

УВАЖАЕМЫЕ СТУДЕНТЫ! Законспектируйте в своей рабочей тетради по дисциплине приведенную лекцию (объемом 4-5 страницы).

Результаты работы, фотоотчет, предоставить преподавателю на e-mail: r.bigangel@gmail.com **до 20.03.2023.**

При возникновении вопросов по приведенному материалу обращаться по следующему номеру телефона: (072)111-37-59, (Viber, WhatsApp), vk.com: <https://vk.com/daykini>

ВНИМАНИЕ!!! При отправке работы, не забывайте указывать ФИО студента, наименование дисциплины, дата проведения занятия (по расписанию).

Лекция №11

Динамический режим хранения информации. Работа с дисковыми ресурсами.

1.Классификация запоминающих устройств.

2.Контроль правильности работы запоминающих устройств.

Хранение является одной из основных операций, осуществляемых над информацией, с целью обеспечения её доступности в течение некоторого промежутка времени.

Под хранением информации понимают её запись в запоминающее устройство (ЗУ) для последующего использования.

Запоминающее устройство (память) – устройство, способное принимать данные и сохранять их для последующего считывания.

В компьютерных системах обработки информации выделяют следующие основные Типы памяти:

- 1) регистровая память;
- 2) основная память;
- 3) кэш-память;
- 4) внешняя память.

Кроме того, в ЭВМ могут присутствовать различные специализированные виды памяти, характерные для тех или иных устройств вычислительной системы, например видеопамять.

1) **Регистровая память**, имеющаяся в составе процессора или других устройств ЭВМ, предназначена для кратковременного хранения небольшого объёма информации, непосредственно участвующей в вычислениях или операциях обмена (ввода-вывода).

2) **Основная память** предназначена для оперативного хранения и обмена данными, непосредственно участвующими в процессе обработки.

Конструктивно она исполняется в виде интегральных схем (ИС) и подразделяется на два вида:

а) постоянное запоминающее устройство (ПЗУ);

б) оперативное запоминающее устройство (ОЗУ).

3) **Кэш-память** служит для хранения копий информации, используемой в текущих операциях обмена. Это очень быстрое ЗУ небольшого объёма, являющееся буфером между устройствами с различным быстродействием. Обычно используется при обмене данными между микропроцессором и оперативной памятью для компенсации разницы в скорости обработки информации процессором и несколько менее быстродействующей оперативной памятью. Кэш-памятью управляет специальное устройство – контроллер, который, анализируя выполняемую программу, пытается предвидеть, какие данные и команды вероятнее всего понадобятся в ближайшее время процессору, и подкачивает их в кэш-память. При этом возможны как «попадания», так и «промахи». В случае попадания, т.е. если в кэш подкачаны нужные данные, извлечение их из памяти происходит без задержки. Если же требуемая информация в КЭШе отсутствует, то процессор считывает её непосредственно из оперативной памяти. Соотношение числа «попаданий» и «промахов» определяет эффективность кэширования.

4) **Внешняя память** используется для долговременного хранения больших объёмов информации. В качестве устройств внешней памяти применяются:

1) накопители на жёстких магнитных дисках (НЖМД);

2) накопители на гибких магнитных дисках (НГМД);

3) накопители на оптических дисках;

4) магнитооптические носители информации;

5) ленточные накопители (стримеры).

В отличие от элементов оперативной памяти с временем доступа к информации в пределах наносекунд (10^{-9} с), время доступа к информации для этих запоминающих устройств находится в области миллисекунд (10^{-3} с).

МП не имеет непосредственного доступа к данным, находящимся во внешней памяти. Для обработки этих данных процессором они должны быть загружены в оперативную память (считаны в ОЗУ с внешнего носителя данных).

Классификация запоминающих устройств.

Основным классификационным признаком ЗУ является способ доступа к данным. По этому признаку все ЗУ делятся на:

- ЗУ с прямым доступом (адресные).
- ЗУ с последовательным доступом (последовательные).

1) *Прямой доступ* реализует возможность непосредственного обращения к элементам памяти, содержащим искомую информацию или предназначенным для записи новой информации по адресу этих элементов памяти.

