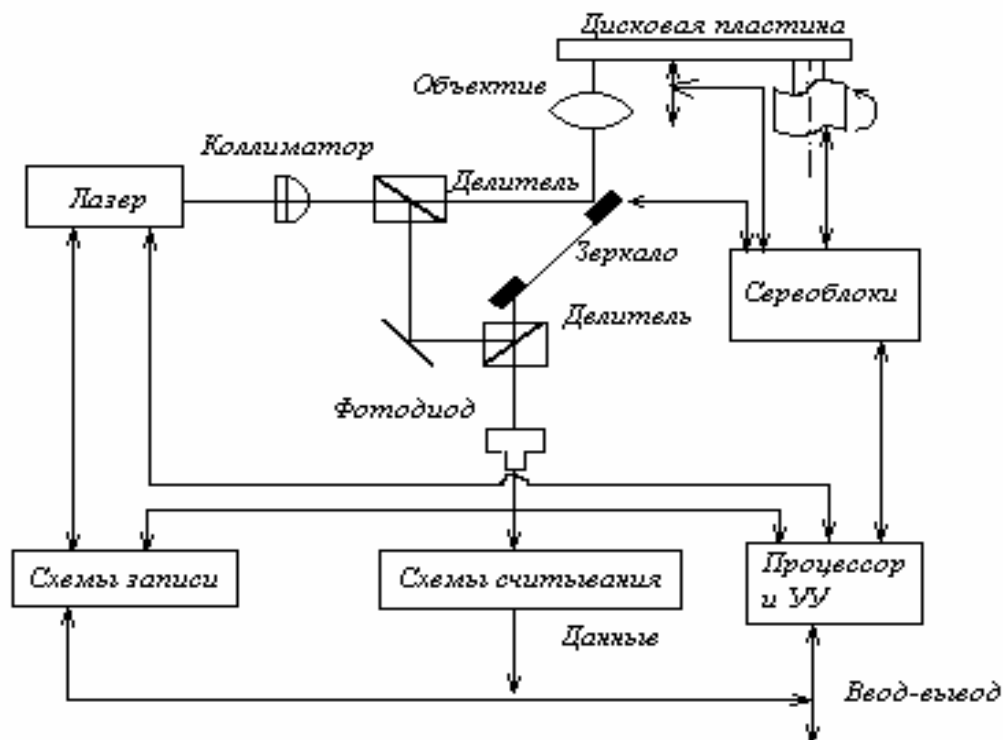


Рис. 15.3. Упрощенная структура накопителя на оптических дисках

прожигает отверстие в информационном слое диска. Наличие отверстия соответствует записи «1». При считывании неуправляемый лазерный луч (получаемый из делителя луча) выходит на рабочую поверхность через другой делитель луча, зеркало и объектив. В режиме чтения зеркало перемещается. Отраженный свет через делитель луча попадает на фотодиод, сигнал с которого обрабатывается электронными схемами считывания. Точная установка луча на дорожке обеспечивается **сервоблоком дорожки**, фокусировка - **сервоблоком фокусировки**, а постоянное число оборотов - **сервоблоком вращения диска**.

К существенным *недостаткам* накопителей на оптических дисках относятся сравнительно большое время доступа к информации по сравнению с НЖМД, низкая скорость передачи данных, наличие механических и оптических узлов, не выдерживающих ударов и вибрации.

## Видеомониторы и видеоадаптеры

### План

1. Типы видеосистем.
2. Видеоадаптеры.
  - 2.1. Графические видеоадаптеры точечные.
  - 2.2. Графические видеоадаптеры векторные.
  - 2.3. Графические видеоадаптеры растровые.
3. Способы формирования цветного изображения.

### 1. Типы видеосистем

В общем случае **видеосистема** (дисплей) ПЭВМ включает **монитор**, преобразующий сигналы от ПЭВМ в изображение на экране в темпе их поступления без запоминания и обработки; и **видеоконтроллер** для обработки, передачи данных и согласования интерфейсов. В ПЭВМ применяются три основных *типа построения видеосистемы*:

1) ее электронные схемы без монитора входят в состав системного блока ПЭВМ и в качестве экранного ОЗУ используют основную память ПЭВМ;

2) ее электронные схемы без монитора входят в состав системного блока ПЭВМ и имеют отдельное экранное ОЗУ;

3) все ее электронные схемы и монитор выполняются в виде отдельного устройства, связанного с ПЭВМ стандартным интерфейсом.

Возможны также различные комбинации типов.

Дисплеи ПЭВМ классифицируются по ряду признаков:

- по виду отображаемой информации: алфавитно-цифровые, графические и комбинированные;
- по способу формирования изображения графические дисплеи ПЭВМ делятся на векторные и растровые;
- по способу поддержания изображения: с регенерацией и запоминанием изображения в специальных электронных трубках;
- по способу сопряжения монитора с адаптером: композитные и RGB-дисплеи. В RGB-дисплеях сигналы яркости основных цветов передаются от адаптера к монитору по трем отдельным проводам, а в композитных все три сигнала яркости подаются в монитор по одному проводу, где затем разделяются;

- по виду управления: цифровые и аналоговые. В цифровых дисплеях по одному сигналу включается только один уровень яркости. В аналоговых дисплеях яркость и цвет любой точки пропорциональны уровню напряжения управляющего аналогового сигнала. Аналоговые дисплеи поддерживают больше цветов, чем цифровые.

В ПЭВМ обычно применяются растровые монохромные или цветные видеомониторы на электронно-лучевых трубках (ЭЛТ). По виду сигнала управления такие видеомониторы, как CGA и EGA, являются цифровыми, а видеомониторы PGA, VGA, SVGA - аналоговыми. Цветной универсальный монитор Multisync может настраиваться на цифровой или аналоговый сигнал управления.

## 2. Видеоадаптеры

**Видеоадаптеры** (дисплейные процессоры) представляют собой специализированные процессоры с собственным набором команд, специфическими форматами данных и собственным счетчиком команд.

Алфавитно-цифровые видеоадаптеры, так же как и принтеры, имеют ПЗУ для хранения постоянного знакогенератора и ОЗУ - для переменного знакогенератора. Страница текста, отображаемая на экране, записывается в видеопамять и координаты каждого символа однозначно определяются его местонахождением в видеопамети.

Графические видеоадаптеры разделяются на адаптеры с произвольным сканированием и адаптеры растрового типа.

### 2.1. Графические видеоадаптеры точечные

**Графические видеоадаптеры с произвольным сканированием** разделяются на точечные и векторные. В точечных дисплеях любая картинка рисуется из отдельных точек, координаты которых в произвольном порядке задаются в графическом файле. В векторных дисплеях изображение составляется из отдельных векторов, которые задаются в файле координатами начальных и конечных точек.

Для управления **точечными дисплеями** используются два **типа команд**: команда рисования точки и команда безусловного перехода. При выполнении каждой команды рисования луч перемещается от точки к точке по указанным в команде координатам, активизируя их. Последней командой графического файла является команда безусловного перехода на начало файла, что обеспечивает регенерацию изображения. При такой организации вычислений адаптер содержит

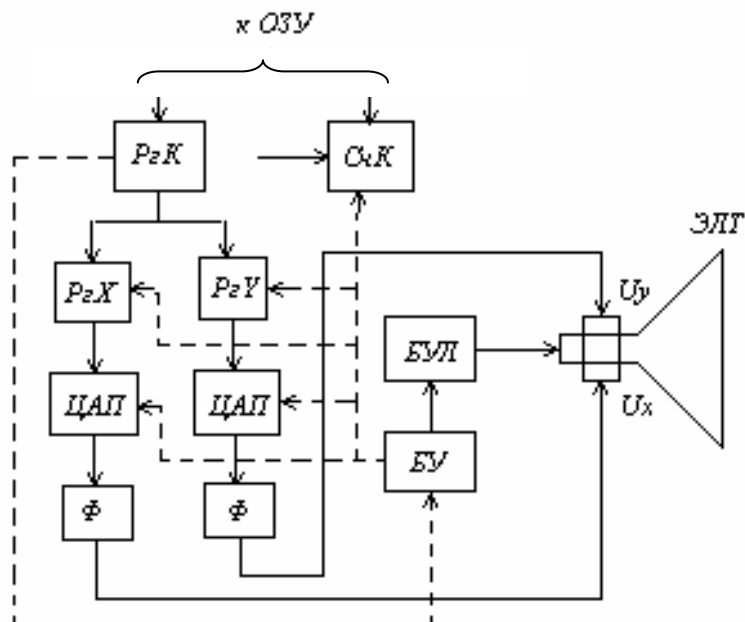


Рис. 16.1. Структура графического адаптера с произвольным сканированием точечного типа: РгК - регистр команд, СчК- счетчик команд, Ф- фильтр, БУ - блок управления, БУЛ - блок управления лучом

два ЦАП, которые преобразует цифровые координаты точки в напряжения отклонения луча ЭЛТ по координатам X и Y (рис. 16.1).

Основным **недостатком** точечных графических адаптеров является то, что координаты каждой точки вычисляются ЦП. От этого недостатка свободны векторные адаптеры.

## 2.2. Графические видеоадаптеры векторные

В **векторных графических адаптерах** команды начальной и конечной точки вектора вычисляются ЦП, а рисование векторов осуществляется автоматически специальным блоком - генератором векторов или генератором напряжения развертки (рис. 16.2).

Для задания координат начала и конца вектора используются абсолютные или относительные координаты. Если используются относительные координаты, то в структуре адаптера добавляется сумматор для сложения базовых координат с относительными. В таких адаптерах используются **команды** следующего типа: загрузить X; загрузить Y и переместить луч в позицию X, Y; загрузить Y, переместить луч в позицию X, Y и нарисовать точку; загрузить Y и нарисовать вектор от начальной до конечной точки; безусловный переход.



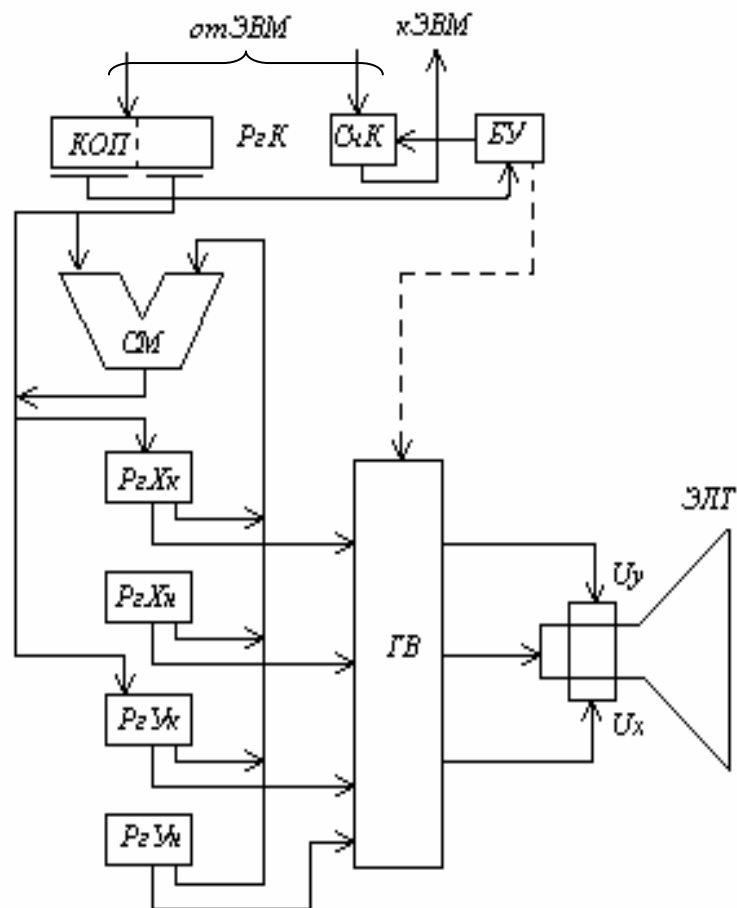


Рис. 16.2. Структура графического адаптера с произвольным сканированием

векторного типа:

СМ - сумматор, ГВ - генератор векторов

Если адаптер работает в абсолютных координатах, то ЦП сильно загружен в режиме редактирования или перемещения изображения.

