

# Иерархия запоминающих устройств

В основе реализации иерархии памяти современных компьютеров лежат два принципа: принцип локальности обращений и соотношение стоимость/производительность.

Принцип локальности обращений говорит о том, что большинство программ к счастью не выполняют обращений ко всем своим командам и данным равновероятно, а оказывают предпочтение некоторой части своего адресного пространства.

Иерархия памяти современных компьютеров строится на нескольких уровнях, причем более высокий уровень меньше по объему, быстрее и имеет большую стоимость в пересчете на байт, чем более низкий уровень.

Уровни иерархии взаимосвязаны: все данные на одном уровне могут быть также найдены на более низком уровне, и все данные на этом более низком уровне могут быть найдены на следующем ниже лежащем уровне и так далее, пока мы не достигнем основания иерархии.

В вычислительных системах все запоминающие устройства (быстрые, медленные, внешние, внутренние) объединяются в единую, иерархическую подсистему памяти. В процессе работы информация из быстрых ЗУ малой емкости передается в медленные ЗУ большой емкости, и создается впечатление, что мы имеем ЗУ с емкостью, равной суммарной емкости всех ЗУ, и быстродействием самой быстрой памяти. Для синхронизации работы различных устройств применяют кэш память. Именно по этой причине впервые кэш был применен именно для согласования оперативной памяти и внешних запоминающих устройств.

Все ЗУ состоят из элементов памяти, которые представляет собой некоторую среду, способную сохранять 2 устойчивых отличных друг от друга состояния (0 и 1). Элементы памяти объединяются в ячейки памяти (слово памяти). Слово памяти – количество элементов памяти, к которым возможно одновременное обращение при записи или считывании. Ячейка памяти делится на фиксированные единицы информации – байт (минимально адресуемая единица информации). Для обращения к ячейке памяти используется физический адрес, который передается на шину адреса шины системной или локальной. Физический адрес необходимо отличать от исполнительного (вычисленного), который определяет начальный адрес байта, с которого начинается фиксированная единица информации. В современных компьютерах на шину адреса выставляется исполнительный адрес (линейный), который является физическим, а выделения ячейки памяти и байта реализуется аппаратными средствами.

# Виды и характеристики ЗУ

Запоминающие устройства (ЗУ) предназначены для приема, хранения и выдачи информации, получаемой в процессе решения различных задач

Характеристики ЗУ во многом определяют характеристики вычислительных машин.

Чем выше быстродействие ЗУ, тем выше быстродействие машины.

Объем ЗУ определяет универсальность.

Отсюда вытекают требования к памяти: чтобы система была максимально универсальной и производительной, необходимо, чтобы она имела память бесконечной емкости и скорости.

ЗУ делятся на оперативные запоминающие устройства(ОЗУ) и внешние запоминающие устройства(ВЗУ), энергозависимые и энергонезависимые.

ОЗУ делится на статические и динамические .

Важнейшие характеристики ОЗУ — латентность и частота

# Принципы построения и функционирования ЗУ

Основные режимы работы ЗУ.

Запись информации (Write или W) в какую-либо ячейку. Осуществляется с изменением состояния физической среды ЗУ.

Считывание (Read или R) информации из ячейки памяти (выборка или воспроизведение) в процессор или регистр. При этом состояние параметров физической среды не меняется. В противном случае параметры физической среды необходимо восстанавливать. Процесс восстановления называется регенерацией.

# Основные режимы работы ЗУ.

1. **Запись информации** (Write или W) в какую-либо ячейку. Осуществляется с изменением состояния физической среды ЗУ.
2. **Считывание (Read или R) информации** из ячейки памяти (выборка или воспроизведение) в процессор или регистр. При этом состояние параметров физической среды не меняется. В противном случае параметры физической среды необходимо восстанавливать. Процесс восстановления называется регенерацией.
3. **Режим поиска** – процесс нахождения ячейки памяти, к которой необходимо обратиться (для записи или считывания).
  - а) адресное ЗУ – это когда все ячейки памяти пронумерованы и обращение к ячейке ведётся по заданному номеру.
  - б) безадресное ЗУ. Здесь различают:
    - ассоциативные ЗУ – это когда поиск ячейки памяти ведётся по её содержимому;
    - магазинного типа – это стек, очередь и другие виды ЗУ цепочечного типа;
    - ЗУ гнездового типа, т.е. обращение к ячейкам памяти определяется микропрограммой (данные находятся в строго определённых ячейках памяти, которые не надо указывать).

