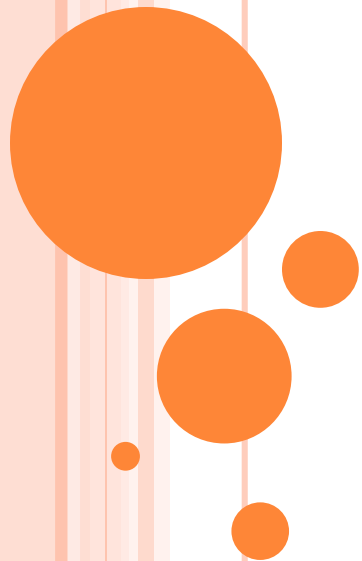
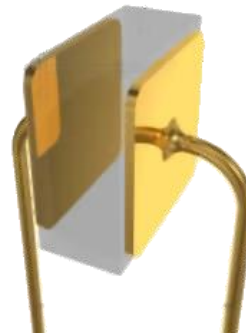
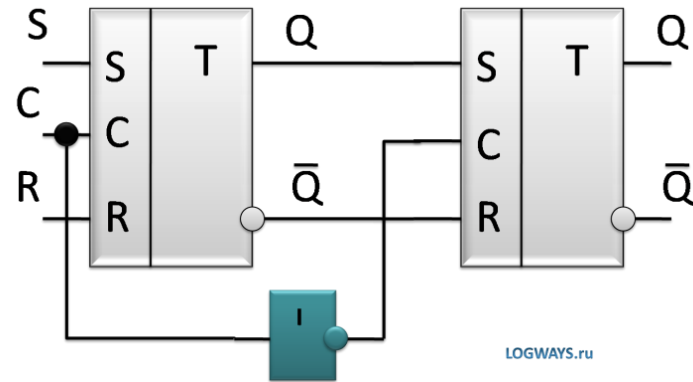


ЕЛЕМЕНТИ ПАМ'ЯТІ МПС



ОСНОВНА ПАМ'ЯТЬ КОМП'ЮТЕРА

Розрізняють наступні рівні пам'яті ЕОМ:

- **регістрові ЗП**, що знаходяться в складі процесора або інших пристроїв, завдяки яким зменшується число звертань до інших рівнів пам'яті, реалізованим поза процесором і вимагають більшого часу для операцій обміну інформацією;
- **кеш-пам'ять**, що служить для збереження копій інформації, яка використовується в поточних операціях обміну. Висока швидкодія кеш-пам'яті підвищує продуктивність ЕОМ;
- **основна пам'ять** (оперативна, постійна, напівпостійна), що працює в режимі безпосереднього обміну з процесором і по можливості погоджена з ним по швидкодії. Фрагмент програми, що виконується в поточний момент, обов'язково знаходиться в основній пам'яті;
- **спеціалізовані види пам'яті**, характерні для деяких специфічних архітектур (багатопортові, асоціативні, відеопам'ять і ін.);
- **зовнішня пам'ять**, що зберігає великі обсяги інформації. Ця пам'ять реалізується на основі пристроїв з рухливим носієм інформації (магнітні й оптичні диски, магнітні стрічки й ін.).

ОСНОВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПАМ'ЯТІ

1) **Інформаційна ємність пам'яті** - максимально можливий обсяг збереженої інформації.

2) **Організація ЗП** – добуток числа збережених слів на їхню розрядність. Це дає інформаційну ємність ЗП, однак при одній і тій же інформаційній ємності організація ЗП може бути різною, так що організація є самостійним важливим параметром.

3) **Швидкодія (продуктивність)** ЗП оцінюють часом читання, запису й тривалістю циклів читання/запису. **Час читання** – інтервал між моментами появи сигналу читання і слова на виході ЗП. **Час запису** – інтервал після появи сигналу запису, достатній для встановлення комірки пам'яті в стан, що задається вхідним словом. **Тривалість циклів читання/запису** можуть перевищувати час читання або запису, тому що після цих операцій може знадобитися час для відновлення необхідного початкового стану ЗП.

Для деяких режимів сучасних ЗП вводять параметр **час доступу при першому звертанні (Latency)** і **темп передачі для наступних слів пакета (Bandwidht)**. 9-9-9-24. Чим нижче дане значення, тим менше часова затримка сигналу, відповідно тим продуктивніше ваша оперативна пам'ять.

ПРОПУСКНА ЗДАТНІСТЬ ПАМ'ЯТІ

Пропускна здатність, виражається як добуток частоти роботи пам'яті на обсяг даних, переданих за один такт.

Сучасна пам'ять має шину шириною 64 біта (або 8 байт)

Наприклад, пропускна здатність пам'яті типу **DDR400**, складає :

400 МГц x 8 Байт = 3200 Мбайт в секунду (або 3.2 Гбайт/с)

Звідси, впливає й інше позначення пам'яті такого типу - PC3200.

• Для пам'яті з частотою 2133 МГц (найменша частота для пам'яті DDR4) максимальна пропускна здатність складе

$$2133 * 8 = \mathbf{17\ 064\ Мгабайт/с}$$

• Для пам'яті з частотою 4266 МГц (найбільша частота для DDR4) максимальна пропускна здатність складе

$$4233 * 8 = \mathbf{34\ 128\ Мгабайт/с}$$

ТАЙМІНГИ ПАМ'ЯТІ

Між подачею команди на читання довільної комірки пам'яті та її виконанням завжди буде якась затримка (латентність пам'яті), ось її-то і характеризують таймінгу.

Ім'я параметра	Позначення	Визначення
CAS-латентність	CL	Затримка між відправкою в пам'ять адреси стовпця і початком передачі даних. Час, необхідний на читання першого біта з пам'яті, коли потрібний рядок вже відкритий. Одна з найважливіших характеристик будь-якого модуля пам'яті.
RAS to CAS Delay	T_{RCD}	Число тактів між відкриттям рядка і доступом до стовпців в ньому. Час, необхідний на читання першого біта з пам'яті без активного рядка — $T_{RCD} + CL$.
Row Precharge Time	T_{RP}	Число тактів між командою на попередній заряд банку (закриття рядка) і відкриттям наступного рядка. Час, необхідний на читання першого біта з пам'яті, коли активний інший рядок — $T_{RP} + T_{RCD} + CL$.
Row Active Time	T_{RAS}	Число тактів між командою на відкриття банку і командою на попередній заряд. Час на оновлення рядка. Зазвичай приблизно дорівнює сумі трьох попередніх чисел.

Позначення таймінгів: " 9-10-9-28 " або " 2.5-4-4-10 "

CL- T_{RCD} - T_{RP} - T_{RAS}



КЕШ-ПАМ'ЯТЬ

Збільшення ємності пам'яті МПС обумовлює зниження швидкодії операцій обміну інформацією між процесором та модулем пам'яті. Даже за час звернення до пам'яті, рівний 70 нс, неможливо отримати необхідну інформацію за один цикл шини. Це наводить до необхідності виконання тактів очікування в процесі роботи процесора для того, щоб час звернення до пам'яті був погоджений з часом виконання команди в процесорі. Підвищення швидкодії обміну інформацією можливо за допомогою організації додаткової швидкодіючої пам'яті порівняно невеликої ємності, звернення до якої відбувається на тактовій частоті процесора. Така пам'ять отримала назву **кеш-пам'яті**, або буферної пам'яті. Кеш-пам'ять реалізується на базі **ОЗП статичного типу**. Інформаційна ємність та принцип організації кеш-пам'яті визначають продуктивність роботи МПС.

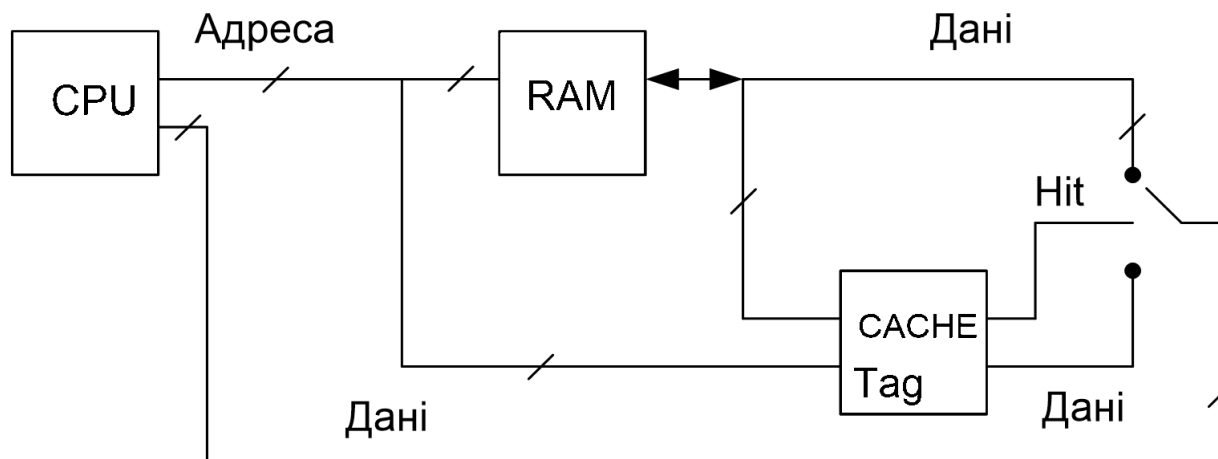
Кеш-пам'ять використовують не лише для обміну даними між МП та ОЗП, але й для обміну між ОЗП і зовнішніми накопичувачами. У основу роботи кеш-пам'яті покладені принципи часової та просторової локальності програм.

- **Принцип часової локальності** полягає в тому, що при читанні даних з пам'яті існує висока ймовірність того, що впродовж деякого невеликого проміжку часу програма знову звернеться до тих же даних.
- **Принцип просторової локальності** базується на високій ймовірності того, що програма через деякий невеликий проміжок часу звернеться до елемента пам'яті, наступного за тією, до якої вона зверталася перед цим.

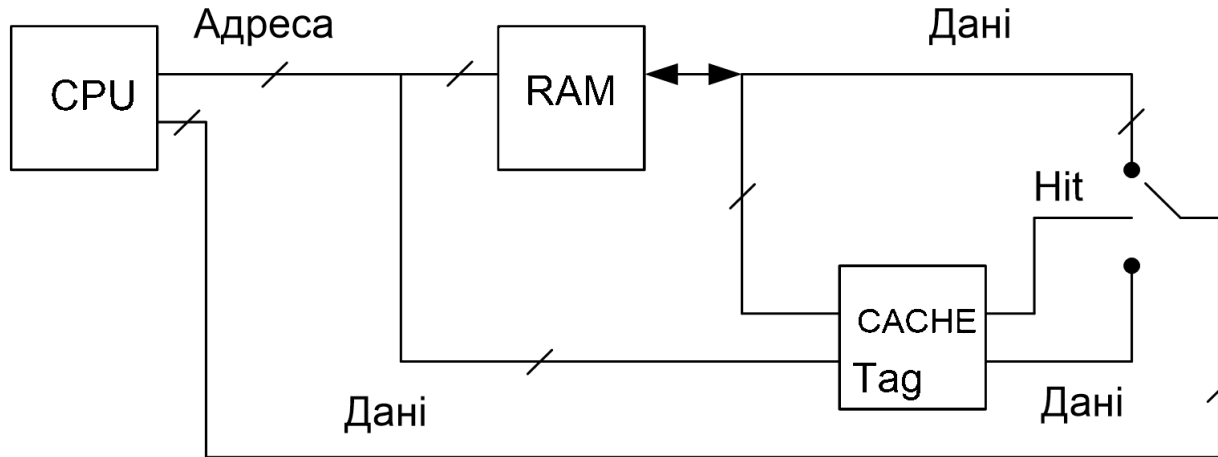
КЕШ-ПАМ'ЯТЬ

Відповідно до принципу часової локальності інформацію в кеш-пам'яті доцільно зберігати впродовж деякого часу, а принцип просторової локальності вказує на доцільність розташування в кеш-пам'яті вмісту декількох сусідніх комірок, тобто певного блоку інформації. Лінійні ділянки програм (без переходів) в більшості випадків не перевищують 3—5 команд, тому недоцільно використовувати блоки інформації, ємність яких перевищує ємність пам'яті, потрібну для зберігання 3–5 команд. Як правило, інформація з основної пам'яті завантажується в кеш-пам'ять блоками по 2–4 слова і зберігається там деякий час.

Кеш-пам'ять запам'ятовує копії інформації, переданої між пристроями (насамперед між процесором та основною пам'яттю). Вона має невелику ємність у порівнянні з основною пам'яттю й більш швидкодіюча).



