

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ СИСТЕМЫ
ЛЕКЦИЯ №7

«Подсистема памяти микропроцессорной системы»

Лектор:
доцент каф. ЭАФУ ФТИ
Горюнов А.Г.

Томск 2014 г.

План лекции

- 7.1 Компьютерная память;
- 7.2 Функции памяти;
- 7.3 Физические основы функционирования;
- 7.4 Классификация типов памяти.

7.1 Компьютерная память

Важной особенностью современных процессоров является **Компьютерная пámять** (устройство хранения информации, запоминающее устройство) – часть вычислительной машины, физическое устройство или среда для хранения данных, используемых в вычислениях, в течение определённого времени.

Память в вычислительных устройствах имеет иерархическую структуру и обычно предполагает использование нескольких запоминающих устройств, имеющих различные характеристики.

Задачей компьютерной памяти является хранение в своих ячейках состояния внешнего воздействия, запись информации.

Эти ячейки могут фиксировать самые разнообразные физические воздействия.

Они функционально аналогичны обычному электромеханическому переключателю и информация в них записывается в виде **двух четко различимых состояний** – 0 и 1 («выключено»/«включено»).

Специальные механизмы обеспечивают доступ (считывание, произвольное или последовательное) к состоянию этих ячеек.

Процесс доступа к памяти разбит на **разделенные во времени процессы** – **операцию записи и операцию чтения**, во многих случаях эти операции происходят под управлением отдельного специализированного устройства – контроллера памяти.

Также различают операцию стирания памяти – занесение (запись) в ячейки памяти одинаковых значений, обычно 0016 или FF16.

Наиболее известные запоминающие устройства, используемые в персональных компьютерах: модули оперативной памяти (ОЗУ), жесткие диски (винчестеры), CD- или DVD-диски, а также устройства флеш-памяти.

Систему называют запоминающим устройством (ЗУ), если она обладает способностью воспринимать и сохранять информацию, а затем при определенных условиях частично или полностью адекватно воспроизводить ее, обеспечивая достаточно длинный временной интервал между моментами прихода и использования информации.

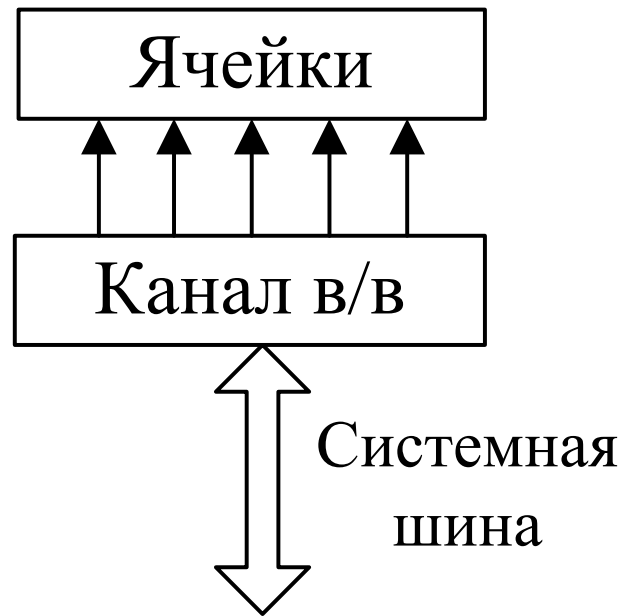


Рисунок 7.1 – Схема запоминающего устройства

Простейшая модель, обладающая свойством памяти, состоит из запоминающих элементов (ячеек памяти), связанных с каналом ввода/вывода информации.

Поскольку в вычислительной технике информация представлена в двоичном коде, то запоминающее устройство должно содержать набор элементов, которые могут находиться в двух устойчивых состояниях.

Каждый такой элемент называется ячейкой памяти и имеет собственный уникальный адрес.

7.2 Функции памяти

Компьютерная память обеспечивает поддержку одной из функций современного компьютера – способность длительного хранения информации.

Вместе с центральным процессором запоминающее устройство являются ключевыми звеньями, так называемой **архитектуры фон Неймана**, – принципа, заложенного в основу большинства современных компьютеров общего назначения.

Первые компьютеры использовали запоминающие устройства исключительно для хранения обрабатываемых данных.

Их программы реализовывались на аппаратном уровне в виде жестко заданных выполняемых последовательностей.

Любое перепрограммирование требовало огромного объема ручной работы по подготовке новой документации, перекоммутации, перестройки блоков и устройств и т. д.

Использование архитектуры фон Неймана, предусматривающей хранение компьютерных программ и данных в общей памяти, коренным образом переменяло ситуацию.

Любая информация может быть измерена в битах и потому, независимо, на каких принципах функционирует цифровой компьютер (а современные компьютеры, как правило, работают в двоичной системе счисления).

Числа, текстовая информация, изображения, звук, видео и другие виды данных **можно представить (с определенной точностью) последовательностями битовых строк или двоичными числами.**

Это позволяет компьютеру манипулировать данными при условии достаточной емкости системы хранения.

