

ФАКУЛЬТЕТ АВТОМАТИКИ, ТЕЛЕМЕХАНІКИ ТА ЗВ'ЯЗКУ

Кафедра обчислювальної техніки та систем управління

АРХІТЕКТУРА ПЕОМ

Конспект лекцій

Частина 1

Харків – 2015

Меркулов В.С., Бізюк І.Г., Чаленко О.В. Архітектура ПЕОМ: Конспект лекцій. – Харків: УкрДУЗТ, 2015. – Ч.1. – 54 с.

Конспект лекцій розроблено відповідно до робочих програм напрямів підготовки "Рухомий склад залізниць" та "Електромеханіка" з дисципліни "Обчислювальна техніка та програмування".

Метою конспекту лекцій є здобуття необхідних знань з тематичних блоків: "Персональні ЕОМ"; "Основи побудови ЕОМ"; "Структура ПЕОМ"; "Призначення пристроїв" змістового модуля «АРХІТЕКТУРА ПЕОМ» та навичок використання отриманих теоретичних засад при розробленні програмних проєктів.

Рекомендується для студентів напрямів підготовки "Рухомий склад залізниць" та "Електромеханіка" усіх форм навчання.

Іл. 29, бібліогр.: 13 назв.

Конспект лекцій розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри "Обчислювальна техніка та системи управління" від 26.лютого 2015 р., протокол № 6.

Рецензент

проф. В.І. Мойсеєнко

АРХІТЕКТУРА ПЕОМ

Конспект лекцій

Частина 1

Відповідальний за випуск Меркулов В.С.

Редактор Буранова Н.В.

Підписано до друку 30.03.15 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 2,75. Тираж 102. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Українська державна академія залізничного транспорту,

61050, Харків-50, майдан Фейєрбаха, 7.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2874 від 12.06.2007 р.

**У К Р А Ї Н С Ь К И Й Д Е Р Ж А В Н И Й
У Н І В Е Р С И Т Е Т З А Л І З Н И Ч Н О Г О
Т Р А Н С П О Р Т У**

Факультет автоматики, телемеханіки та зв'язку

Кафедра обчислювальної техніки та систем управління

АРХІТЕКТУРА ПЕОМ

К о н с п е к т л е к ц і й

Частина 1

Харків-2015

Меркулов В.С., Бізюк І.Г., Чаленко О.В. Архітектура ПЕОМ: Конспект лекцій. – Харків: УкрДУЗТ, 2015. – Ч.1. – 56 с.

Конспект лекцій розроблено відповідно до робочих програм напрямів підготовки "Рухомий склад залізниць" та "Електромеханіка" з дисципліни "Обчислювальна техніка та програмування".

Метою конспекту лекцій є здобуття необхідних знань з тематичних блоків: "Персональні ЕОМ"; "Основи побудови ЕОМ"; "Структура ПЕОМ"; "Призначення пристроїв" змістового модуля «АРХІТЕКТУРА ПЕОМ» та навичок використання отриманих теоретичних засад при розробленні програмних проектів.

Рекомендується для студентів напрямів підготовки "Рухомий склад залізниць" та "Електромеханіка" усіх форм навчання.

Іл. 29, бібліогр.: 13 назв.

Конспект лекцій розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри "Обчислювальна техніка та системи управління" від 26.лютого 2015 р., протокол № 6.

Рецензент

проф. В.І. Мойсеєнко

ЗМІСТ

| | |
|-------------------------------------|----|
| ВСТУП | 4 |
| СКЛАД ТА ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ ЕОМ | 5 |
| ПРОЦЕСОР | 10 |
| ЧПСЕТИ | 17 |
| ШИННІ ІНТЕРФЕЙСИ МАТЕРИНСЬКОЇ ПЛАТИ | 18 |
| ПАМ'ЯТЬ | 19 |
| ЗВУКОВА ІНФОРМАЦІЯ НА ПК | 35 |
| ПЕРИФЕРІЙНІ АБО ЗОВНІШНІ ПРИСТРОЇ | 37 |
| МОНІТОР | 37 |
| ВІДЕОАДАПТЕР | 41 |
| КЛАВІАТУРА | 42 |
| МАНІПУЛЯТОР "МИША" | 43 |
| ПРИНТЕРИ | 46 |
| СКАНЕР | 49 |
| МОДЕМ | 51 |
| СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ | 54 |

ВСТУП

Для правильного вибору та ефективної експлуатації ПК користувач повинен володіти необхідними і достатніми знаннями не тільки з використання програмних засобів, але і з архітектури внутрішніх та зовнішніх пристроїв ЕОМ, їх апаратної реалізації та фізичних процесів їх функціонування.

Вивчення апаратних основ побудови ЕОМ дає початковий рівень знань, достатній не тільки для усвідомленої роботи на будь-якому комп'ютері, але й для освоєння інформаційно-комунікаційних технологій та інших галузей техніки.

Даний конспект лекцій призначено для студентів напрямів підготовки "Рухомий склад залізниць", "Електромеханіка" усіх форм навчання, які вивчають дисципліну "Обчислювальна техніка та програмування", а також для слухачів ННППК, аспірантів і викладачів, які забезпечують навчальний процес з даної дисципліни.

На думку авторів, він буде корисним і для фахівців, пов'язаних із сучасними інформаційними технологіями, і для широкого кола користувачів комп'ютерів.

СКЛАД ТА ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ ЕОМ

Архітектура ЕОМ – це багаторівнева ієрархія апаратно-програмних засобів, з яких складається ЕОМ.

Комп'ютер – універсальна технічна система, спроможна чітко виконувати визначену послідовність операцій певної програми.

Цей електронний пристрій виконує операції введення інформації, зберігання та оброблення її за певною програмою, виведення одержаних результатів у формі, придатній для сприйняття людиною.

Сучасні комп'ютери переважно побудовані на основі *принципів фон Неймана*:

– *принцип двійкового кодування* – вся інформація кодується у двійковому вигляді;

– *принцип програмного керування* – програма складається з набору команд, які виконуються процесором автоматично одна за одною в заздалегідь заданому порядку;

– *принцип однорідності пам'яті* – програми і дані зберігаються в одній і тій самій пам'яті;

– *принцип адресності* – пам'ять складається з пронумерованих комірок; процесор має доступ до кожної комірки

у будь-який момент часу (рисунок 1).

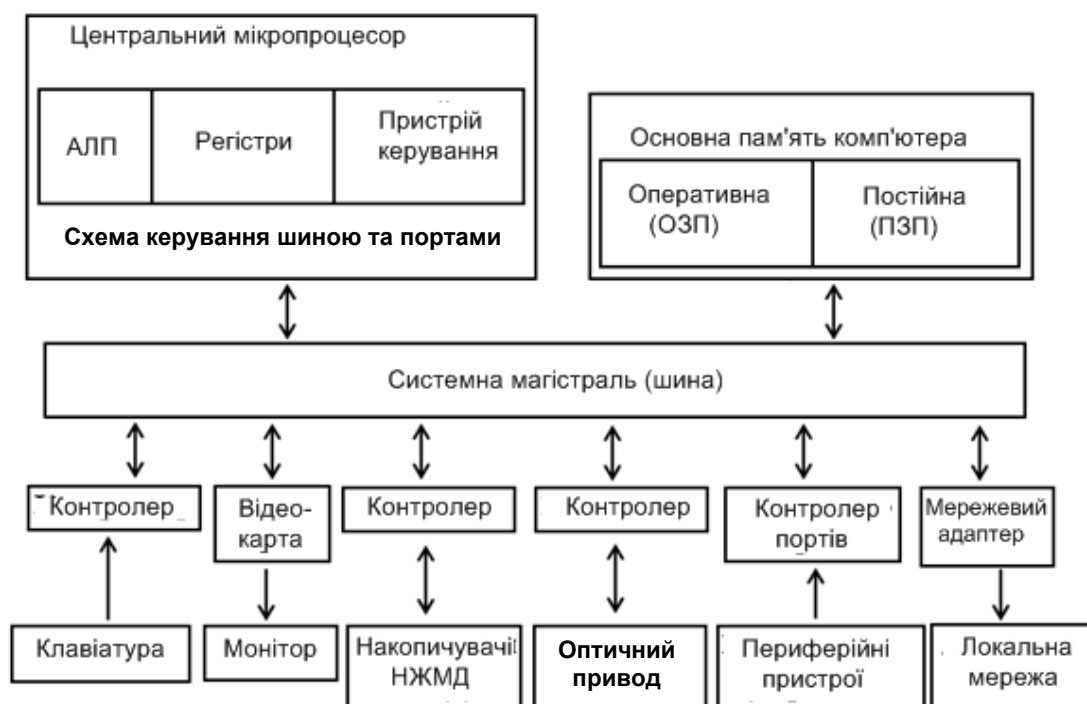


Рисунок 1 – Схема ПК, побудованого за принципом фон Неймана
 Схематичне зображення сучасного ПК подано на рисунку 2.



Рисунок 2 – Схематичне зображення сучасного ПК

Розробники і користувачі прагнуть до підвищення якості й продуктивності комп'ютерів.

Продуктивність визначається багатьма показниками. ЕОМ

Це набір команд, які комп'ютер здатен зрозуміти, швидкість роботи, кількість периферійних пристроїв введення-виведення, які можна приєднати до комп'ютера одночасно тощо.

Головним показником є *швидкодія* – кількість операцій, яку виконує процесор в одиницю часу.



Рисунок 3 – Зовнішній вигляд системного блока

На практиці користувача більше цікавить продуктивність комп'ютера (показник його ефективної швидкодії) – можливості не тільки швидко функціонувати, але й швидко вирішувати конкретні завдання.

Як результат, усі ці й багато інших факторів вимагають принципового вдосконалення елементної бази комп'ютерів, однак треба розуміти, що швидкість роботи елементів неможливо підвищувати постійно (існують сучасні технологічні обмеження й обмеження, які зумовлені фізичними законами).

У зв'язку з обмеженнями розробники винайшли альтернативні шляхи вдосконалення комп'ютерних систем. Одним з таких шляхів є "не-фон-Нейманівська" архітектура, яка дає можливість одночасного аналізу більш ніж однієї команди. Її пошуки зумовлені необхідністю паралельного виконання програми декількома виконуючими пристроями – процесорами. Лічильник команд при цьому не потрібний. Порядок виконання команд визначається наявністю вихідної інформації для виконання кожної з них. Якщо декілька команд готові до виконання, то принципово можлива їх реалізація такою ж кількістю вільних процесорів. Кажуть, що такі обчислювальні системи (рисунок 4) керуються потоком даних (data flow).

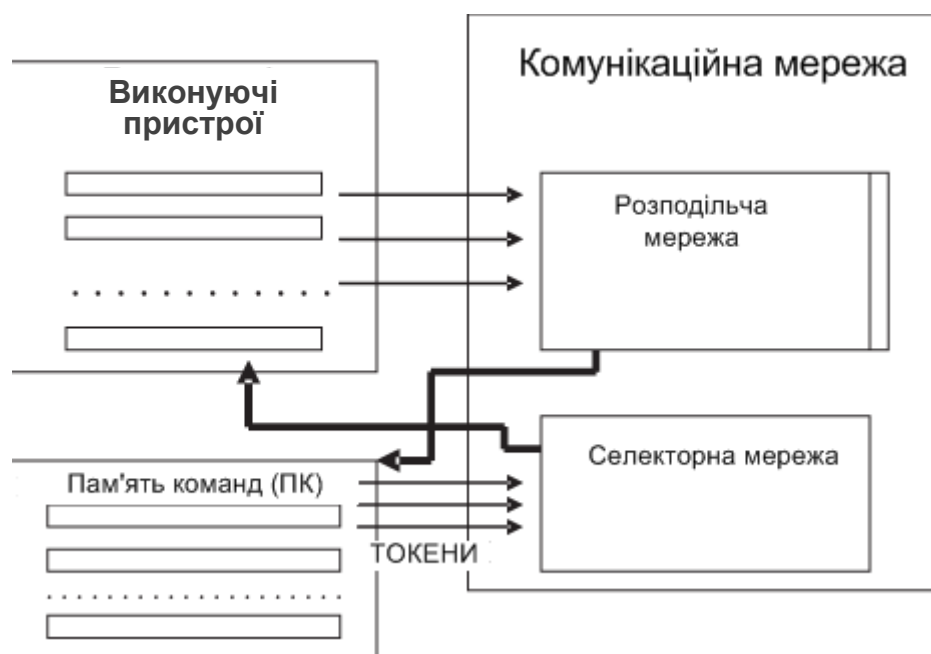


Рисунок 4 – Загальна схема потокових обчислювальних систем

Оскільки найбільш розповсюдженими у наш час є комп'ютери, розроблені за принципами фон Неймана, буде доцільно розглянути більш детально їх функціонування.

Системний блок – основна складова, всередині якої містяться найважливіші компоненти (рисунки 3).

Пристрої, що містяться всередині системного блока, називають *внутрішніми*, а пристрої, що під'єднуються ззовні, називають *зовнішніми*.

Зовнішні додаткові пристрої, що призначені для введення та виведення інформації, називаються також периферійними.

Корпус ПК є важливим елементом, на якому кріпляться всі його пристрої, і захищає їх від впливу навколишнього середовища.

Корпуси ПК поділяються на дві групи:

- десктопи (горизонтальні) – Slim-Desktop і Full-Desktop;
- вежі (вертикальні) – Mini-Tower, Midi-Tower, Full-Tower.

Корпуси поставляються разом із блоком живлення. Потужність блока живлення є одним із параметрів корпусу. Для масових моделей достатньою є потужність 450-600 Вт.