КЕШ-ПАМ'ЯТЬ



При читанні даних спочатку виконується звернення до кеш-пам'яті. Якщо в кеш є копія даних адресованого осередку основної пам'яті, то кеш виробляє сигнал **Hit** (влучення) й видає дані на загальну шину даних. У протилежному випадку сигнал Hit не виробляється й виконується читання з основної пам'яті й одночасне передаються зчитані дані у кеш.

При використанні процесором кеш-пам'яті основна пам'ять звільняється, і може виконуватись регенерація даних у динамічному ЗП або використання пам'яті іншими пристроями.

Залежно від способу відображення інформації з основної пам'яті на кеш-пам'ять розрізняють типи кеш-пам'яті:

- кеш-пам'ять з прямим відображенням;
- повністю асоціативна кеш-пам'ять;
- множинна асоціативна кеш-пам'ять.



ОСНОВНА ПАМ'ЯТЬ КОМП'ЮТЕРА

Оперативні ЗП, з яких будується основна пам'ять ЕОМ, в даний час є напівпровідниковими ЗП з довільним доступом **RAM (Random Access Memory)**.

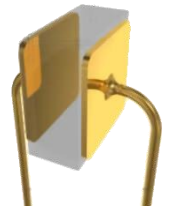
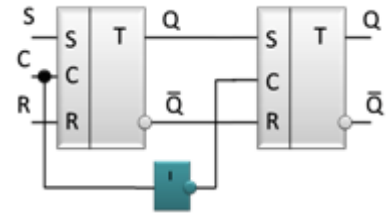
Напівпровідникові ЗП RAM поділяються на :

➤ *статичні ЗП*

(SRAM - Static Random Access Memory)

➤ *динамічні ЗП*

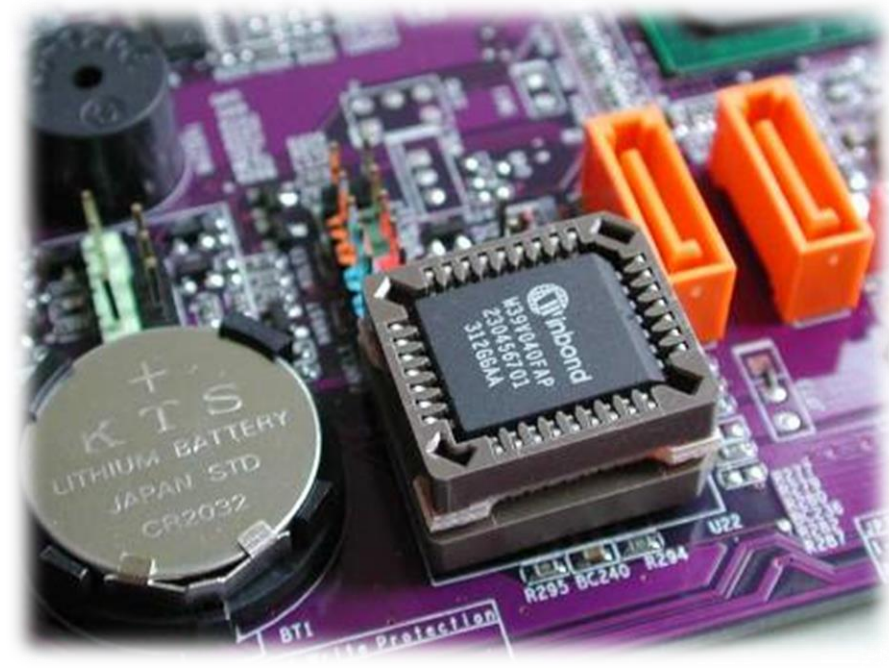
(DRAM - Dynamic Random Access Memory)



Серед напівпровідникових ЗП з довільним доступом треба виділити постійні ЗП **(ROM - Read Only Memory)**.



ПОСТІЙНІ ЗАПАМ'ЯТОВУЮЧІ ПРИСТРОЇ

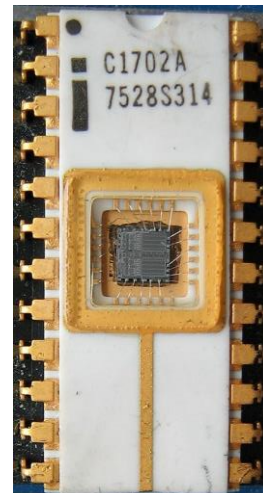


КЛАСИФІКАЦІЯ ПЗП

Постійні запам'ятовуючі пристрої (ПЗП або ROM – *Read Only Memory*) використовуються для зберігання незмінної або рідко змінної інформації: завантажувальних програм, програм тестування пристроїв ПК та деяких драйверів базової системи введення-виведення (BIOS) і т.д.

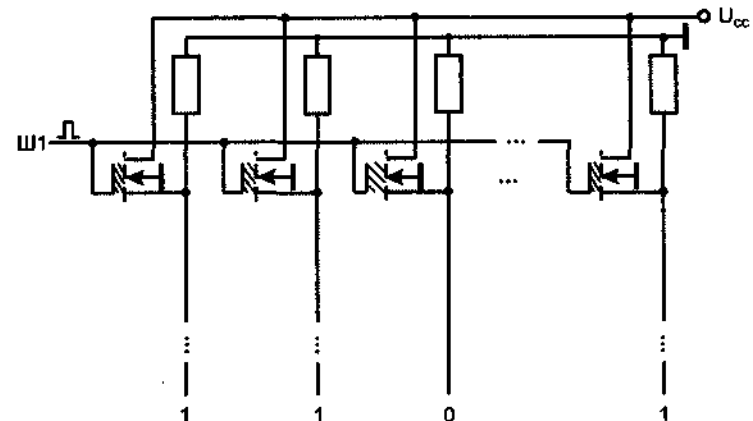
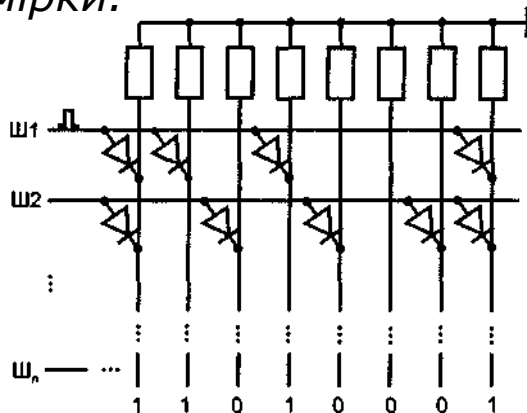
За технологією запису інформації можна виділити ПЗУ наступних типів :

- мікросхеми, програмовані тільки при виготовленні, - **класичні** або **масочні ПЗП** або **ROM**;
- мікросхеми, програмовані одноразово в лабораторних умовах, - **програмовані ПЗП (ППЗП)**, або **programmable ROM (PROM)**;
- мікросхеми, програмовані багаторазово, - **перепрограмовані ПЗП**, або **erasable PROM (EPROM)**. Серед них слід відзначити електрично перепрограмовані мікросхеми **EEPROM (Electrical Eraseble PROM)**, в тому числі **флеш-пам`ять**.



ROM(M), PROM, EPROM, EEPROM

Елементом зв'язку в **масочних** ЗП можуть бути діоди, біполярні транзистори, МОН –транзистори і т.д. У матриці діодного ROM горизонтальні лінії є лініями вибірки слів, а вертикальні - лініями зчитування. Слово, що зчитується визначається розташуванням діодів у вузлах координатної сітки. При наявності діода високий потенціал обраної горизонтальної лінії передається на відповідну вертикальну лінію, і в даному розряді слова з'являється сигнал логічної одиниці. При відсутності діода потенціал близький до нульового, тому що вертикальна лінія через резистор зв'язана з землею. У зображеній матриці при звертанні до лінії вибірки Ш1 зчитується слово 11010001 (в комірці номер один зберігається це слово). При звертанні до Ш2 зчитується слово 10101011 (воно зберігається в комірці номер 2). Шини вибірки є виходами дешифратора адреси, кожна адресна комбінація збуджує свій вихід дешифратора, що приводить до зчитування слова з адресуємої комірки.

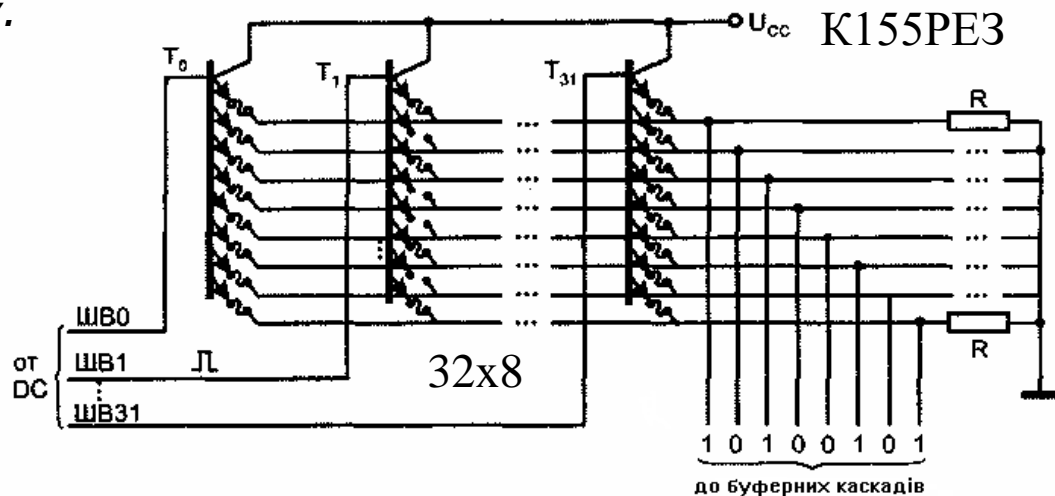
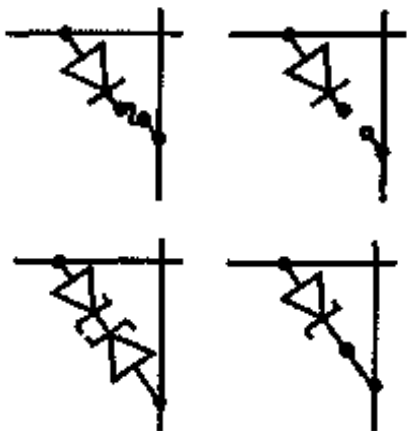


ROM(M), PROM, EPROM, EEPROM

У ЗП типу **PROM** мікросхеми програмуються усуненням або створенням спеціальних перемичок. У вихідній заготівці маються (або відсутні) усі перемички. Після програмування залишаються або виникають тільки необхідні.

Усунення частини перемичок властиво ЗП з плавкими перемичками (типу *fuse* - запобіжник). При цьому у вихідному стані ЗП має всі перемички, а при програмуванні частина їх ліній ліквідується шляхом розплавлювання імпульсами струму досить великої амплітуди і тривалості.

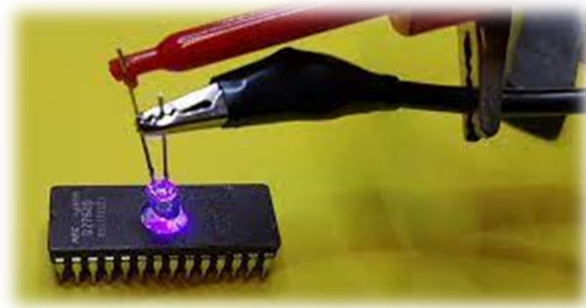
У ЗП з плавкими перемичками ці перемички включаються в електроди діодів або транзисторів. Перемички можуть бути металевими або полікристалічними (кремнієвими). У вихідному стані запам'ятовуючий елемент зберігає логічну одиницю, логічний нуль потрібно записати, розплавляючи перемичку.



ROM(M), PROM, EPROM, EEPROM

У перепрограмуємих ЗП типів EPROM і EEPROM можливе стирання старої інформації й заміна її нової в результаті спеціального процесу, для проведення якого ЗП виводиться з робочого режиму. Робочий режим (читання даних) - процес, виконуваний з відносно високою швидкістю. Заміна змісту пам'яті вимагає виконання набагато більш тривалих операцій.

За способом стирання старої інформації розрізняють **ЗП зі стиранням ультрафіолетовими променями (EPROM)** та **електричним стиранням (EEPROM)**. Запам'ятовуючими елементами сучасних ПЗП є транзистори типів МНОН та ЛІЗМОН (додавання ЛІЗ до позначення МОН походить від слів Лавинна Інжекція Заряду).



ХАРАКТЕРИСТИКИ МОДУЛІВ ПЗП

ПЗП встановлюються на системну плату ПК у вигляді модулів.