К настоящему времени создано множество устройств, предназначенных для хранения данных, основанных на использовании **самых разных физических эффектов**.

Универсального решения не существует, каждое содержит те или иные недостатки.

Поэтому компьютерные системы обычно оснащаются несколькими видами систем хранения, основные свойства которых обуславливают их использование и назначение.

7.3 Физические основы функционирования

В **основе работы** запоминающего устройства может лежать **любой физический эффект**, обеспечивающий приведение системы к двум или более устойчивым состояниям.

1. В современной компьютерной технике часто используются физические свойства полупроводников, когда **прохождение тока через полупроводник** или его отсутствие трактуются как наличие логических сигналов 0 или 1.

2. Устойчивые состояния, определяемые **направлением намагниченности**, позволяют использовать для хранения данных разнообразные магнитные материалы.
3. Наличие или отсутствие **заряда в конденсаторе** также может быть положено в основу системы хранения.
4. Отражение или рассеяние **света от поверхности** CD, DVD или Blu-ray диска также позволяет хранить информацию.

7.4 Классификация типов памяти

Следует различать **классификацию памяти** и **классификацию запоминающих устройств**.

Первая классифицирует память **по функциональности**, вторая же – по технической реализации.

Рассмотрим классификацию по функциональности.

В нее попадают как аппаратные виды памяти (реализуемые на ЗУ), так и структуры данных, реализуемые в большинстве случаев программно.

- 1) по доступным операциям с данными;
- 2) по энергозависимости;
- 3) по порядку выборки;
- 4) по назначению;
- 5) по организации программно доступного адресного пространства;
- 6) по удаленности и доступности для центрального процессора;
- 7) по факту доступности для центрального процессора;
- 8) по организации хранения данных и алгоритму доступа к ним;
- 9) по физическому принципу.

1) Классификация по доступным операциям с данными:

- память только для чтения (read-only memory, ROM);
- память для чтения/записи (random-access memory, RAM).

Память на программируемых и перепрограммируемых ПЗУ не имеет общепринятого места в этой классификации.

Ее относят либо к подвиду памяти «только для чтения», либо выделяют в отдельный вид.

Также предлагается относить память к тому или иному виду по характерной частоте ее перезаписи на практике: к RAM относят виды, в которых информация часто меняется в процессе работы, а к ROM – предназначенные для хранения относительно неизменных данных.

2) Классификация по энергозависимости:

- энергонезависимая память (англ. nonvolatile storage) – память, реализованная в ЗУ, записи в которых не стираются при снятии электропитания.

К этому типу памяти относятся все виды памяти на ПЗУ и ППЗУ;

- энергозависимая память (англ. volatile storage) – память, реализованная в ЗУ, записи в которых стираются при снятии электропитания

К этому типу памяти относятся память на ОЗУ, кэш-память.

- статическая память (англ. static storage) – энергозависимая память, которой для хранения информации достаточно сохранения питающего напряжения;
- динамическая память (англ. dynamic storage) – энергозависимая памяти, в которой информация со временем разрушается (деградирует), и, кроме подачи электропитания, необходимо производить ее периодическое восстановление (регенерацию).

3) Классификация по порядку выборки:

- с **последовательным доступом** (SAM) – когда ячейки памяти выбираются (считываются) последовательно, одна за другой, в очередности их расположения.

Вариант такой памяти – стековая память;

- с **произвольным доступом** (RAM) – когда вычислительное устройство может обратиться к произвольной ячейке памяти по любому адресу.

4) Классификация по назначению:

- буферная память (англ. buffer storage) – память, предназначенная для временного хранения данных при обмене ими между различными устройствами или программами;
- временная (промежуточная) память (англ. temporary (intermediate) storage) – память для хранения промежуточных результатов обработки;
- кеш-память (англ. cache memory) – часть архитектуры устройства или программного обеспечения, осуществляющая хранение часто используемых данных для предоставления их в более быстрый доступ, нежели кешируемая память;

- корректирующая память (англ. patch memory) – часть памяти ЭВМ, предназначенная для хранения адресов неисправных ячеек основной памяти.

Также используются термины «relocation table» и «remap table»;

- управляющая память (англ. control storage) – память, содержащая управляющие программы или микропрограммы.

Обычно реализуется в виде ПЗУ;

- разделяемая память или память коллективного доступа (англ. shared memory или shared access memory) — память, доступная одновременно нескольким пользователям, процессам или процессорам;

- и др.

5) Классификация по организации программно доступного адресного пространства: 22

- реальная или физическая память (англ. real или physical memory) – память, способ адресации которой соответствует физическому расположению ее данных;
- виртуальная память (англ. virtual memory) – память, способ адресации которой не отражает физического расположения ее данных;
- оверлейная память (англ. overlayable storage) — память, в которой присутствует несколько областей с одинаковыми адресами, из которых в каждый момент доступна только одна.