Основні вузли системного блока:

– *електричні плати*, що керують роботою комп'ютера (мікропроцесор, оперативна пам'ять, контролери пристроїв тощо);

– *накопичувач на жорсткому диску* (вінчестер), призначений для читання або запису інформації;

– *дисководи для оптичних дисків*;

– *оперативний запам'ятовуючий пристрій* (ОЗП) – набір мікросхем, що призначені для тимчасового зберігання даних, поки включений комп'ютер;

– *постійний запам'ятовуючий пристрій* (ПЗП) – мікросхема, призначена для довготривалого зберігання даних, навіть при вимкненому комп'ютері;

– *слоти* – роз'єми для під'єднання додаткових пристроїв, розташовані на *материнській платі*.

На *материнській платі* розміщуються (рисунки 5):

– *процесор* – основна мікросхема, що виконує математичні та логічні операції;

– *чіпсет (мікропроцесорний комплект)* – набір мікросхем, що керують роботою внутрішніх пристроїв ПК і визначають основні функціональні можливості материнської плати;

– *шини* – набір провідників, по яких відбувається обмін сигналами між внутрішніми пристроями комп'ютера.

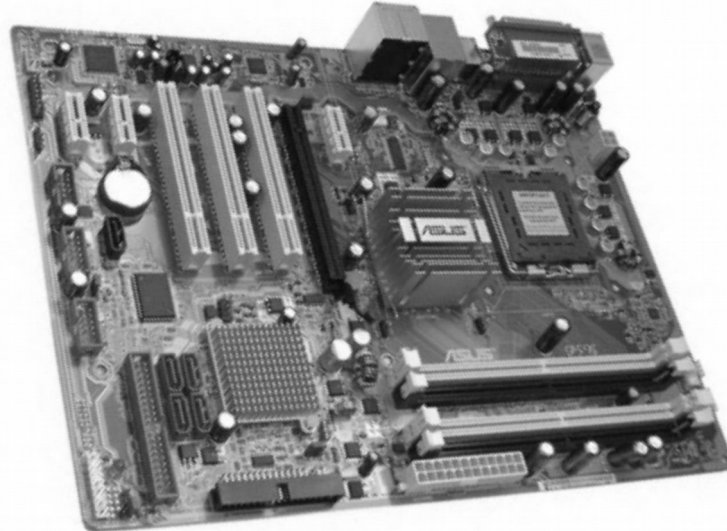


Рисунок 5 – Зовнішній вигляд системної ("материнської") плати

Важлива група роз'ємів – інтерфейси (IDE і/або більш сучасний Serial ATA) для підключення дискових накопичувачів – жорстких дисків та оптичних приводів (рисунок 6).

Усі дискові накопичувачі підключаються до системної плати за допомогою спеціальних кабелів (*шлейфів*).



Рисунок 6 – Логічна схема системної плати

Роз'єми для підключення живлення (найчастіше бувають двох типів: 24-контактний ATX і 4-контактний ATX12V для додаткової лінії +12 В) і дво-, три- або чотирифазний модуль регулювання напруги VRM (Voltage Regulation Module), який складається із силових транзисторів, дроселів і конденсаторів.

Цей модуль перетворює, стабілізує і фільтрує напругу, яка подається від блока живлення.

На задній частині системної плати розташована панель з роз'ємами для підключення додаткових зовнішніх пристроїв: монітора, клавіатури і миші, мережевих, аудіо- і USB-пристроїв тощо.

На будь-якій системній платі є велика кількість допоміжних джамперів (перемикачів) і роз'ємів. Це можуть бути контакти для підключення системного динаміка, кнопок і індикаторів на передній панелі корпусу, а також роз'єми для підключення вентиляторів, контактні колодки для підключення додаткових аудіороз'ємів і роз'ємів USB та FireWire.

На кожній системній платі обов'язково є спеціальна мікросхема пам'яті, найчастіше вставлена у спеціальну панель, яка

містить прошивку BIOS, і батарея, яка забезпечує автономне живлення.

Таким чином, за допомогою цих слотів, роз'ємів та додаткових контролерів системна плата об'єднує всі пристрої в єдину систему.

ПРОЦЕСОР

Процесор (CPU) – головна мікросхема комп'ютера, його "мозок". Він виконує всі логічні і арифметичні операції, які задає програма. Крім цього, він здійснює керування всіма пристроями комп'ютера (рисунок 7).

В основі роботи процесора лежить той самий тактовий принцип, що і в звичайному годиннику. Виконання кожної команди займає певну кількість тактів. У настінному годиннику такт коливальних задає маятник; у ручних механічних годинниках задає пружинний маятник; в електронному годиннику для цього є коливальний контур, що задає такти строго визначеної частоти.

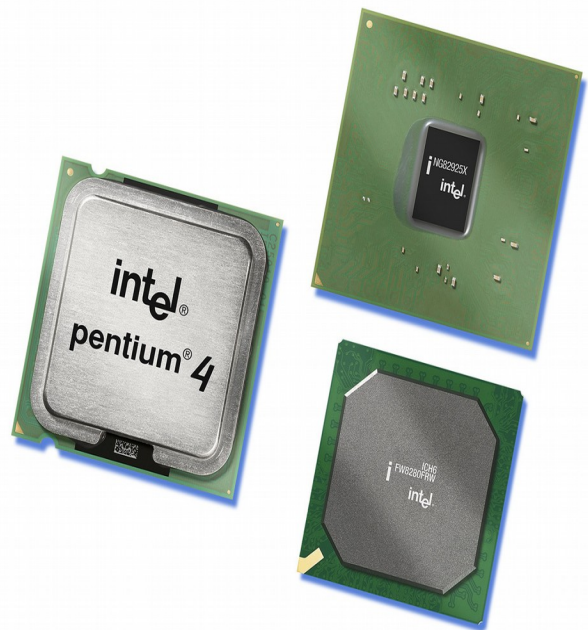
В ПК тактові імпульси задає одна з мікросхем, що входить у чіпсет, розташований на материнській платі. Чим вище частота тактів, що надходять на процесор, тим більше команд він може виконати в одиницю часу, тим вище його продуктивність.

Сьогодні процесори виготовляються у вигляді мікропроцесорів (рисунок 8).

Мікропроцесор

Поєднує в собі оброблювальні та керуючі пристрої, виконані за допомогою напівпровідникової технології ВІС.

Конструктивно, це кристал кремнію дуже маленького розміру. Наприклад, розмір мікропроцесора Pentium приблизно 5x5x0.5 см



Мікропроцесор має властивість під програмним керуванням виконувати обробку інформації: введення, виведення і збереження даних, арифметичні і логічні операції, перетворення цифрових сигналів.

Для виконання процесором припису необхідно набагато менше часу, ніж для зчитування цього припису з пам'яті. Для того щоб скоротити час очікування пам'яті, процесор оснащений тимчасовим сховищем приписів і даних — *регістрами*. Розмір регістра — декілька байтів, але доступ до регістрів з програми, яка виконується на машині, здійснюється майже миттєво прямим або непрямим способом.

Серед регістрів обов'язково мають бути *регістри загального призначення та спеціальні регістри*.

Регістри загального призначення зберігають робочі дані, які отримані з пам'яті, доступні з усіх команд та мають властивість зберігання й обробки визначених типів даних. При цьому швидкість доступу до регістрів загального призначення порівняна із швидкістю обробки інформації в процесорі.

До *спеціальних регістрів* належать дві підгрупи регістрів.

Перша підгрупа – регістри, що відповідають за стан виконуваної програми:

– *лічильник команд* – містить адресу виконуваної в даний момент команди;

– *регістр результату* (flags) – містить прапорці результату виконання останньої команди. За значенням цього регістра можна організувати ті або інші дії;

– *регістр покажчика стека*. Стек у системі використовується для передачі параметрів і організації автоматичної пам'яті.

Друга підгрупа спеціальних регістрів — це регістри керування компонентами обчислювальної системи.

Через них процесор може організувати керування зовнішніми пристроями.

Система переривань

До засобів, що керують взаємозв'язком із зовнішніми пристроями, можна віднести систему переривань.

У кожній обчислювальній машині є визначений, заданий при розробленні й виробництві, набір деяких подій і апаратних реакцій на виникнення кожної із цих подій. Ці події називаються *перериваннями*.

Апарат переривань використовується для керування зовнішніми пристроями й для одержання можливості асинхронної роботи із зовнішніми пристроями.

У момент виникнення переривання виконуються такі дії:

1 У деякі спеціальні регістри апаратно заноситься (зберігається) інформація про виконувану в цей момент програму. Це мінімальні дії, необхідні для початку обробки переривання. Звичайно у цей набір даних входить лічильник команд, регістр результату, покажчик стека й кілька регістрів загального призначення (ці дії називаються малим хованням).

2 У деякий спеціальний керуючий регістр, умовно будемо називати його регістром переривань, поміщається код виниклого переривання.

3 Запускається програма обробки переривань операційної системи.

Переривання можуть бути ініційовані:

– *схемами контролю процесора* (наприклад, при діленні на нуль);

– *зовнішнім пристроєм* (при натисканні клавіші на клавіатурі виникає переривання, по якому процесор зчитує з деякого регістра натиснутий символ).

Сопроцесор — спеціалізований процесор, що розширює можливості центрального процесора комп'ютерної системи, але оформлений як окремий функціональний модуль.

Фізично сопроцесор може бути окремою мікросхемою або може бути вбудований у центральний процесор.

ПК оснащений *додатковими сопроцесорами*, орієнтованими на ефективне виконання специфічних функцій:

– математичний сопроцесор для обробки числових даних у форматі з плаваючою крапкою (інтегрований у центральний процесор);

– сопроцесор введення/виведення для виконання операції взаємодії з периферійними пристроями;

– сопроцесор для виконання вузькоспеціалізованих операцій.

Основні характеристики процесорів

Архітектура x86 вперше була реалізована в процесорах компанії Intel наприкінці 70-х років, а за основу були прийняті обчислення зі складним набором команд (CISC). Свою назву ця архітектура отримала від останніх двох цифр, якими закінчувалися кодові найменування моделей ранніх виробів. Intel-користувачі зі стажем напевно пам'ятають ще 286-і (80286), 386-і (80386) і 486-і (80486) "персоналки", які були мрією будь-якого комп'ютерника кінця 80-х – початку 90-х років.

Основними характеристиками процесорів, за якими їх прийнято розрізняти на сучасному ринку, є:

- фірма-виробник;
- серія;
- кількість обчислювальних ядер;
- тип роз'єму (сокет);
- тактова частота.

На сьогодні всі центральні процесори для настільних комп'ютерів і ноутбуків розподілені на два великих табори під марками Intel і AMD, які разом мають близько 92 % загального світового ринку мікропроцесорів. Незважаючи на те, що з них

частка Intel складає приблизно 80 %, ці дві компанії вже багато років зі змінним успіхом конкурують між собою, маючи на меті залучити покупців під свої знамена.

Серія є однією з ключових характеристик центрального процесора. Як правило, обидва виробники поділяють свою продукцію на кілька груп за їх швидкодією, орієнтацією на різні категорії користувачів і різні сегменти ринку. Кожна з таких груп становить сімейство або серію зі своєю відмінною назвою, за якою можна зрозуміти не тільки цінову нішу продукту, але і взагалі його функціональні можливості.

На сьогоднішній день основу продукції компанії Intel становлять п'ять основних сімейств – Pentium (Dual-Core), Celeron (Dual-Core), Core i3, Core i5 та Core i7. Перші три націлені на бюджетні домашні та офісні рішення, два останніх призначені для організації продуктивних систем.

Компанія AMD шанувальникам своєї продукції пропонує процесори серій Athlon II, Phenom II, A-Series та FX-Series. Існування двох перших сімейств підходить до логічного завершення, останні ж два тільки набирають обертів.

Кількість обчислювальних ядер. Ще в минулому десятилітті поділу процесорів за кількістю ядер не було зовсім, тому що всі вони були одноядерними. Але часи змінюються, і сьогодні одноядерні ЦП можна назвати анахронізмом, а на зміну їм прийшли багатоядерні побратими. Найпоширенішими з них є дво- і чотириядерні чіпи. Дещо менше поширені процесори з трьома, шістьма і вісьмома обчислювальними ядрами.

Наявність у процесорі відразу декількох ядер покликана збільшити його продуктивність, і чим їх більше, тим вона вища. Правда, при роботі зі старим, неоптимізованим під багатоядерні обчислення, програмним забезпеченням це правило може і не працювати.

Тип роз'єму. Будь-який процесор встановлюється в системну плату, на якій для цього існує спеціальний сокет (рисунок 2). Процесори різних виробників, серій і поколінь встановлюються в різні типи роз'ємів. Зараз для настільних ПК таких сім – чотири для чіпів Intel і три для AMD.

Тактова частота – визначальна характеристика продуктивності процесора вимірюється в мегагерцах (МГц)

або гігагерцах (ГГц) і показує кількість операцій, яку він може виконати за секунду.

Відзначимо, що проводити порівняння продуктивності різних моделей процесорів тільки за показником їх тактової частоти в корені неправильно. Справа в тому, що для виконання однієї операції різним чіпам може знадобитися різна кількість тактів. Крім того, сучасні системи при обчисленнях використовують конвеєрну і паралельну обробки і можуть за один такт виконати відразу кілька операцій. Усе це призводить до того, що різні моделі процесорів, що мають однакову тактову частоту, можуть показувати зовсім різну продуктивність.

При виробництві мікросхем і зокрема кристалів мікропроцесорів у промислових умовах використовується фотолітографія – метод, яким за допомогою літографічного обладнання на тонку кремінну підкладку наносяться провідники, ізолятори і напівпровідники, які і формують ядро процесора. У свою чергу літографічне обладнання, що використовується, має певну роздільну здатність, яка і визначає назву застосовуваного технологічного процесу.