Тип модулів – перепрограмувальні запам'ятовуючі пристрої (флеш-пам'ять);

Ємність модулів – від 128 Кбайт до 32 Мб;

Час зчитування – 0,035-0,2 мкс;

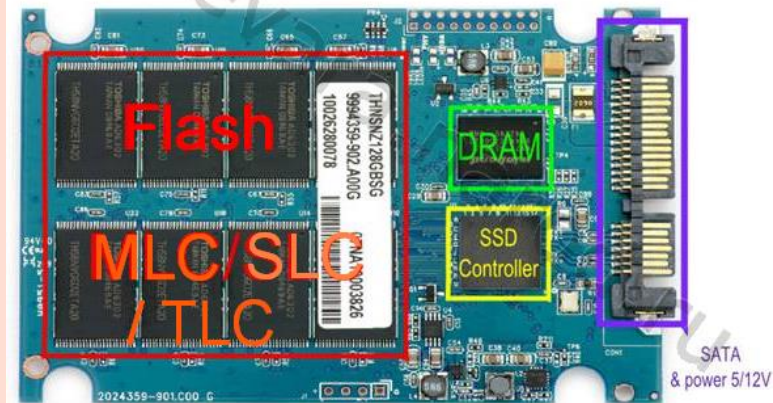
Час запису (1 байт) – 2-10 мкс.



Перепрограмування може виконуватися безпосередньо з зовнішнього диска при наявності спеціального контролера на материнській платі або зовнішнього програматора, що підключається до ПК.



ФЛЕШ-ПАМ`ЯТЬ



FLASH ПАМ'ЯТЬ

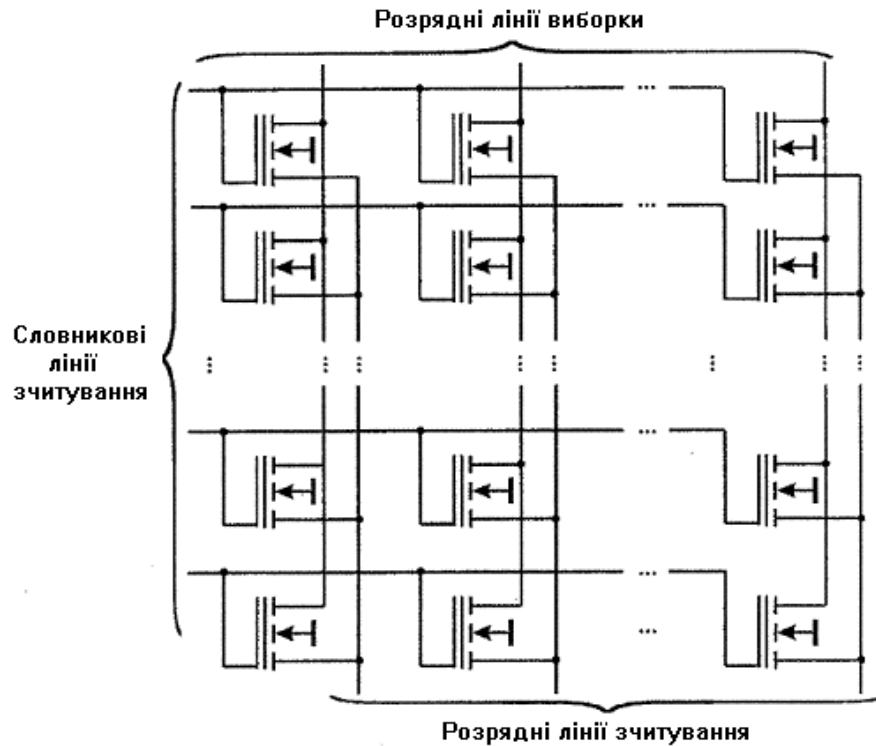
У схемах **Флеш-пам'яті** не передбачене стирання окремих слів, стирання інформації здійснюється або для **всієї пам'яті одночасно, або для досить великих блоків**. Це дозволяє спростити схеми ЗП, що сприяє досягненню високого рівня інтеграції й швидкодії при зниженні вартості.

Одночасне стирання всієї інформації ЗП реалізується найбільше просто, але навіть заміна одного слова в ЗП вимагає стирання й нового запису для всього ЗП в цілому, що є недоліком. Для багатьох застосувань це незручно. Тому поряд зі схемами з одночасним стиранням усього вмісту є схеми із блоковою структурою, у яких весь масив пам'яті ділиться на блоки, які стираються незалежно один від одного. Обсяг таких блоків сильно відрізняється: від 256 байт до 128 Кбайт.

Двома основними напрямками ефективного використання Флеш-пам'яті є **зберігання даних, що не дуже часто змінюються та заміна пам'яті на магнітних дисках**.

Стирання в пристроях першого типу може бути як одночасним для всієї пам'яті, так й блоковим. Серед пристроїв із блоковим стиранням виділяють схеми зі спеціалізованими блоками (несиметричні блокові структури). За ім'ям, так званих **Boot-блоків**, у яких інформація надійно захищена апаратними засобами від випадкового стирання, ці ЗП називають **Boof Block Flash Memory**. **Boot-блоки** зберігають програми ініціалізації системи, які дозволяють увести її в робочий стан після включення живлення.

FLASH ПАМ'ЯТЬ



Структура матриці накопичувача Флеш-пам'яті на базі елементів АБО – НЕ

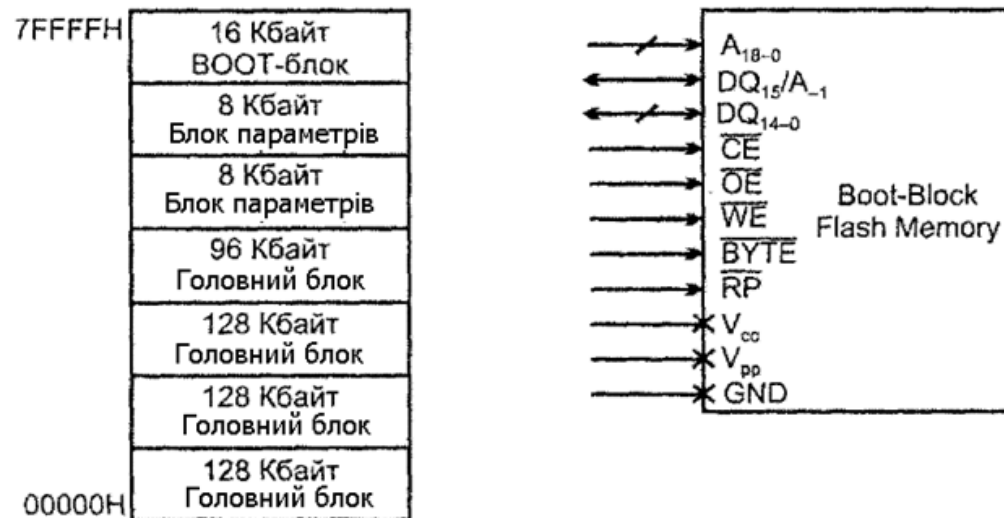
Одним з елементів структури Флеш-пам'яті є накопичувач (матриця запам'ятовувальних елементів). У схемотехніці накопичувачів розвиваються два напрямки: на основі елементів типу АБО-НЕ (NOR) та на основі елементів типу І-НЕ (NAND).



BOOT BLOCK FLASH MEMORY

Схемам типу **Boot Block Flash Memory** властиве блокове стирання даних й несиметрична блокова архітектура. Блоки спеціалізовані й мають різні розміри. Серед них є так званий **Boot-блок** (ББ), зміст якого апаратно захищений від випадкового стирання. У ББ зберігається програмне забезпечення базової системи вводу/виводу мікропроцесорної системи BIOS (Basic Input/Output System), необхідне для правильної експлуатації й ініціалізації системи.

У складі блоків є також БП (**блоки параметрів**) й ГБ (**головні блоки**), не забезпечені апаратними засобами захисту від непередбачуваного запису. Блоки БП зберігають відносно часто змінювані параметри системи (коди ідентифікаторів, діагностичні програми й т.п.). Блоки ГБ зберігають основні програми керування.



FLASH FILE MEMORY

Важливе місце в ієрархії ЗП займає файлова **Флеш-пам'ять** (ФФП). Накопичувач ФФП ділиться на блоки, які служать аналогами секторів магнітних дисків, як в операційній системі MS-DOS. Розроблені програмні засоби, які забезпечують обмін між Флеш-блоками, подібно тому як операційна система MS-DOS забезпечує обмін між секторами диска.

Блоки ФФП ідентичні й мають однакову інформаційну ємність (симетрична блокова архітектура). Тому що у ФФП операції запису виконуються значно частіше, ніж в інших різновидах Флеш-пам'яті, цим операціям приділяється велика увага - вводяться сторінкові буфери, що дозволяють із високою швидкістю накопичувати деякий обсяг даних для запису, для їхньої наступної передачі в накопичувач із меншою швидкістю.



- ✓ мікросхема смарт-карти (1);
- ✓ мікроконтролер (2);
- ✓ роз'єм USB (3);
- ✓ світловий індикатор режимів роботи (4);
- ✓ герметичний пластиковий корпус.

СУЧАСНА ФЛЕШКА КРУПНИМ ПЛАНОМ

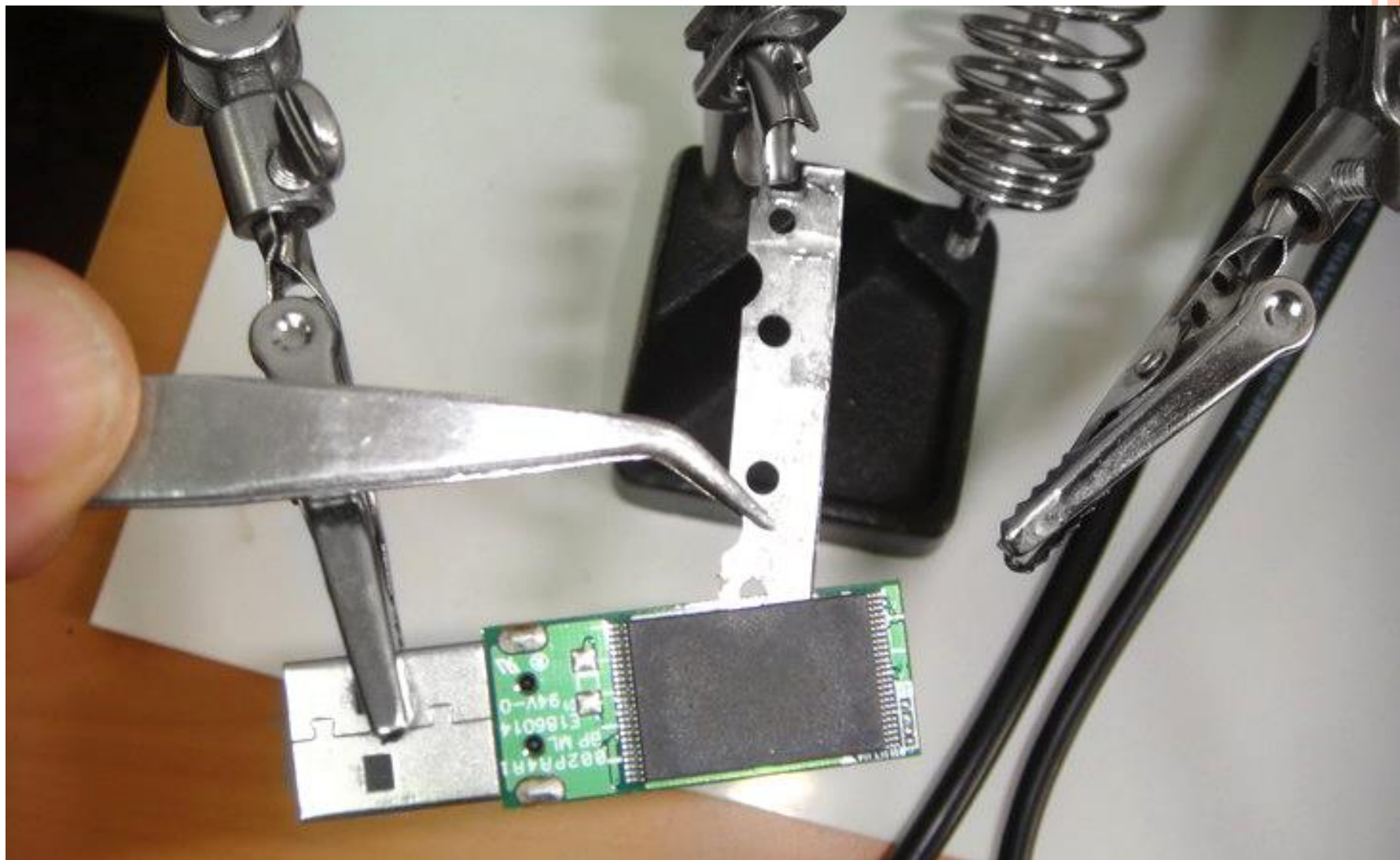
Контролер і кварц - єдині активні деталі на платі, не рахуючи чіпа пам'яті (припаяний з іншого боку).