### 2.3. Графические видеоадаптеры растровые

Графические адаптеры растрового типа позволяют создавать изображение с непрерывным уровнем яркости, т.к. вывод содержимого видео-ЗУ на экран всегда производится с постоянной частотой и обеспечивается одинаковая яркость для векторов разной длины. Адаптеры такого типа обладают отсутствием мерцания, возможностью наложения изображения из видео-ЗУ на стандартное телевизионное изображение от телекамеры или видеомаягнитофона.

В растровых адаптерах каждая точка изображения вычисляется и записывается в видео-ЗУ. Такое ЗУ должно быть большой емкости и его быстродействие должно быть соизмеримо с работой монитора. Графический файл преобразуется сначала в векторный, где осуществляется масштабирование и перемещение изображения, а затем векторный файл преобразуется в растровую форму, где каждый вектор

заменяется последовательностью пиксель, записываемых в видео-ЗУ. С учетом этого в структуре растровых адаптеров выделяют два процессора - векторный и растровый (рис. 16.3).

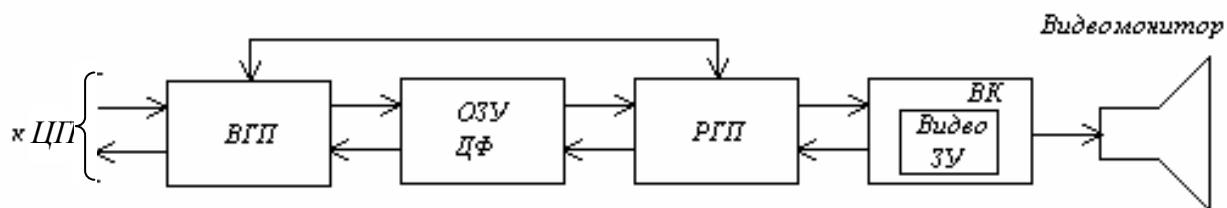


Рис. 16.3. Структура графического адаптера растрового типа:  
ВГП - векторный графический процессор; РГП - растровый графический процессор; ОЗУ ДФ - ОЗУ дисплейного файла; ВК - видеоконтроллер

Растровый графический процессор работает под управлением своей программы. Входными данными для него являются команды, записанные в ОЗУ ДФ и описывающие вектора, которые программным или аппаратным способом должны быть преобразованы в пиксели. Вычисленные точки вектора между его начальными и конечными точками записываются в видео-ЗУ. Видеоконтроллер формирует видеосигналы на видеомонитор, для чего производится периодический опрос ячеек видео-ЗУ. РГП выполняет также **кодирование изображения** - вычисление пиксель по полученному списку векторов, определяющему небольшую часть изображения (окно), которое можно перемещать по экрану. В связи с этим РГП должны обладать большим быстродействием.

Для черно-белых адаптеров для задания атрибутов пиксела отводится один бит, если он установлен, то это означает черный цвет.

Для создания тонового черно-белого изображения видео-ЗУ имеет несколько плоскостей, число которых определяется количеством градаций черно-белого тона. Разрядность задания атрибутов пикселя  $n$  и число градаций тона  $L$  связаны между собой соотношением  $n = \log_2 L$ . Считанный из видео-ЗУ двоичный код пикселя преобразуется на ЦАП в напряжение, соответствующее требуемому уровню тона.

### 3. Способы формирования цветного изображения

*Цветные изображения* могут быть получены двумя способами. **Первый способ** основывается на первичной форме изображения в графическом файле с постоянно заданным цветом. В ячейки видео-ЗУ записываются все атрибуты цвета, например, красный (R), синий (B) и зеленый (G) цвет. Затем двоичные коды интенсивности каждого

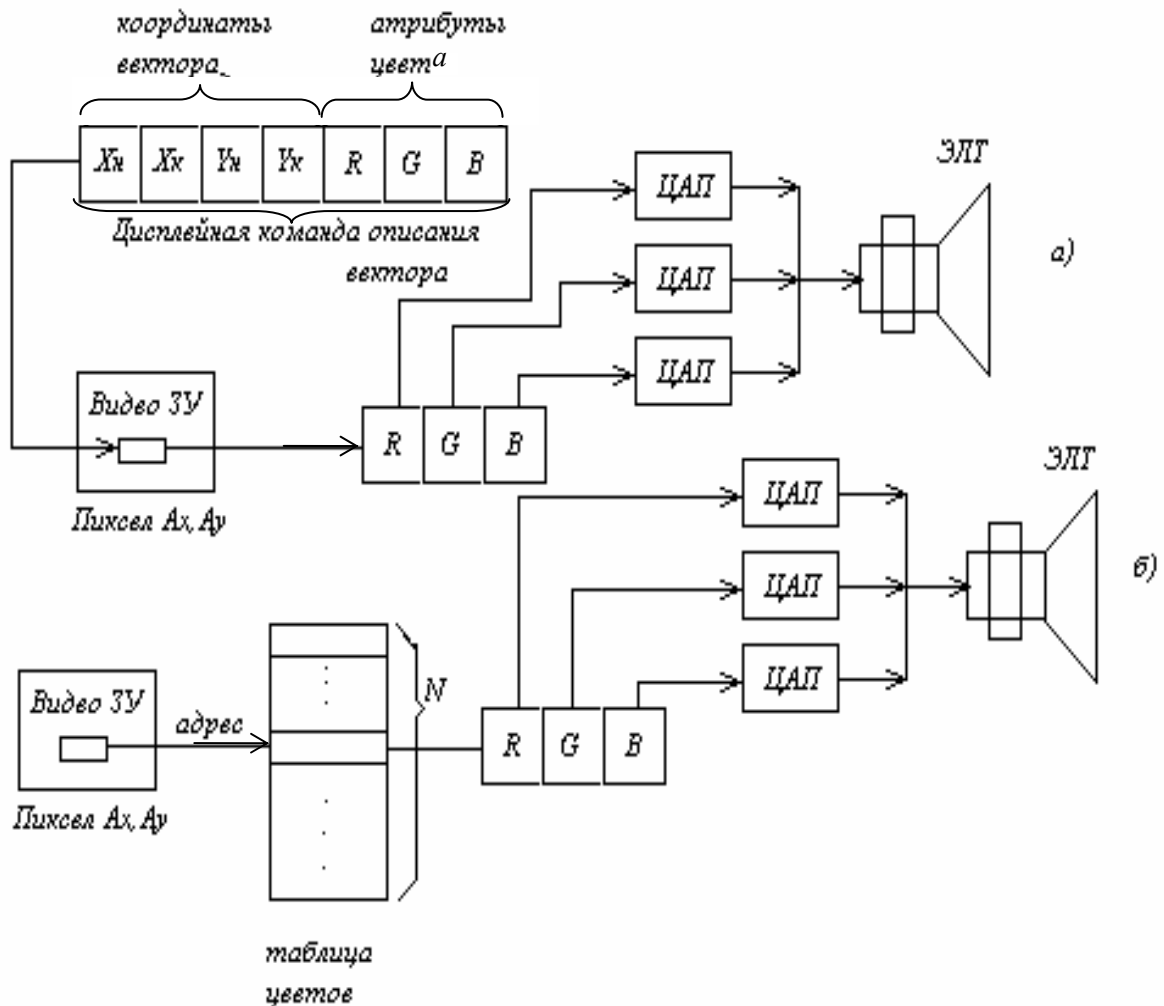


Рис. 16.4. Способы формирования цветных изображений цвета преобразуются ЦАП в уровни напряжения (рис. 16.4, а). Для простого изображения достаточно иметь три слоя атрибутов пиксела. Цвет изображения можно поменять, только изменив графический файл.

**Второй способ** позволяет выводить цветные изображения с изменяемым цветом. В состав видеоконтроллера вводится специальное ЗУ, в котором записывается таблица цветов (рис. 16.4, б). Каждый пиксель содержит адрес этой таблицы. Меняя адреса таблицы цветов можно изменить цвет изображения.

### Вопросы к лекции

1. От каких характеристик зависит формат дисплейной команды: для черно-белых тоновых графических адаптеров; для графических адаптеров с возможностью формирования цветных изображений по первому и второму способу?

2. Нарисуйте подробную схему взаимодействия программных и аппаратных компонент и блоков ПЭВМ при отображении информации: а) на алфавитно-цифровом мониторе с постоянным знакогенератором, б) на графическом мониторе с произвольным сканированием точечного; в) векторного типа и г) растрового типа.

## Устройства и системы ввода-вывода текстовой и графической информации

### Принцип кодирования текстовой информации

#### План

1. Кодирование текстовой информации в ЭВМ.
2. Ручной ввод текстовой информации с клавиатуры.

#### 1. Кодирование текстовой информации в ЭВМ

Текстовая информация представляется последовательностью алфавитно-цифровых символов, каждый из которых определённым образом кодируется. Существуют четыре основных принципа кодирования символов.

1. Символы кодируются в виде последовательности двоичных цифр. Количество разрядов на один символ определяется по формуле

$$n_{\text{bit}} = \left\lceil H_x(S) \right\rceil, \quad (17.1)$$

где  $S$  - множество всех символов, используемых для кодирования текста;  $H_x(S)$  - *энтропия по Хартли (мера неопределённости)*. Эта величина характеризует количество информации в каком-либо сообщении.

$$\begin{aligned} n_{\text{bit}} &= \left\lceil \log_2 |S| \right\rceil; \\ n_{\text{byte}} &= \left\lceil \frac{H_x(S)}{8} \right\rceil. \end{aligned} \quad (17.2)$$

Эта энтропия обладает свойством **адитивности**, т.е.  $H_x(X, Y) = H_x(X) + H_x(Y)$ . Например, код символа складывается из буквенного обозначения и цифрового  $X = \{A, B, C, D\}$ ,  $Y = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, \dots, 16\}$ ; тогда

$$H_x(X) = \left\lceil \log_2 4 \right\rceil = 2, \quad H_x(Y) = \left\lceil \log_2 16 \right\rceil = 4 \Rightarrow H_x(X, Y) = 6.$$

Большинство кодировок используют один байт для кодирования символов.

2. Символы, относящиеся к одной группе по каким-либо признакам желательно кодировать в виде односвязного множества в одно-

мерном пространстве кодов (рис. 17.1).



Рис. 17.1. Одномерное пространство кодов символов

3. Коды символов должны отражать порядок следования букв в алфавите.

4. Желательно, чтобы преобразование строчных букв в прописные и обратно сводилось к прибавлению или вычитанию некоторой константы или к гашению/записи некоторых бит.

Принцип 2 и 4 не всегда соблюдаются.

Для кодирования символов в качестве внутреннего кода ЭВМ наиболее часто используется двоичный код обработки информации (ДКОИ), построенный на основе международного кода EBCDIC.