Постійне вдосконалення технологій дає змогу пропорційно зменшувати розміри напівпровідникових структур, що сприяє зменшенню розміру процесорних ядер і їх енергоспоживанню, а так само зниженню їх вартості. У свою чергу зниження енергоспоживання зменшує тепловиділення процесора, що дає можливість збільшувати його тактову частоту, а отже, і обчислювальну потужність. Так само невелике тепловиділення дозволяє застосовувати більш продуктивні рішення в мобільних комп'ютерах (ноутбуки, нетбуки, планшети).

Архітектура процесорів і кодові імена. В основі кожного процесора лежить так звана процесорна архітектура – набір якостей і властивостей, притаманний цілому сімейству мікрочіпів. Архітектура безпосередньо визначає внутрішню конструкцію та організацію процесорів.

За сформованою традицією, компанії Intel і AMD дають своїм різним процесорним архітектурам кодові імена.

Багаторівневий кеш. У процесі виконання обчислень мікропроцесору необхідно постійно звертатися до пам'яті для читання або запису даних. У сучасних комп'ютерах функцію

основного зберігання даних і взаємодії з процесором виконує оперативна пам'ять.

Незважаючи на високу швидкість обміну даними між двома цими компонентами, процесору часто доводиться простоювати, очікуючи запитану у пам'яті інформацію. У свою чергу це призводить до зниження швидкості обчислень і загальної продуктивності системи.

Для поліпшення цієї ситуації всі сучасні процесори мають *кеш* – невеликий проміжний буфер пам'яті з дуже швидким доступом, що використовується для зберігання найбільш часто запитуваних даних. Коли процесору стають необхідні якісь дані, він спочатку шукає їх копії в кеші, оскільки звідти вибірка необхідної інформації відбудеться набагато швидше, ніж з оперативної пам'яті.

Більшість мікропроцесорів сучасних комп'ютерів мають багаторівневий кеш, що складається з двох або трьох незалежних буферів пам'яті, кожен з яких відповідає за прискорення певних процесів. Наприклад, кеш першого рівня (L1) може відповідати за прискорення завантаження машинних інструкцій, другого (L2) – прискорення запису і читання даних, а третього (L3) – прискорення трансляції віртуальних адрес у фізичні.

Вбудована графіка. З розвитком технологій виробництва і, як наслідок, зменшенням розмірів чіпів у виробників виникла можливість розміщувати всередині процесора додаткові мікросхеми. Першою з таких стало графічне ядро, яке відповідає за виведення зображення на монітор.

Таке рішення дає змогу знизити загальну вартість комп'ютера, оскільки в цьому випадку немає необхідності використовувати окрему відеокарту. Очевидно, що гібридні процесори орієнтовані на використання в бюджетних системах і корпоративному секторі, де продуктивність графічної складової вторинна.

ЧІПСЕТИ

На сьогоднішній день більшість чіпсетів материнських плат випускаються на базі двох мікросхем, що одержали назву "північний міст" і "південний міст" (рисунок 9).

"Північний міст" керує взаємозв'язком чотирьох пристроїв: процесора, оперативної пам'яті, порту AGP і шини PCI. Тому його також називають чотирипортовим контролером.

"Південний міст" називають також функціональним контролером. Він виконує функції контролера жорстких і гнучких дисків, функції моста ISA-PCI, контролера клавіатури, миші, шини USB тощо.

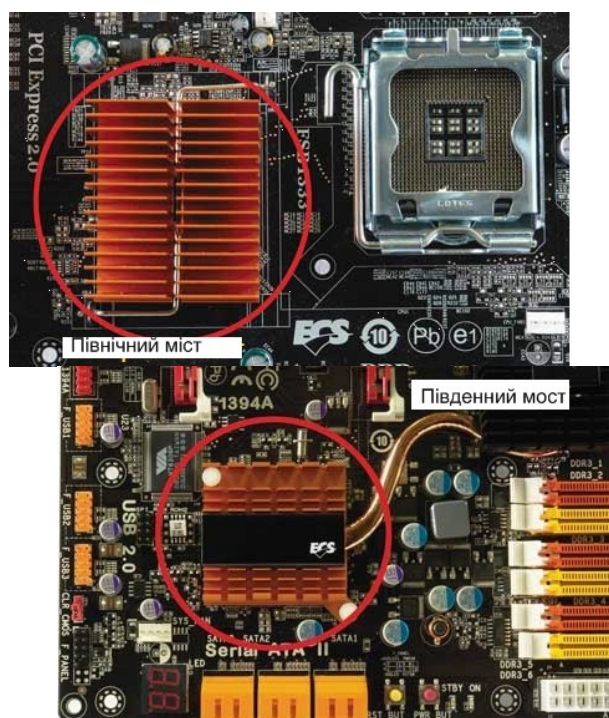


Рисунок 9 – Розміщення на материнській платі мікросхеми "північного" та "південного" моста

"Північний міст" забезпечує роботу з найбільш швидкісними підсистемами. До його складу входять:

- контролер системної шини, який забезпечує взаємодію з процесором;
- контролер пам'яті, який здійснює роботу з системною пам'яттю;
- контролер шини зв'язку з "південним мостом" (PCI – шини в класичному розумінні).

Задача "північного моста" – з мінімальними затримками організувати обслуговування запитів до системної пам'яті. Розв'язання цієї задачі базуються на реалізації контролера пам'яті, який дає можливість одночасно відпрацьовувати велику кількість запитів і даних, визначаючи пріоритети і черговість доступу до основної пам'яті.

Для більш ефективного використання шини пам'яті застосовується буферизація даних, яка забезпечує одночасну роботу з пам'яттю декількох пристроїв у режимі розподілу часу доступу.

"Південний міст" забезпечує роботу з повільними компонентами системи і периферійними пристроями.

ШИННІ ІНТЕРФЕЙСИ МАТЕРИНСЬКОЇ ПЛАТИ

З іншими пристроями, і в першу чергу з оперативною пам'яттю, процесор зв'язаний групами провідників, які називаються *шинами* (рисунок 10).

Комп'ютерна шина – це канал пересилки даних, який може використовуватися різними блоками системи. Інформація передається по шині у вигляді груп бітів.

До складу шини для кожного біта слова може бути передбачена окрема лінія (паралельна шина) або всі біти слова можуть послідовно в часі використовувати одну лінію (послідовна шина).

Основних шин три:

- шина даних;
- адресна шина;
- командна шина.



Рисунок 10 – Шинні інтерфейси

Адресна шина. Дані, що передаються по цій шині, трактуються як адреси комірок оперативної пам'яті. Саме з цієї шини процесор зчитує адреси команд, які необхідно виконати, а також дані, із якими оперують команди.

Шини на материнській платі використовуються не тільки для зв'язку з процесором. Усі інші внутрішні пристрої материнської плати, а також пристрої, що підключаються до неї, взаємодіють між собою за допомогою шин. Від архітектури цих елементів багато в чому залежить продуктивність ПК у цілому.

Наприклад, 32-розрядна адресна шина складається із 32 паралельних ліній. Залежно від того, чи є напруга на якійсь із ліній чи ні, кажуть, що на цій лінії виставлена одиниця або нуль.

Комбінація з 32 нулів та одиниць чином 32-розрядної адреси указує на одну з комірок оперативної пам'яті. До неї і підключається процесор для копіювання даних з осередку в один із своїх реєстрів.

Шина даних. По цій шині відбувається копіювання даних з оперативної пам'яті в реєстри процесора і навпаки.

Наприклад, у комп'ютерах, зібраних на базі процесора Intel Pentium, шина даних 64-розрядна, тобто складається із 64 ліній, по яких за один раз на обробку передаються відразу 8 байтів.

Командна шина. По цій шині з оперативної пам'яті надходять команди, які виконуються процесором.

Ці команди надходять у процесор теж з оперативної пам'яті, але не з тих областей, де зберігаються масиви даних, а звідти, де зберігаються програми. Команди теж представлені у вигляді байтів. Найпростіші команди укладаються в один байт, однак є й такі, для яких потрібно два, три і більше байтів.

ПАМ'ЯТЬ

Пам'яттю ЕОМ називається сукупність пристроїв, що служать для запам'ятовування, зберігання й видачі інформації.

Окремі пристрої, що входять у цю сукупність, називають *запам'ятовувальними пристроями (ЗП)* або *пам'яттю* того або іншого типу.

Продуктивність і обчислювальні можливості ЕОМ у значній мірі визначаються складом і характеристиками її ЗП.

Сучасні комп'ютери мають багато різноманітних запам'ятовувальних пристроїв, які сильно відрізняються між собою за призначенням, часовими характеристиками, обсягом інформації і вартістю зберігання однакових обсягів інформації. Розрізняють два основні види пам'яті – *внутрішня* і *зовнішня*.

Пам'ять організована у вигляді ієрархічної структури запам'ятовувальних пристроїв, що відрізняються середнім часом доступу до даних, обсягом і вартістю зберігання одного біта (рисунок 11).

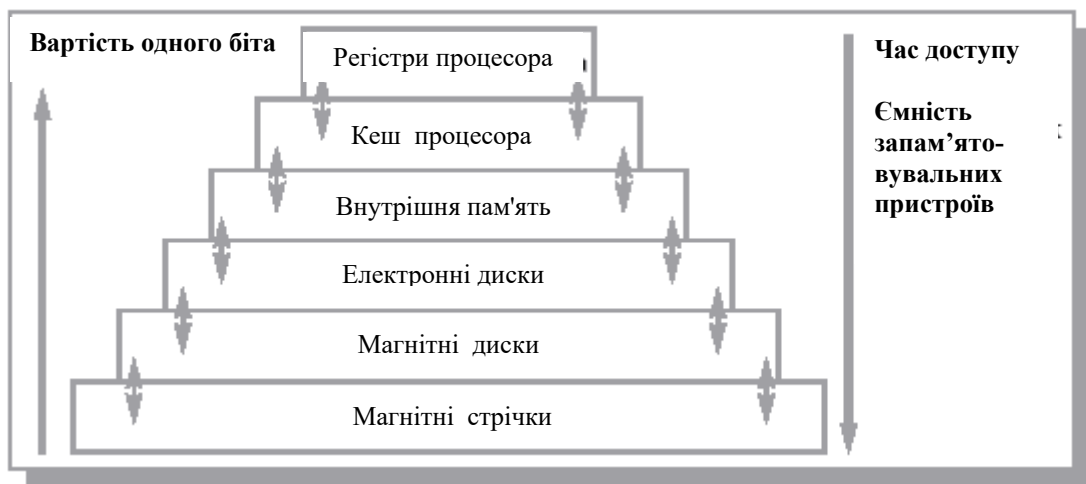


Рисунок 11 – Ієрархія видів пам'яті

Порядок перелічених пристроїв відповідає зменшенню їх швидкодії і зростанню ємності.

По мірі руху вниз по ієрархічній структурі:

– зменшується співвідношення "вартість/біт";

– зростає ємність;

– зростає час доступу;

– зменшується частота звернення до пам'яті з боку центрального процесора.

Ієрархічна структура пам'яті дає можливість економічно ефективно поєднувати зберігання великих обсягів інформації зі швидким доступом до інформації у процесі обробки. Пам'ять повинна мати велику інформаційну ємність, малий час звернення (високу швидкодію), високу надійність і низьку вартість. Але зі збільшенням ємності знижується швидкодія і зростає вартість.

Розподіл пам'яті на внутрішню і зовнішню не знімає це протиріччя повністю, оскільки відмінності у швидкодії процесора внутрішньої і зовнішньої пам'яті дуже великі. Тому обмін інформацією проводиться через додаткові буферні пристрої.

Чим більше швидкодія запам'ятовувального пристрою, тим вища вартість зберігання 1 байта, тим меншу ємність має цей пристрій.

Основними операціями із ЗП у загальному випадку є:

– запис – занесення інформації в пам'ять;

– зчитування – вибірка інформації з пам'яті.

Обидві ці операції називаються зверненням до пам'яті, або обігом при зчитуванні й обігом при записі.

При зверненні до пам'яті здійснюється зчитування або запис деякої одиниці даних – різної для пристроїв різного типу. Такою одиницею може бути, наприклад, *байт, машинне слово* або *блок даних*.

Найважливішими *характеристиками* окремих пристроїв пам'яті є ємність й швидкодія.

Ємність пам'яті визначається максимальною кількістю даних, які можуть у ній зберігатися.

Швидкодія пам'яті визначається тривалістю операції обігу, тобто часом, затраченим на пошук потрібної одиниці інформації в пам'яті й на її зчитування (*час обігу при зчитуванні*), або часом на пошук місця в пам'яті, що призначається для зберігання даної одиниці інформації, і на її запис у *пам'ять* (*час обігу при записі*).

Залежно від реалізованих у пам'яті *операцій обігу* розрізняють:

- пам'ять із довільним обігом (можливі зчитування й запис даних у пам'ять) – RAM;

- пам'ять тільки для зчитування інформації ("постійна" або "однобічна") – ROM.

Запис інформації в постійну пам'ять здійснюється в процесі її виготовлення або настроювання.

За *способом організації доступу* розрізняють пристрої пам'яті:

- із безпосереднім (довільним) доступом;

- прямим (циклічним) доступом;

- послідовним доступом.

У пам'яті з *безпосереднім (довільним) доступом* час доступу, а тому й цикл обігу не залежать від місця розташування ділянки пам'яті, з якого здійснюється зчитування або в який записується інформація.