2) *Последовательный доступ* реализует последовательное считывание информации из ЗУ в порядке записи или в обратном порядке. Выделяют также

3) *ассоциативный доступ*, реализующий поиск информации по некоторому признаку, а не по её расположению в памяти (адресу – прямой доступ или месту в очереди – последовательный доступ). В этом случае все хранимые в памяти слова одновременно проверяются на соответствие признаку, например на совпадение определённых полей слов (тегов – от англ. tag) с признаком, задаваемым входным словом (теговым адресом). На выход выдаются слова, удовлетворяющие признаку. Дисциплина выдачи слов, если тегу удовлетворяет несколько слов, а также дисциплина записи новых данных могут быть разными. Наиболее часто ассоциативная память в современных ЭВМ используется при кэшировании данных.

К запоминающим устройствам с прямым доступом относятся полупроводниковые ОЗУ и ПЗУ, а также дисковые ЗУ.

Оперативные запоминающие устройства (ОЗУ, или RAM, Random Access Memory – память с произвольным доступом) предназначены для хранения переменной информации: программ и чисел, необходимых для текущих вычислений. По способу хранения информации ОЗУ разделяют на статические

(SRAM – Static RAM) и динамические (DRAM – Dynamic RAM). В первом случае запоминающими элементами являются триггеры, сохраняющие своё состояние, пока схема находится под питанием и нет новой записи данных. Во втором – данные хранятся в виде зарядов конденсаторов, образуемых элементами МОП-структур. Саморазряд конденсаторов ведёт к разрушению данных, поэтому они должны периодически (каждые несколько миллисекунд) регенерироваться (Refresh – генерация памяти).

Постоянные запоминающие устройства (ПЗУ, или ROM, Read Only Memory – память только для чтения) – энергонезависимая память, используемая для хранения неизменяемых данных: подпрограмм, микропрограмм, констант и т.п. Такие ЗУ работают только в режиме многократного считывания. Постоянные запоминающие устройства можно разделить по способу их программирования на следующие категории:

1) масочные ПЗУ, т.е. программируемые при изготовлении.

Данная разновидность ПЗУ программируется однократно и не допускает последующего изменения информации;

2) программируемые постоянные запоминающие устройства (ППЗУ, или PROM – Programmable ROM) – постоянные запоминающие устройства с возможностью однократного электрического перепрограммирования; они отличаются от масочных ПЗУ тем, что позволяют в процессе применения микросхемы однократно изменить состояние запоминающей матрицы электрическим путём по заданной программе;

3) репрограммируемые (перепрограммируемые) постоянные запоминающие устройства (РПЗУ) – постоянные запоминающие устройства с

возможностью многократного электрического перепрограммирования. Стирание хранящейся в РПЗУ старой информации перед процедурой записи новой можно осуществлять по-разному. Это делают либо с помощью электрических сигналов, снимающих заряд, накопленный под затвором (РПЗУ-ЭС – РПЗУ с электрическим стиранием, EEPROM – electrically erasable PROM), либо с помощью ультрафиолетового излучения (РПЗУ-УФ – РПЗУ с УФ-стиранием, EEPROM – electrically PROM). В последующем случае для этих целей в корпусе микросхемы

предусматривают окно из кварцевого стекла. К памяти типа EPROM относится и Flash-память. Она подобна ей по запоминающему элементу, но имеет структурные и технологические особенности, позволяющие выделить её в отдельный вид.