Наиболее часто символы в тексте в пределах информационных блоков встречаются с различной вероятностью, что позволяет сократить затраты разрядов на кодирование. Для этого количество информации рассчитывается при помощи *энтропии по Шеннону*  $H_S(X)$ , и в общем случае  $H_S(S) < H_X(S)$ .

$$H_S(X) = - \sum_{i=1}^N P_i \log_2 P_i, \quad (17.3)$$

где  $N$  – мощность множества  $X(N=|X|)$ ;  $P_i$  – вероятность поступления событий (встречаемость символов в тексте);  $\sum_{i=1}^N P_i = 1$ .

Если события равновероятны, то  $P_i = 1/N \Rightarrow$

$$H_S(X) = -N \frac{1}{N} \log_2 \frac{1}{N} = \log_2 N = H_X. \quad (17.4)$$

*Свойства энтропии по Шеннону:*

- а) она всегда положительна;
- б) она максимальна, т.е. равна энтропии по Хартли, когда события равновероятны;

в) для независимых событий из множеств  $X$  и  $Y$ , энтропия произведения  $X$  и  $Y$  равна сумме отдельных энтропий

$$H_S(X \bullet Y) = H_S(X) + H_S(Y).$$

Энтропия по Шеннону и энтропия по Хартли также используются для теоретического анализа каналов передачи информации.

Разобьем множество символов  $S$  на  $m$  подмножеств ( $S = \bigcup_{i=1}^m S_i$ ), в которых символы встречаются с равной вероятностью.

$$H_S(S) = \sum_{i=1}^m p_i H_X(S_i), \quad (17.5)$$

где  $p_i$  – вероятность встретить символ, принадлежащий подмножеству  $S_i$ .

Количество бит для кодирования одного символа определяется как

$$n_1 = \lceil H_S(S) \rceil = \max_{i=1, \dots, m} \lceil H_X(S_i) \rceil, \quad (17.6)$$

$$n_1 \leq n_{\text{bit}}$$

Экономия в разрядах на один символ проявляется, когда  $n_1 < n_{\text{bit}}$ , тогда для кодирования используют  $n_1$  разряд, а для переключения с одной группы символов на другие используют специальные коды, которые включаются в каждую группу. Таким кодом является международный телеграфный код (МТК-2, МТК-5), который используется в системах связи и телеобработки.

Если условие

$$\frac{(<N>+1)n_1}{<N>n_{\text{bit}}} < 1, \quad (12.7)$$

где  $<N>$  – средняя длина информационного блока, содержащего символы из одной группы; выполняется, то кодирование считается эффективным.

## 2. Ручной ввод текстовой информации с клавиатуры

Клавиатуры могут характеризоваться:

1) эксплуатационными характеристиками:

а) количество типов клавиш;

б) количество клавиш каждого типа;

в) расположение клавиш. По расположению клавиш наибольшее распространение получила клавиатура QWERTY, однако, возможны и другие варианты расположения символов клавиатуры (Дворака и Делея);

2) механическими характеристиками, основной из которых является функция упругости клавиш.

По способу обнаружения нажатия клавиш выделяют три типа клавиатур:

1) с гальваническим контактом или с открытым (не герметичным контактом). Для них характерна низкая стоимость и малое время наработки на отказ;

2) с магнитным принципом обнаружения (на основе магниточувствительных и проводниковых структур). Для них характерна большая стоимость, но очень высокая надёжность;

3) с ёмкостным принципом обнаружения нажатия. Для них характерна высокая износостойкость, низкая надёжность и сложность настройки.

Принцип кодирования клавиш клавиатуры не зависит от кодирования символов. В системное устройство ПЭВМ посылается не код символа, которому соответствует данная клавиша, а позиционный код клавиши. Переход к коду символа осуществляется специальной схемой управления клавиатурой, которую можно перепрограммировать.

Клавиатура включает в себя совокупность ключей клавиш и схемы управления для формирования кода при замыкании ключа, исключения неоднозначности кодирования из-за “дребезга” контактов и выполнения других управляющих функций. Клавиатура проектируется как конечный автомат (рис. 17.2)

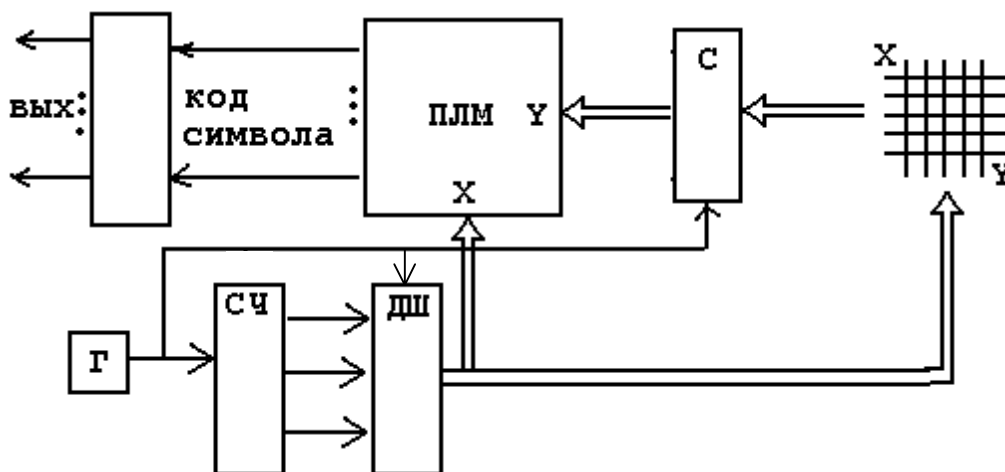


Рис. 17.2. Простейшая структура клавиатуры:  
Г - генератор тактовых импульсов; СЧ - счётчик; С - селектор

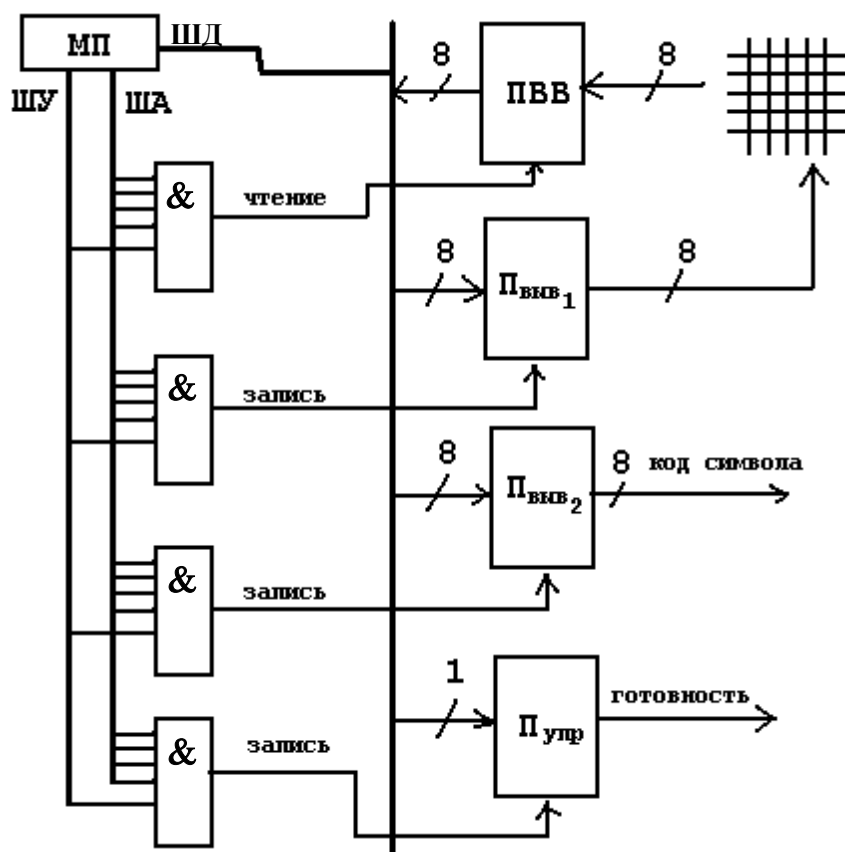


Рис. 17.3. Схема клавиатуры на основе микропроцессора

Дешифратор последовательно опрашивает состояние ключей, расположенных с столбцах X матрицы клавиатуры. Если какая-либо клавиша нажата, то сигнал через замкнутый контакт поступает на соответствующую горизонтальную шину Y и через селектор (регистр) поступает на вход ПЛМ. Сигналы с дешифратора и селектора образуют адресный вход ПЛМ, в ячейках которой записаны коды символов (их младшие разряды). Код символа записывается в выходной регистр. Старшие разряды кода определяются содержимым специального регистра, изменяющего своё значение только при нажатии клавиши изменения регистров (Shift, Alt и др.).

Проблема “дребезгов” клавиатуры решается использованием вместо ПЛМ микропроцессора. Вертикальные и горизонтальные шины матрицы контактов подключаются, соответственно, к портам вывода и ввода (Пвыв) и (Пвв), для передачи в ЭВМ сформированного кода символа используется второй порт вывода микропроцессора (см. рис. 17.3).

Для устранения “дребезгов” используется накопление веса нажатой клавиши за несколько циклов опроса, образующих период опроса. Если в период опроса координаты клавиши не совпали, то иницируется сброс счётчика веса и начинается новый период опроса.



### **Вопросы к лекции**

1. Проверить эффективность кодирования символом кодом КОИ-7, в котором  $|S|=128$ , все символы разбиты на 8 групп  $m=8$  с равной вероятностью встречаемости символов в группе. Определить, сколько разрядов в этом коде отводится под специальные коды переключения между группами.

## Устройства ввода-вывода текстовой информации с промежуточного носителя

### План

1. Читающие автоматы.
2. Сканеры.
3. Алгоритмы контрастирования.
4. Алгоритм сканирования информации.
  - 4.1. Метод идентификации контуров.
  - 4.2. Распознавание символов аппаратными структурами с помощью нейронных сетей.
5. Интерфейсы читающих устройств.

На всех специальных носителях текстовая информация храниться в двоичной форме, понятной ЭВМ. Однако существуют устройства автоматического ввода, так называемые читающие автоматы (ЧА), предназначенные для ввода текстовой информации с первичного документа.

### 1. Читающие автоматы

При проектировании **читающего автомата** большое значение имеет выбор типов распознаваемых шрифтов. Кроме обычных шрифтов (рукописных или машинописных) существуют *специальные шрифты*:

- кодированные - на основе комбинации точек и штрихов различного тона и ширины (для идентификации изделий);
- стилизованные - изображение символа специально искажено с целью придания каждому символу уникального интегрального свойства. Примером ЧА, использующих стилизованные шрифты, могут служить магнитные ЧА 1259 и 1419 фирмы IBM, обеспечивающих считывание информации при обработке банковских документов со скоростью до 1600 документов в минуту (объём алфавита 14 символов в коде E13B);
- нормализованные для заполнения от руки символов по выделенным позициями, как шрифты индексов на конвертах.

Все ЧА разделяют на оптические (ОЧА) и магнитные (МЧА). *Магнитные читающие автоматы* ориентированы на чтение стилизованных шрифтов, нанесённых на носитель при помощи специальных

магнитных чернил, которые имеют добавки, придающие чернилам ферромагнитные свойства. Для таких ЧА существует таблица стилизованных шрифтов для различных типов считывания. Считывающая магнитная головка (МГ) по ширине превышает высоту символа и с постоянной скоростью перемещается вдоль строки (рис. 18.1).

Амплитуда  $A$  сигнала на выходе МГ пропорциональна площади магнитных чернил, находящихся под головкой в каждый момент, т.е. суммарной ширине всех горизонтальных отрезков в изображении символа для текущего положения  $X$  головки относительно изображения. Полученный сигнал преобразуется в цифровую форму и каждому изображению символа ставится в соответствие фиксированное количество чисел.