У пристроях *пам'яті із прямим доступом*, до яких належать дискові пристрої, завдяки безперервному обігу носія інформації можливість звернення до деякої ділянки носія для зчитування або запису циклічно повторюється.

У *пам'яті з послідовним доступом* виробляється послідовний перегляд ділянок носія інформації, поки потрібна ділянка носія не займе деяке вихідне положення.

Характерним прикладом є ЗП на магнітних стрічках. Час доступу може в несприятливих випадках розташування інформації становити декілька хвилин.

Під внутрішньою пам'яттю розуміють усі види запам'ятовувальних пристроїв, що розташовані на материнській платі. Внутрішня пам'ять комп'ютера розрізняється за типами.

До складу внутрішньої пам'яті входять:

- оперативна пам'ять;
- кеш-пам'ять;
- спеціальна пам'ять.

Оперативна пам'ять (RAM, ОЗП) являє собою масив кристалічних комірок, що здатні зберігати дані. Використовується для оперативного обміну інформацією (командами і даними) між процесором, зовнішньою пам'яттю та периферійними системами. З неї процесор бере програми і дані для обробки, до неї записуються отримані результати.

Назва "оперативна" походить від того, що вона працює дуже швидко, і процесору не потрібно чекати при зчитуванні даних з пам'яті або запису. Однак дані зберігаються лише тимчасово при включеному комп'ютері, інакше вони зникають.

Робота комп'ютера з користувальницькими програмами починається після того, як дані будуть прочитані із зовнішньої пам'яті в ОЗП. ОЗП працює синхронно з центральним процесором і має малий час доступу. Передача даних в оперативну пам'ять процесором або, навпаки, з неї здійснюється безпосередньо або через надшвидку пам'ять. ОЗП можуть виготовлятися як окремий блок або входять до конструкції, наприклад однокристальної ЕОМ або мікроконтролера. Ємність пам'яті від 512 Мб до 16 Гб.

Пам'ять ділиться на такі ділянки:

- основна область пам'яті (англ. conventional memory);
- розширена пам'ять (EMS);
- додаткова пам'ять (XMS);
- Upper Memory Area (UMA);
- High Memory Area (HMA).

За фізичним принципом дії розрізняють динамічну пам'ять DRAM і статичну пам'ять SRAM. Комірки динамічної пам'яті можна представити у вигляді мікроконденсаторів, здатних накопичувати електричний заряд.

Переваги пам'яті DRAM: простота реалізації і низька вартість.

Недоліки: повільніше відбувається запис і читання даних, потребує постійної підзарядки.

Комірки статичної пам'яті можна представити як електронні мікроелементи – тригери, що складаються з транзисторів. У тригері зберігається не заряд, а стан (включений/виключений).

Переваги пам'яті SRAM: значно більша швидкодія.

Недоліки: технологічно складніший процес виготовлення, і відповідно більша вартість.

Мікросхеми динамічної пам'яті використовуються як основа оперативної пам'яті, а мікросхеми статичної – для кеш-пам'яті.

Модулями пам'яті є пластини з рядами контактів, на яких розміщуються ВІС (великі інтегральні схеми) пам'яті. Модулі пам'яті можуть розрізнятися за розміром і кількістю контактів, швидкодією, інформаційною ємністю.

Конструктивно модулі пам'яті мають двоядне виконання – DIMM-модулі (рисунок 12).

Модулі DDR мають аналогічну DIMM-архітектуру (рисунок 13).

DDR2 – це найбільш поширений вид пам'яті, який використовується в сучасних комп'ютерах. *DDR2* споживає 1.8 В;

DDR3 – швидкий тип пам'яті, споживає 1.5 В;

DDR4 – це еволюційний розвиток своїх попередників. *DDR4* має підвищену частоту і знижену напругу. Частота від 2133 до 4266 МГц, а напруга становить від 1.1-1.2 В, що є її основною перевагою.



Рисунок 12 – Зовнішній вигляд ОЗП

Принцип роботи пам'яті зазначених типів однаковий. Вони обробляють потік команд процесора як своєрідний конвеєр. Головною особливістю цього конвеєра є те, що при надходженні до запам'ятовувального пристрою команди зчитування, дані на виході з'являються не відразу, а через якийсь час (декілька тактів шини). Цей час називається затримкою або *таймінгами пам'яті* (англ. – SDRAM latency), і чим він коротший, тим пам'ять продуктивніша. Цей параметр, як і частоту шини, також потрібно враховувати при виборі ОЗП.

Різні типи модулів ОЗП істотно відрізняються також і зовні (роз'ємом, кількістю контактів і т. д.). Якщо материнська плата розрахована на використання одного типу пам'яті, встановити на неї інший тип оперативної пам'яті не можна, оскільки навіть фізично у слот він не ввійде.

Крім швидкості роботи, важливою характеристикою оперативної пам'яті є також її об'єм, який повинен відповідати колу завдань, що вирішуються за допомогою комп'ютера, а також встановленому на ньому програмному забезпеченню. Наприклад, офісному комп'ютеру з операційною системою Windows XP для роботи з текстом, перегляду сторінок Інтернету і здійснення інших нескладних операцій цілком достатньо навіть 512 МВ оперативної пам'яті. Якщо на комп'ютері буде встановлена операційна система Windows7, для вирішення тих самих завдань потрібно буде вже як мінімум 1024 МВ ОЗП, оскільки сама Windows7 вимагає більше пам'яті. Якщо в системі буде недостатньо пам'яті, то при запуску ресурсомістких програм вільна пам'ять може закінчитися. У цьому випадку комп'ютер для

її розширення буде використовувати частину жорсткого диска або SSD (так званий файл підкачки або swap-файл, спеціально зарезервованій операційною системою). Враховуючи, що швидкість доступу до даних на жорсткому диску в сотні разів нижча за швидкість доступу до оперативної пам'яті, швидкодія комп'ютера в таких випадках сильно знижується, на системному блоці постійно горить індикатор зайнятості жорсткого диска і чути характерний тріск його напруженої роботи.

Основні характеристики модулів оперативної пам'яті:

- об'єм – 1, 2, 4 Гб.
- час доступу – вказує, скільки часу необхідно для звернення до комірок пам'яті – 7-10 нс.

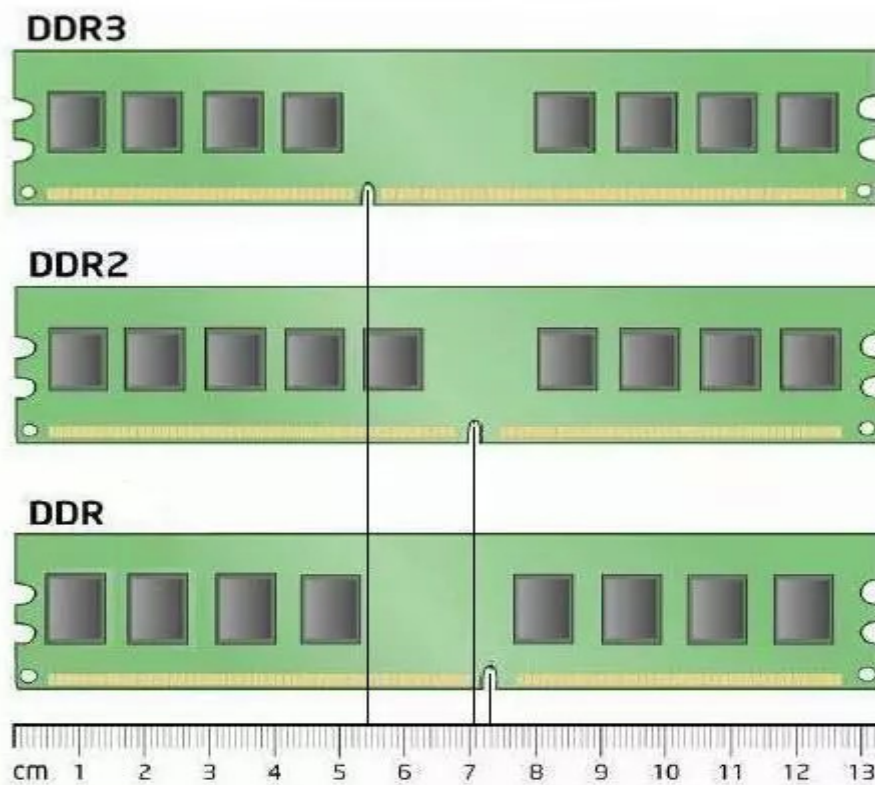


Рисунок 13 – Конструктивні особливості ОЗП різних типів

Кеш-пам'ять

Обмін даними всередині процесора відбувається набагато швидше, ніж обмін даними між процесором і оперативною пам'яттю. Тому, для того щоб зменшити кількість звернень до

оперативної пам'яті, всередині процесора створюють так звану надоперативну або кеш-пам'ять.

Кеш – це пам'ять з більшою швидкістю доступу, призначена для прискорення звернення до даних, що містяться постійно в пам'яті з меншою швидкістю доступу.

Кеш-пам'яттю керує спеціальний контролер, який, аналізуючи виконувану програму, намагається передбачати, які дані і команди найімовірніше знадобляться найближчим часом процесору, і підкачує їх у кеш-пам'ять.

Кешування застосовується ЦП, жорсткими дисками, браузерями, веб-серверами, службами DNS і WINS.

Кеш складається з набору записів. Кожен запис асоційований з елементом даних або блоком даних (невеликою частиною даних), яка є копією елемента даних в основній пам'яті. Кожен запис має ідентифікатор, що визначає відповідність між елементами даних у кеші і їх копіями в основній пам'яті.

Коли клієнт кеша (ЦП, веб-браузер, операційна система) звертається до даних, насамперед досліджується кеш. Якщо в кеші знайдено запис з ідентифікатором, що збігається з ідентифікатором затребуваного елемента даних, то використовуються елементи даних у кеші. Якщо в кеші не знайдено запис, що містить викликаний елемент даних, то він читається з основної пам'яті в кеш і стає доступним для подальших звернень.

Спеціальна пам'ять

До пристроїв спеціальної пам'яті належать:

- постійна пам'ять (ROM);
- постійна пам'ять (Flash Memory), що перепрограмується ;
- пам'ять CMOS RAM, що живиться від батарейки;
- відеопам'ять;
- деякі інші види пам'яті.

У момент включення комп'ютера в його оперативній пам'яті відсутні будь-які дані, оскільки ОЗП не може зберігати дані при виключенні комп'ютера. Але процесору необхідні команди, в тому числі і відразу після включення. Тому процесор звертається за спеціальною стартовою адресою, яка йому завжди відома, за

своєю першою командою. Ця адреса вказує на пам'ять, яку прийнято називати постійною пам'яттю.

Постійна пам'ять (ПЗП, англ. ROM, Read Only Memory – пам'ять тільки для читання) – енергонезалежна пам'ять, використовується для зберігання даних, які ніколи не змінюються.

Вміст пам'яті спеціальним чином "зашивається" у пристрій при його виготовленні для постійного зберігання. Із ПЗП можна тільки читати.

Насамперед у постійну пам'ять записують програму керування роботою самого процесора. У ПЗП містяться програми керування дисплеєм, клавіатурою, принтером, зовнішньою пам'яттю, програми запуску й зупинки комп'ютера, тестування пристроїв.

Найважливіша мікросхема постійної пам'яті, що перепрограмується, – модуль BIOS (Basic Input/Output System: базова система введення-виведення) – сукупність програм, призначених для:

- автоматичного тестування пристроїв після включення живлення комп'ютера;
- завантаження операційної системи в оперативну пам'ять.

Для своєї роботи програми BIOS вимагає всю інформацію про поточну конфігурацію системи. З очевидних причин цю інформацію не можна зберігати ні в оперативній пам'яті, ні в постійній. Спеціально для цих цілей у BIOS інтегрована енергонезалежна пам'ять, яка називається CMOS.

Від оперативної пам'яті вона відрізняється тим, що її вміст не зникає при вимкненні комп'ютера, а від постійної пам'яті вона відрізняється тим, що дані можна заносити туди і змінювати самотійно, відповідно до того, яке обладнання входить до складу системи (рисунок 14).



Рисунок 14 – Зовнішній вигляд BIOS

CMOS RAM – це пам'ять із невисокою швидкістю й мінімальним енергоспоживанням від батареї. Використовується для зберігання інформації про конфігурацію й склад устаткування комп'ютера, а також про режими його роботи.

Той факт, що комп'ютер чітко відстежує дату і час, також пов'язані з тим, що ця інформація постійно зберігається (і оновлюється) в пам'яті CMOS.

Зовнішня пам'ять (ЗП)

Призначена для тривалого зберігання програм і даних, і цілісність її вмісту не залежить від того, включений або виключений комп'ютер.

Реалізована ЗП у вигляді зовнішніх, відносно материнської плати, пристроїв із різними принципами збереження інформації і типами носія, призначених для довготривалого зберігання інформації.

Зокрема, в зовнішній пам'яті зберігається все програмне забезпечення.

На відміну від оперативної пам'яті, зовнішня пам'ять не має прямого зв'язку із процесором.

Накопичувачі – це запам'ятовувальні пристрої, призначені для тривалого (що не залежить від електроживлення) зберігання великих обсягів інформації.

Накопичувач можна розглядати як сукупність носія та відповідного привода. Розрізняють накопичувачі зі змінними і постійними носіями.

Привод – це поєднання механізму зчитування-запису з відповідними електронними схемами керування. Його конструкція визначається принципом дії та виглядом носія.

Носій – це фізичне середовище зберігання інформації, на зовнішній вигляд може бути дисковим або стрічковим. За принципом запам'ятовування розрізняють *магнітні, оптичні* та *магнітооптичні* носії.