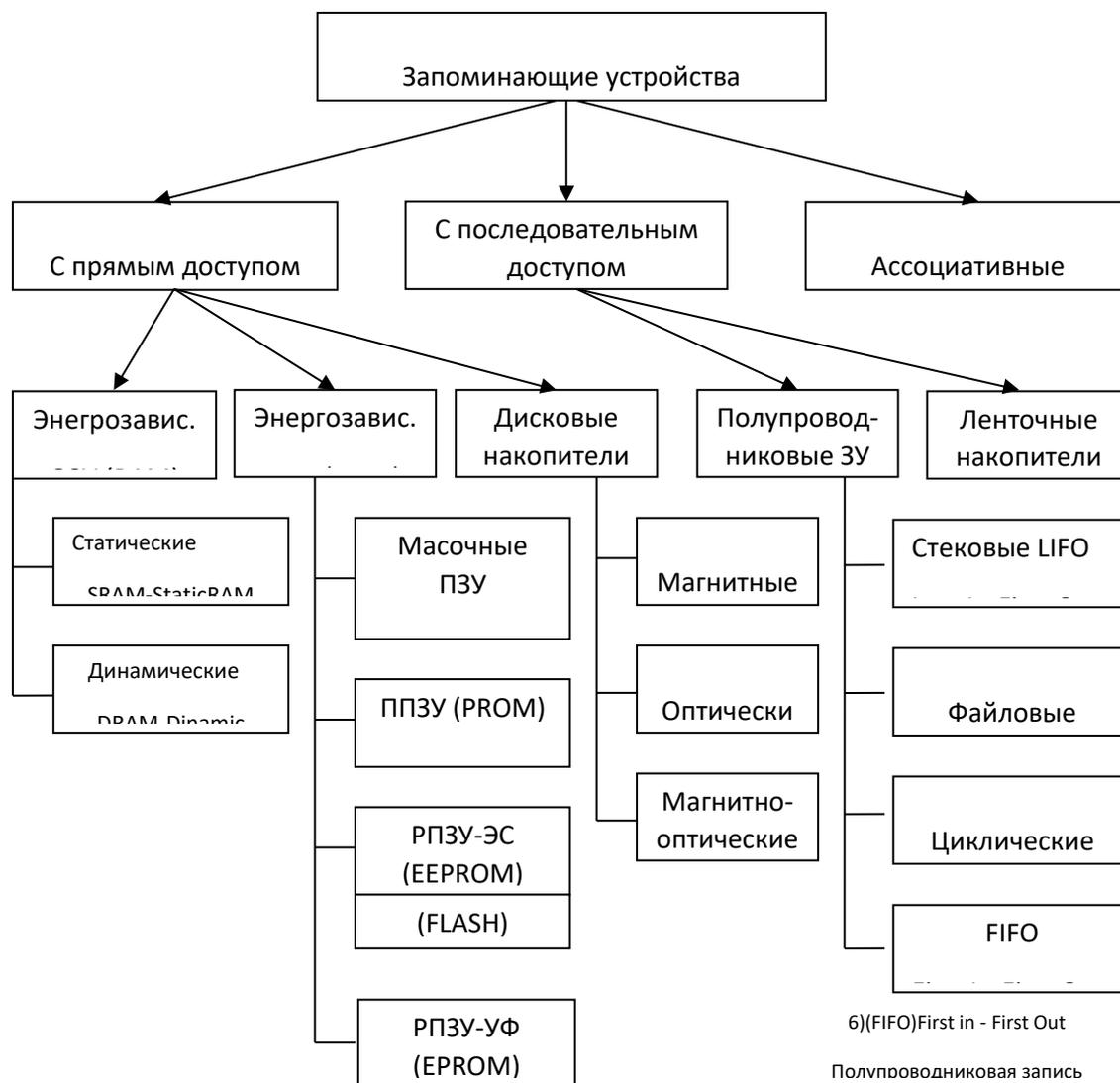


Рис. 11.1. Классификация ЗУ

Дисковые ЗУ, или накопители, представляют собой совокупность носителя и соответствующего привода и предназначены для записи, считывания и постоянного (длительного) хранения информации. Дисковые накопители являются энергонезависимыми ЗУ.

В зависимости от типа носителя и принципов записи информации дисковые накопители подразделяются на магнитные, оптические и магнитооптические ЗУ. Основными представителями ЗУ с последовательным доступом являлись

накопители на магнитных лентах, а также полупроводниковая память с дисциплиной «Первый пришёл – первый вышел» (буфер FIFO – First In – First Out), стековые ЗУ, реализующие дисциплину «Последний пришёл – первый вышел» (буфер LIFO – Last In – First Out), файловые и циклические ЗУ.

