

Міністерство освіти і науки України  
Донбаська державна машинобудівна академія (ДДМА)

**Л. В. Нечволода,**

**Т. В. Решетняк**

**І. І. Сташкевич**

# **АРХІТЕКТУРА ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ**

**Навчальний посібник**

**для здобувачів вищої освіти спеціальностей**

**124 «Системний аналіз», 126 «Інформаційні системи та технології»**

Затверджено  
на засіданні вченої ради  
Протокол № 11 від 29.06.23

Краматорськ–Тернопіль  
ДДМА  
2023

УДК 004.2  
Н 59

**Рецензенти:**

*Борисенко А. М.*, д-р техн. наук, проф. кафедри теоретичних основ електротехніки НТУ «ХПІ»;

*Зиков І. С.*, канд. техн. наук, доц., проф. кафедри комп'ютерної інженерії та програмування НТУ «ХПІ».

**Нечволода, Л. В.**

Н 59 Архітектура обчислювальних систем : навчальний посібник для здобувачів вищої освіти спеціальностей 124 «Системний аналіз», 126 «Інформаційні системи та технології» / Л. В. Нечволода, Т. В. Решетняк, І. І. Сташкевич. – Вид. 2-ге, перероб. і доп. – Краматорськ–Тернопіль : ДДМА, 2023. – 204 с.

ISBN 978-617-7889-41-9.

Викладено основні теоретичні аспекти дисципліни «Архітектура обчислювальних систем», розглядаються теоретичні та практичні аспекти будови і використання обчислювальних систем.

**УДК 004.2**

© Л. В. Нечволода,  
Т. В. Решетняк,  
І. І. Сташкевич, 2023  
© ДДМА, 2023

ISBN 978-617-7889-41-9

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	4
1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ АРХІТЕКТУРИ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ .....	4
1.1 Загальна архітектура обчислювальної машини .....	5
1.1.1 Становлення та еволюція цифрової обчислювальної техніки .....	5
1.1.2 Класична схема ЕОМ. Фон-нейманівська архітектура .....	12
1.1.3 Гарвардська архітектура .....	20
1.1.4 Базова апаратна конфігурація ЕОМ .....	25
1.2 Системи фізичного та логічного обміну персонального комп'ютера .....	36
1.2.1 Регістри, сегментація та адресація .....	36
1.2.2 Класифікація та типова структура мікропроцесорів .....	42
1.2.3 Використання пам'яті в обчислювальних системах .....	54
1.2.4 Модулі оперативної пам'яті DDR SDRAM і варіанти конструктивного виконання .....	64
1.3 Графічні системи та системи відображення .....	73
1.3.1 Відеокарти та їхні особливості .....	73
1.3.2 Сучасні монітори .....	82
1.3.3 Рідкокристалічні монітори .....	89
1.4 Оцінювання і збільшення швидкодії персонального комп'ютера .....	102
1.4.1 Будова й принцип роботи жорсткого диска .....	102
1.4.2 Оцінювання і збільшення швидкодії ПК .....	116
1.4.3 Вибір оптимальної конфігурації комп'ютера .....	121
2 ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ .....	127
2.1 Лабораторна робота 1. Основи діагностики мережі .....	127
2.2 Лабораторна робота 2. Системи числення .....	132
2.3 Лабораторна робота 3. Архітектура персонального комп'ютера. Робота з BIOS .....	144
2.4 Лабораторна робота 4. Аналіз продуктивності персонального комп'ютера. Прискорення роботи .....	164
2.5 Лабораторна робота 5. Програми діагностики персонального комп'ютера .....	173
2.6 Лабораторна робота 6. Розроблення програм користувача для діагностики деяких параметрів персонального комп'ютера .....	186
ЛІТЕРАТУРА .....	203

## ВСТУП

Сучасний персональний комп'ютер є складним комплексом технічних засобів, які функціонують як єдине ціле та виконують загальне завдання з керування інформаційними потоками. Головне завдання комп'ютера – виконувати оброблення інформації шляхом реалізації різних інформаційних процесів відповідно до заданого алгоритму. Основними процесами у комп'ютері є обчислювальні (до них відносять арифметичні та логічні операції), тому його ще називають обчислювальною машиною або електронно-обчислювальною машиною. Комп'ютерна система – це комплекс програмного забезпечення, обчислювального й телекомунікаційного обладнання, засобів введення і виведення даних, що створюють єдине середовище для вирішення завдань користувачів. Сучасні комп'ютери – це, як правило, обчислювальна (або комп'ютерна) система.