Найбільш поширеними є накопичувачі на магнітних дисках, які поділяються на накопичувачі на жорстких магнітних дисках (НЖМД) та накопичувачі на оптичних дисках, такі як CD-ROM, CD-R, CD-RW та DVD-ROM.

Накопичувачі на жорстких магнітних дисках (НЖМД)

Це основний пристрій для довготривалого збереження великих обсягів даних та програм. Інші назви: жорсткий диск, вінчестер, HDD (Hard Disk Drive) (рисунок 15).

Зовні вінчестер являє собою плоску герметично закриту коробку, всередині якої містяться на спільній осі декілька жорстких алюмінієвих або скляних пластинок круглої форми. Поверхня кожного з дисків покрита тонким феромагнітним шаром (речовина, що реагує на зовнішнє магнітне поле), власне, на ньому зберігаються записані дані.



Рисунок 15 – Накопичувач на жорсткому магнітному диску

Запис даних у жорсткому диску здійснюється таким чином. При зміні сили струму, що проходить через головку, відбувається зміна напруженості динамічного магнітного поля в щілині між поверхнею та головкою, що приводить до зміни стаціонарного магнітного поля феромагнітних частин покриття диску. Запис проводиться на обидві поверхні кожної пластини (крім крайніх) за

допомогою блока спеціальних магнітних головок. Кожна головка розташована над робочою поверхнею диска на відстані 0.5-0.13 мкм. Пакет дисків обертається безперервно і з великою частотою (4500-10000 об/хв), тому механічний контакт головок і дисків недопустимий.

Зчитування відбувається у зворотному порядку. Намагнічені частинки феромагнітного покриття спричиняють електрорушійну силу самоіндукції магнітної головки. Електромагнітні сигнали, що виникають при цьому, підсилюються й передаються на обробку.

Роботою вінчестера керує спеціальний апаратно-логічний пристрій – *контролер жорсткого диска*.

У сучасних комп'ютерах функції контролера жорсткого диска виконують спеціальні мікросхеми, розташовані в чіпсеті.

У накопичувачі може бути до десятих дисків. Їх поверхня розбивається на кола, що називаються *доріжками*. Кожна доріжка має свій номер. Доріжки з однаковими номерами, що розташовані одна над одною на різних дисках, утворюють *циліндр*.

Доріжки на диску розбиті на *сектори*. Сектор займає 512 байт: 512 відведено для запису потрібної інформації, решта – під заголовок (префікс), що визначає початок і номер секції, та закінчення (суфікс), де записана контрольна сума, потрібна для перевірки цілісності збережених даних. Сектори й доріжки утворюються під час *форматування диска*.

Жорсткий диск може бути розбитий на логічні диски, що спрощує структурування даних, які на ньому зберігаються.

Щоб забезпечити сумісність вінчестерів, розроблено стандарти на їх характеристики, які визначають номенклатуру з'єднувальних провідників, їх розміщення в перехідних роз'ємах, електричні параметри сигналів.

Найпоширенішими нині є стандарти інтерфейсів IDE (Integrated Drive Electronics) або ATA та більш продуктивні EIDE (Enhanced IDE) і SCSI (Small Computer System Interface).

Саме характеристики цих інтерфейсів, за допомогою яких вінчестери пов'язані з материнськими платами, значною мірою визначають продуктивність сучасних жорстких дисків.

Серед інших параметрів, що впливають на швидкодію HDD, слід відзначити такі:

– *швидкість обертання дисків* – у наш час випускаються накопичувачі EIDE із частотою обертання 4500-7200 об/хв і накопичувачі SCSI – 7500-10000 об/хв;

– *ємність кеш-пам'яті* – у всіх сучасних дискових накопичувачах встановлюється кеш-буфер, який дає змогу прискорити обмін даними; чим більша його ємність, тим вища ймовірність того, що в кеш-пам'яті буде необхідна інформація, яку не треба читати з диска. Ємність кеш-буфера в різних пристроях може змінюватися в межах від 64 Кб до 2Мб. При зчитуванні кеш дозволяє прочитати блок один раз, потім зберігати одну копію блока в оперативній пам'яті для всіх процесів і видавати вміст блока "миттєво" (порівняно із запитом до диска). Існує техніка "передзапиту" – у фоновому режимі операційною системою зчитуються в кеш також кілька наступних блоків (після потрібного). Під час запису кеш дає можливість згрупувати короткі записи в більші, які ефективніше обробляються накопичувачами, або уникнути запису проміжних модифікацій;

– *середній час доступу* – це час, протягом якого блок головок зміщується з одного циліндра на інший. Залежить від конструкції привода головок і складає приблизно 10-13 мілісекунд;

– *час затримки* – це час від моменту позиціонування блока головок на потрібний циліндр до позиціонування конкретної головки на конкретний сектор, іншими словами, це час пошуку потрібного сектора;

– *швидкість обміну* – визначає обсяги даних, які можуть бути передані з накопичувача до мікропроцесора та у зворотному напрямку за певні проміжки часу. Максимальне значення цього параметра дорівнює пропускній спроможності дискового інтерфейсу і залежить від того, який режим використовується; у сучасних жорстких дисках коливається в діапазоні 30-60 Мб/с.

Накопичувачі на оптичних дисках

Накопичувач CD-ROM. Принцип дії цього пристрою полягає у зчитуванні цифрових даних за допомогою лазерного променя, що відбивається від поверхні диска. Стандартний CD має ємність порядку 650-700 Мб.

Крім мультимедійної інформації (графіка, музика, відео), на компакт-дисках розповсюджується також різноманітне системне та прикладне програмне забезпечення великих обсягів (операційні системи, офісні пакети, системи програмування і т.д.).

Компакт-диски виготовляють із прозорого пластику діаметром 120 мм і товщиною 1.2 мм. На пластикову поверхню напилюється шар алюмінію.

В умовах масового виробництва запис інформації на диск відбувається шляхом витиснення на поверхні доріжки у вигляді ряду заглиблень. Такий підхід забезпечує двійковий запис інформації. Заглиблення називається піт (pit), поверхня – ленд (land) (рисунок 16). Логічний нуль може бути представлений як пітом, так і лендом. Логічна одиниця кодується переходом між пітом та лендом.

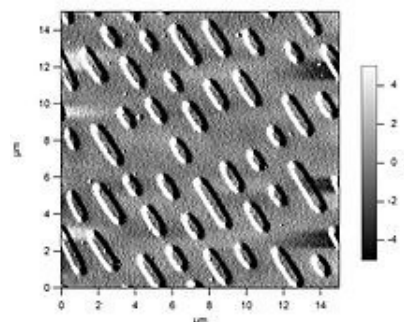


Рисунок 16 – Поверхня компакт-диска під атомно-стиловим мікроскопом

Від центру до краю компакт-диска нанесена єдина доріжка у вигляді спіралі шириною 4 мкм із кроком 1.4 мкм.

Поверхня диска розбита на три ділянки:

- початкова (Lead-In) розташована в центрі диска і зчитується першою. В ній записано вміст диска, таблиця адрес усіх записів, мітка диска й інша службова інформація;
- середня ділянка містить основну інформацію і займає більшу частину диска;
- кінцева ділянка (Lead-Out) містить мітку кінця диска.

Для штампування існує спеціальна матриця-прототип (мастер-диск) майбутнього диска, яка витискує доріжки на поверхні. Після штампування на поверхню диска наносять захисну плівку з прозорого лаку.

Накопичувач CD-ROM містить:

- електродвигун, що обертає диск;
- оптичну систему, яка складається з лазерного випромінювача, оптичних лінз та датчиків і призначена для зчитування інформації з поверхні диска;

– мікропроцесор, що керує механікою привода, оптичною системою і декодує прочитану інформацію у двійковий код.

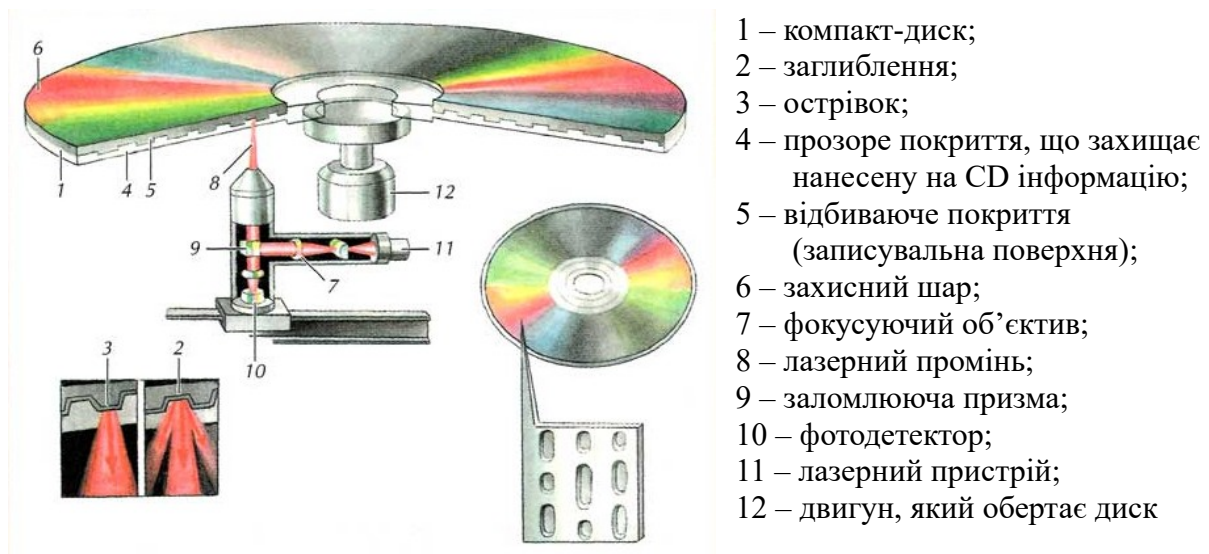


Рисунок 17 – Зчитування інформації з компакт-диска

Основні характеристики CD-ROM:

– *швидкість передачі даних* – вимірюється в кратних частках швидкості програвача аудіокомпакт-дисків (150 Кб/с) і характеризує максимальну швидкість, з якою накопичувач пересилає дані в оперативну пам'ять комп'ютера, наприклад, 2-швидкісний CD-ROM (2x CD-ROM) буде зчитувати дані зі швидкістю 300 Кб/с, 50-швидкісний (50x) - 7500 Кб/с;

– *час доступу* – час, потрібний для пошуку інформації на диску, вимірюється у мілісекундах.

Накопичувач CD-R (CD-Recordable). Зовні схожий на накопичувач CD-ROM і сумісний з ним за розмірами диска та форматами запису. Дає змогу виконати одноразовий запис і необмежену кількість зчитувань. Запис даних здійснюється за допомогою спеціального програмного забезпечення.

Накопичувач CD-RW (CD-ReWritable). Використовується для багаторазового запису даних, причому можна як просто дописати нову інформацію на вільний простір, так і повністю перезаписати диск новою інформацією (попередні дані знищуються).

Накопичувач DVD (Digital Video Disk). Пристрій для читання цифрових відеозаписів. Зовні DVD-диск схожий на звичайний

CD-ROM (діаметр – 120 мм, товщина 1.2 мм), однак відрізняється від нього тим, що на одному боці DVD-диска може бути записано до 4.7 Гб, а на обох – до 9.4 Гб. У разі використання двошарової схеми запису на одному його боці можна розмістити вже до 8.5 Гб інформації, відповідно на обох боках – близько 17 Гб. DVD-диски допускають також перезапис інформації.

Флеш-пам'ять

Флеш-пам'ять – особливий вид енергонезалежної перезаписуваної напівпровідникової пам'яті (рисунок 18).

Завдяки компактності, дешевизні, механічній міцності, великому обсягу, швидкості роботи і низькому енергоспоживанню, флеш-пам'ять широко використовується в цифрових портативних пристроях і носіях інформації.

Вона може бути прочитана скільки завгодно разів, але писати в таку пам'ять можна лише обмежене число разів (максимально – близько мільйона циклів). Поширена флеш-пам'ять витримує близько 100 тисяч циклів перезапису, це набагато більше, ніж здатна витримати дискета або CD-RW.

Флеш-пам'ять не містить рухомих частин, тому, на відміну від жорстких дисків, більш надійна і компактна.

Серйозним недоліком даної технології є обмежений термін експлуатації носіїв, а також чутливість до електростатичного розряду.

Елементарна комірка зберігання даних флеш-пам'яті являє собою транзистор з плаваючим затвором. Особливість такого транзистора полягає в тому, що він вміє утримувати електрони (заряд). На його основі і розроблено основні типи флеш-пам'яті NAND і NOR. Конкуренції між ними немає, тому що кожен з типів має свої переваги і недоліки. До речі, на їх основі будують гібридні версії, такі як DiNOR і superAND.

Ці типи розрізняються методом поєднання комірок у масив і алгоритмами читання-запису.



Рисунок 18 – Розміри флеш-пам'яті у порівнянні з кульковою ручкою

Конструкція NOR використовує класичну двовимірну матрицю провідників, в якій на перетині рядків і стовпців встановлено по одній клітинці. У такій конструкції легко зчитувати стан конкретного транзистора, подавши позитивну напругу на один стовпець і один рядок.

Конструкція NAND – тривимірний масив. В основі – та сама матриця, що і в NOR, але замість одного транзистора в кожному перетині встановлюється стовпець з послідовно включених комірок.

Технологія NOR дає змогу отримувати швидкий доступ індивідуально до кожної комірки, проте площа комірки велика. Навпаки, NAND мають малу площу комірки, але відносно тривалий доступ відразу до великої групи комірок.