Флешки SanDisk досить складні для зняття даних, оскільки ця компанія сама виробляє і контролери, і чіпи пам'яті, все - нестандартної архітектури



Обладнання для відновлення даних



Мікрофеном прогріваються виводи чіпа, після чого він відділяється від плати. При цьому не обійтись без «третьої руки» - шарнірного зажиму

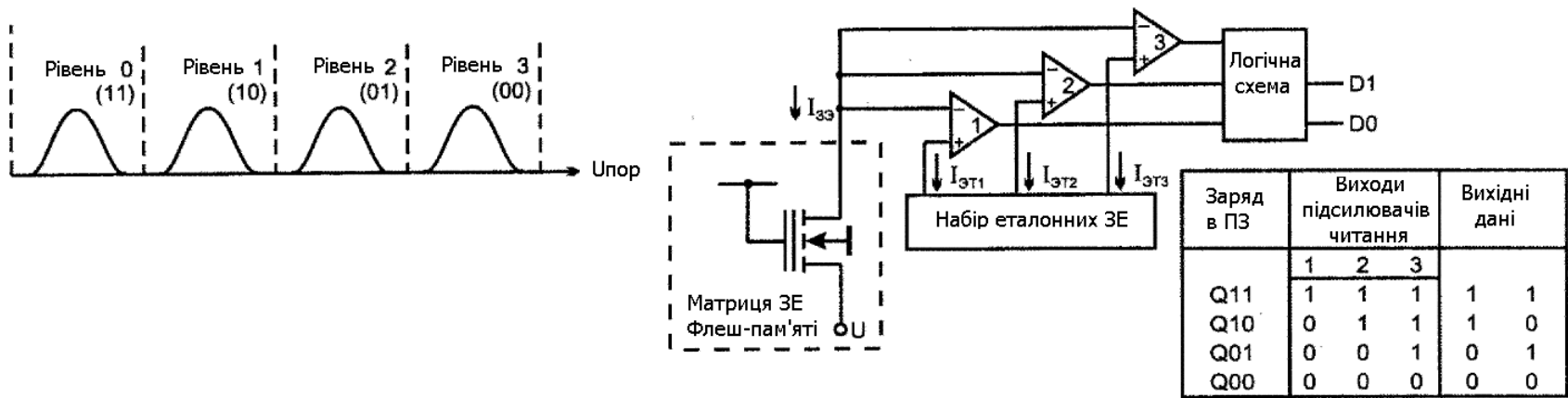
Обладнання для відновлення даних



Програматор з USB-інтерфейсом. Зажимна панелька призначена для мікросхем в корпусі TSOP-48, найпоширенішому на сьогодні. При необхідності її можна міняти на інші адаптери

STRATA FLASH MEMORY

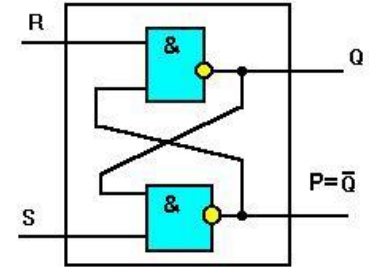
StrataFlash - в одному елементі пам'яті зберігаються **два біти**, а не один. Це забезпечується тим, що в плаваючому затворі транзистора фіксується не тільки наявність або відсутність заряду, але й визначається його величина, яка може мати кілька значень. Розрізняючи чотири рівні, можна зберігати в одному елементі два біти.



Запам'ятовуючі елементи програмується введенням у плаваючий затвор одного з 4-х кількостей заряду, кожне з яких відповідає парі двійкових цифр 11, 10, 01, 00. Залежно від заряду, який запам'ятовує транзистор має один із чотирьох граничних напруг. При зчитуванні інформації до затвора транзистора прикладають напругу зчитування. Струм запам'ятовуючого транзистора залежить від граничної напруги. Визначаючи струм, можна виявити стан плаваючого затвора.

СТАТИЧНІ ЗП

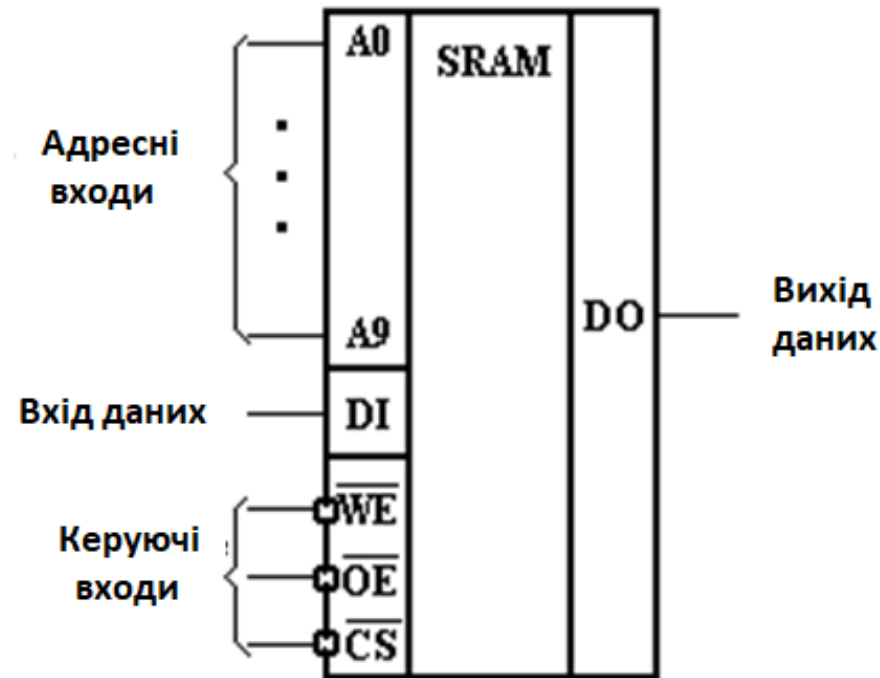
В **статичній ЗП** (Static Random Access Memory – SRAM) в якості елемента пам'яті використовується **тригер**.



До складу сигналів управління ВІС статичного ЗП зазвичай входять :

- **CS (Chip Select)** – сигнал вибору мікросхеми;
- **WE (Write Enable)** – сигнал дозволу запису;
- **OE (Output Enable)** – сигнал включення виходів для видачі даних.

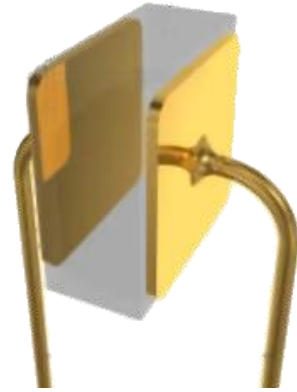
Всі розряди адреси подаються на адресні входи одночасно. Кількість входів даних (**DI - Data Input**) одно розрядності даних, що зберігаються. Кількість виходів даних (**DO - Data Output**) також дорівнює розрядності збережених слів.



Умовне позначення статичного ЗП на функціональній схемі

ДИНАМІЧНІ ЗП

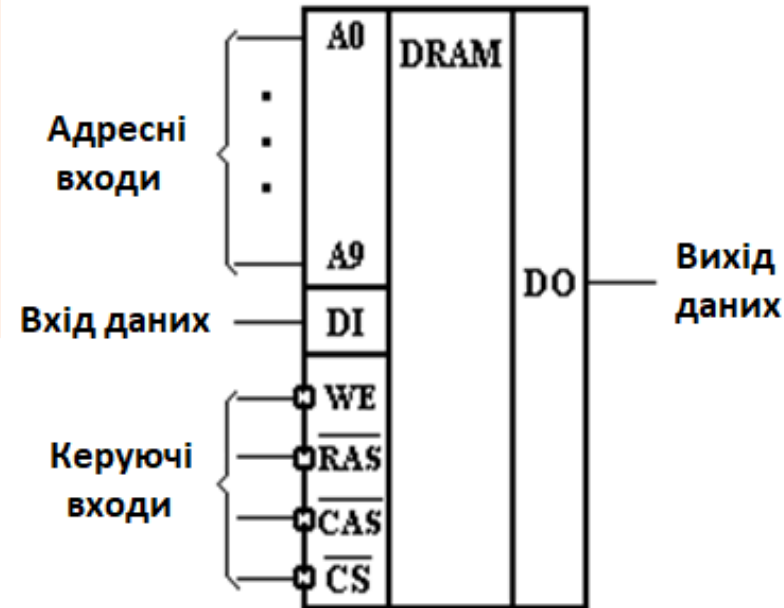
Запам'ятовуючим елементом в динамічних ЗП (*Dynamic Random Access Memory - DRAM*) є конденсатор, який може знаходитися в двох станах - зарядженому і не зарядженому, що відповідає значенням 1 і 0 біта інформації.



Динамічні ЗП характеризуються **мультиплексуванням адресних входів**. Цей спосіб полягає в почерговій подачі на одні і ті ж адресні входи спочатку старшої частини (половини) адреси - адреса рядку (Row Address), а потім - молодшої частини - адреса стовпця (Column Address)

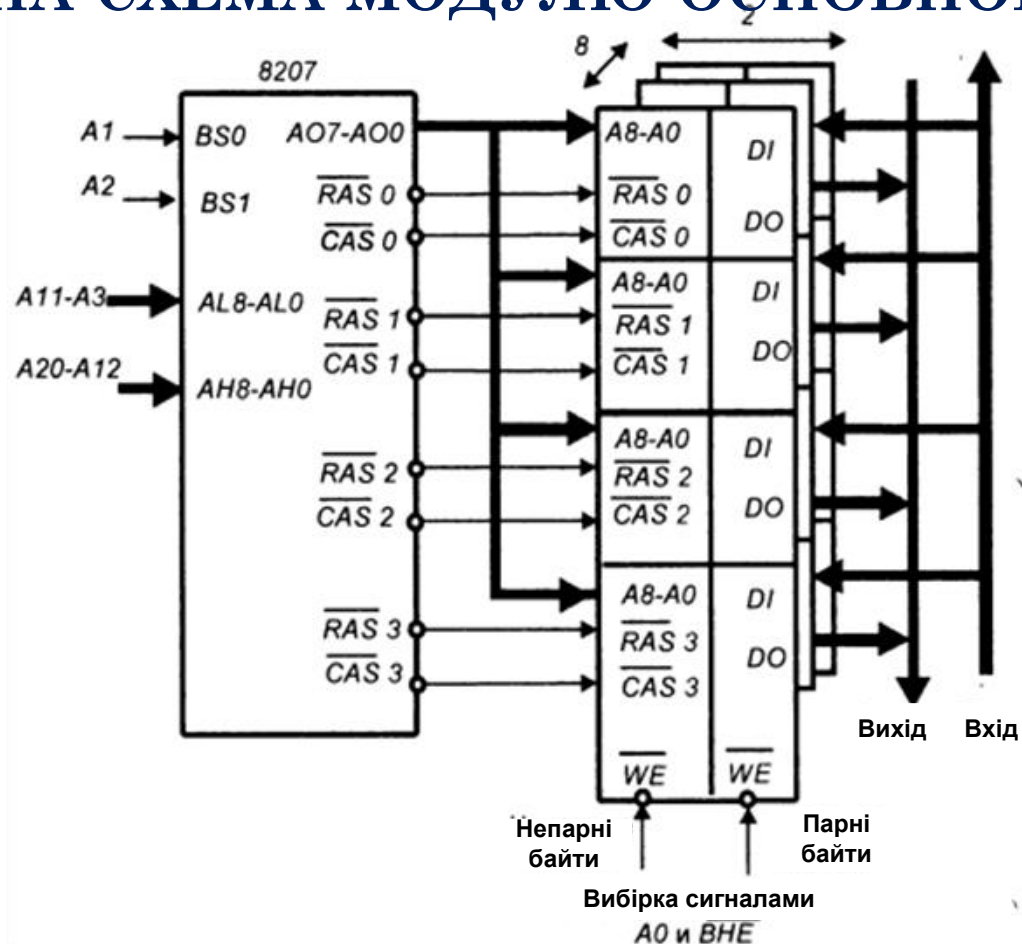
Динамічні ЗП (*DRAM*) виконують операції читання і запису при отриманні лише керуючого сигналу, зазвичай, сигналу строба адреси.