У посібнику викладено основні теоретичні та практичні аспекти будови і використання обчислювальних систем, особливості побудови електронно-обчислювальних машин та архітектури складних обчислювальних систем. Розглянуто підхід до побудови обчислювальних машин, гарвардську архітектуру та класичну електронну машину фон Неймана, а також історію розвитку комп'ютерної техніки та її вплив на сучасний стан обчислювальних систем.

Посібник містить детальний розгляд базових складових персонального комп'ютера, а саме: аналіз роботи систем пам'яті, архітектуру та види жорстких дисків, опис сучасних технологій виготовлення відеокарт і відеосистем (моніторів), детальний розгляд принципів роботи мікропроцесорів і мікрочіпів. Будова електронних компонентів розглядається на сучасних прикладах, пропонуються схеми складових персональних комп'ютерів.

З метою поєднання теоретичних знань та їх застосування на практиці в лекційному матеріалі представлено вирішення завдань з оцінки та збільшення швидкодії персонального комп'ютера, а також розглянуто принципи вибору оптимальної конфігурації обчислювальних систем. Додатково наведено можливі технічні проблеми та несправності, що можуть виникати з електронно-обчислювальною технікою, методи їх діагностики й усунення.

Для закріплення теоретичних знань пропонується серія лабораторних робіт, що спрямовані на формування практичних навичок налаштування сучасних електронно-обчислювальних машин і комп'ютерних мереж. Лабораторні роботи містять детальні інструкції щодо застосування елементів електронної техніки, особливостей їх оцінювання та вибору для домашнього та промислового використання. Також пропонується застосування готових програм і простих власних розробок на мовах програмування для визначення стану персонального комп'ютера. Практичні завдання містять елементи творчого підходу, що дозволяє розвинути у здобувачів вищої освіти елементи креативного мислення при вирішенні проблемних і нестандартних задач.

# 1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ АРХІТЕКТУРИ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ

## 1.1 Загальна архітектура обчислювальної машини

### 1.1.1 Становлення та еволюція цифрової обчислювальної техніки

#### План

1.1.1.1 Рівні деталізації структури обчислювальної машини.

1.1.1.2 Еволюція засобів автоматизації обчислень.

1.1.1.3 Основні принципи й концепції обчислювальної машини.

#### 1.1.1.1 Рівні деталізації структури обчислювальної машини

**Обчислювальна машина** – це комплекс технічних і програмних засобів, призначений для автоматизації підготовки та розв’язання завдань користувачів.

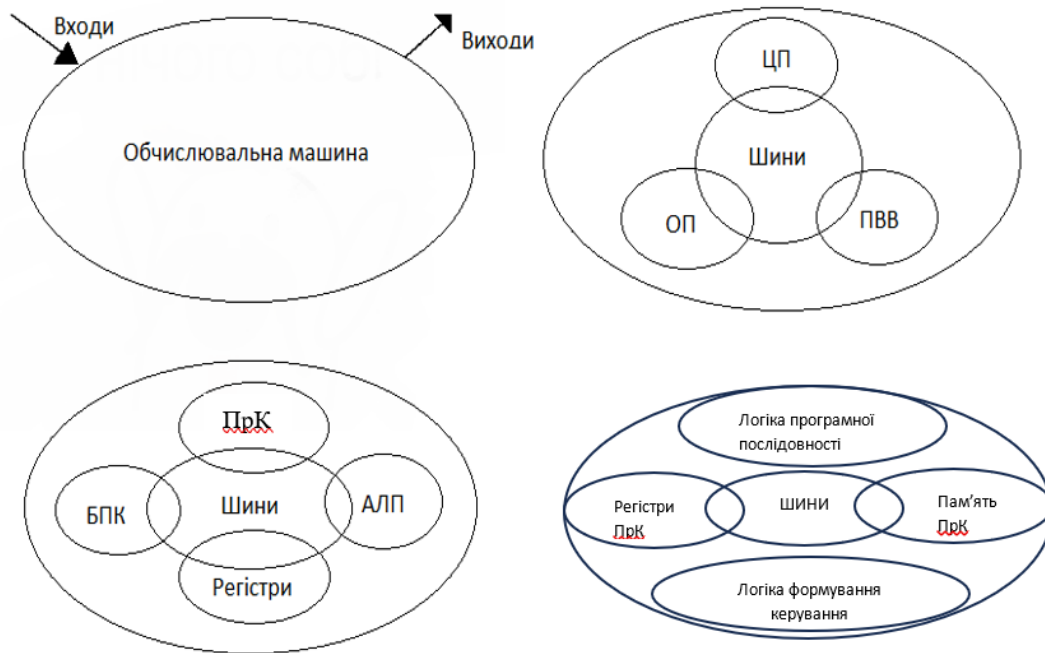
**Обчислювальна система** – це сукупність взаємопов’язаних і взаємодіючих процесорів або обчислювальних машин, периферійного обладнання та програмного забезпечення, призначена для підготовки і розв’язання задач користувачів.