До додаткових функцій флеш-пам'яті можна віднести захист від копіювання, сканер відбитків пальців, модуль шифрування і багато іншого. Так само, якщо материнська плата підтримує завантаження через USB-порт, то її можна використовувати як завантажувальний пристрій.

ЗВУКОВА ІНФОРМАЦІЯ НА ПК

Звукова карта (звукова плата, аудіокарта; англ. Sound card) – додаткове обладнання персонального комп'ютера, що дає можливість обробляти звук (виводити на акустичні системи й / або записувати). На момент появи звукові плати являли собою окремі карти розширення, що встановлюються у відповідний слот (рисунок 19). У сучасних материнських платах представлені у вигляді інтегрованого в материнську плату апаратного кодека (згідно зі специфікацією Intel AC'97 або Intel HD Audio).



Рисунок 19 – Звукова карта ПК

Елементи звукової карти:

- цифро-аналоговий і аналого-цифровий перетворювач (ЦАП / АЦП);
- синтезатор;
- мікросхема, що відповідає за обробку "стиснення звуку";
- чіп об'ємного 3D звучання;

– модуль спецефектів.

Характеристики звукової карти:

– розрядність (число бітів у регістрі звукової карти, визначає точність вимірювання вхідного сигналу):

✓ 20-розрядна (бітна) – для професіоналів і музичних естетів;

✓ 16-бітна – "робоча конячка" на кожен день;

– частота дискретизації (частота оцифровки звуку) – кількість вимірювань вхідного сигналу за 1 с. одне вимірювання за 1 с відповідає 1 Гц, 1000 вимірювань – 1кГц:

✓ 11 кГц;

✓ 22 кГц;

✓ 44.1 кГц (використовується при записі CD-дисків);

✓ 48 кГц;

– кількість апаратних "голосів" – кількість партій інструментів, які може відтворювати одночасно синтезатор карти при відтворенні MIDI-музики:

✓ 32;

✓ 64;

✓ 128;

– співвідношення "сигнал-шум" – показує, на скільки рівень перешкод у звуковій карті слабший за власне звуковий сигнал:

✓ (50-60) дБ – рівень "китайської підробки";

✓ 75 дБ – базовий рівень "фірмових" карт (Creative);

✓ 90 дБ – музичний центр високої якості;

✓ 100 дБ – новітні звукові карти для професійних музикантів;

– повний дуплекс (full-duplex) – звукова карта може записувати і відтворювати звук одночасно. Актуально для Інтернет-телефону;

– підтримка об'ємного 3D-звуку – звук, що фізично відтворюється колонками, може зазвучати звідусіль – праворуч, ліворуч і навіть за спиною;

– стандарти "тривимірного звучання":

✓ Microsoft Direct Sound 3D (DS3D);

✓ EAX (Environmental Audio eXtensions);

✓ Sensaura 3D;

– підтримка звуку AC-3 (Dolby Digital) для DVD;

– підтримка апаратного декодування MP3.

ПЕРИФЕРІЙНІ АБО ЗОВНІШНІ ПРИСТРОЇ

Це пристрої, розміщені поза системним блоком і задіяні на певному етапі обробки інформації.

Поняття "периферійні пристрої" досить умовне. До їх числа можна віднести, наприклад, накопичувач на компакт-дисках, якщо він виконаний у вигляді самостійного блока і приєднується спеціальним кабелем до зовнішнього роз'ємного з'єднання системного блока. І навпаки, модем може бути вбудованим, тобто конструктивно виконаний як плата розширення, і тоді немає підстав відносити його до периферійних пристроїв.

Стандартні пристрої введення-виведення

Процес взаємодії користувача з ПК неодмінно включає процедури введення вхідних даних та отримання результатів обробки ПК цих даних. Тому обов'язковою частиною типової конфігурації ПК є різноманітні пристрої введення-виведення, серед яких можна виділити стандартні пристрої, без яких сучасний процес діалогу взагалі неможливий, та периферійні, тобто додаткові.

У перших комп'ютерах моніторів не було. Користувачі мали набір світлодіодів, що блимали, і роздрук результатів на принтері.

З розвитком комп'ютерної техніки виникли монітори, і зараз вони є необхідною частиною базової конфігурації ПК.

До стандартних пристроїв введення-виведення належать *монітор, клавіатура та маніпулятор "миша"*.

МОНІТОР

Це стандартний пристрій виведення, призначений для візуального відображення текстових та графічних даних.

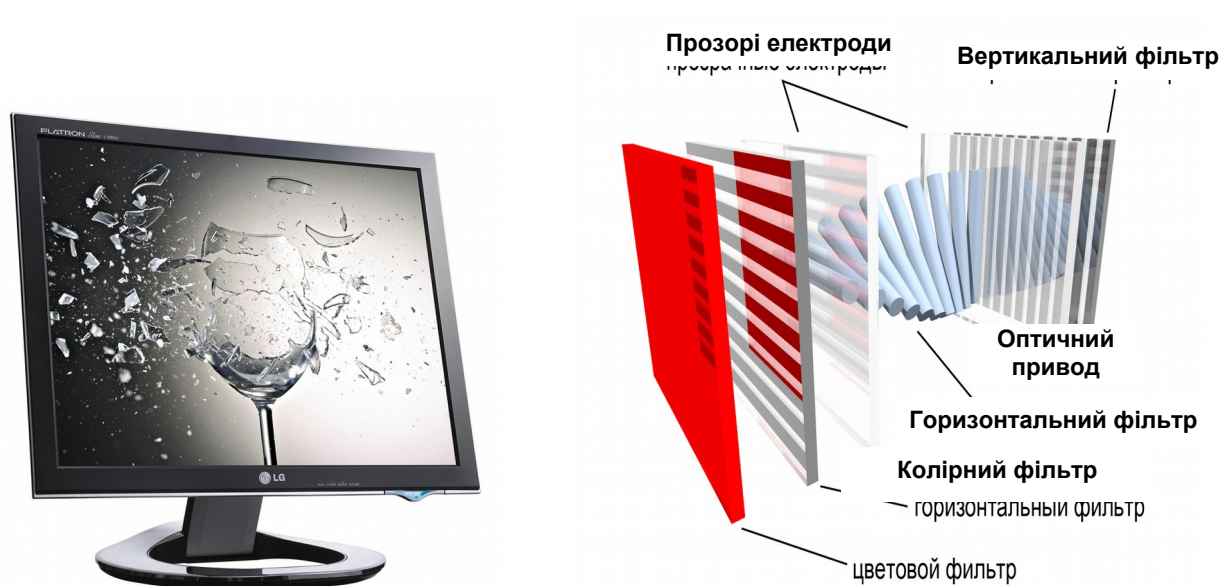
У перших комп'ютерах використовувалися восьмидюймові (по діагоналі) пасивні чорно-білі матриці. З переходом на технологію активних матриць, розмір екрана збільшився. Практично всі сучасні рідкокристалічні монітори використовують панелі на тонкоплівкових транзисторах, що забезпечують яскраве, чітке зображення значно більшого розміру.

Зараз найпоширенішими є дисплеї на рідких кристалах (рисунок 20). Існує два види РК моніторів: DSTN (dual-scan twisted nematic – кристалічні екрани з подвійним скануванням) і TFT (thin film transistor – на тонкоплівкових транзисторах), також їх називають відповідно пасивними і активними матрицями.

Ці монітори зроблені з речовини, яка перебуває у рідкому стані, але при цьому має деякі властивості, притаманні кристалічним тілам. Молекули рідких кристалів під впливом електрики можуть змінювати свою орієнтацію і внаслідок цього змінювати властивості світлового променя, що проходить крізь них.

Конструктивно дисплей складається з РК-матриці (скляної пластини, між шарами якої і розташовуються рідкі кристали), джерел світла для підсвічування, контактної джгута і обрамлення (корпусу), частіше пластикового, з металевою рамкою жорсткості (рисунок 21).

Кожен піксель РК-матриці складається з шару молекул між двома прозорими електродами і двох поляризаційних фільтрів, площини поляризації яких, як правило, перпендикулярні (рисунок 21).



За відсутності напруги кристали шикуються в кручену структуру. Ця структура заломлює світло таким чином, що до другого фільтра площина його поляризації повертається, і через нього світло проходить практично без втрат.

Основні технології при виготовленні РК-дисплеїв: TN + film, IPS(SFT) і MVA. Розрізняються ці технології геометрією поверхонь, полімеру, керуючої пластини і фронтального електрода. Велике значення мають чистота і тип полімеру з властивостями рідких кристалів, застосований у конкретних розробках.

Основні параметри моніторів

Розмір монітора. Екран монітора вимірюється по діагоналі у дюймах. Розміри коливаються від 9 дюймів (23 см) до 42 дюймів (106 см). Оптимальними для масового використання є 17- та 19-дюймові монітори.

Роздільна здатність. У графічному режимі роботи зображення на екрані монітора складається з точок (пікселів). Кількість точок по горизонталі та вертикалі, які монітор здатний відтворити чітко й роздільно, називається його роздільною здатністю. Стандартні режими роздільної здатності: 640x480, 800x600, 1024x768, 1280x768. Ця властивість монітора визначається розміром точки (зерна) екрана. Розмір зерна екрана сучасних моніторів не перевищує 0.28 мм.

Частота регенерації. Цей параметр також називається частотою кадрової розгортки. Він показує, скільки разів за секунду монітор може повністю оновити зображення на екрані. Частота регенерації вимірюється в герцах (Гц). Чим більша частота, тим менша втома очей і тим довше часу можна працювати неперервно. Сьогодні мінімально допустимою вважається частота в 75 Гц, нормальною – 85 Гц, комфортною – 100 Гц і більше. Цей параметр залежить також від характеристик відеоадаптера.

Інтерфейс монітора. РК-монітори за своєю природою є цифровими пристроями, тому "рідним" інтерфейсом для них вважається цифровий інтерфейс DVI, який може володіти двома видами конекторів: DVI-I, що сполучає цифровий та аналоговий сигнали, і DVI-D, що передає тільки цифровий сигнал.

Тип РК-матриці. Базовим компонентом РК-матриці є рідкі кристали. Існує три основних типи рідких кристалів: смектичні, нематичні і холестеричні. За електричними властивостями всі рідкі кристали поділяються на дві основні групи: до першої належать рідкі кристали з позитивною діелектричною анізотропією, до другої – з негативною діелектричною анізотропією.

Кількість кольорів. Усі монітори за своєю природою є RGB-пристроями, тобто колір у них виходить за рахунок змішування в різних пропорціях трьох базових кольорів: червоного, зеленого і синього. Таким чином, кожен РК-піксель складається з трьох кольорових субпікселів. Крім повністю закритого або повністю відкритого стану РК-комірки, можливі й проміжні стани, коли РК-комірка частково відкрита. Це дозволяє формувати колірний відтінок і змішувати колірні відтінки базових кольорів у потрібних пропорціях. При цьому кількість відтворених монітором кольорів теоретично залежить від того, скільки колірних відтінків можна сформувати у кожному колірному каналі.

Для екстраполяції колірних відтінків у 18-бітових матрицях використовуються дві технології (та їх комбінації): dithering (дизеринг) і FRC (Frame Rate Control). Суть технології дизерингу полягає в тому, що відсутні колірні відтінки отримують за рахунок змішування найближчих колірних відтінків сусідніх пікселів. Суть технології FRC полягає в маніпуляції яскравістю окремих субпікселів за допомогою їх додаткового вмикання / вимикання.

Яскравість. Сьогодні в РК-моніторах максимальна яскравість, що декларується в технічній документації, становить від 250 до 500 кд/м². Важливе значення має і той факт, яким чином регулюється яскравість монітора. Регулювання яскравості може проводитися шляхом зміни яскравості ламп підсвічування. Іноді це регулювання здійснюється самою матрицею.

Яскравість – фотометрична величина, що дорівнює відношенню сили світла, випромінюваного поверхнею, до площі її проекції на площину, перпендикулярну осі спостереження.

Контрастність. Визначається як відношення яскравості білого тла до яскравості чорного фону. Як показує досвід, якщо в паспорті вказується контраст більше 350:1, то цього цілком достатньо для нормальної роботи.

Кут огляду. Максимальний кут огляду (як по вертикалі, так і по горизонталі) визначається як кут, при огляді з якого контрастність зображення в центрі становить не менше 10:1. Насправді для користувачів куди більш важливою обставиною є той факт, що при перегляді зображення під кутом до поверхні монітора відбувається не зниження контрастності, а колірні спотворення. Наприклад, червоний колір перетворюється в жовтий, а зелений – у синій.

Час реакції пікселя. Час, який піксель монітора витрачає, щоб перейти від активного (білого) в бездіяльний (чорний) і назад до активного (білого). У РК-моніторах час залежить від типу матриці і вимірюється десятками мілісекунд (у нових TN + film-матрицях час реакції пікселя складає 12 мс), тобто чим він менший, тим швидше на екрані змінюється зображення. Тому більш правильно говорити не про час перемикання пікселя між білим і чорним кольорами, а про середній час перемикання пікселя між півтонами.

Клас захисту монітора визначається стандартом, якому відповідає монітор із точки зору вимог техніки безпеки.

ВІДЕОАДАПТЕР

Роботою монітора керує спеціальна плата, яка називається *відеоадаптером (відеокартою)*.

Відеоадаптер забезпечує інтерфейс між монітором та комп'ютером, передаючи сигнали, які перетворюються на зображення, яке ми бачимо на екрані.

У перших комп'ютерах відеокарти не було. В оперативній пам'яті існувала екранна ділянка пам'яті, в яку процесор заносив дані про зображення. Контролер екрана зчитував дані про яскравість окремих точок екрана з комірок пам'яті і керував розгорткою горизонтального променя електронної гармати монітора. При переході від монохромних моніторів до кольорових і із збільшенням роздільної здатності екрана ділянки відеопам'яті стало недостатньо для збереження графічних даних, а процесор не встигав обробляти зображення. Усі операції, що пов'язані з керуванням екрана, були відокремлені в окремий блок – відеоадаптер.