6) Классификация по удалённости и доступности для центрального процессора:

- первичная память, доступна ЦП без какого-либо обращения к внешним устройствам.

Это регистры процессора (Процессорная или регистровая память) и кэш процессора (если есть);

- вторичная память, доступна ЦП путем прямой адресацией через шину адреса (Адресуемая память) или через другие выводы.

Таким образом, доступна основная память (память, предназначенная для хранения текущих данных и выполняемых программ) и порты ввода-вывода (специальные адреса, через обращение к которым реализовано взаимодействие с прочей аппаратурой);

- третичная память, доступна только путем нетривиальных последовательностей действий.

Сюда входят все виды внешней памяти – доступной через устройства ввода-вывода.

Взаимодействие с третичной памятью ведется по определенным правилам (протоколам) и требует присутствия в памяти соответствующих программ.

Программы, обеспечивающие минимально необходимое взаимодействие, помещаются в ПЗУ, входящее во вторичную память (у РС-совместимых ПК это ПЗУ BIOS);

Положение структур данных, расположенных в основной памяти, в этой классификации неоднозначно.

Как правило, их вообще в нее не включают, выполняя классификацию с привязкой к традиционно используемым видам ЗУ.

7) Классификация по факту доступности для центрального процессора:

- непосредственно управляемая (оперативно доступная) память (англ. on-line storage) – память, непосредственно доступная в данный момент времени центральному процессору;
- автономная память.

8) Классификация по организации хранения данных и алгоритму доступа к ним:

Повторяет классификацию структур данных:

- адресуемая память – память, в которой адресация осуществляется по местоположению данных;
- ассоциативная память (англ. associative memory, content-addressable memory, CAM) – вид памяти, в которой адресация осуществляется на основе содержания данных, а не их местоположения;
- магазинная (стековая) память (англ. pushdown storage) – вид памяти, являющийся аппаратной реализацией стека;

- матричная память (англ. matrix storage) – вид памяти, элементы (ячейки) которой имеют такое расположение, что доступ к ним осуществляется по двум или более координатам;
- объектная память (англ. object storage) – память, система управления которой ориентирована на хранение объектов. При этом каждый объект характеризуется типом и размером записи;
- семантическая память (англ. semantic storage) – вид памяти, в которой данные размещаются и списываются в соответствии с некоторой структурой понятийных признаков;
- и др.

9) Классификация по физическому принципу:

Эта классификация повторяет соответствующую классификацию ЗУ.

Таблица 7.1

Вид	Среда, хранящая информацию	Принцип чтения/записи	Примеры
Полупроводниковая память (англ. semiconductor storage)	сформированные в полупроводнике элементы, имеющие 2 устойчивых состояния с различными электрическими параметрами	включение в электрическую цепь	SRAM, DRAM, EEPROM, Flash-память
Магнитная память (англ. magnetic storage)	намагниченность участков ферромагнитного материала (доменов)	магнитная запись	Магнитная лента, Магнитный диск, Магнитная карта

Вид	Среда, хранящая информацию	Принцип чтения/записи	Примеры
<p>Оптическая память (англ. optical storage, laser storage)</p>	<p>последовательность участков (питов), отражающих или рассеивающих свет</p>	<p>чтение: отражение либо рассеяние лазерного луча от питов; запись: точечный нагрев, изменяющий свойства отражающего слоя</p>	<p>CD, DVD, Blu-ray.</p>
<p>Магнитооптическая память (англ. magnetooptics storage) <u>Самостоятельно</u></p>	<p>показатель преломления участков информационного слоя</p>	<p>чтение: преломление и отражение луча лазера запись: точечный нагрев и электромагнитный импульс</p>	<p>CD-MO, Fujitsu DynaMO</p>
<p>Магниторезистивная память с произвольным доступом (англ. Spin Torque Transfer Random Access Memory, STT-RAM) <u>Самостоятельно</u></p>	<p>магнитные домены</p>	<p>в STT-RAM электрическое поле воздействует на микромагниты, заставляя их менять направление магнитного поля (спин). В свою очередь направление магнитного поля (справа — налево или сверху — вниз) вызывает изменение в сопротивлении (логические 0 и 1)</p>	<p>MRAM</p>

Вид	Среда, хранящая информацию	Принцип чтения/записи	Примеры
<p>Память с изменением фазового состояния (англ. phase change memory, PCM)</p> <p><u>Самостоятельно</u></p>	<p>молекулы халькогенида (chalcogenide)</p>	<p>Использует изменение фазового состояния халькогенида — вещества, способного под воздействием нагрева и электрических полей переходить из непроводящего аморфного состояния (1) в проводящее кристаллическое (0). В ней применены диоды вертикального типа и трехмерная кристаллическая структура. Не требует предварительного удаления старых данных перед записью новых, не требует электропитания для сохранения своего состояния.;</p>	<p>PRA</p>
<p>Ёмкостная память (англ. capacitor storage)</p>	<p>конденсаторы</p>	<p>подача электрического напряжения на обкладки</p>	<p>DRAM</p>