Під **архітектурою обчислювальної машини** зазвичай розуміється логічна побудова ОМ, тобто те, як машина представляється програмісту. З розгляду випадають питання фізичного побудови обчислювальних засобів: склад пристроїв, кількість регістрів процесора, ємність пам’яті, наявність спеціального блока для оброблення дійсних чисел, тактова частота центрального процесора тощо. Це коло питань прийнято визначати поняттям організація обчислювальної машини.

На першому рівні обчислювальна машина розглядається як пристрій, здатний зберігати й обробляти інформацію, а також обмінюватися даними із зовнішнім світом (рис. 1.1, а). ОМ видається «чорним ящиком», котрий може бути підключений до комунікаційної мережі і до якого, в свою чергу, можуть приєднуватися периферійні пристрої.

Рівень загальної архітектури (рис. 1.1, б) передбачає подання ОМ у вигляді чотирьох складових: центрального процесора (ЦП), основної пам’яті (ОП), пристрою введення / виведення (ПВВ) і системи шин.

На третьому рівні деталізується кожний з пристроїв другого рівня. Для прикладу взято центральний процесор (рис. 1.1, в). У найпростішому варіанті в ньому можна виділити: арифметико-логічний пристрій (АЛП), що забезпечує оброблення цілих чисел; блок оброблення чисел в форматі з плаваючою комою (БПК); регістри процесора, що використовуються для короткострокового зберігання команд, даних і адрес; пристрій керування (ПрК), що забезпечує спільне функціонування пристроїв ОМ; внутрішні шини.



*а – рівень «чорного ящика»; б – рівень загальної архітектури;  
в – рівень архітектури центрального процесора;  
г – рівень архітектури пристрою керування*

*Рисунок 1.1 – Рівні деталізації обчислювальної машини*

На четвертому рівні деталізуються елементи третього рівня. Так, на рисунку 1.1 г) розкрито структуру пристрою керування. ПрК представлено у вигляді чотирьох складових: логіки програмної послідовності – електронних схем, що забезпечують виконання команд програми в послідовності, що пропонується програмою; регістрів і дешифраторів пристроїв керування; керівної пам'яті; логіки формування керування, яка генерує всі необхідні керівні сигнали.

Стосовно паралельних і розподілених багатопроцесорних і багатомашинних обчислювальних систем часто вводять поняття «метарівня».

### *1.1.1.2 Еволюція засобів автоматизації обчислень*

Спроби полегшити, а в ідеалі автоматизувати процес обчислень мають давню історію, що налічує більше 5000 років. Із розвитком науки і технологій засоби автоматизації обчислень безперервно вдосконалювалися. Сучасний стан обчислювальної техніки (ОТ) являє собою результат багаторічної еволюції. Останнім часом питання розвитку ОТ стали предметом особливо пильної уваги вчених, свідченням чого служить активний розвиток нової області знань, що отримала назву «Теорія еволюції комп'ютерів»

(Computer evolution theory). Творці теорії звернули увагу на схожість закономірностей еволюції обчислювальної техніки й еволюції в біології. В основу нової науки покладено такі постулати:

- самозародження «живих» обчислювальних систем з «неживих» елементів (в біології це явище відоме як абіогенез);
- поступове просування деревом еволюції: від однопроцесорних обчислювальних машин до багатопроцесорних обчислювальних систем;
- прогрес в технології обчислювальних систем як наслідок корисних мутацій і варіацій;
- відмирання застарілих технологій в результаті природного відбору;
- закон Мура – щільність транзисторів на кремнієвій підкладці подвоюється кожні 18–24 місяці, відповідно у два рази зростає їхня продуктивність й у два рази падає їхня ринкова вартість.

У традиційному трактуванні еволюцію обчислювальної техніки представляють як послідовну зміну поколінь ОТ.

#### ***Нульове покоління (1492–1945)***

Для повноти картини згадаємо дві події, що відбулися до нашої ери: перші рахівниці – абак, винайдені в стародавньому Вавилоні за 3000 років до н. е., і їхній більш «сучасний» варіант із кісточками на дроті, що з'явився в Китаї десь за 500 років так само до н. е.