*Оптические ЧА* разделяются на специализированные и общего назначения. *Специализированные ОЧА* предназначены для ввода только текстовой информации с бумажного носителя. Они позволяют считывать информацию с формата А4, написанного шрифтом РОСА с вероятностью ошибки 0,5% при скорости 300знак/сек. Читающий автомат ЕС 6037 позволяет считывать с формата А3 и А4 с шрифтом пишущих машинок с вероятностью ошибки 0,1%. *ОЧА общего назначения* строятся на базе сканеров, для которых используется специальное математическое обеспечение для распознавания изображений AI-READER.

## 2. Сканеры

И ручные и автоматические сканеры строятся по принципу сканирования бумажного носителя отрезком аппаратуры. Обязательными компонентами **сканеров** являются рабочий элемент считывания, система закрепления или перемещения вводимого документа, контроллер и программные средства.

*Принцип работы сканеров* подобен принципу работы печатающих устройств (рис. 18.2).

В большинстве случаев источник света (светодиоды или лазер) освещает рабочее поле вводимого документа. Чувствительный к свету рабочий элемент движется вдоль изображения или изображение движется относительно него. Этот элемент за

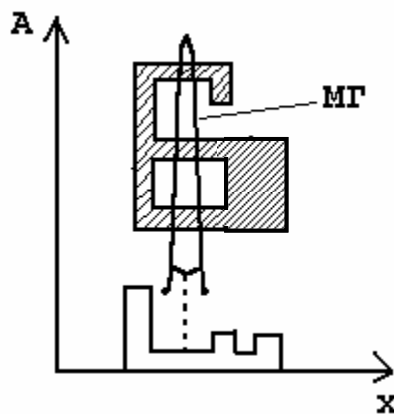


Рис. 18.1. Считывание стилизованных шрифтов МЧА

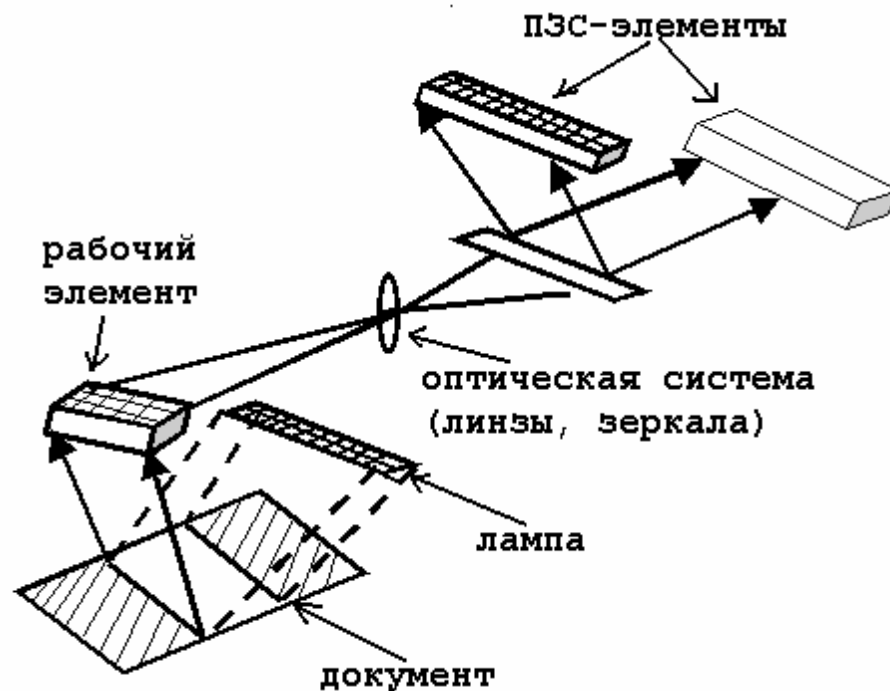


Рис. 18.2. Устройство лазерного сканера

счёт отражённого света считывает фрагменты изображения, которые затем распознаются ПЭВМ и преобразуются в файл. Датчики на приборах с зарядной связью (ПЗС) преобразуют оптическое изображение в электрический сигнал с разрешающей способностью 10 ... 30 точек/мм и выше.

Разделяют три основных *этапа автоматического чтения ОЧА*:

**1.** Осмотр и восприятие изображения, в процессе которых вырабатывается электрический сигнал, соответствующий графическому начертанию вводимого символа.

- 1.1. Захват документа, отделение от других.
- 1.2. Перемещение документа в позицию осмотра.
- 1.3. Выравнивание.

1.4. Дискретизация изображения - разбиение на пикселы и присвоение им кодов.

**2.** Выделение существенных признаков и составление описания воспринимаемого изображения символа.

- 2.1. Контрастирование.
- 2.2. Отделение строк.
- 2.3. Подвод к строке.

**3.** Распознавание символов.

Качество выполнения двух последних этапов во многом зависит от программного обеспечения ЧА. Ниже подробнее рассмотрим способы реализации выделенных функций этих этапов.

### 3. Алгоритмы контрастирования

Как при повышенной, так и при пониженной контрастности восприятие изображения осложняется. Поэтому при повышенной контрастности используется новая оцифровка, т.е. изображение вводится повторно, а при пониженной контрастности её повышают, используя различные методы.

*Метод точечных преобразований* основан на “растягивании” уровня яркости по всему диапазону, используя функцию преобразования (рис. 18.3).

Функция преобразования может иметь более сложный вид. Такой метод не всегда даёт положительный эффект, т.к. использует информацию только об одной точке.



Рис. 18.3. Простейшая функция преобразования уровня яркости

*Методы локальных операторов.* При использовании данного метода новое значение яркости вычисляется не только на основе старого значения, но и с использованием значений яркости рядом лежащих точек. Самый простой метод из

|   |   |   |    |   |   |   |    |
|---|---|---|----|---|---|---|----|
| A | B | C | а) | 1 | 2 | 1 | б) |
| D | P | E |    | 2 | 4 | 2 |    |
| F | G | H |    | 1 | 2 | 1 |    |

Рис. 18.4. Маска фильтра Гаусса

этой группы - это **фильтр Гаусса**. Он использует маску типа квадратной матрицы степени 3 (рис. 18.4, а) с весами пикселей (рис. 18.4, б), сумма которых равна 16. Новое значение яркости пикселя Р определяется по формуле

$$p' = \frac{A+C+F+H+2(B+D+E+G)+4P}{16} \quad (18.1)$$

Такая маска удобна при программной и аппаратной реализации (рис. 18.5).

Для непосредственной реализации этого метода используется двойной объём памяти для хранения исходного поля и поля с результатом обработки. Это является неудобным. Поэтому новое значение яркости пикселей сдвигается в направлении, откуда начата обработка на половину окна в пикселях. После завершения обработки выполняется сдвиг обратно. При этом информация теряется только по грани-

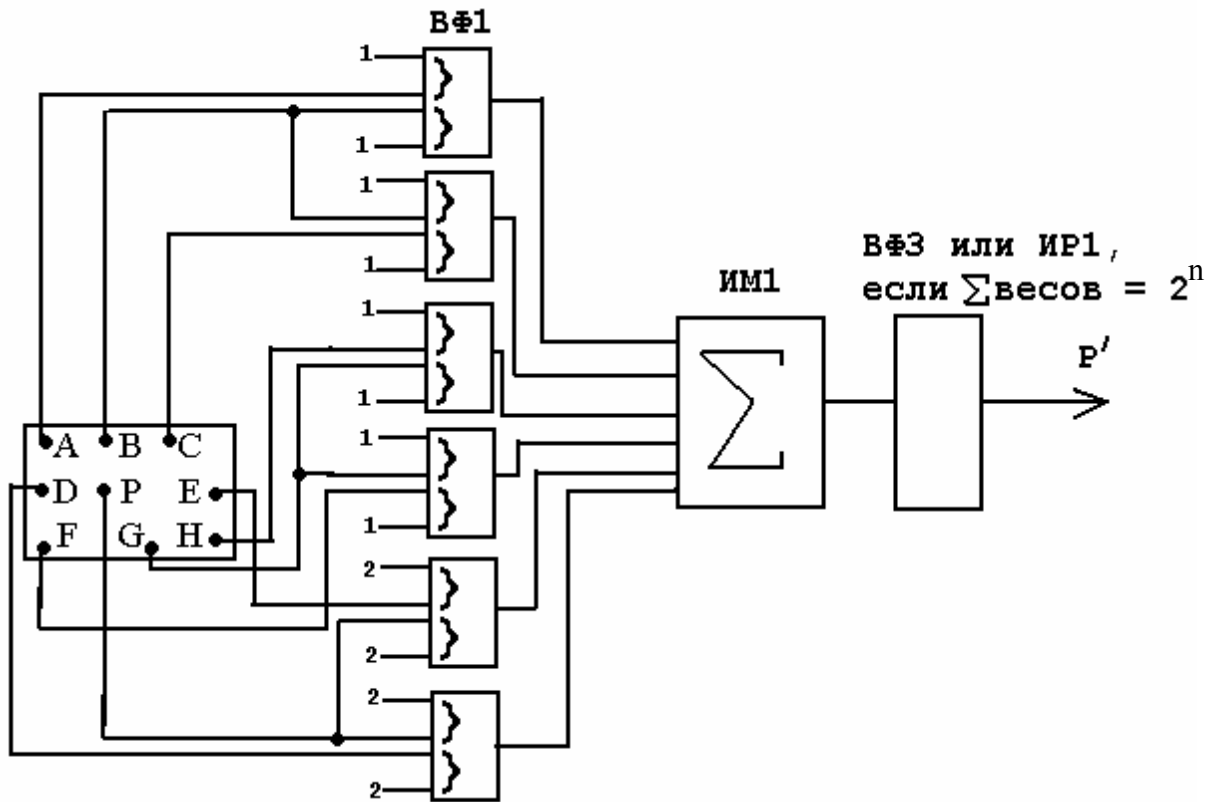


Рис. 18.5. Аппаратная организация фильтра Гаусса:

ВФ1 - весовой умножитель, который выполняет операцию  $C=A1B1+A2B2$ ; ИМ1 - 8-ми входовой сумматор; ИР1 - регистр 8-4 на базе Т-триггеров, сдвигающий разряды в любом направлении; ВФ3 - специальный вычислитель; 2 и 1 - “1” и “2” в обратном двоичном коде

цам окна.

Фильтр Гаусса используется для “размазывания” изображения с целью снижения дифракционных и прочих краевых шумов и с целью снижения зернистости изображения.