- **RAS (Row Address Strobe)** - строб адреси рядку;
- **CAS (Column Address Strobe)** - строб адреси стовпця;



Умовне позначення динмічного ЗП на функціональній схемі

СТРУКТУРНА СХЕМА МОДУЛЮ ОСНОВНОЇ ПАМ'ЯТІ



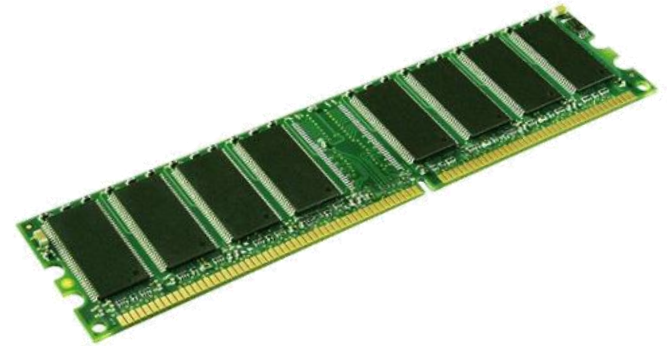
Динамічна пам'ять організована у вигляді двох банків, кожен з яких складається з чотирьох блоків ємністю по 512 Кбайт. Загальна ємність пам'яті складає 2 Мбайт. Контролер динамічної пам'яті фактично виконує роль інтерфейсу модуля пам'яті та шини процесора. Шина адреси процесора з'єднується з контролером. Лінії A1 і A0 підключаються до входів вибору банку BS0, BS1, біти A3–A11 є адресою рядка, а біти A12–A20 – адресою стовпця динамічної пам'яті.

ОПЕРАТИВНИЙ ЗАПАМ'ЯТОВУЮЧИЙ ПРИСТРІЙ

ОЗП (оперативний запам'ятовуючий пристрій) призначений для зберігання інформації, яка безпосередньо бере участь в обчислювальному процесі в поточний інтервал часу.

Модулі пам'яті характеризуються:

- конструктивом
- ємністю
- часом звернення
- надійністю роботи



Одним з напрямків, що підвищують надійність функціонування підсистеми пам'яті, є використання **спеціальних схем контролю та надлишкового контролю інформації**.

Модулі пам'яті бувають:

- з контролем парності (**parity**)
- без контролю парності (**no parity**)
- з автоматичною корекцією помилок (**ECC-пам'ять**)



ТИПИ ОПЕРАТИВНОЇ ПАМ'ЯТІ

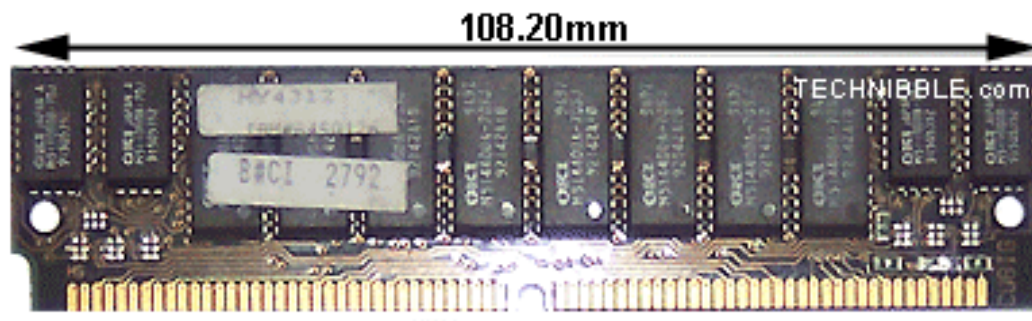
SIMM



SIMM на 30 контактів.

Застосовувалась в персональних комп'ютерах з процесорами **від 286 до 486**.

Зараз вже є раритетом.



SIMM на 72 контакти.

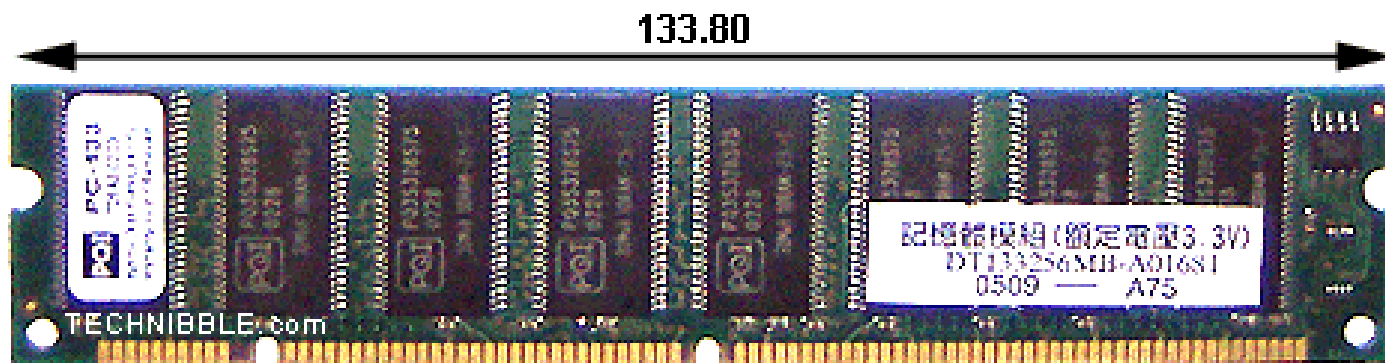
Використовувалась на комп'ютерах з процесорами **486** та в перших **Pentium** до 1995 року.

На відміну від своїх попередників, починає вибірку наступного блоку пам'яті в той же час, коли відправляє попередній блок до центрального процесора.



ТИПИ ОПЕРАТИВНОЇ ПАМ'ЯТІ

DIMM



Так називали тип пам'яті *SDRAM (Synchronous DRAM)*.

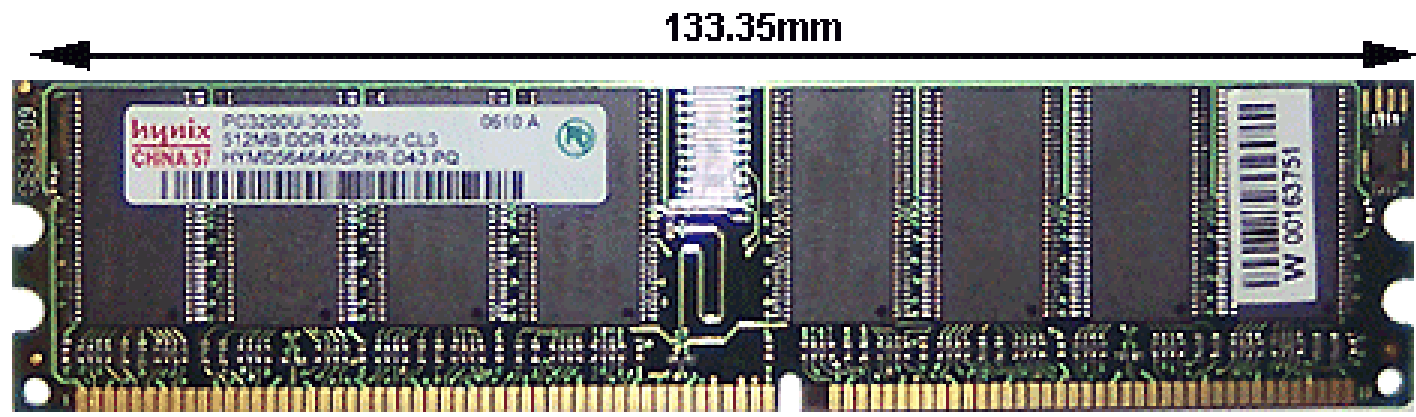
Починаючи з 1996 року більшість чіпсетів Intel стали підтримувати цей вид модулів пам'яті, зробивши його дуже популярним аж до 2001 року. Більшість комп'ютерів з процесорами Pentium і Celeron використовували саме цей вид пам'яті.

Далі пішла ера **DDR**, і пам'ять майже перестали називати **Сіми** або **Діми**. Тепер в ходу назви DDR (DDR2, DDR3, DDR4) модуль або планка.



ТИПИ ОПЕРАТИВНОЇ ПАМ'ЯТІ

DDR (Double Data Rate)



Цей вид модулів пам'яті вперше з'явився на ринку в 2001 році.

Основна відмінність між **DDR** та **SDRAM** полягає в тому, що замість подвоєння тактової частоти для прискорення роботи, ці модулі передають дані двічі за один такт.

Кількість контактів - **184**

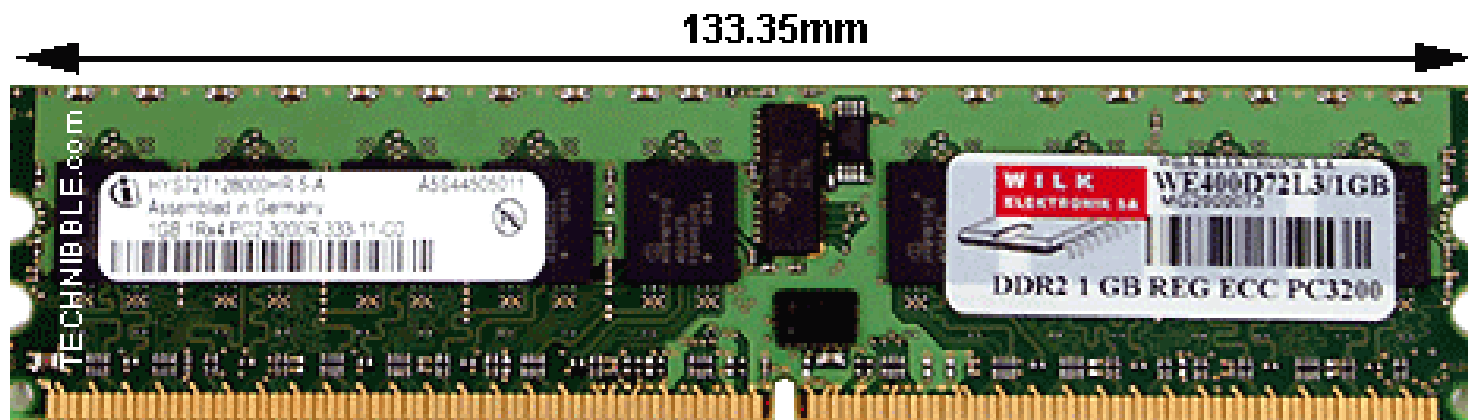
Робочі частоти - **від 100 до 400 Мгц**

Напруга живлення: **2,5-2.9 В**



ТИПИ ОПЕРАТИВНОЇ ПАМ'ЯТІ

DDR II



Вперше пам'ять DDR2 з'явилась в 2003 році, а чіпсети, які її підтримували – аж всередині 2004.

Основна відмінність **DDR2** від **DDR** – здатність працювати на значно більшій тактовій частоті, завдяки вдосконаленням в конструкції і робота на зниженій напрузі.

Кількість контактів - 240
Робочі частоти - до 1200 Мгц
Напруга живлення: 1,8 В



ТИПИ ОПЕРАТИВНОЇ ПАМ'ЯТІ

DDR III



Модулі пам'яті **DDR3** є електрично не сумісними з **DDR2**, і з цієї причини мають інше розташування «ключа».