«Механічна» ера (нульове покоління) в еволюції ОТ пов'язана з механічними, а пізніше – електромеханічними обчислювальними пристроями. Основним елементом механічних пристроїв було зубчате колесо. Починаючи з ХХ століття роль базового елемента переходить до електромеханічного реле.

#### ***Перше покоління (1937–1953)***

На роль першої в історії електронної обчислювальної машини в різні періоди претендувало кілька розробок. Загальним у них було використання схем на базі електронно-вакуумних ламп замість електромеханічних реле. Передбачалось, що електронні ключі будуть значно надійнішими, оскільки в них відсутні рухомі частини, проте технологія того часу була настільки недосконалою, що за надійністю електронні лампи виявилися не набагато кращими, ніж реле. Однак у електронних компонентів була одна важлива перевага: виконані на них ключі могли перемикатися приблизно в тисячу разів швидше своїх електромеханічних аналогів.

#### ***Друге покоління (1954–1962)***

Друге покоління характеризується рядом досягнень в елементній базі, структурному і програмному забезпеченні. Прийнято вважати, що приводом для виділення нового покоління ОТ стали технологічні зміни, і, головним чином, перехід від електронних ламп до напівпровідникових діодів і транзисторів із часом перемикання порядку 0,3 мс.

### ***Третє покоління (1963–1972)***

Третє покоління ознаменувався різким збільшенням обчислювальної потужності ОМ, яке стало наслідком великих успіхів в області архітектури, технології та програмного забезпечення. Основні технологічні досягнення пов'язані з переходом від дискретних напівпровідникових елементів до інтегральних мікросхем і початком застосування напівпровідникових запам'ятовувальних пристроїв, які починають витіснити ЗП на магнітних сердечниках. Істотних змін зазнала архітектура ОМ. Це, перш за все, мікропрограмування як ефективна техніка побудови пристроїв керування складних процесорів, а також настання ери конвеєризації і паралельного оброблення. У галузі програмного забезпечення визначальними віхами стали перші операційні системи і реалізація режиму поділу часу.

### ***Четверте покоління (1972–1984)***

Відлік четвертого покоління зазвичай ведуть з переходу на інтегральні мікросхеми великого (large-scale integration, LSI) і надвеликого (very large-scale integration, VLSI) ступеня інтеграції. До перших відносять схеми, що містять близько 1000 транзисторів на кристалі, у той час як кількість транзисторів на одному кристалі VLSI має порядок 100 000. При таких рівнях інтеграції стало можливим вмістити в одну мікросхему не тільки центральний процесор, але й обчислювальну машину (ЦП, основну пам'ять і систему введення / виведення).

### ***П'яте покоління (1984–1990)***

Головним приводом для виділення обчислювальних систем другої половини 80-х років в самостійне покоління став стрімкий розвиток ОС з сотнями процесорів, що стало спонукальним мотивом для прогресу в області паралельних обчислень. Раніше паралелізм обчислень являв себе лише у вигляді конвеєризації, векторного оброблення і розподілу роботи між невеликою кількістю процесорів. Обчислювальні системи п'ятого покоління забезпечують такий розподіл завдань по безлічі процесорів, при якому кожен із процесорів може виконувати завдання окремого користувача.

### ***Шосте покоління (1990–н.ч.)***

На ранніх стадіях еволюції обчислювальних засобів зміна поколінь асоціювалася з революційними технологічними проривами. Кожне з перших чотирьох поколінь мало чітко виражені відмінні ознаки і цілком певні хронологічні рамки. Подальший поділ на покоління вже не настільки очевидний і може бути зрозумілий лише при ретроспективному погляді на розвиток обчислювальної техніки. П'яте й шосте покоління в еволюції ОТ – це відображення нової якості, яка виникла в результаті послідовного накопичення окремих досягнень, головним чином в архітектурі обчислювальних систем.



### 1.1.1.3 Основні принципи й концепції обчислювальної машини

#### **Концепція машини з пам'яттю**

**Алгоритм** – одне з фундаментальних понять математики і обчислювальної техніки. Міжнародна організація стандартів (ISO) формулює поняття алгоритм як «кінцевий набір розпоряджень, що визначає розв'язання завдання за допомогою кінцевої кількості операцій» (ISO +2382 / 1-84).

Основними властивостями алгоритму є: дискретність, визначеність, масовість і результативність.

**Дискретність** виражається в тому, що алгоритм описує дії над дискретною інформацією (наприклад, числовою або символною), причому самі ці дії також дискретні.