Многие алгоритмы распознавания символов работают на основе распознавания контуров, поэтому контура выделяют **фильтром Собеля**. Этот фильтр реализуется посредством использования масок 2-х типов (рис. 18.6). Яркость пикселя определяется по следующей формуле

$$\left. \begin{aligned} X &= (F+2G+H)-(A+2B+C) \\ Y &= (C+2E+H)-(A+2D+F) \end{aligned} \right\} \quad (18.2)$$

$$P' = \sqrt{X^2 + Y^2}.$$

|    |   |   |
|----|---|---|
| -1 | 0 | 1 |
| -2 | 0 | 2 |
| -1 | 0 | 1 |

|    |    |    |
|----|----|----|
| -1 | -2 | -1 |
| 0  | 0  | 0  |
| 1  | 2  | 1  |

|   |   |   |
|---|---|---|
| A | B | C |
| D | P | E |
| F | G | H |

|                |                |                |
|----------------|----------------|----------------|
| A <sub>1</sub> | A <sub>2</sub> | A <sub>3</sub> |
| A <sub>4</sub> | A <sub>5</sub> | A <sub>6</sub> |
| A <sub>7</sub> | A <sub>8</sub> | A <sub>9</sub> |

Рис. 18.6. Маски фильтров Собеля

Рис. 18.7. Маска  
вскрывающего  
фильтра: A<sub>5</sub> = P

Кроме рассмотренных выше фильтров используется ещё и **вскрывающий фильтр** (рис. 18.7). Он реализуется в виде двух локальных операторов. Первый из них вызывает **эрозию** - снятие одного слоя пиксела с объекта, а второй вызывает наращивание слоя пикселей:

ЭН-1 - вскрывающий оператор уровня 1;

ЭЭНН-2 - вскрывающий оператор уровня 2.

$$p' = \&^9 (A_i = 1) - \text{эрозия (Э)};$$

$$p' = \bigvee_{\substack{i=1 \\ i \neq 5}}^9 (A_i = 1) - \text{наращивание (Н)} \quad (18.3)$$

Чем глубже уровень вскрытия, тем чище изображение, но если глубина вскрытия соизмерима с шириной символа, то символ может потеряться.

#### 4. Алгоритм сканирования информации

*Определение строк* реализуется программой распознавания информации AI-READER совместно с аппаратурой ScanJet.

Исходными данными для процедуры отделения строк являются: исходный читаемый текст, размер букв и средний размер в пикселях интервалов межбуквенных и межстрочных. **Алгоритм** этой процедуры состоит из 4-х основных этапов:

##### 1. Подвод к первой строке текста.

1.1. Сканирование документа, начиная с верхней границы горизонтальной **апертурой** (линией) параллельно верхней границе листа до встречи первого засвеченного пикселя.

1.2. Сканирование строки вертикальной апертурой, размер которой определяется как средний размер буквы плюс половина размера интервала между строками. Сканирование начинается с правой гра-

ницы документа до первого засвеченного пикселя.

1.3. Сканирование буквы линейно вертикальной апертурой той же высоты, в результате которого формируется матрица образа буквы в пикселях  $[p_{ij}]$ .

## 2. Проверка истинности выражения

$$\sum_{i,j} \delta(p_{ij}, p_{ij}^{*(k)}) \geq P, \quad (18.4)$$

где  $[p_{ij}]$  - матрица изображения просканированного символа;  $[p_{ij}^{*(k)}]$

- матрица изображения эталонного  $k$ -го символа;  $\delta$  - функция, которая определяется как  $\delta(i,j) = \begin{cases} 1, i=j \\ 0, i \neq j \end{cases}$  - функция совпадения;  $P$  - порог при-

нятия решения (80% от количества пикселей в эталоне).

Чем больше совпадений тем ближе символ к этому эталону, если порог  $P$  превышен, то это означает, что символ распознан. Если символ не находит своего эталона, то возможно два варианта:

а) в режиме обучения программа запрашивает, что это за символ и запоминает его как эталонный для данного кода;

б) в рабочем режиме программа выдаёт отказ распознавания и символ заменяется на символ **(a)**.

## 3. Переход к следующему символу к п. 1.2.

## 4. Переход к следующей строке к п. 1.1.

*Недостатком* данного алгоритма является то, что формируется код для перехода на следующую страницу.

Для распознавания символов существуют специальные методы:

- метод сравнения;
- корреляционный метод. Он похож на рассмотренный выше метод, но вычисляется не функция сравнения, а коэффициент корреляции, который сравнивается с порогом  $P$ ;
- метод распознавания по вторичным признакам для стилизованных шрифтов;
- методы распознавания, основанные на нейросетях.

### 4.1. Метод идентификации контуров

Этот метод основан на выделении контура по алгоритму Фримена с последующей идентификацией контура. Цепной код Фримена позволяет представить контур произвольной формы в виде последова-



тельности коротких векторов (рис. 18.8).

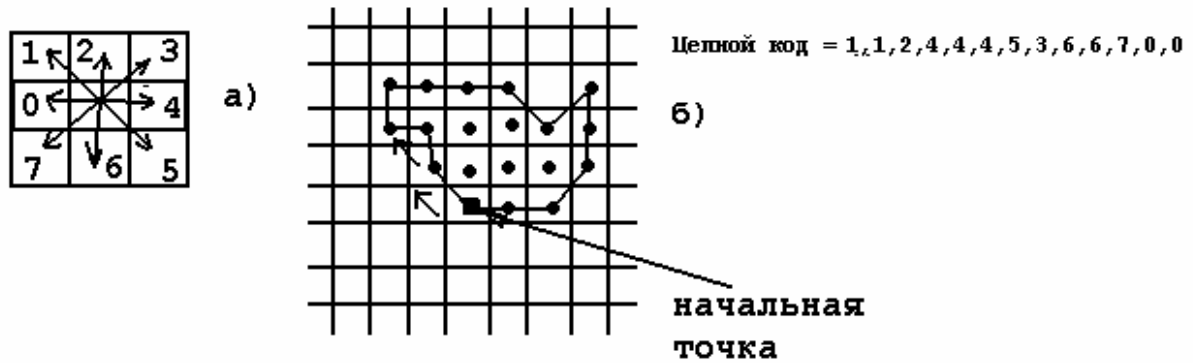


Рис. 18.8. Матрица векторов Фримена (а), контур (б)

### Алгоритм Фримена.

1. Поиск начальной точки. Сканирование вертикальной линейной апертурой и развёртка горизонтальной апертуры до первого засвеченного пиксела.

2. Проверка всех примыкающих пикселей по направлению, начиная с вектора 0, до тех пор, пока не встретится засвеченный пиксель. Поворот от исходной точки осуществляется по возрастанию номеров векторов. Если примыкающих пикселей не найдено, то считается, что обнаружен отдельный пиксель и его не рассматривают.

3. Направление последнего вектора отмечается как текущее, а его конец считается текущим пикселем.

4. Повторяют сканирование примыкающих пикселей до обнаружения засветки, начиная от пикселя, расположенного слева от текущего вектора по часовой стрелке.

5. Алгоритм повторяют с п. 3 до тех пор, пока положение текущего пикселя не совпадёт с начальным.

*Недостатком* этого метода является то, что распознавание символа зависит от его поворота.

Если вектор кодировать комплексным числом: 0 - (1); 1 - (-1+i) ..., то на вращение контура можно не обращать внимание.

Условие распознавания:

$$\vec{\Gamma} \cdot \vec{\Gamma}^* \geq p \vec{\Gamma}^*{}^2, \quad (18.5)$$

где  $\vec{\Gamma}$  - кодированный контур;  $\vec{\Gamma}^*$  - эталонный контур; p - порог (0,8-0,9).

## 4.2. Распознавание символов аппаратными структурами с помощью нейросетей

**Нейросеть (НС)** - это большой, сильно взаимосвязанный ансамбль простых элементов. Элементы обычно представляют собой двух-уровневые приборы, которые переключаются из одного состояния в другое когда сигнал на входе превышает пороговое значение. Такое направление развивается с 1943 года.

Слой принятия решения (рис. 18.9) состоит из нейронов. В нейросетях используются две структуры (рис. 18.10). во второй структуре введены обратные связи. Цепочка 2-3-5-6-2 реализует возвратную активность.

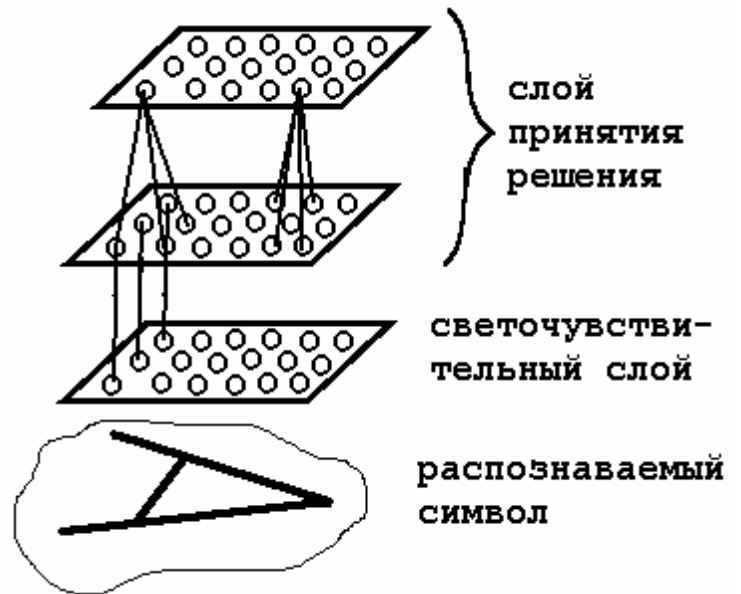


Рис. 18.9. Структура устройства для распознавания символов на основе нейросетей

**Динамика поведения сети.** В каждый момент времени  $i$ -й узел может находиться в одном из двух состояний  $S_i(t) = \begin{cases} +1 \\ -1 \end{cases}$ . Переход из состояния  $+1$  в  $-1$  определяется пороговым потенциалом

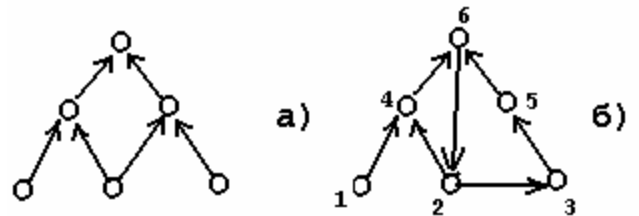


Рис. 18.10. Структура связей нейронов

реход из состояния  $+1$  в  $-1$  определяется пороговым потенциалом

$$h_i(t) = \sum_{j=1}^N J_{ij} \frac{S_j(t)+1}{2} - \Theta_i, \quad (18.6)$$

где  $N$  - количество нейронов, с которыми связан  $i$ -й элемент;  $J_{ij}$  - вес связи (сила связи);  $\Theta_i$  - порог срабатывания  $i$ -го нейрона. На осях откладывается активность нейронов (у нас 3 нейрона) (рис. 18.11).

В первой структуре распознавание заключается в точке 2. У каждой буквы имеется своя точка. Во второй структуре распознавание заканчивается в жгуге (аттракторе). У каждой буквы имеется свой аттрактор. Вторая структура позволяет запоминать большее количество информации с меньшими аппаратными затратами за счёт существо-

ваният возрастной активности в сети.

В процессе *распознавания символов* в систему поступает частичная информация - искажённый образ символа. Это приводит систему в начальное

состояние. Наличие “достаточной” информации для данного распознавания означает, что начальное состояние находится в области притяжения, соответствующего искомому результату распознавания. Притягивающий аттрактор, соответствующий символу, опознаётся группой нейронов, образовавшейся в процессе обучения. Множество аттракторов, соответствующее множеству распознаваемых символов образует **семантическое пространство**.