Разом із монітором відеокарта створює *відеонідсистему* ПК.

Сучасна відеокарта складається з таких частин:

– *графічний процесор* — займається розрахунками виведеного зображення, звільняючи від цього обов'язку центральний процесор, робить розрахунки для обробки команд тривимірної графіки;

– *відеоконтролер* — відповідає за формування зображення у відеопам'яті, дає команди на формування сигналів розгорнення

для монітора й здійснює обробку запитів центрального процесора;

– *відеопам'ять* — виконує роль кадрового буфера, у якому зберігається зображення, що генерується й постійно змінюється графічним процесором і виводиться на екран монітора;

– *цифро-аналоговий перетворювач* – служить для перетворення зображення, формованого відеоконтролером, у рівні інтенсивності кольорів, що подаються на аналоговий монітор;

– *відео-ПЗП* – постійний запам'ятовувальний пристрій, у який записані відео-ВІОС, екранні шрифти, службові таблиці тощо;

– *система охолодження* – призначена для збереження температурного режиму відеопроцесора й відеопам'яті в допустимих межах.

Сформоване графічне зображення зберігається у внутрішній пам'яті відеоадаптера, яка називається *відеопам'яттю*. Необхідна ємність відеопам'яті залежить від заданої роздільної здатності та палітри кольорів, тому для роботи в режимах із високою роздільною здатністю та повноцінною кольоровою гаммою потрібно якомога більше відеопам'яті.

КЛАВІАТУРА

Це стандартний клавішний пристрій введення, призначений для введення алфавітно-цифрових даних та команд керування.

Клавіатури мають по 101-104 клавіші, розміщені за стандартом QWERTY (рисунок 22). Усю сукупність клавішів клавіатури розбито на декілька функціональних груп: *алфавітно-цифрові; функціональні; керування курсором; службові; клавіші додаткової панелі.*



Рисунок 22 – Мультимедійна клавіатура

Мультимедійні клавіатури. Мультимедійна комп'ютерна клавіатура здатна керувати гучністю звуку і мережевою поведінкою комп'ютера.

Багато сучасних комп'ютерних клавіатур, крім стандартного набору з 104 клавіш, забезпечуються додатковими клавішами (як

правило, іншого розміру і форми), які призначені для спрощеного керування деякими основними функціями комп'ютера:

- керування гучністю звуку: голосніше, тихіше, включити або виключити звук;

- керування лотком у приводі для компакт-дисків: витягти диск, прийняти диск;

- керування аудіопрогравачем: грати, поставити на паузу, зупинити відтворення, перемотати аудіозапис вперед або назад, перейти до попереднього або наступного запису;

- керування мережевими можливостями комп'ютера: відкрити поштову програму, відкрити браузер, показати домашню сторінку, рухатися вперед або назад по історії відвіданих сторінок, відкрити пошукову систему;

- керування найбільш популярними програмами: відкрити калькулятор, відкрити файловий менеджер;

- керування станом вікон операційної системи: згорнути вікно, закрити вікно, перейти до наступного або попереднього вікна;

- керування станом комп'ютера: перевести в режим очікування, перевести в сплячий режим комп'ютер, вимкнути комп'ютер.

Оскільки багато з цих функцій (керування звуком і відтворенням звукозаписів, керування компакт-дисками тощо) належать до сфери мультимедіа, то такі клавіатури часто називаються "мультимедійними клавіатурами".

Клавіатури, що програмуються. Розроблено клавіатури, в яких призначення і зовнішній вигляд клавіш змінюється програмним чином залежно від обраного набору символів і навіть від запущеної у даний момент програми. Кожна клавіша фактично являє собою міні-дисплей, що відображає її поточне призначення. Це можуть бути не тільки символи різних алфавітів, але і піктограми "гарячих" клавіш програми.

МАНІПУЛЯТОР "МИША"

Комп'ютерна миша (просто "миша" або "мишка") – механічний маніпулятор, що перетворює рух у керуючий сигнал. Зокрема, сигнал може бути використаний для позиціонування курсору або прокрутки сторінок.

Широко використовується у зв'язку з появою графічного інтерфейсу користувача на ПК. Крім мишок, зустрічаються інші

пристрої введення аналогічного призначення: трекболи, тачпади, графічні планшети, сенсорні екрани.

Миша сприймає своє переміщення в робочій площині (зазвичай – на ділянці поверхні столу) і передає цю інформацію комп'ютеру. Програма, що працює на комп'ютері, у відповідь на переміщення миші проводить на екрані дію, що відповідає напрямку і віддалі цього переміщення. У різних інтерфейсах (наприклад, у віконних) за допомогою миші користувач керує спеціальним курсором (покажчиком) – маніпулятором елементами інтерфейсу. Іноді використовується введення команд мишею без участі видимих елементів інтерфейсу програми: за допомогою аналізу рухів миші. Такий спосіб отримав назву "жести мишею" (англ. Mouse gestures).

На додаток до датчика переміщення, миша має одну і більше кнопок, а також додаткові деталі керування (колеса прокрутки, потенціометри, джойстики, трекболи, клавіші і т. ін.), дія яких зазвичай пов'язується з поточним положенням курсора.

За способом зчитування інформації миші бувають:

- оптико-механічні – кулька передає команди роликам і тим самим керує курсором;
- оптичні – побудовані на світлодіоді.

За способом з'єднання:

- провідні;
- безпроводні.

В оптико-механічних мишах основним робочим органом є масивна куля (металева, покрита гумою). При переміщенні миші по

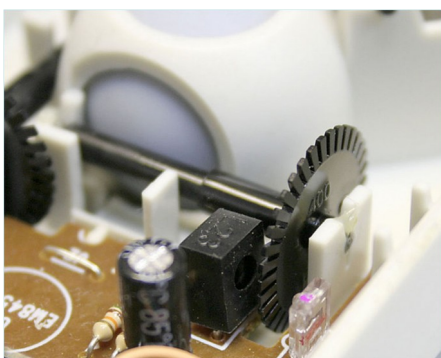


Рисунок 23 – Механізм оптико-механічної "миші"

поверхні вона обертається, обертання передається двом валам, положення яких прочитується інфрачервоними оптопарами (тобто парами "світло-випромінювач-фотоприймач") і потім перетворюється в електричний сигнал, що керує рухом покажчика миші на екрані монітора (рисунок 23).

Головним "ворогом" такої миші є забруднення.

В оптичних та лазерних мишах джерело світла, що розміщене всередині миші, освітлює поверхню, а відбите світло фіксується фотоприймачем і перетворюється в переміщення курсору на екрані.

Оптичні датчики покликані безпосередньо відстежувати переміщення робочої поверхні відносно миші. Відсутність механічної складової забезпечило більш високу надійність і дало змогу збільшити роздільну здатність детектора.

Останніми роками був розроблений новий, більш досконалий різновид оптичного датчика, що використовує для підсвічування напівпровідниковий лазер.

Найбільше незручностей користувачеві завдає інтерфейсний провід миші, який повсякчас плутається і чіпляється. Щоб позбутися його, використовують радіо- чи інфрачервоний інтерфейси (рисунок 24).

Бездротові миші і клавіатури вже давно і міцно увійшли в повсякденність користувачів ПК. Все почалося з інфрачервоного бездротового зв'язку, потім його витіснив бездротовий радіозв'язок. Від виробництва звичайних бездротових мишей виробники поступово прийшли до випуску бездротових наборів, що включають у себе не тільки мишу, але так само і клавіатуру.

Миші з радіоінтерфейсом не потребують проводів, а приймач їх сигналу підключається до USB-роз'єму комп'ютера. Бездротова миша живиться від батарейок.

Найперспективніші конкуренти перелічених мишей – сенсорні екрани.

Тривимірна миша (3D) – пристрій, типу джойстика, але такий, що працює з професійними програмами DCC, CAD / CAM, CAE і т. д. (рисунок 25).

Дає можливість здійснювати навігацію у віртуальному тривимірному або двовимірному просторі і призначений для збільшення швидкості роботи дизайнера. Тривимірна миша може здійснювати такі дії – це Pan / Zoom (Панорамування / Масштабування), Tilt / Spin / Roll (Нахил / Обертання / Крен). А так само допомагати виконувати анімацію і налаштування різних параметрів вашої 3D-програми.



Рисунок 24 – Маніпулятор "миша" з інфрачервоним інтерфейсом

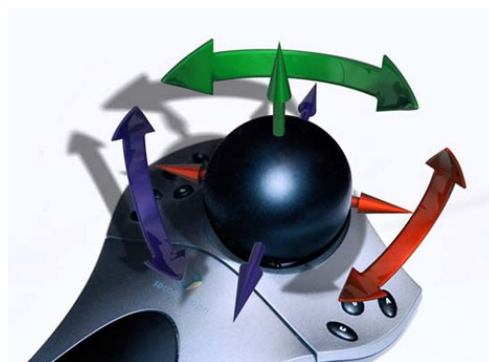


Рисунок 25 – 3D-"миша"

ПРИНТЕРИ

Призначені для виведення інформації на тверді носії, здебільшого на папір. Існує велика кількість різноманітних моделей принтерів, що різняться принципом дії, інтерфейсом, продуктивністю та функціональними можливостями. За принципом дії розрізняють: *матричні*, *струменеві* та *лазерні* принтери.

Матричні принтери

Основною перевагою є низька ціна та універсальність, тобто спроможність друкувати на папері будь-якої якості.

Друкування відбувається за допомогою вбудованої у друкувальний вузол матриці, що складається з декількох голок. Папір втягується у принтер за допомогою вала. Між папером та друкувальним вузлом розташовується фарбувальна стрічка. При ударі голки по стрічці на папері з'являються крапки. Голки, що розташовані у друкувальному вузлі, керуються електромагнітом. Сам друкувальний вузол пересувається по горизонталі і керується кроковим двигуном. Під час просування друкувального вузла по рядку, на папері з'являються відбитки символів, складених із крапок. У пам'яті принтера містяться коди окремих літер, знаків тощо. Ці коди визначають, які голки і в який момент слід активізувати для друкування певного символу. Матриця може мати 9, 18 або 24 голки.

Струменеві принтери

У друкувальному вузлі розташовані капілярні розпилювачі та резервуар із чорнилом (рисунки 26).

Існують два методи розпилення чорнила:

- п'єзоелектричний метод;
- метод газових пухирців.

У кожному розпилювачі п'єзоелектричного вузла встановлено плоский п'єзоелемент, що зв'язаний з діафрагмою. При друці він стискає й розтискає діафрагму, викликаючи розпилення чорнил через розпилювач. При потраплянні потоку аерозолі на носій друкується точка (в моделях принтерів фірм Epson, Brother).



Рисунок 26 – Струменевий принтер

При методі газових пухирців кожний розпилювач обладнано нагрівачим елементом. Якщо через цей елемент проходить мікросекундний імпульс струму, чорнила нагріваються до температури кипіння і утворюються пухирці, які витискують чорнила з розпилювача, що утворюють відбитки на носії (в моделях принтерів фірм Hewlett Packard, Canon).

Кольоровий друк виконується шляхом змішування різних кольорів у певних пропорціях. Переважно у струменевих принтерах реалізується колірна модель СМҮК (Cyan-Magenta-Yellow). Змішування не може надати чистий чорний колір і тому в складову входить чорний колір (Black).

При кольоровому друкуванні картридж містить 3 або 4 резервуари з чорнилами. Друкувальний вузол проходить по одному місцю аркуша декілька разів, додаючи потрібну кількість чорнил різного кольору. Після змішування чорнил на аркуші з'являється ділянка потрібного кольору.

Характеристики струменевих принтерів.

– *швидкість друкування.* Друкування у режимі нормальної яко-сті складає 3-4 сторінки у хвилину. Кольоровий друк трохи довший;

– *якість друкування.* Дорогі моделі струменевих принтерів із великою кількістю розпилювачів забезпечують високу якість зображення. Але велике значення має якість і товщина паперу. Щоб позбутися ефекту розтікання чорнил, деякі принтери застосовують підігрів паперу;

– *роздільна здатність.* Для друкування графічних зображень роздільна здатність складає від 300 до 720 dpi (*dpi – dots per inch – крапок на дюйм*).

– *вибір носія.* Друк неможливий на рулонному папері.

Лазерні принтери

Сучасні лазерні принтери дають можливість досягнути найбільш високої якості друку (рисунк 27). Якість наближена до фотографічної.

У більшості лазерних принтерів використовується механізм друкування, як у копіювальних апаратах. Основним вузлом є рухомий барабан, що наносить



Рисунок 27 –
Лазерний принтер

зображення на папір. Барабан являє собою металевий циліндр, що покритий шаром напівпровідника. Поверхня барабана статично заряджається розрядом. Промінь лазера, що скерований на барабан, змінює електростатичний заряд у точці попадання і створює на поверхні барабана електростатичну копію зображення. Після цього на барабан наноситься шар фарбувального порошку (тонера). Частки тонера притягуються лише до електрично заряджених точок.

Папір втягується з лотка, і йому передається електричний заряд. При накладанні на барабан, аркуш притягує на себе частки тонера з барабана. Для фіксації тонера папір знов заряджається й проходить між валами, нагрітими до 180 градусів. По закінченні барабан розряджається, очищується від тонера і знову використовується.

При кольоровому друці зображення формується змішуванням тонерів різного кольору за 4 проходження аркуша через механізм. За кожен прохід на папір наноситься певна кількість тонера одного кольору.