Властивість **визначеності** означає, що в алгоритмі зазначено все, що повинно бути зроблено, причому жодна з дій не повинна трактуватися двояко.

**Масовість** алгоритму має на увазі його застосовність до безлічі значень вихідних даних, а не тільки до якихось унікальних значень.

Нарешті, **результативність** алгоритму полягає в можливості отримання результату за кінцеву кількість кроків.

Розглянуті властивості алгоритмів зумовлюють можливість їх реалізації на ОМ, при цьому процес, що породжується алгоритмом, називають **обчислювальним процесом**.

В основі архітектури сучасних ОМ лежить подання алгоритму як розв'язання завдання у вигляді програми послідовних обчислень. Відповідно до стандарту ISO 2382 / 1-84, **програма** для ОМ – це «упорядкована послідовність команд, що підлягає обробці».

ОМ, де певним чином закодовані команди програми зберігаються в пам'яті, відома під назвою **обчислювальної машини зі збереженою в пам'яті програмою**. Ідея належить творцям обчислювача ENIAC Еккерта, Мочлі і фон Нейманом.

Сутність фон-неймановської концепції обчислювальної машини можна звести до чотирьох принципів: двійкового кодування; програмного керування; однорідності пам'яті; адресності.

#### **Принцип двійкового кодування**

Згідно з цим принципом, вся інформація, як дані, так і команди, кодуються двійковими цифрами 0 і 1. Кожен тип інформації представляється двійковій послідовністю і має свій формат. Послідовність бітів в форматі, що має певний сенс, називається **полем**. У числової інформації зазвичай виділяють поле знака й поле значущих розрядів. У форматі команди можна виділити два поля:

- поле коду операції;
- поле адрес (адресну частину).

**Код операції** є вказівка, яка операція повинна бути виконана, і задається за допомогою двійковій комбінації.

Вигляд адресної частини й кількість її складових залежать від типу команди: у командах перетворення даних містяться адреси об'єктів оброблення (операндів) і результату; у командах зміни порядку обчислень – адреса наступної команди програми; у командах введення / виведення – номер пристрою введення / виведення. Адресна частина також представляється двійковою послідовністю. Таким чином, команда в обчислювальній машині має вигляд (довжина коду операції + довжина поля адрес) розрядної двійкової комбінації.

### ***Принцип програмного керування***

Усі обчислення, передбачені алгоритмом розв'язання задачі, повинні бути подані у вигляді програми, що складається з послідовності керівних слів – **команд**. Кожна команда наказує виконати деяку операцію з набору операцій, що реалізуються обчислювальною машиною. Команди програми зберігаються в послідовних комірках пам'яті обчислювальної машини і виконуються в природній послідовності, тобто в порядку їх положення в програмі. При необхідності, за допомогою спеціальних команд, ця послідовність може бути змінена. Рішення про зміну порядку виконання команд програми приймається або на підставі аналізу результатів попередніх обчислень, або безумовно.

### ***Принцип однорідності пам'яті***

Команди й дані зберігаються в одній і тій же пам'яті і зовні в пам'яті не відрізняються. Розпізнати їх можна тільки за способом використання. Це дозволяє здійснювати над командами ті ж операції, що і над числами, і, відповідно, відкриває ряд можливостей. Так, циклічно змінюючи адресну частину команди, можна забезпечити звернення до послідовних елементів масиву даних. Більш корисним є інший наслідок принципу однорідності, коли команди однієї програми можуть бути отримані як результат виконання іншої програми.

### ***Принцип адресності***

Структурно основна пам'ять складається з пронумерованих комірок, причому процесору в довільний момент доступна будь-яка комірка. Двійкові коди команд і даних поділяються на одиниці інформації, звані **словами**, і зберігаються в комірках пам'яті, а для доступу до них використовуються номери відповідних комірок – **адреси**.

## **Контрольні питання**

1. Що називають обчислювальною машиною?
2. Які бувають рівні деталізації обчислювальної машини?
3. Скільки є поколінь еволюції обчислювальної техніки? Опишіть кожен.
4. Що таке алгоритм? Які властивості він має?
5. Що таке фон-неймановська концепція обчислювальної машини?
6. Опишіть принцип двійкового кодування?

## Тестові завдання

1. Цей прилад замінив ручні (механічні) обчислювальні пристрої і називався «Зчитувальний годинник»

- а) ЕОМ;
- б) абак;
- в) калькулятор;
- г) рахівниця.

2. Перший персональний комп'ютер IBM PC випущений у:

- а) 1991 році;
- б) 1981 році;
- в) 1971 році;
- г) 1961 році.