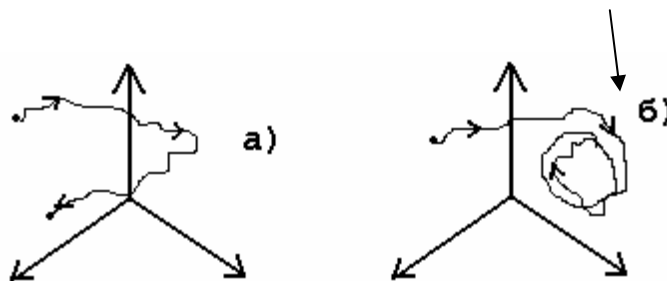


Рис. 18.11. Оси активности нейронов для первой (а) и второй структуры нейросети (б)

## 5. Интерфейсы читающих устройств

Для связи с ЭВМ сканеры могут использовать один из трёх типов интерфейса: последовательный порт, параллельный порт или шина расширения SCSI. Интерфейс SCSI работает быстрее стандартных портов и не занимает порты. Для управления работой сканера необходима соответствующая программа - драйвер, что привязывает к конкретной модели сканера своё программное обеспечение. Однако существует стандарт TWAIN, который разработан для ввода изображения от любого источника растровых данных: ручного сканера, слайдового сканера, цифровой видеокамеры и др. Этот стандарт поддерживают ЭВМ типа Macintosh и такие операционные системы, как Windows, UNIX и OS/2.

### Вопросы к лекции

1. Нарисуйте подробную функциональную схему, реализующую контрастирование изображения фильтром Собеля.

## Устройства печати текстовой и графической информации

### План

1. Обобщенная структура печатающего устройства.
2. Ударные печатающие устройства.
3. Безударные печатающие устройства.
  - 3.1. Струйные принтеры.
  - 3.2. Термопечатающие устройства.
  - 3.3. Лазерные принтеры.

Все печатающие устройства принято классифицировать по семи основным признакам (рис. 19.1):

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



Рис. 19.1. Классификация печатающих устройств

### 1. Обобщенная структура печатающего устройства

Независимо от способа печати всем типам печатающих устройств присущи общие структурные и конструктивные особенности (рис. 19.2).

Конструкция печатающей головки зависит от реализуемого принципа печати. Блок управления обеспечивает через интерфейс связь с ПЭВМ, кодообмен с ПЭВМ в соответствии с протоколом, управление печатающей головкой и механизмом привода в соответствии с режимом печати и поступающими из ПЭВМ управляющими командами, а также взаимодействие с датчиками. В большинстве современных печатающих устройств основные функции в блоке управления выпол-

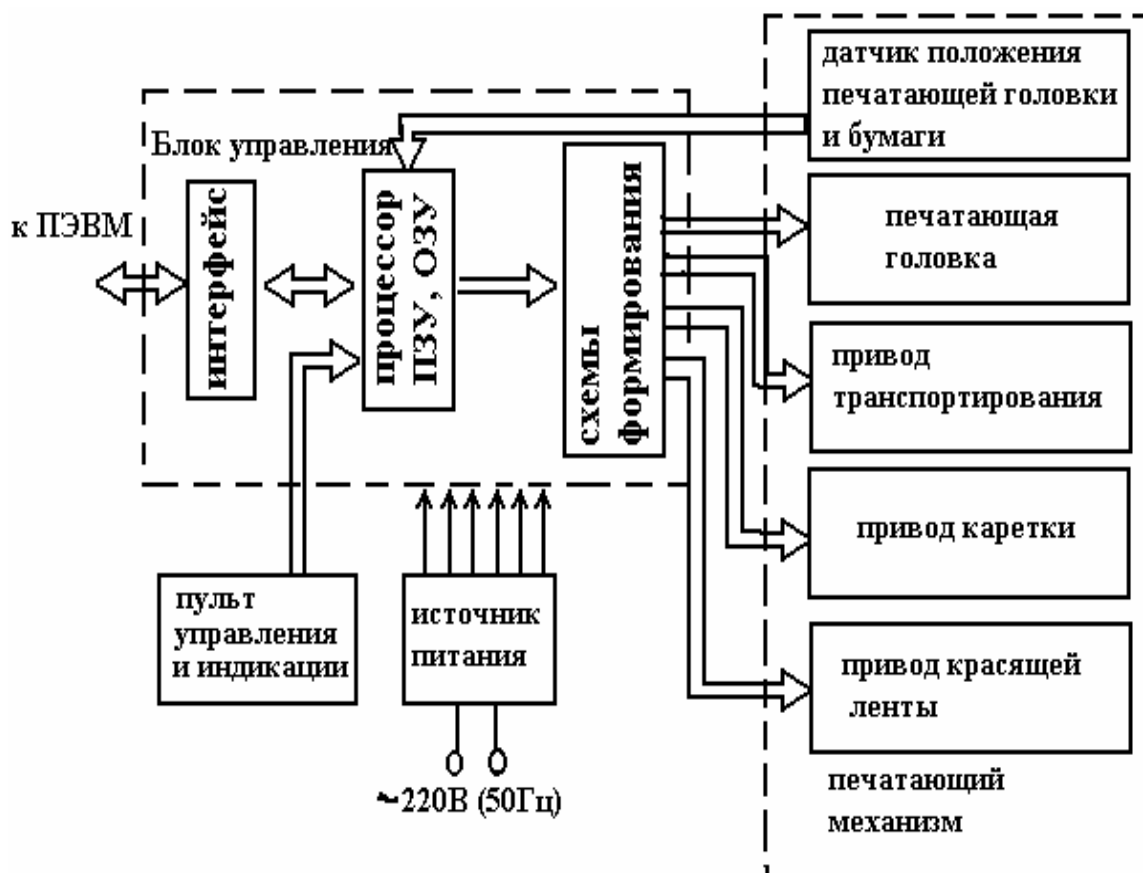


Рис. 19.2. Обобщённая структурная схема печатающего устройства ПЭВМ

няет 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.

## 2. Ударные печатающие устройства

Среди ударных печатающих устройств различают матричные последовательного типа (рис. 19.3, а), с шрифтоносителем типа “ромашка” (рис. 19.3, б), со сферическим шрифтоносителем (рис. 19.3, в) и с шрифтоносителем барабанного типа (рис. 19.3, г).

Матричные печатающие устройства оснащаются загружаемыми из ПЭВМ знакогенераторами, 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.

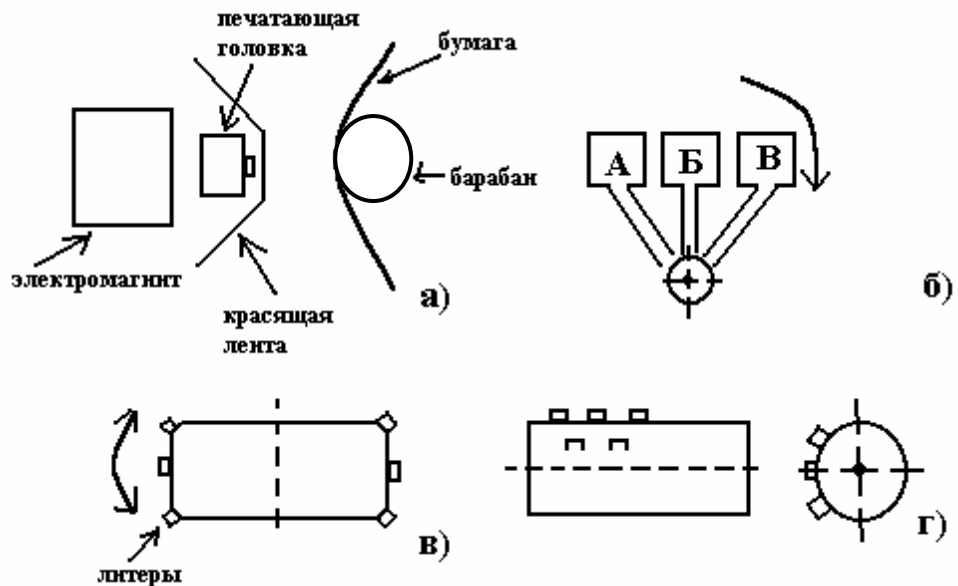


Рис. 19.3. Принципы действия ударных печатающих устройств

### 3. Бездарные печатающие устройства

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

#### 3.1. Струйные принтеры

Для струйных печатающих устройств (рис. 19.4) печатающая головка содержит несколько (обычно 12) капсул-эмиттеров, имеющих

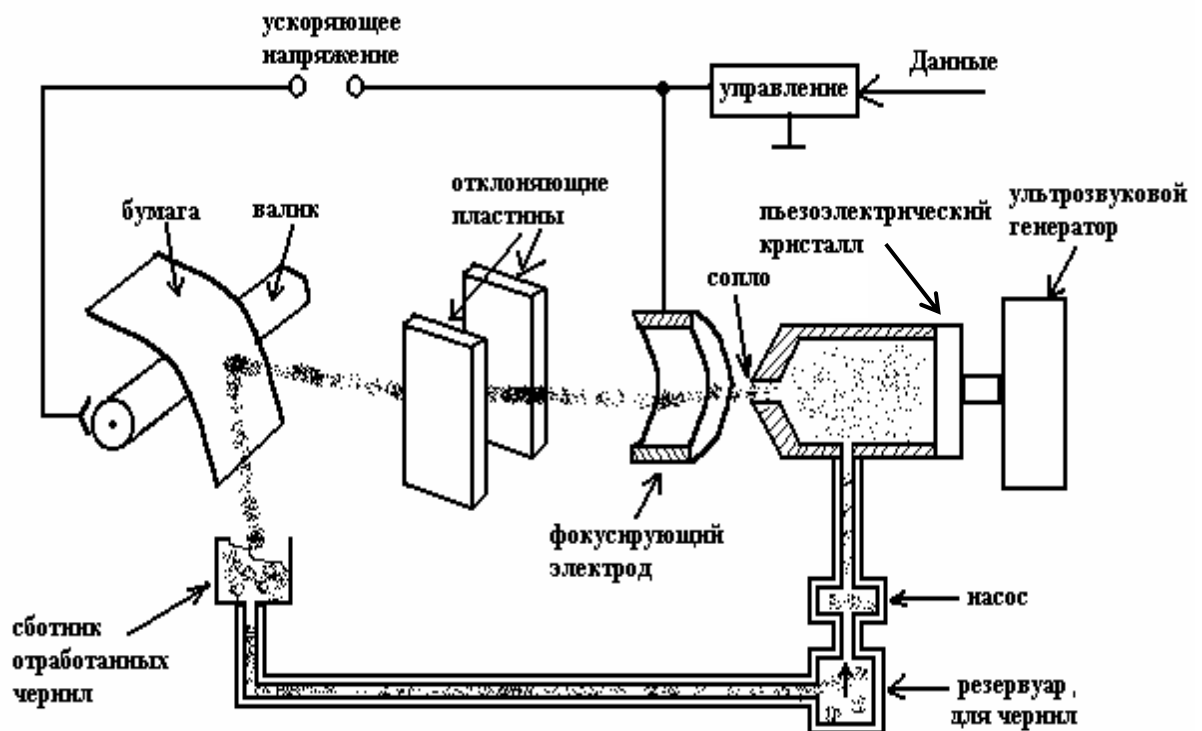


Рис. 19.4. Принцип действия чернильно-струйного печатающего устройства

тонкие сопла. Внутри капсулы создаётся 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 струёй чернил и обеспечение вязкости красителя при заданном времени высыхания.

### 3.2. Термопечатающие устройства

*Термопечатающие устройства* относятся к низкоскоростным и для них необходима специальная термочувствительная бумага, изменяющая цвет под воздействием тепла, выделяемого при нагреве.

Основу термопечатающей головки составляет **штабик** (рис. 19.5) обычно стеклянный.

На нём методами тонкоплёночной, полупроводниковой или толстоплёночной технологии сформированы матрица резистивных нагревательных элементов, контактные площадки и проводники. Такая головка может в процессе работы скользить по бумаге.