Разница между памятью FIFO и файловым ЗУ состоит в том, что в FIFO запись в пустой буфер сразу же становится доступной для чтения, т.е. поступает в конец цепочки. В файловых ЗУ данные поступают в начало цепочки и появляются на выходе после некоторого числа обращений, равного числу элементов в цепочке. При независимости операций считывания и записи фактическое расположение данных в ЗУ на момент считывания не связано с каким-либо внешним признаком. Поэтому записываемые данные объединяют в блоки, обрамляемые специальными символами конца и начала (файлы). Приём данных из файлового ЗУ начинается после обнаружения приёмником символа начала блока.

В циклических ЗУ слова доступны одно за другим с постоянным периодом, определяемым ёмкостью памяти. К такому типу среди полупроводниковых ЗУ относится видеопамять (VRAM).

В ленточных магнитных накопителях данные, содержащиеся в произвольном участке ленты, могут быть считаны только после её перемотки к этому участку.

Контроль правильности работы запоминающих устройств.

Современные запоминающие устройства состоят из огромного количества запоминающих элементов, каждый из которых хранит бинарное значение – 0 или 1. Так, оперативная память ёмкостью всего в 1 Мбайт содержит 8 388 698 ЗЭ. При работе подобных устройств могут возникать ошибки, обусловленные воздействием различных факторов. В этом случае для повышения надёжности работы запоминающих устройств используют специальные обнаруживающие и корректирующие коды.

Позволяющие обнаруживать место, где произошла ошибка, и исправлять её. Простейшим способом обнаружения ошибок является проверка на чётность. В этом случае к битам передаваемого или хранимого M -разрядного слова добавляется ещё один бит – бит чётности, значение которого подбирается таким образом, чтобы среди получившихся N разрядов ($N=M+1$) обязательно было чётное число единиц.

Нумерация информационных битов 16-разрядного слова данных

Рис. 11.2. Код Хемминга для 16-разрядного слова данных

В 1, 2, 4, 8 и 16 разрядах данного кода располагаются биты чётности, а в разрядах 3, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20 и 21 биты данных слова 16-разрядного исходного слова. Для каждого бита чётности существуют свои контролируемые разряды.

Каждый бит чётности используется для контроля лишь определённых разрядов N-разрядного слова. Номера контролируемых разрядов для каждого бита чётности приведены в табл. 12.2.

Первый контрольный разряд контролирует разряды кода Хемминга с номерами $a_j x 2^j + a_{j-1} x 2^{j-1} + \dots + a_2 x 2^2 + a_1 x 2^1 + 1 x 2^0$, где $j = \log_2 N$, a_j – произвольное значение. Таким образом, первый контрольный разряд контролирует все нечётные номера.

Второй контрольный разряд контролирует разряды кода Хемминга с номерами $a_j x 2^j + a_{j-1} x 2^{j-1} + \dots + a_2 x 2^2 + 1 x 2^1 + a_0 x 2^0$.

Соответственно третий контрольный разряд контролирует разряды кода Хемминга с номерами $a_j x 2^j + a_{j-1} x 2^{j-1} + \dots + 1 x 2^2 + a_1 x 2^1 + \dots + a_0 x 2^0$ и т.д.

Номера битов чётности и контролируемых им разрядов слов в коде Хемминга.

Контрольный разряд/номер бита кода Хемминга	Контролируемые разряды
1/1	1 3 5 7 9 11 13 15 17 19 21 23 25 27 29 31 33...
2/2	2 3 6 7 10 11 14 15 18 19 22 23 26 27 30 31 34...
3/4	4 5 6 7 12 13 14 15 20 21 22 23 28 29 30 31 36...
4/8	8 9 10 11 12 13 14 15 24 25 26 27 28 29 30 31 40...
5/16	16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 48...
6/32...	32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48...

Как видно из табл. 11.2, в число контролируемых разрядов включается и тот разряд, где расположен сам бит чётности. При этом содержимое бита чётности устанавливается так. Если суммарное число единиц в контролируемых им разрядах чётное - содержимое бита четности равно 0.