3. Обчислювальна система – це:

- а) комплекс технічних і програмних засобів для автоматизації підготовки та вирішення завдань;
- б) сукупність взаємопов'язаних і взаємодіючих процесорів або обчислювальних машин, периферійного обладнання та програмного забезпечення;
- в) сукупність обчислювальних машин та периферійного обладнання.

4. Результативність алгоритму полягає в:

- а) можливості отримання результату;
- б) можливості отримання результату за кінцеву кількість кроків;
- в) можливості розбиття на кроки завдань;
- г) неможливості отримання результату за кінцеву кількість кроків.

5. Як називається процес, що породжується алгоритмом:

- а) алгоритм;
- б) обчислювальний процес;
- в) результат;
- г) вектор?

6. Процесору в будь-який момент доступна будь-яка комірка – це принцип:

- а) однорідності пам'яті;
- б) адресності;
- в) програмного керування;
- г) двійкового кодування.

7. Принцип двійкового кодування полягає в кодуванні інформації за допомогою:

- а) 0 та 1;

- б) цифр від 0 до 7;
- в) цифр від 0 до 15.

### 1.1.2 Класична схема ЕОМ. Фон-нейманівська архітектура

#### План

- 1.1.2.1 Загальна схема ЕОМ.
- 1.1.2.2 Класична схема ЕОМ. Будова й принцип роботи центрального процесора.
- 1.1.2.3 Основні інтерфейси й шини.

#### 1.1.2.1 Загальна схема ЕОМ

Більшість сучасних обчислювальних машин (ОМ) за своєю структурою відповідають принципу програмного керування. Типова **фон-нейманівська ОМ** містить пам'ять, пристрій керування, арифметико-логічний пристрій і пристрій введення / виведення (рис. 1.2).