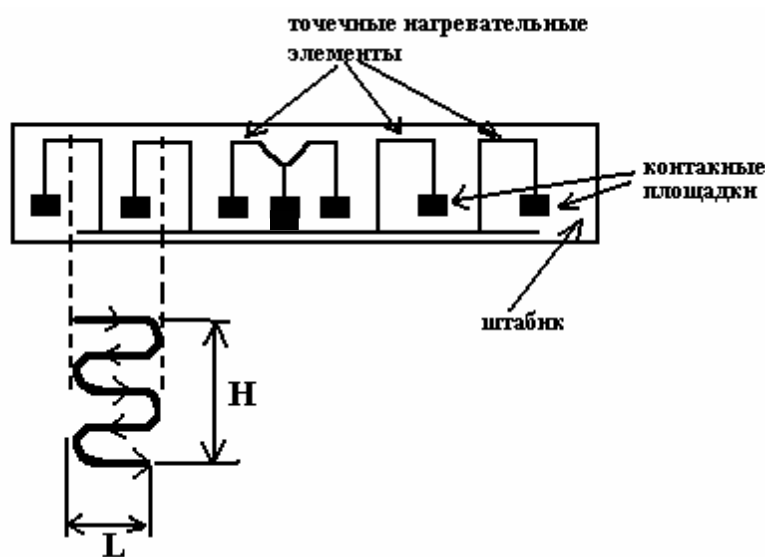


Рис. 19.5. Устройство термопечатающей головки

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 проявляется 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.

### 3.3. Лазерные принтеры

Принцип действия *лазерных печатающих устройств* схож с принципом действия электростатических копировальных устройств (рис. 19.6).

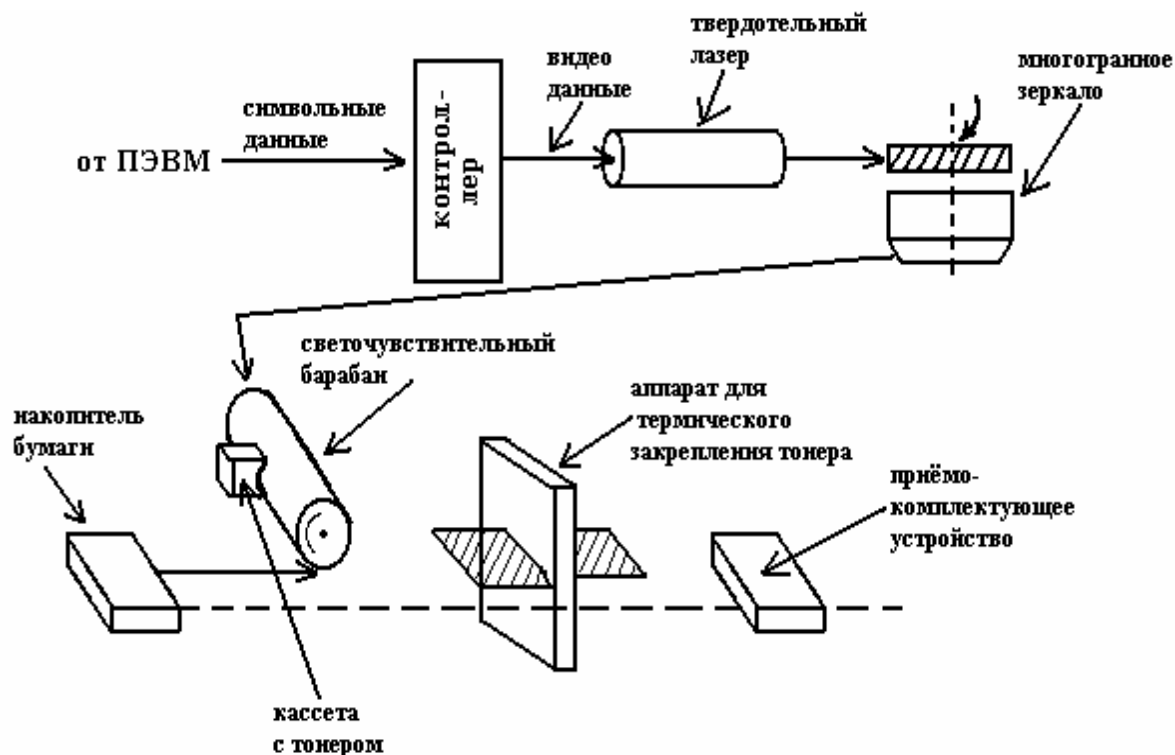


Рис. 19.6 Принцип работы лазерного печатающего устройства

Центральным элементом системы лазерного печатающего устройства является вращающийся барабан, покрытый чувствительным полупроводниковым слоем, заряженным в темноте, подобно конденсатору. При освещении конкретной точки на поверхности барабана, полупроводниковый слой становится проводящим в этой точке и в ней происходит разряд. Данные, от ПЭВМ преобразуются с помощью лазерно-оптической сканирующей системы в сигналы, моделирующие лазерный луч. При облучении точки поверхности барабана лазерным лучом переменной интенсивности остаточный разряд оказывается пропорциональным изменению интенсивности лазерного луча, и на поверхности барабана создаётся невидимое электростатическое изображение строки или страницы информации. Затем это изображение проявляется с помощью электростатически заряженной пылеобраз-



ной краски из пластмассовых частиц. Краска прилипает к поверхности барабана только там, где есть статический заряд (необлучённое пространство). Далее изображение при воздействии электростатического поля переносится на бумагу путём расплавления краски специальными лампами.

**Управление печатающими устройствами** в основном осуществляется с помощью команд и кодов, стандартизованных фирмами Epson и IBM. Наиболее распространённые команды для любых типов принтеров, а также символы, воспринимаемые принтером как коды, заимствованы из набора символов кода ASCII. Управляющие последовательности начинаются специальным символом ESC (значение в коде ASCII - 27).

### **Вопросы к лекции**

1. Нарисуйте функциональную схему блока управления любого печатающего устройства на основе известного Вам микроконтроллера с возможностью подключения печатающего устройства к магистральному порту (II вариант).
2. Напишите на любом языке программирования процедуру драйвера для загрузки в печатающее устройство переменного знакогенератора.

# **ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ**

## **Тема 1: Классификация периферийных устройств.**

Переменный состав оборудования и классы ЭВМ. Классификация и характеристика периферийных устройств. Канал обмена информацией.

## **Тема 2: Организация систем ввода-вывода.**

Организация ввода-вывода информации в ЭВМ. Функции системы ввода-вывода (СВВ). Структуры СВВ. Способы ввода-вывода информации. Логическая организация СВВ. Интерфейсы СВВ. Интерфейс SCSI.

## **Тема 3. Методы и устройства ввода-вывода текстовой информации.**

Кодирование символов текстовой информации. Устройство ручного ввода (клавиатура). Устройства ввода с промежуточных носителей. Устройства автоматического ввода текстовой информации (читающие автоматы). Организация сканеров. Методы и устройства регистрации текстовой информации. Полутонные и цветные дисплеи. Дисплейные процессоры.

## **Тема 4. Методы и средства ввода-вывода графической информации.**

Методы ввода графической информации. Методы съёма координат в устройствах типа “планшет”. Устройства ввода ГИ. Методы вывода графической информации. Устройства отображения информации. Индикаторы УОИ. Организация ГД растрового типа. Организация адаптеров дисплея. Устройства регистрации графической информации.

## **Тема 5. Организация внешних ЗУ.**

Основные понятия и классификация ВЗУ. Физические основы регистрации информации на подвижном магнитном носителе. Физические основы оптической записи информации. Организация накопителей на оптической основе. Представление информации на магнитном носителе (способы записи информа-

ции). Логическая организация информации на магнитном носителе. Конструкция и основные характеристики НМД. Организация НМЛ. Стримеры. Накопители на базе цилиндрических магнитных доменов ЦМД.

#### **Тема 6. Устройства интерактивной связи человека с машиной.**

Физиологические основы формирования и восприятия речи. Устройства вывода речи. Устройства ввода речи.

#### **Тема 7. Интерфейсы периферийных устройств.**

Системные, локальные, приборные интерфейсы. Стандартные интерфейсы – ISA, PCI, AGP, SCSI, USB. Связные интерфейсы – RS-232; Centronics, RS-485 Интерфейсы IDE, GPIB. Способы обмена.

## Лабораторная работа №1

### Работа с клавиатурой и дисплеем

#### Задание

Написать программу, осуществляющую вывод на экран сообщения и обеспечивающую примитивный диалог с пользователем с использованием клавиш 'Y' и 'N'. Обеспечить корректный выход из программы.

#### Рекомендации

Вся программа представляет собой один цикл, в котором используются следующие две функции прерывания INT 21h:

Вход

AH= 09H

DS:DX = адрес строки, заканчивающейся символом '\$' (ASCII 24H)

Выход

нет

Описание: Строка, исключая завершающий ее символ '\$', выводится на экран дисплея. Символы 'Backspace' обрабатываются как в функции 02H Display Char.

Вход

AH=02H

Выход

AL=символ, полученный при вводе с клавиатуры

Описание: Считывает (ожидает) символ с клавиатуры. Отображает этот символ на экран. При распознавании Ctrl-Break выполняется INT 23H.

Замечание: Ввод расширенных клавиш ASCII (F1-F12, PgUp, курсор и т.п.) требует двух обращений к этой функции. Первый вызов возвращает AL=0. Второй вызов возвращает в AL расширенный код ASCII.

## Лабораторная работа №2

### Работа с видеоадаптером

#### Задание

Написать программу, обеспечивающую смену всех видеорежимов, доступных на данном компьютере. В каждом видеорежиме необходимо вывести информацию о текущем режиме (граф/текст, разрешение, количество цветов).

#### Рекомендации

Монохромный адаптер поддерживает один режим терминала, цветной графический - семь, PCjr - десять, а EGA - двенадцать. Система PCjr более гибкая, чем монохромный или цветной адаптеры, поскольку она предоставляет широкий выбор цветов в режимах с двумя и четырьмя цветами, а также серые тени в черно-белом режиме. EGA еще более сложен, поддерживая паллету из 64 цветов, графику на монохромном дисплее и вывод в 43 строки. Ниже приведен перечень различных режимов:

| №  | Режим                                     | Адапторы           |
|----|-------------------------------------------|--------------------|
| 0  | 40*25 (320*200) B&W алфавитноцифровой     | цветной, PCjr, EGA |
| 1  | 40*25 (320*200) цветной алфавитноцифровой | цветной, PCjr, EGA |
| 2  | 80*25 (640*200) B&W алфавитноцифровой     | цветной, PCjr, EGA |
| 3  | 80*25 (640*200) цветной алфавитноцифровой | цветной, PCjr, EGA |
| 4  | 320*200 4-цветная графика                 | цветной, PCjr, EGA |
| 5  | 320*200 B&W графика (4 тени на PCjr)      | цветной, PCjr, EGA |
| 6  | 640*200 B&W графика                       | цветной, PCjr, EGA |
| 7  | 80*25 (720*350) B&W алфавитноцифровой     | монохромный, EGA   |
| 8  | 160*200 16-цветная графика                | PCjr               |
| 9  | 320*200 16-цветная графика                | PCjr               |
| A  | 640*200 4-цветная графика                 | PCjr               |
| B  | зарезервирован для EGA                    |                    |
| C  | зарезервирован для EGA                    |                    |
| D  | 320*200 16-цветная графика                | EGA                |
| E  | 640*200 16-цветная графика                | EGA                |
| F  | 640*350 4-цветная графика                 | монохромный EGA    |
| 10 | 640*350 4- или 16-цветная графика         | EGA                |

EGA разрешает иметь 8 страниц в режиме 7 - стандартном монохромном текстовом режиме. Режимы 0-6 полностью совместимы, используя память одинаковым образом. При условии, что переключатели на EGA установлены для работы с улучшенным цветным дисплеем фирмы IBM, традиционные текстовые режимы выводятся с высоким разрешением, используя рисунок символов, состоящий из 8\*14 точек, а не обычные 8\*8. BIOS хранит однобайтную переменную по адресу 0040:0049, в которой содержится номер текущего режима. Байт по адресу 0040:004A дает число символов в строке в текстовом режиме. Функция 0 прерывания 10H устанавливает режим дисплея. В AL должен находиться номер режима от 0 до A. Чтобы установить цветной графический режим среднего разрешения надо:

MOV AH,0 ;номер функции

MOV AL,4 ;номер требуемого режима

INT 10H ;устанавливаем режим

Для определения текущего графического режима надо использовать функцию F прерывания 10H. Прерывание возвращает номер режима в AL. Оно также дает номер текущей страницы дисплея в BH и число символов в строке в AH.