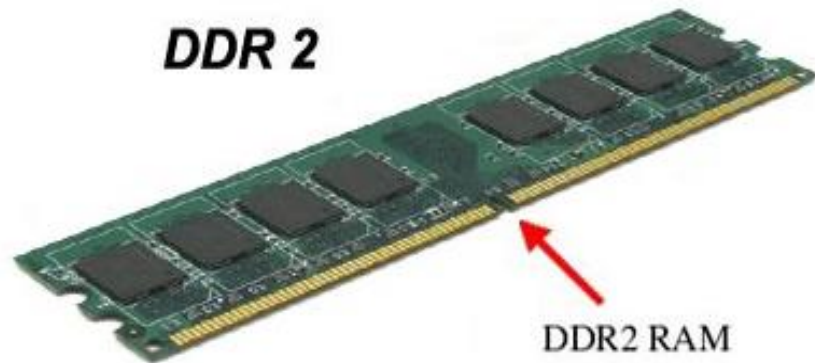
DDR3 розвиває швидкість більше ніж **DDR2**

Кількість контактів - **240**

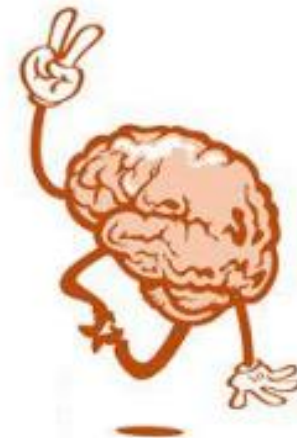
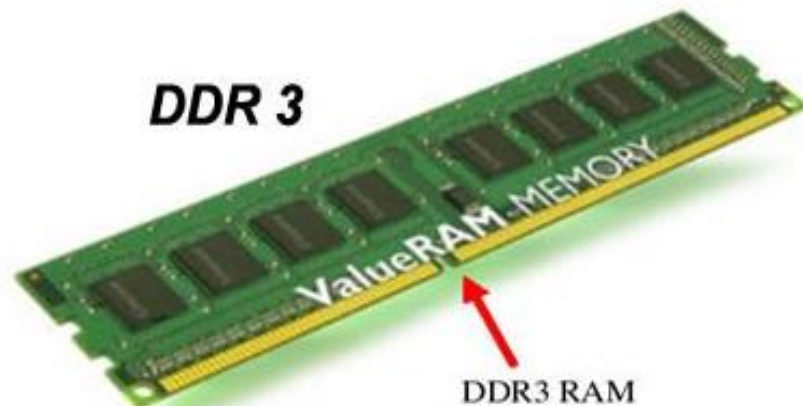
Робочі частоти - **від 800 до 2400 Мгц**

Напруга живлення: **1,5 В**

DDR 2



DDR 3



ТИПИ ОПЕРАТИВНОЇ ПАМ'ЯТІ

DDR4



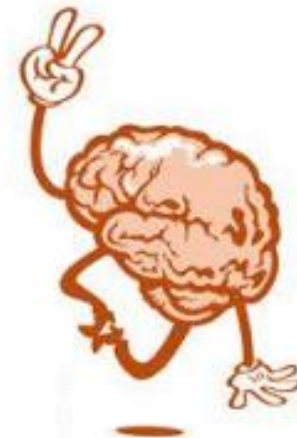
У січні 2011 року, Samsung представив нові модулі пам'яті. Відрізняються вони підвищеними частотними характеристиками і зниженою напругою.

*Підвищено надійність роботи за рахунок введення механізму контролю парності на шинах адреси і команд (**ЕСС модулі**).*

Кількість контактів - 288

Робочі частоти - від 2133 до 4233 Мгц

Напруга живлення: 1,2 В



ТИПИ ОПЕРАТИВНОЇ ПАМ'ЯТІ

SO DIMM

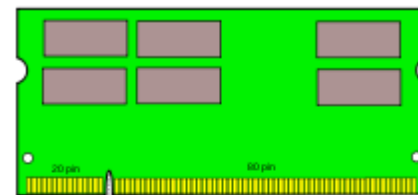


SO DIMM (Small Outline DIMM) - це спеціальні модулі для портативних комп'ютерів, що відрізняються зменшеним розміром.

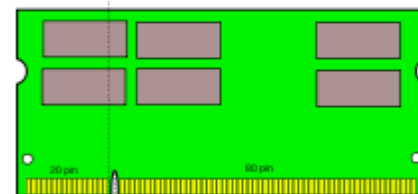
Цей тип модулів пам'яті використовується також і в комунікаційному устаткуванні, де їх габарити важливі.

- DDR SO DIMM** - 200 контактів
- DDR2 SO DIMM** - 200 контактів
- DDR3 SO DIMM** - 204 контакти
- DDR4 SO DIMM** - 260 контактів

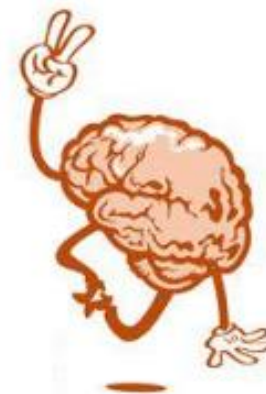
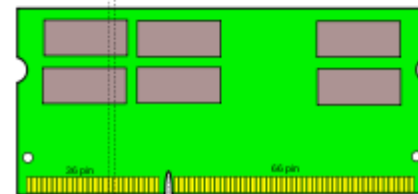
SO-DIMM DDR



SO-DIMM DDR 2



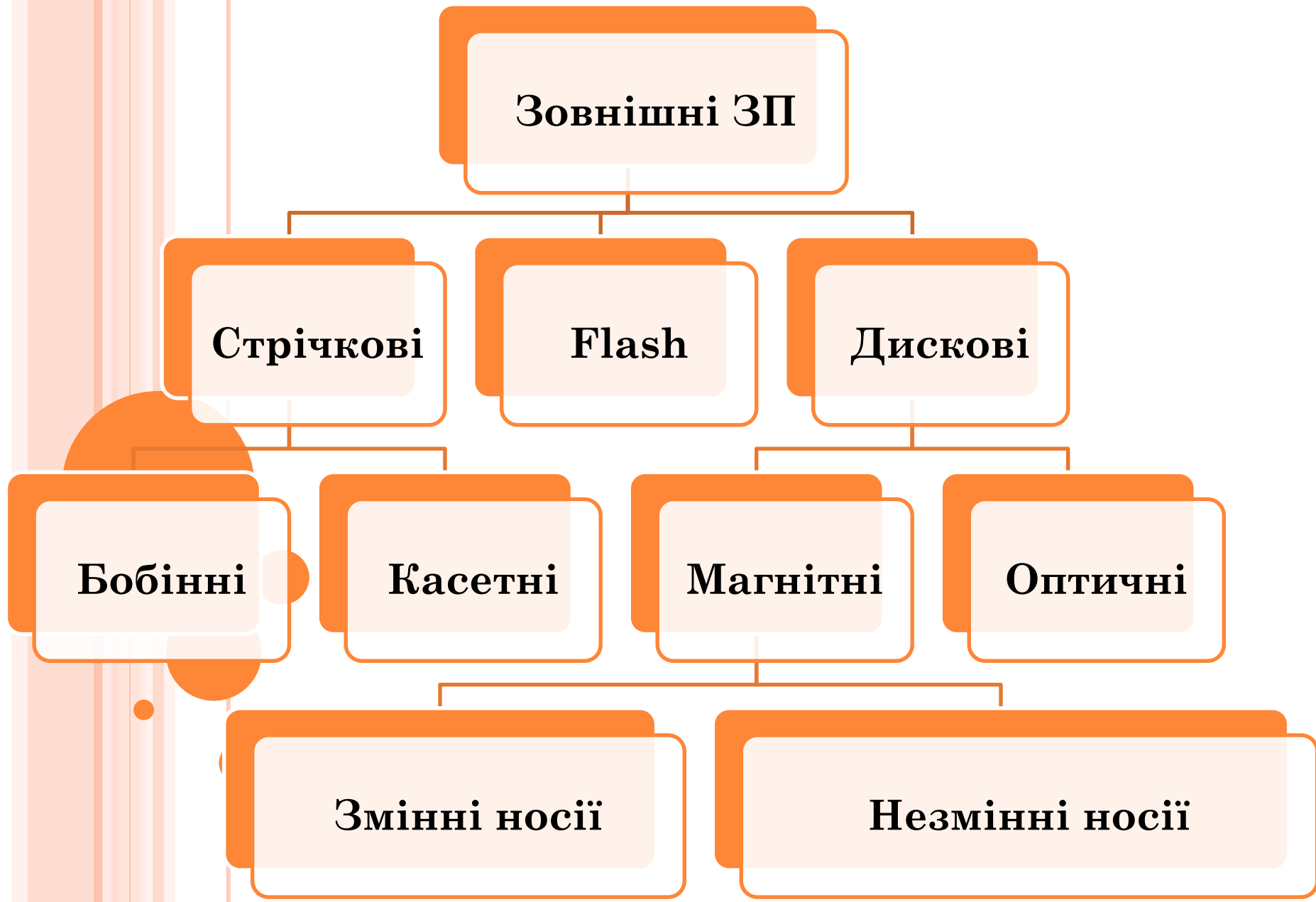
SO-DIMM DDR 3



ЗОВНІШНІ ЗАПАМ'ЯТОВУЮЧІ ПРИСТРОЇ



Класифікація зовнішніх ЗП



ЛАЗЕРНІ CD-ДИСКИ



Звукові CD (*compact disk*)

діаметр **12 см**

74-80 хвилин звуку

CD-ROM, CD-R, CD-RW:

650-700 Мбайт

CD-ROM – тільки читання

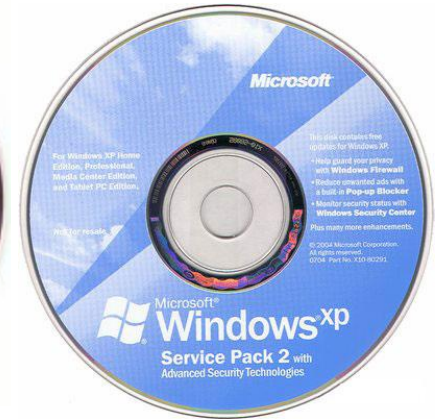
CD-R (болванка) – одноразовий запис



CD-RW – багаторазовий запис

міні-CD (-R, -RW)

діаметр **8 см**

24 хвилин звуку, **210** Мбайт



-  • надійність, довговічність
- низька вартість
-  • швидкість читання і запису нижче, ніж у вінчестерів

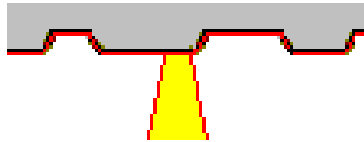
DVD-ДИСКИ

DVD = *Digital Versatile Disk* или *Digital Video Disk*

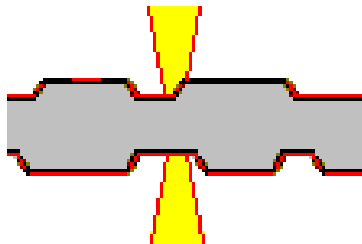
лазер з меншою довжиною хвилі

одношарові

односторонні 4,7 Гбайт

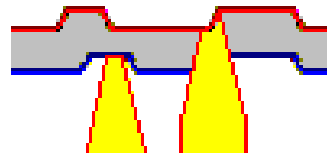


двосторонні 9,4 Гбайт

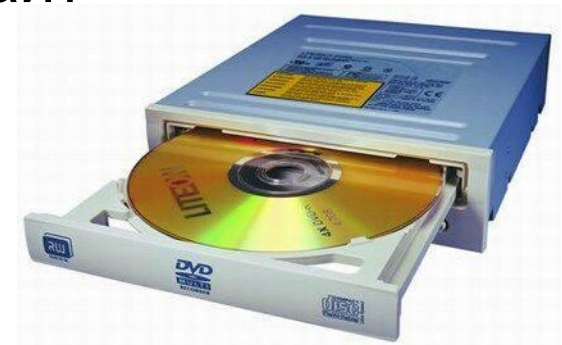
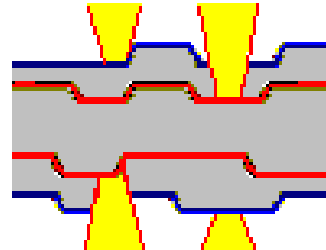


двошарові

односторонні 8,5 Гбайт



двосторонні 17,1 Гбайт



DVD-ROM – тільки читання

DVD-R, DVD+R – одноразовий запис

DVD-RW, DVD+RW – багаторазовий запис (**1000** циклів)

DVD-RAM – багаторазовий запис (**100000** циклів)

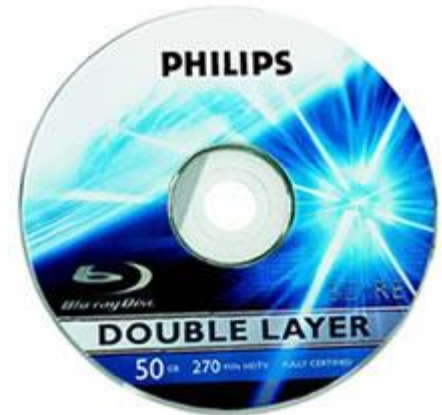
BLU-RAY ДИСКИ ВИСОКОЇ ЩІЛЬНОСТІ

Blu-ray Disc = Blue ray Disc, BD

(blue ray – синій промінь лазера)

BD-ROM, BD-R, BD-RE

шарів	ємність, Гбайт
1	23,3 – 33
2	46,6 – 66
3	100
4	128
16	400
20	500



СТРИМЕРИ

Стример (*streamer*) – пристрій для резервного копіювання даних з вінчестера на магнітну стрічку.