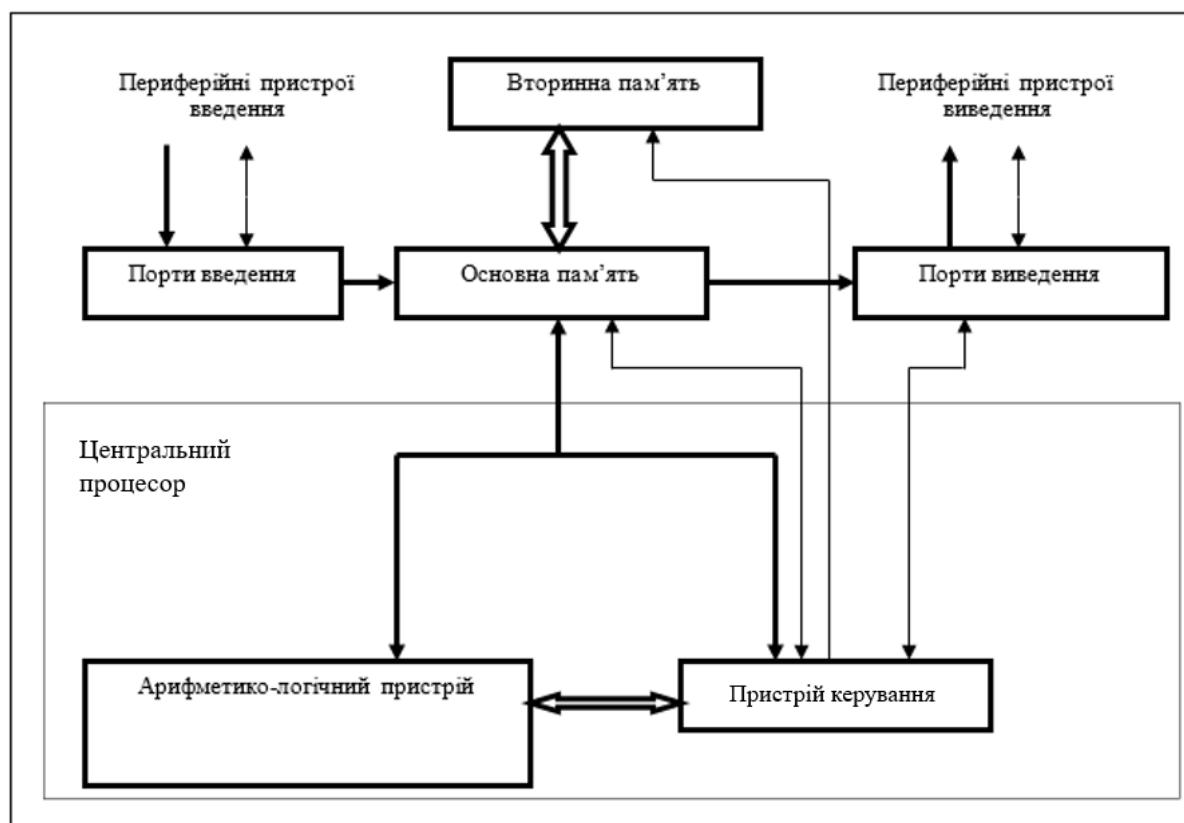


Рисунок 1.2 – Фон-нейманівська архітектура

У будь-якій ОМ є засоби для введення програм і даних до них. Інформація надходить з приєднаних до ЕОМ периферійних пристроїв введення. Результати обчислень виводяться на периферійні пристрої виведення. Зв'язок і взаємодія обчислювальної машини і периферійних пристроїв забезпечують порти введення і порти виведення. Терміном *порт* позначають апаратуру сполучення периферійного пристрою з ОМ і керування нею. Сукупність портів введення і виведення називають *пристроєм введення / виведення (ПВВ)* або *модулем введення / виведення ВМ (МВВ)*.

Введена інформація спочатку запам'ятовується в основний пам'яті, а потім переноситься у вторинну пам'ять для тривалого зберігання. Щоб програма могла виконуватися, команди і дані повинні розташовуватися в основний пам'яті (ОП), організованій таким чином, що кожне бінарне слово зберігається в окремі комірки, що ідентифікується адресою, причому сусідні комірки пам'яті мають наступні по порядку адреси. Доступ до будь-яких комірок пам'яті (ЗП) основної пам'яті може проводитися в довільній послідовності. Такий вид пам'яті відомий як пам'ять з довільним доступом. ОП сучасних ОМ в основному складається з напівпровідникових оперативних запам'ятовувальних пристроїв (ОЗП), що забезпечують як зчитування, так і запис інформації. Для таких ЗП характерна енергозалежність – збережена інформація втрачається при відключенні електроживлення. Якщо необхідно, щоб частина головної пам'яті була енергонезалежною, до складу ОМ включають постійні запам'ятовувальні пристрої (ПЗП), що також забезпечують довільний доступ. Інформація, що зберігається в ПЗП, може тільки зчитуватися (але не записуватися).

Розмір комірки основної пам'яті зазвичай приймається рівним 8 двійковим розрядам – байту. Для збереження великих чисел використовуються 2, 4 або 8 байтів, розташованих в комірках з послідовними адресами. У цьому випадку за адресу числа часто приймається адреса його молодшого байта. Так, при зберіганні 32-розрядного числа в комірках з адресами 200, 201, 202 і 203 адресою числа буде 200.

Для довготривалого зберігання великих програм і масивів даних в ОМ звичайно є додаткова пам'ять, відома як вторинна. Вторинна пам'ять енергонезалежна і найчастіше реалізується на базі магнітних дисків. Інформація в ній зберігається у вигляді спеціальних програмно підтримуваних об'єктів – файлів (відповідно до стандарту ISO, *файл* – це «ідентифікована сукупність екземплярів повністю описаного в конкретній програмі типу даних, що знаходяться поза програмою у зовнішній пам'яті й доступні програмі за допомогою спеціальних операцій»).

*Пристрій керування (ПрК)* – найважливіша частина ОМ, що організує автоматичне виконання програм (шляхом реалізації функцій керування) і забезпечення функціонування ОМ як єдиної системи. Для пояснення функцій ПрК ОМ слід розглядати як сукупність елементів, між якими відбувається пересилання інформації, в ході якої ця інформація може піддаватися певним видам оброблення. Пересилання інформації між будь-якими елементами ОМ ініціюється своїм сигналом керування (СК), тобто керу-

вання обчислювальним процесом зводиться до видачі потрібного набору СК в потрібній часовій послідовності. Основною функцією ПрК є формування керівних сигналів, що відповідають за витяг команд з пам'яті в порядку, визначеному програмою, і подальше виконання цих команд. Крім того, ПрК формує СК для синхронізації і координації внутрішніх і зовнішніх пристроїв ОМ.

Ще однією невід'ємною частиною ОМ є **арифметично-логічний пристрій (АЛП)**, що забезпечує арифметичне й логічне оброблення двох вхідних змінних, у результаті якого формується вихідна змінна.

Функції АЛП зазвичай зводяться до простих арифметичних і логічних операцій, а також операцій зсуву. Крім результату операції АЛП формує ряд ознак результату (прапорів), що характеризують отриманий результат чи відбулися в процесі його отримання (рівність нулю, знак, парність, перенесення, переповнення тощо). Прапори можуть аналізуватися в ПрК з метою прийняття рішення про подальшу послідовність виконання команд програми.