MOV AH,0FH ;номер функции

INT 10H ;получение информации о режиме дисплея

MOV MODE\_NUMBER,AL ;номер режима в AL

MOV NUMBER\_COLS,AH ;число символов в строке в AH

MOV CURRENT\_PAGE,BH ;номер текущей страницы в BH

MS DOS обеспечивает также Esc-последовательности для установки и сброса режимов дисплея. Для этого необходимо, чтобы Вы предварительно загрузили драйвер ANSI.SYS. Управляющая строка имеет вид ESC [=#h, где # - номер режима, указанный как код ASCII, а ESC обозначает один символ с кодом ASCII 27. Например:

;---в сегменте данных

MED\_RES\_COLOR DB 27, '[=4h\$'

MED\_RES\_B&W DB 27, '[=5h\$'

;---установка цветного графического режима среднего разрешения

MOV AH,9 ;номер функции вывода строки

LEA DX,MED\_RES\_COLOR ;DS:DX должны указывать на строку

INT 21H ;изменение режима

Главное – необходимо восстановить исходный видеорежим после окончания выполнения программы.

## Лабораторная работа №3

### Работа с файловой системой

#### Задание

Написать программу, обеспечивающую поиск файла по маске на текущем диске. Вывести список всех найденных файлов с путями на экран, удовлетворяющих заданной маске. Маска задаётся пользователем.

#### Рекомендации

Основная проблема - это организация перехода во все каталоги диска, т.к. функции 4Eh и 4Fh ищут файлы по маске только в текущем каталоге (каталоге по умолчанию). Эта задача сводится к задаче обхода "дерева" (файловую структуру можно представить в виде дерева с корнем – корневой каталог диска). Таким образом, одним из возможных решений является написание процедуры, выполняющей поиск подкаталогов в текущем каталоге.

При обнаружении таковых она устанавливает новый "каталог по умолчанию" (найденный каталог) и рекурсивно вызывает сама себя и т.д. Таким образом, осуществляется обход всех каталогов текущего диска.

INT 21h

Вход AH=4fH

DS:DX = адрес строки ASCIIZ с именем файла (допускаются ? и \*)

CX=атрибут файла для сравнения

Выход AX=код ошибки если CF установлен

DTA=заполнена данными (если не было ошибки)

Описание: DS:DX указывает на строку ASCIIZ в форме: "d:\путь\имяфайла",0. Если диск и/или путь опущены, они подразумеваются по умолчанию. Обобщенные символы \* и ? допускаются в имени файла и расширении.

DOS находит имя первого файла в оглавлении, которое совпадает с заданным именем и атрибутом, и помещает найденное имя и другую информацию в DTA, как показано ниже:

| Смещение | Длина | Содержимое в DTA                              |
|----------|-------|-----------------------------------------------|
| +0       | 15H   | используется в вызовах 4fH                    |
| +15H     | 1     | атрибут файла для найденного файла            |
| +16H     | 2     | время создания/модификации в формате filetime |
| +18H     | 2     | дата создания/модификации в формате filetime  |
| +1aH     | 4     | размер файла в байтах в формате DWORD         |
| +1eH     | 0dH   | 13-байтовое ASCIIZ имя: "filename.ext",0      |
| +2cH     | -     | требуемый размер буфера                       |

Замечания: Атрибут файла обычно используется во "включающем" поиске. Если вас интересуют как файлы, так и оглавления, установите бит атрибута 4 (т.е. attr | 10H).

Типичная последовательность, используемая для поиска всех подходящих файлов:

- используйте вызов 1aH, чтобы установить DTA на локальный буфер (или используйте умалчиваемую DTA в PSP по смещению 80H)
- установить CX=атрибут, DS:DX => ASCIIZ диск, путь, обобщенное имя
- вызовите функцию 4eH (Найти 1-й)
- если флаг CF указывает ошибку, вы закончили (нет совпадений)
- установить DS:DX => DTA (или на данные, которые вы скопировали из DTA после вызова функции 4eH)
- повторять
- обработать имя файла и данные по адресу DS:DX
- вызвать функцию 4fH (Найти следующий)
- пока Carry-флаг не покажет, что совпадений больше нет

INT 21h

Вход AH=4fH

DS:DX = адрес данных, возвращенных предыдущей 4eH

Выход AX=код ошибки если CF установлен

DTA заполнена данными

Описание: DS:DX указывает на 2bH-байтовый буфер с информацией, возвращенной функцией 4eH Найти 1-й (либо DTA, либо буфер, скопированный из DTA). Используйте эту функцию после вызова 4eH. Следующее имя файла, совпадающее по обобщенному имени и атрибуту файла, копируется в буфер по адресу DS:DX вместе с другой информацией.

### **Возможные проблемы:**

При использовании функции 4eH, при поиске не в корневом каталоге, функция возвратит имя найденного подкаталога = `.`. При повторном поиске в этом же каталоге возвратит `..`. И только 3-ий поиск даст имя реально существующего подкаталога.



## Лабораторная работа №4

### Работа с манипулятором "мышь"

#### Задание

Написать программу по выводу информации о перемещении мыши (текущие координаты курсора). Также необходимо выдавать информацию о нажатых кнопках мыши.

#### Рекомендации

Данная лабораторная работа может быть выполнена двумя способами:

1. написание собственного драйвера мыши.
2. Установка собственного обработчика прерывания мыши.

В принципе, если позволяет время, то можно делать и по первому способу. Но этот метод довольно таки громоздкий. Далее будут рассмотрены все функции необходимые для выполнения лабораторной работы вторым способом.

Все общение с мышью в DOS выполняется через прерывание 33h, обработчик которого устанавливает драйвер мыши, загружаемый обычно при запуске системы. Современные драйверы поддерживают около 60 функций, позволяющих настраивать разрешение мыши, профили ускорений, виртуальные координаты, дополнительные обработчики событий и т. п. Большинство этих функций требуются редко, сейчас рассмотрим основные.

INT33h, AX = 0: Инициализация мыши

Вход: AX - 0000h

Выход: AX = 0000h, если мышь или драйвер мыши не установлены

AX = 0FFFFh, если драйвер и мышь установлены

BX = число кнопок:

0002 или 0FFFFh - две

0003 - три

0000 - другое количество

Выполняется аппаратный и программный сброс мыши и драйвера.

INT33h, AX = 1: Показать курсор Вход: AX = 0001 h

INT33h, AX = 2: Спрятать курсор Вход: AX = 0002h

Драйвер мыши поддерживает внутренний счетчик, управляющий видимостью курсора мыши. Функция 2 уменьшает значение счетчика на единицу, а функция 1 увеличивает его, но только до значения 0. Если значение счетчика - отрицательное число, он скрыт, если ноль - показан. Это позволяет процедурам, использующим прямой вывод в видеопамять, вызывать функцию 2 в самом начале и 1 в самом конце, не заботясь о том, в каком состоянии был курсор мыши у вызвавшей эту процедуру программы.

INT33h, AX = 3: Определить состояние мыши

Вход: AX - 0003h

Выход: BX = состояние кнопок:

бит 0: нажата левая кнопка

бит 1: нажата правая кнопка

бит 2: нажата средняя кнопка

CX = X-координата

DX = Y-координата

Возвращаемые координаты совпадают с координатами пикселей соответствующей точки на экране в большинстве графических режимов, кроме 04, 05, 0Dh, 13h, где X-координату мыши нужно разделить на 2, чтобы получить номер столбца соответствующей точки на экране. В текстовых режимах обе координаты надо разделить на 8 для получения номера строки и столбца соответственно.

В большинстве случаев эта функция не используется в программах, так как для того, чтобы реагировать на нажатие кнопки или перемещение мыши в заданную область, требуется вызывать это прерывание постоянно, что приводит к трате процессорного времени. Функции 5 (определить положение курсора при последнем нажатии кнопки), 6 (определить положение курсора при последнем отпускании кнопки) и 0Bh (определить расстояние, пройденное мышью) могут помочь оптимизировать работу

программы, самостоятельно "следящей" за всеми передвижениями мыши, но гораздо эффективнее указать драйверу контролировать ее передвижения (чем он, собственно, и занимается постоянно) и передавать управление в программу, как только выполнится заранее определенное условие, например пользователь нажмет на левую кнопку мыши. Такой сервис обеспечивает функция 0Ch - установить обработчик событий. *INT33H, AX = 0Ch*:

Установить обработчик событий

Вход: AX = 000Ch

ES:DX = адрес обработчика

CX = условие вызова

бит 0: любое перемещение мыши

бит 1: нажатие левой кнопки

бит 2: отпускание левой кнопки

бит 3: нажатие правой кнопки

бит 4: отпускание правой кнопки

бит 5: нажатие средней кнопки

бит 6: отпускание средней кнопки

CX = 0000h - отменить обработчик

Обработчик событий должен быть оформлен, как дальняя процедура (то есть завершаться командой RETF). На входе в процедуру обработчика AX содержит условие вызова, BX - состояние кнопок, CX, DX - X- и Y-координаты курсора, SI, DI - счетчики последнего перемещения по горизонтали и вертикали (единицы измерения для этих счетчиков - мики, 1/200 дюйма), DS - сегмент данных драйвера мыши. Перед завершением программы установленный обработчик событий должен быть обязательно удален (вызов функции OCь с CX - 0), так как иначе при первом же выполнении условия управление будет передано по адресу в памяти, с которого начинался обработчик.

# КАРТА ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ КАДРАМИ ПРОФЕССОРСКО- ПРЕПОДАВАТЕЛЬСКОГО СОСТАВА

| Виды учебных занятий | ФИО преподавателя, ученая степень,<br>должность         |
|----------------------|---------------------------------------------------------|
| Лекции               | Шевко Денис Геннадьевич, к.т.н.,<br>доцент кафедры ИиУС |
| Практические работы  | Шевко Денис Геннадьевич, к.т.н.,<br>доцент кафедры ИиУС |
| Лабораторные работы  | Шевко Денис Геннадьевич, к.т.н.,<br>доцент кафедры ИиУС |

# СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| Рабочая программа                                                               | 3  |
| Лекционный курс                                                                 | 14 |
| Практические работы                                                             | 66 |
| Лабораторные работы                                                             | 68 |
| Карта обеспеченности дисциплины кадрами профессорско-преподавательского состава | 75 |

Денис Геннадьевич ШЕВКО

*доцент кафедры Информационных и управляющих систем АмГУ,  
кандидат технических наук*

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

«ПЕРИФЕРИЙНЫЕ УСТРОЙСТВА ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ»

для специальности 230201 «Информационные системы и технологии»

Издательство АмГУ