Кольоровий лазерний принтер є складним електронним пристроєм з 4 резервуарами для тонера, оперативною пам'яттю, процесором та жорстким диском, що відповідно збільшує його габарити та ціну.

Характеристики лазерних принтерів.

– *швидкість друкування.* Визначається швидкістю механічного протягування аркуша та швидкістю обробки даних, що надходять із комп'ютера. Середня швидкість друку 4-16 сторінок за хвилину;

– *роздільна здатність.* У сучасних лазерних принтерах сягає 2400 dpi. Стандартним вважається значення в 300 dpi. *Наприклад, при роздільній здатності 300 dpi на сторінці формату А4 буде майже 9 млн крапок і потрібно розрахувати координати кожної з них;*

– *пам'ять.* Робота лазерного принтера пов'язана з величезними обчисленнями. Швидкість обробки інформації залежить від тактової частоти процесора та об'єму оперативної пам'яті принтера. Об'єм оперативної пам'яті чорно-білого лазерного принтера складає не менше 1 Мб, у кольорових лазерних принтерах значно більше;

– *папір.* Використовується якісний папір формату А4. Існують моделі для формату А3. У деяких лазерних принтерах є можливість використання рулонного паперу. Термін роботи та

якість роботи лазерного принтера залежить від барабана. Ресурс барабана дешевих моделей 40-60 тисяч сторінок.

СКАНЕР

Пристрій, який дає змогу вводити в комп'ютер чорно-біле або кольорове зображення, прочитувати графічну і текстову інформацію (рисунок 28).

Сканер використовують у випадку, коли виникає потреба ввести в комп'ютер із наявного оригіналу текст і/або графічне зображення для його подальшого оброблення (редагування і т. д.).



Рисунок 28 – Сканер

Сканована інформація потім обробляється за допомогою спеціального програмного забезпечення (наприклад, програмою FineReader) і зберігається у вигляді текстового або графічного файлу.

Основним елементом сканера є CCD-матриця (Charge Coupled Device – пристрій із зарядовим зв'язком) або PMT (PhotoMultiplier Tube – фотомножник). Колби-фотомножники використовуються лише у складних і дорогих барабанних професійних сканерах, тому доцільніше розглядати принцип дії сканерів із CCD-матрицею. CCD-матриця – це набір діодів, що реагують на світло при дії зовнішньої напруги. Від якості матриці залежить якість розпізнавання зображення.

Дешеві моделі розпізнають наявність/відсутність кольору, складні моделі – відтінки сірого кольору, ще складніші – всі кольори. Аркуш, що сканується, освітлюється ксеноновою лампою або набором світлодіодів. Відбитий промінь за допомогою системи дзеркал або лінз проектується на CCD-матрицю. Під дією світла та зовнішньої напруги матриця генерує аналоговий сигнал, що змінюється при переміщенні відносно неї аркуша та інтенсивності відображення різних елементарних фрагментів. Сигнал подається на аналого-цифровий перетворювач, де він оцифровується (представляється у вигляді набору нулів та одиниць) і передається у пам'ять комп'ютера.

Існують *два способи сканування*: переміщення аркуша відносно нерухомої CCD-матриці або переміщення світлочутливого елемента при нерухомому аркуші.

Моделі сканерів різняться методом сканування, допустимим розміром оригіналу та якістю оптичної системи. За способом організації переміщення зчитувального вузла відносно оригіналу сканери поділяються на планшетні, барабанні та ручні.

У *планшетних* сканерах оригінал кладуть на скло, під яким рухається оптико-електронний зчитувальний пристрій.

У *барабанних* сканерах оригінал через вхідну щілину втягується барабаном у транспортний тракт і пропускається повз нерухомий зчитувальний пристрій. Барабанні сканери не дають змоги сканувати книги, переплетені брошури тощо.

Ручний сканер необхідно плавно переміщувати вручну по поверхні оригіналу, що не дуже зручно.

Характеристики сканерів:

– *роздільна здатність*. Сканер розглядає об'єкт як набір окремих точок (пікселів). Щільність пікселів (кількість на одиницю площі) називається роздільною здатністю сканера і вимірюється у dpi. Пікселі розташовуються рядами, утворюючи зображення. Процес сканування відбувається по рядках, весь рядок сканується одночасно. Звичайна роздільна здатність сканера становить 200-720 dpi. Більше значення (понад 1000) відображає інтерполяційну роздільну здатність, досягнуту програмним шляхом із використанням математичної обробки параметрів, розташованих поруч точок зображення. Якість відсканованого матеріалу залежить також від оптичної роздільної здатності (визначається кількістю світлочутливих діодів CCD-матриці на дюйм) та механічної роздільної здатності (визначається дискретністю руху світлочутливого елемента або системи дзеркал відносно аркуша). Вибір роздільної здатності визначається застосуванням результатів сканування: для художніх зображень, які потрібно друкувати на фотонабірних машинах, роздільна здатність має складати 1000-1200 dpi, для друкування зображення на лазерному або струменевому принтері – 300-600 dpi, для перегляду зображення на екрані монітора – 100-200 dpi, для розпізнавання тексту – 200-400 dpi;

– *глибина уявлення кольорів*. При перетворенні оригіналу у цифрову форму зберігаються дані про кожний піксель зображення. Прості сканери визначають наявність або відсутність кольору, результуюче зображення буде чорно-білим. Для представлення пікселів достатньо одного розряду (0 або 1). Для передачі відтінків

сірого між чорним та білим кольором необхідно як мінімум 4 розряди (16 відтінків) і 8 розрядів (256 відтінків). Чим більше розрядів, тим якісніше передаються кольори. Більшість сучасних кольорових сканерів підтримують глибину кольору 24 розряди. Відповідно сканер дає змогу розпізнавати близько 16 млн кольорів, і можна якісно сканувати фотографії. На ринку сканерів є моделі, що мають глибину уявлення кольору 30 і 34 розряди;

– *динамічний діапазон*. Діапазон оптичної щільності, визначає спектр напівтонів. Оптична щільність визначається як відношення падаючого світла до відображеного і коливається у діапазоні від 0.0 (абсолютне біле тіло) до 4.0 (абсолютно чорне тіло). Значення діапазону доповнюється літерою D і визначає ступінь його чутливості. Більшість планшетних сканерів мають стандартний діапазон 2.4 D, важко розрізняють близькі відтінки одного кольору, але цього достатньо для непрофесійного користувача;

– *метод сканування*. Якість сканованого кольорового зображення залежить від методу накопичення даних сканером. Розрізняють два основних методи, що відрізняються кількістю проходів CCD-матриці над оригіналом. Перші сканери використовували 3-прохідне сканування. При кожному проході сканувався один із кольорів палітри RGB. Сучасні сканери використовують однопрохідну методику, яка розділяє світловий промінь на складові за допомогою призми;

– *область сканування*. Максимальний розмір зображення, що сканується. Ручні сканери – до 105 мм, барабанні, планшетні сканери – від формату A4 до Full Legar (8.5'x14');

– *швидкість сканування*. Немає стандартної методики, що визначає продуктивність сканера. Виробники вказують кількість мілісекунд сканування одного рядка. Але потрібно враховувати також спосіб під'єднання до комп'ютера, драйвер, схему передачі кольорів, роздільну здатність. Тому швидкість сканування визначається експериментальним шляхом.

МОДЕМ

Модем (акронім, складений зі слів модулятор і демодулятор) – пристрій, що застосовується в системах зв'язку для фізичного сполучення інформаційного сигналу з середовищем його поширення, де він не може існувати без адаптації (рисунок 29).



Рисунок 29 –
ADSL-модем

Модулятор у модемі здійснює модуляцію несучого сигналу при передачі даних, тобто змінює його характеристики відповідно до змін вхідного інформаційного сигналу, *демодулятор* здійснює зворотний процес при прийомі даних з каналу зв'язку. Модем виконує функцію кінцевого обладнання лінії зв'язку. Саме формування даних для передачі та обробки прийнятих даних здійснює так зване термінальне обладнання (в його ролі

може виступати і ПК).

Модеми широко застосовуються для зв'язку комп'ютерів через телефонну мережу (телефонний модем), кабельну мережу (кабельний модем), радіохвилі (en: Packet_radio, радіорелейний зв'язок). Раніше модеми застосовувалися також у стільникових телефонах (поки не були витіснені цифровими способами передачі даних).

За виконанням модеми підрозділяються так:

– *зовнішні* – підключаються через COM-, LPT- [1], USB- або Ethernet-порт, зазвичай мають окремий блок живлення (існують і USB-модеми з живленням від шини USB);

– *внутрішні* – додатково встановлюються всередину системного блока або ноутбука (у слот ISA, PCI, PCI-E, PCMCIA, AMR / CNR);

– *вбудовані* – є частиною пристрою, куди вбудовані (материнської плати, ноутбука або док-станції).

За принципом роботи модеми бувають:

– *апаратні* – всі операції перетворення сигналу, підтримка фізичних протоколів обміну виробляються вбудованим у модем обчислювачем (наприклад, з використанням DSP або мікроконтролера). Також в апаратному модемі міститься ПЗУ, в якому записана мікропрограма, що керує модемом;

– *програмні* (софт-модеми, host based soft-modem) – всі операції з кодування сигналу, контролю помилок і керування протоколами реалізовані програмно і виробляються центральним процесором комп'ютера. В модемі містяться тільки вхідні /

вихідні аналогові ланцюги і перетворювачі (ЦАП і АЦП), а також контролер інтерфейсу (наприклад USB);

– *напівпрограмні* (controller based soft-modem) – модеми, в яких частину функцій модема виконує комп'ютер.

За *типом мережі і з'єднання* існують:

– модеми для телефонних ліній;

– модеми для комутованих телефонних ліній – найбільш поширений у ХХ столітті і 2000-х роках тип модемів. Використовують комутований віддалений доступ;

– ISDN – модеми для цифрових комутованих телефонних ліній;

– DSL – використовуються для організації виділених (некомутованих) ліній засобами звичайної телефонної мережі. Відрізняються від комутованих модемів тим, що використовують інший частотний діапазон, а також тим, що по телефонних лініях сигнал передається тільки до АТС. Зазвичай дають змогу одночасно з обміном даними здійснювати використання телефонної лінії для переговорів;

– кабельні модеми – використовуються для обміну даними по спеціалізованих кабелях – наприклад, через кабель колективного телебачення по протоколу DOCSIS;

– радіомодеми – працюють у радіодіапазоні, використовують власні набори частот і протоколи;

– бездротові модеми – працюють по протоколах стільникового зв'язку (GPRS, EDGE, 3G, LTE) або Wi-Fi. Часто мають виконання у вигляді USB-брелока. В якості таких модемів також часто використовують термінали мобільного зв'язку;

– супутникові модеми – використовуються для організації супутникового Інтернету. Приймають і обробляють сигнал, отриманий із супутника;

– PowerLine-модеми (стандарт HomePlug) – використовують технологію передачі даних по проводах побутової електричної мережі.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1 Бройдо, В.Л. Архитектура ЭВМ и систем [Текст]: учебн. для вузов / В.Л. Бройдо, О.П. Ильина. — СПб.: Питер, 2009. — 720 с.

2 Горнец, Н.Н. ЭВМ и периферийные устройства. Компьютеры и вычислительные системы [Текст]: учебн. для студ. учреждений высш. проф. образования / Н.Н. Горнец, А.Г. Рощин. — М.: Издательский центр «Академия», 2012. — 240 с.

3 Горнец, Н.Н. Периферийные устройства современных компьютеров [Текст]: учеб. пособие для вузов; сер. Высшее образование / Н.Н. Горнец. — М.: ДРОФА, 2010. — 320 с.

4 Жмакин, А.П. Архитектура ЭВМ [Текст]: учебн. для вузов / А.П. Жмакин. — 2-е изд. — СПб.: БХВ-Петербург, 2010. — 352 с.

5 Колесниченко, О.В. Аппаратные средства РС [Текст] / О.В. Колесниченко, И.В. Шишигин, В.Г. Соломенчук. — 6-е изд. — СПб.: БХВ-Петербург, 2010. — 782 с.

6 Кондратьев, Г. Железо ПК [Текст] / Г. Кондратьев, В. Пташинский. — СПб.: Питер, 2008. — 224 с.

7 Кузьмин, А.В. Flash-память и другие современные носители информации [Текст] / Сер.: Массовая радиобиблиотека. Вып. 1274. — М.: Горячая линия-Телеком, 2005. — 80 с.

8 Леонтьев, В.П. Компьютер + Интернет [Текст]: самоучитель. Сер. Новейшая энциклопедия. — М.: ОЛМА Медиа Групп, 2013. — 960 с.

9 Сенкевич, А.В. Архитектура ЭВМ и вычислительные системы [Текст]: учебн. для студ. учреждений сред. проф. образования / А.В. Сенкевич. — М.: Академия, 2014. — 240 с.

10 Сидоров, В.Д. Аппаратное обеспечение ЭВМ [Текст]: учебн. для проф. образования / В.Д. Сидоров, Н.В. Струмпы. — 3-е изд. — М.: Академия, 2014. — 336 с.

11 Соломенчук, В.Г. Аппаратные средства РС [Текст] / В.Г. Соломенчук. — СПб.: БХВ-Петербург, 2010. — 800 с.

12 Таненбаум, Э. Архитектура компьютера + CD [Текст] / Э. Таненбаум, Т. Остин. — 6-е изд. — СПб.: Питер, 2013. — 811 с.

13 Чистяков, В.Д. Анатомия ПК. Все о компьютерном железе [Текст] / В.Д. Чистяков. — М.: НТ Пресс, 2007. — 160 с.