Таким образом в рассматриваемом примере (см. рис. 12.2):

- 1) первый контрольный разряд в коде Хемминга равен 0, так как биты 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19 и 21 содержит восемь единиц;
- 2) второй контрольный разряд равен 0, так как биты 3, 6, 7, 10, 11, 14, 15, 18 и 19 содержат шесть единиц;
- 3) четвёртый контрольный разряд равен 1, так как биты 5, 6, 7, 12, 13, 14, 15, 20 и 21 содержат пять единиц;
- 4) восьмой контрольный разряд равен 0, так как биты 9, 10, 11, 12, 13, 14 и 15 содержат четыре единицы;
- 5) шестнадцатый контрольный разряд равен 1, так как биты 17, 18, 19, 20 и 21 содержат три единицы.

Код, образованный значениями контрольных разрядов, называют дополнительным кодом. То есть для 16-разрядного кода данных 1101101001110110 дополнительный код равен 10100.

Дополнительный код можно также получить путём инвертирования результата поразрядного сложения (т.е. сложения по модулю 2) номеров тех разрядов кода данных, значения которых равны 1.

В нашем случае для 16-разрядного кода данных 1101101001110110 имеем:

1	0	0	0	0	1
2	0	0	0	1	0
4	0	0	1	0	0
5	0	0	1	0	1
6	0	0	1	1	0
9	0	1	0	0	1
11	0	1	0	1	1
12	0	1	1	0	0
14	0	1	1	1	0

15 0 1 1 1 1 После инвертирования имеем 10100, т.е.
 1 0 1 0 1 1 тот же проверочный код, что и на рис. 12.2.

Предположим теперь, что из-за воздействия каких-либо возмущающих факторов исчезнет единица в девятом разряде кода Хемминга (одиннадцатом информационном бите 16-разрядного слова данных) (рис. 11.3).

Нумерация битов кода Хемминга для 16-разрядного слова данных

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1
1	0	1		1	1	1	1	1	1	9	8	7	6	5	1	4	3	2	1	0	

Нумерация информационных битов 16-разрядного слова данных

Рис. 11.3. Код Хемминга для 16-разрядного слова данных с искажённым девятым разрядом (11-информационным)

Проверка образовавшегося кода даёт следующий результат: бит чётности 2, 4 и 16 правильны, а биты чётности 1 и 16 – неправильны.

Получение неправильного значения бита чётности 1 указывает на то, что ошибка должна быть в одном из контролируемых им битов: 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19 или 21. Поскольку бит чётности 2 правилен, то правильны и контролируемые им нечётные биты 3, 7, 11, 15 и 19, так что ошибка произошла не в них. Правильность контрольного бита 4 исключает возникновение ошибки в битах 5, 13 и 21, а правильность контрольного бита 16 – в бите 17. Следовательно, под подозрением остаются биты 1 и 9. Так как неправилен и бит чётности 8, который не контролирует бита с номером 1, но контролирует бит с номером 9, то можно сделать вывод об ошибочности бита 9. Инвертирование этого бита (изменение его значения с 0 на 1) исправляет положение – все биты чётности становятся правильными.

Таким образом, номер искажённого разряда определяется суммой номеров неправильных битов чётности. В нашем примере биты 1 и 8 неправильны, следовательно, искажённый разряд – 9 ($9=1+8$).

Тогда вновь рассчитанный дополнительный код:

0	0	0	0	1	То есть дополнительный код – 11111.
0	0	0	1	0	Поразрядная операция отрицания даёт:
0	0	1	0	0	1 0 1 0 0
0	0	1	0	1	+ 1 1 1 1 1
0	0	1	1	0	<u>0 1 0 1 1</u>
0	1	0	0	1	Таким образом, код
0	1	1	0	0	сравнения – 01011, что
0	1	1	1	0	означает ошибку в девятом
0	1	1	1	1	разряде (или в
0	0	0	0	0	одинадцатом информационном).
0	0	0	0	0	Применение корректирующего кода Хемминга
0	0	0	0	0	означает, что каждое слово памяти содержит не 16
0	0	0	0	0	бит, а 21 бит. Пять лишних битов в каждом слове –
0	0	0	0	0	это биты чётности. Они недоступны пользователю,

так как зарезервированы для образования корректирующего кода.