#### 4. Специальные режимы работы .

а) считывание - модификация – запись. Состоит из четырёх этапов: первый

этап – это поиск ячейки памяти; второй – это считывание ячейки памяти; третий этап – это модификация данных; и последний этап – это запись изменённых данных в ту же ячейку памяти не меняя параметров поиска.

б) групповая запись и групповое чтение. Реализуется с конвертацией формирования адреса следующей ячейки памяти и записью (считыванием) данных в предыдущую ячейку памяти.

5. **Режим хранения** – это поддержание состояния ЗУ без изменения параметров элементов памяти.

а) ЗУБРН – ЗУ без разрушения информации при отключенном питании. Это, например, ЗУ на магнитных элементах.

б) ЗУ, которые хранят информацию только при включенном питании. Это, например, полупроводниковые оперативные ЗУ. Здесь выделяют два вида:

статические ЗУ;

динамические ЗУ.

В статических ЗУ используются бистабильные триггеры.

Динамические ЗУ делятся на:

1. Рециркуляционные ЗУ, это когда информация всё время находится в движении;

2. На запоминающих микросхемах динамического типа. В них элементом памяти является электронный ключ на полевом транзисторе. Сопротивление затвора транзистора очень высокое (10 МОм и больше), поэтому заряд на затворе рассасывается достаточно медленно. Чтобы информация не потерялась, величину заряда на затворе необходимо восстанавливать. Время восстановления  $\approx 4$  мкс – это есть время регенерации . Для восстановления заряда в запоминающих микросхемах (ЗМ) памяти предусмотрены усилители регенерации (наиболее распространены ЗМ со строчной регенерацией, в которой усилитель регенерации стоит один на всю строку элементов памяти).

# Способы обращения к ЗУ:

- Ленточные.
- Вращающиеся (диски и барабаны).
- Матричные.
- Лучевые (когда поиск информации ведётся электронным лучём, например масочные ЗУ, лазерные ЗУ, голографические ЗУ ).

По способу обращения ЗУ делят на две группы:

- ЗУ с произвольным доступом;
- ЗУ с последовательным доступом.

## Запоминающие устройства ассоциативного типа (АЗУ).

АЗУ – безадресные ЗУ, обращение к которым ведется не по номеру выбранной ячейки памяти (по адресу), а по ее содержимому, которое удовлетворяет некоторому признаку. Пример: первые три бита содержимого ячейки памяти равны «1». Код признака может изменяться до длины ячейки памяти. Для организации ассоциативного доступа каждый элемент памяти АЗУ должен содержать дополнительную логику ассоциативного поиска. Это усложняет аппаратные затраты.

Достоинство: высокое быстродействие которое по статистическим данным возрастает в 100-1000 раз.

Недостатки: сложность, стоимость.



# Регистровые ОЗУ.

Регистровые ОЗУ нужны для повышения скорости обмена между регистрами процессора и данными, поступившими из внешних устройств или внутренней памяти компьютера для временного хранения, а также организации вычислительного процесса в компьютере.

Регистровые ЗУ выполняют функции:

- Регистр как самостоятельный функциональный узел (Рг адреса, Рг команд, и т.д.).
- Регистр как регистровая память. Цель: быстрый доступ укороченными адресами с прямой адресацией. Может использоваться как многофункциональный буферный регистр.
- Регистровые ЗУ с произвольным и последовательным доступом и последовательного типа (динамические сдвигатели).

# Адресация в ЭВМ.

Линейная адресация существует только на уровне аппаратных средств, когда физический адрес выставляется на линии шины адреса и позволяет определить номер ячейки оперативной памяти (слово ОП), а также позволяет определить начальный адрес байта фиксированной единицы информации.

В программах линейная адресация отсутствует. Там существуют следующие способы получения адреса:

- математический адрес
- исполнительный адрес
- линейный адрес
- физический адрес.

Различают 16, 32, 64, 128 разрядную адресацию для различных видов ЭВМ.

При обращении к памяти на шине данных формируется линейный адрес. На базе линейной адресации тяжело организовать различные режимы работы систем (Virtual, Real, Protected и другие режимы).

## Внешняя память ЭВМ

- Накопители на жестких дисках HDD
- Накопители SSD
- Флешь память на SD картах
- Флешь память на USB носителях
- Накопители на оптических дисках CD, DVD, Blue ray
- Накопители на магнитных лентах - стримеры