- ємність до **4 Тбайт**
- **дешева** магнітна стрічка
- **надійність**
- **висока швидкість (до 160 Мб/с)**



- **послідовний доступ** до даних («перемотувати» в потрібне місце)
- **низька швидкість пошуку**
- тільки для **потoku** даних (весь вінчестер або папка), вкрай складно працювати з окремими файлами

Виробники : Hewlett Packard, Sony, IBM

SSD-ДИСКИ (*SOLID-STATE DRIVE*)

На основі мікросхем пам'яті (до 4 Тб)
(ноутбуки, нетбуки, телефони, планшети)



- не шумлять
- висока **швидкість** читання і запису
- мала чутливість до магнітних полів



- висока ціна за 1 Гбайт
- зношування при стиранні і запису (**100000** циклів)

ВІНЧЕСТЕРИ

ЖМД = жорсткий магнітний диск

HDD = *hard disk drive*



зовнішні вінчестери



Ємність: до 16 Тбайт

Частота обертів: 5400, 7200, 10000 об/мин

Підключення: IDE, SATA

КОНСТРУКЦІЯ HDD



КОНСТРУКЦІЯ HDD



Герметична кришка захищає механізм жорсткого диска від попадання пилу і бруду, проте вакууму, як багато хто думає, всередині HDD немає.

КОНСТРУКЦІЯ HDD

Алюмінієва пластина - серце вінчестера. Саме тут зберігаються всі дані, причому не тільки призначені для користувача, але і службові. Порошинка або відбиток пальця на пластині зроблять вінчестер неприцездатним.

Блок актуатора складається з безлічі елементів і забезпечує читання даних з магнітної пластини вінчестера. Оскільки пластин дві, то актуатор забезпечений чотирма головками.



Притискна шайба забезпечує точне кріплення пластин на шпинделі. Важлива деталь, якщо врахувати швидкість обертання.

Невелика шайба надівається на шпиндельний двигун і служить прокладкою між пластинами. Всі деталі ретельно підігнані по розмірах, тому шайба максимально точно відповідає діаметру шпинделя.

КОНСТРУКЦІЯ HDD



Магнітний елемент котушки актуатора, що має додаткову функцію парковки головок жорсткого диска.

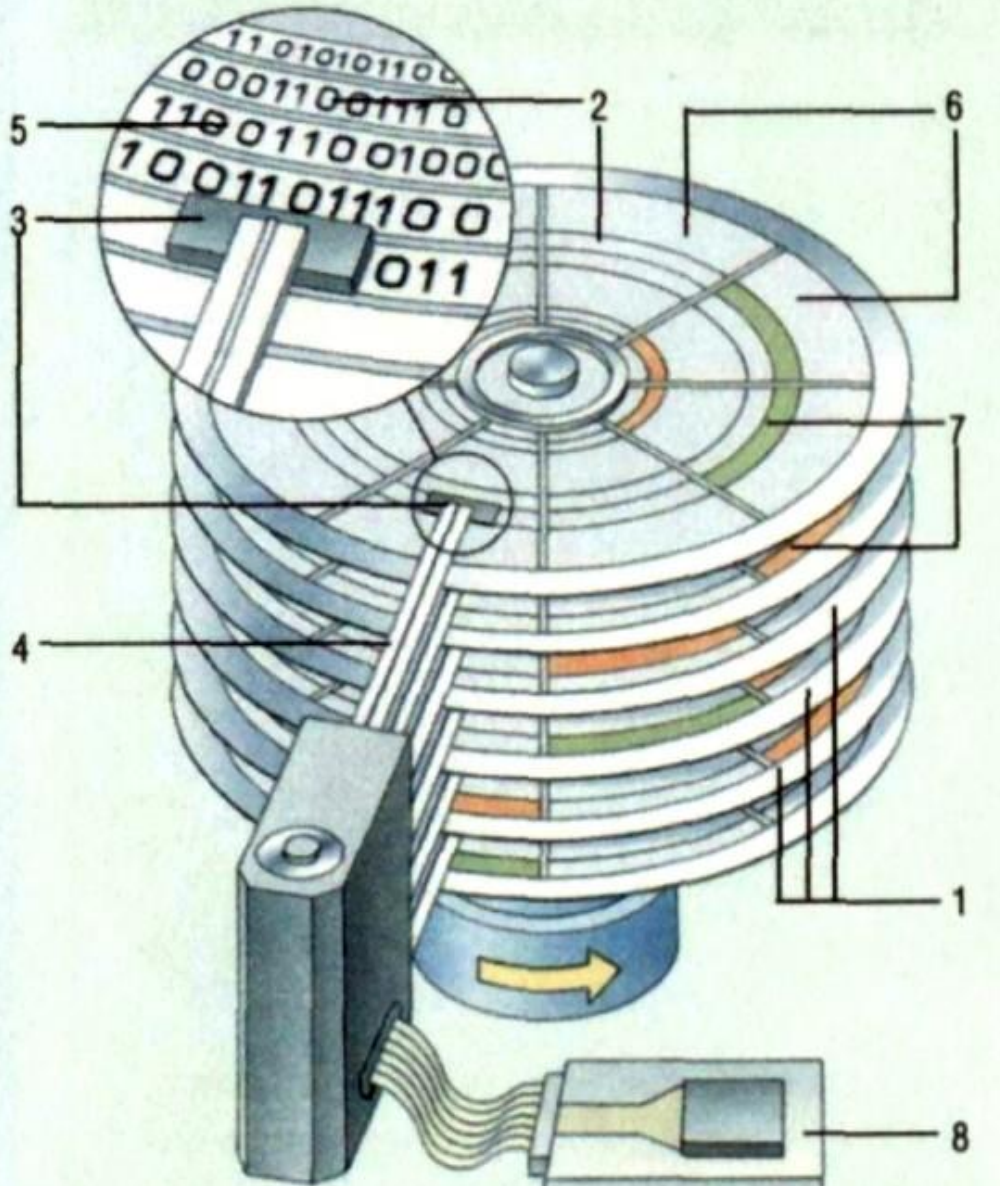
Невелика поролонова прокладка повторює контури корпусу вінчестера і рятує плату від замикань і пошкоджень. У деяких моделях вона теплопроводна і виконує роль термопасти для чіпів контролера.

Це двигун HDD, на шпиндель якого кріпляться пластини. Живлення і управління здійснюється через контакти, до них примикає плата, яка знаходиться на корпусі диска з іншого боку.

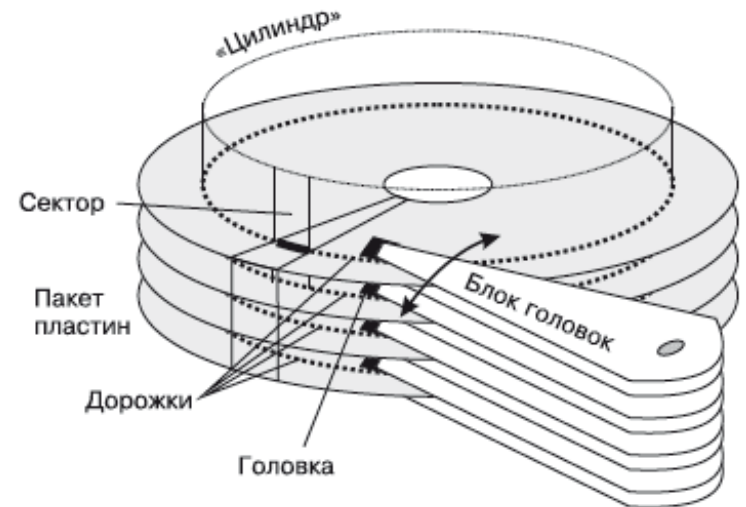
Основа корпусу вінчестера, до якої кріпляться всі комплектуючі.

"Мозок" жорсткого диска розташований саме на цій невеликій платі, яку називають контролером.

АДРЕСАЦІЯ НА HDD



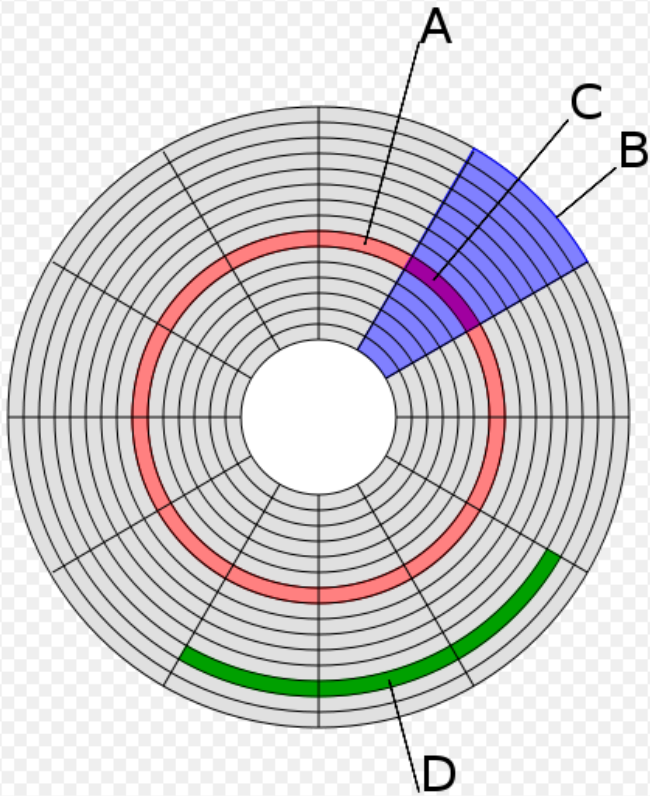
- 1 - пластини
- 2 - магнітні доріжки
- 3 - магнітна головка
- 4 - привід головок
- 5 - дані
- 6,7 - сектора
- 8 - контролер



CHS (Cylinder, Head, Sector -
циліндр, головка, сектор)

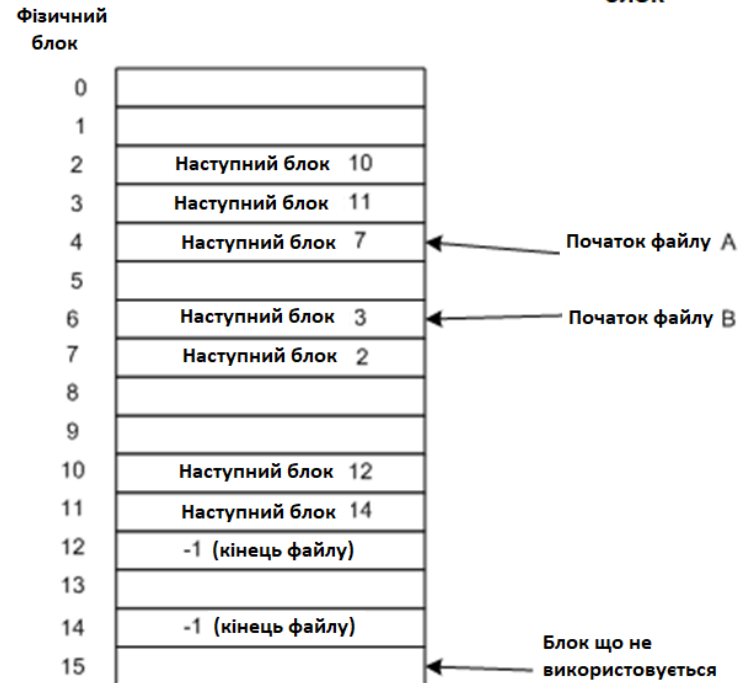
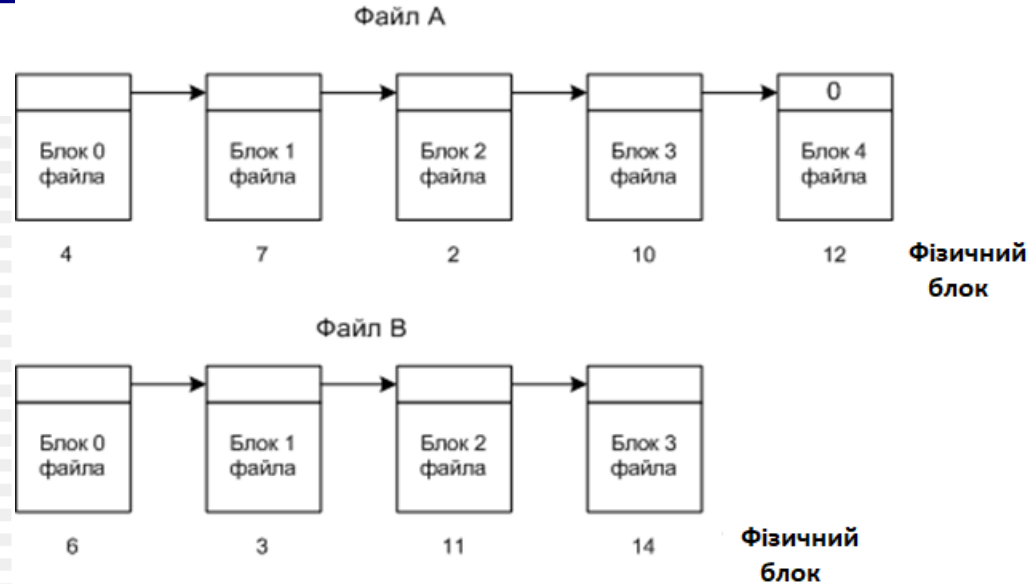
Сектори та кластери

1 сектор = 512 байт



Структура диска:

- (A) доріжка
- (B) геометричний сектор
- (C) сектор
- (D) кластер

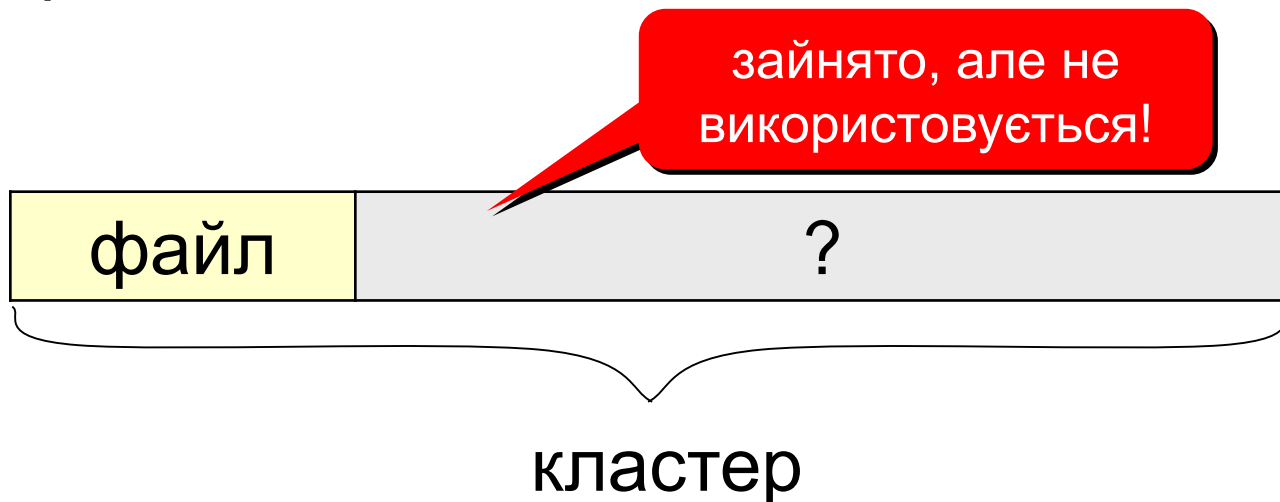


Розміщення файлів на диску



Файлу на диску виділяється ціле число блоків (кластерів)!

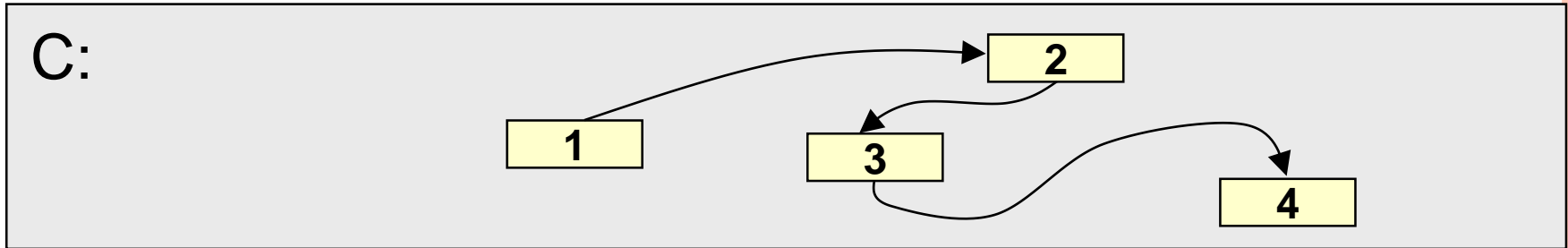
1 кластер = 512 байт, 1 Кб, ..., 32 Кб



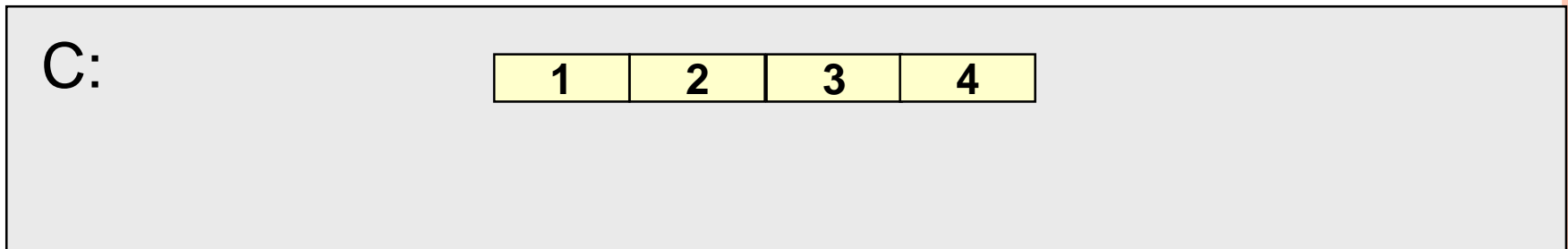
Чим більше кластер, тим більше порожнього зайнятого місця!

Розміщення файлів на диску

Розміщення по частинах



Дефрагментація



файл швидше читається
(швидше завантажується в пам'ять)



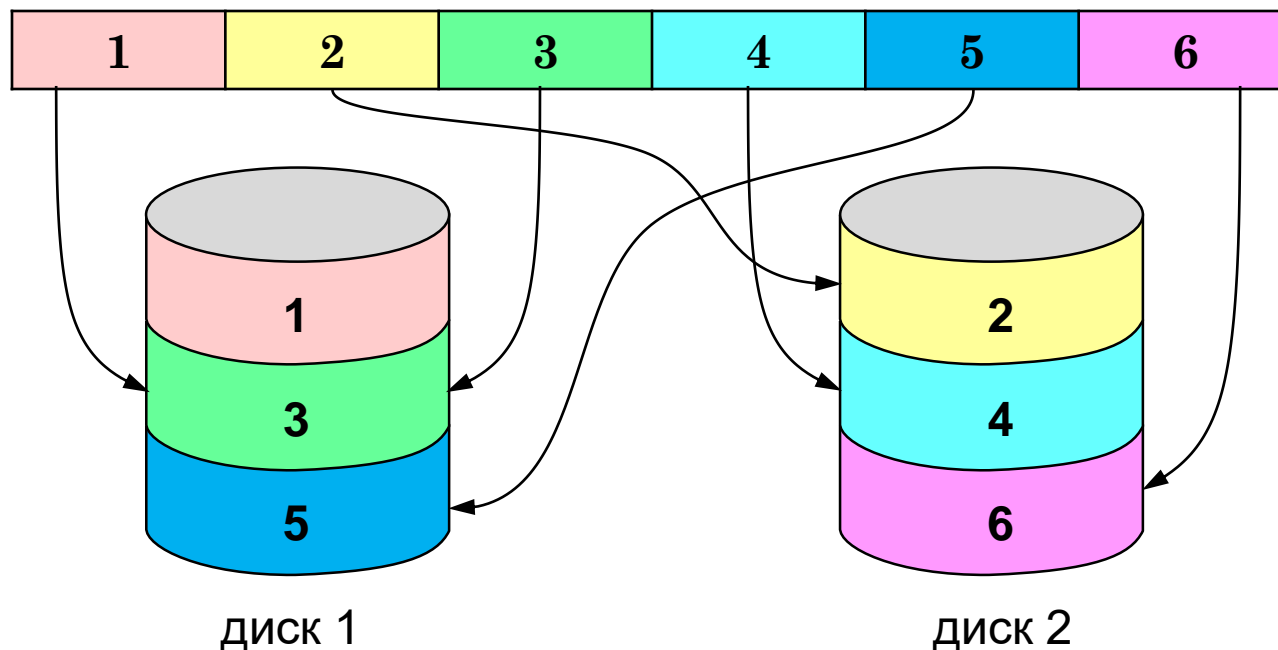
Високопродуктивний диск WD Raptor зі швидкістю обертання шпинделя 10 000 об. / хв. При ємності 1 Тбайт важить 740 г

МАСИВИ ЖОРСТКИХ ДИСКІВ (RAID)

Redundant array of independent disks

Задача 1 – прискорити читання і запис.

RAID – 0

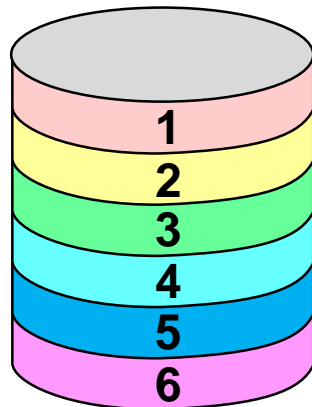


- при відмові одного диска дані можуть бути втрачені

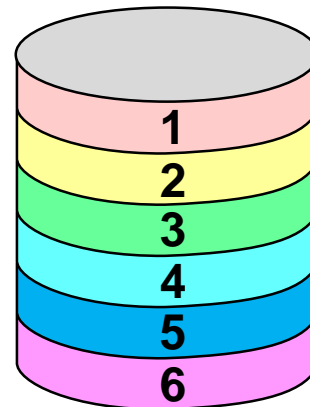
МАСИВИ ЖОРСТКИХ ДИСКІВ (RAID)

Задача 2 – не втратити дані при відмові диска.

RAID – 1



диск 1



диск 2

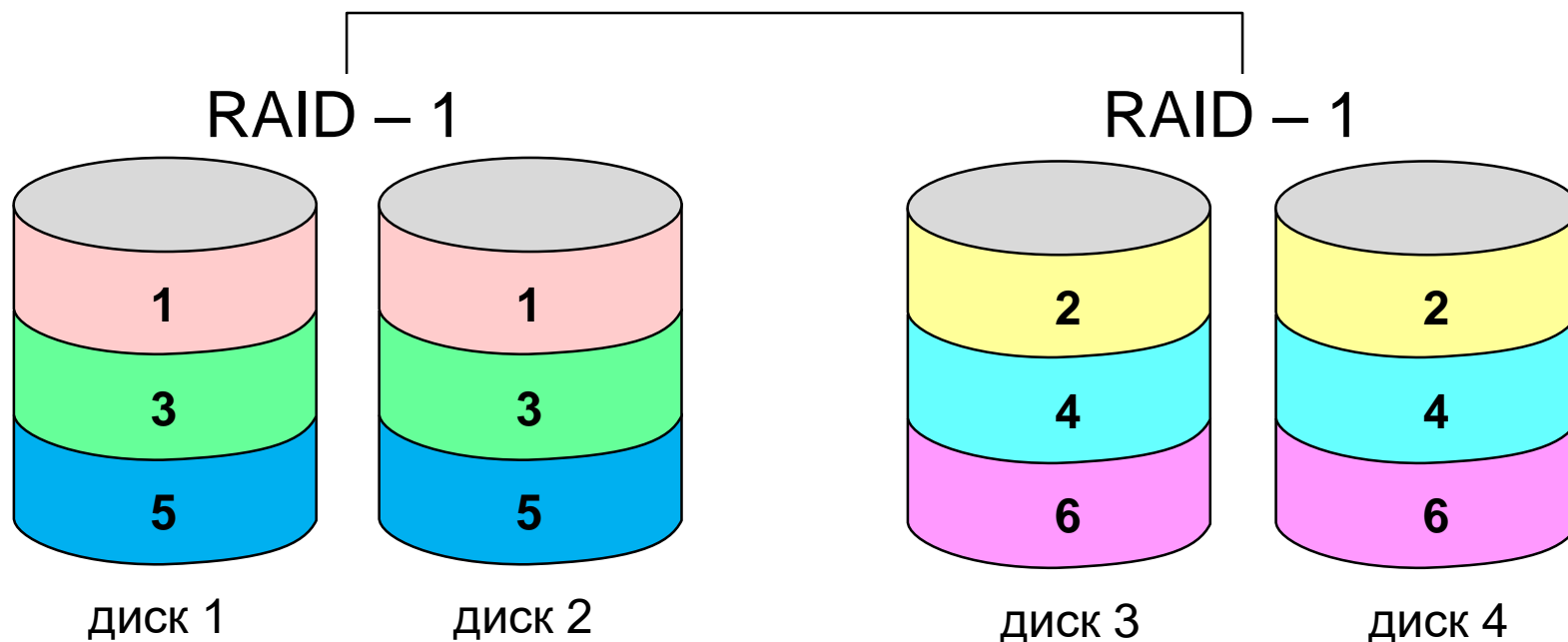


- потрібно 2 диска замість одного
- швидкість не збільшується

МАСИВИ ЖОРСТКИХ ДИСКІВ (RAID)

RAID – 10

RAID – 0



• потрібно 4 диска замість одного