ПрК і АЛП тісно взаємопов'язані, і їх зазвичай розглядають як єдиний пристрій, відомий як **центральний процесор (ЦП)** або просто **процесор**. Крім ПрК і АЛП, у процесор входить також набір **регістрів загального призначення (РЗП)**, що служать для проміжного зберігання інформації в процесі її оброблення.



### *1.1.2.2 Класична схема ЕОМ. Будова й принцип роботи центрального процесора*

Викладені принципи програмного керування (фон Неймана) реалізувалися в апаратному забезпеченні, структура якого поступово оформилася в наведену нижче схему, що стала до теперішнього часу класичною і включає:

- блок виконання логічних і арифметичних операцій (АЛП);
- блок для зберігання інформації (пам'ять) або ОЗП;
- пристрої для введення і виведення даних.

Для забезпечення узгодженої роботи перерахованих вище пристроїв перетворення інформації потрібний пристрій керування (ПрК) (рис. 1.3).

На цій схемі лініями різної товщини відзначені потоки:

- інформації 
- керівних сигналів 

Використовувані в викладі аббревіатури означають таке:

- ПрК – пристрій керування;
- Пвв – пристрої введення;
- Пвив – пристрої виведення;
- АЛП – арифметико-логічний пристрій;

- ЗП – запам'ятовувальний пристрій, пам'ять ЕОМ;
- ПК – персональний комп'ютер.

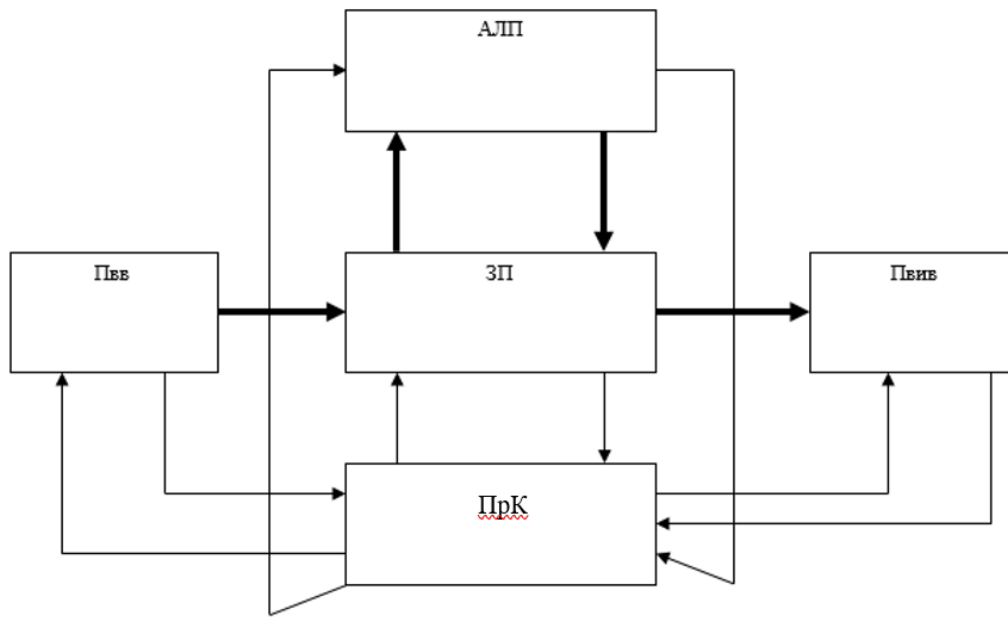


Рисунок 1.3 – Класична схема ЕОМ

Коротко функціонування пристроїв ЕОМ можна описати так.

ПрК ініціює роботу Пвв, даючи йому команду на виконання введення в ЗП, аналогічно ініціюється робота Пвив. ПрК вказує, з якої комірки пам'яті ЗП необхідно передавати інформацію в АЛП, яку операцію над цією інформацією має виконувати АЛП, в яку комірку пам'яті повинен бути занесений результат операції.

Сучасні ЕОМ мають відмінності, зумовлені розвитком комп'ютерної техніки.

Основні відмінності:

- ЗП представляється декількома рівнями: внутрішній або оперативний ЗП (ОЗП) і зовнішній або ЗЗП. Внутрішній ЗП містить інформацію, оброблювану в певний проміжок часу, що включає і поточний момент. Зовнішні ЗП служать сховищем всієї інформації для конкретного користувача. У сучасній ЕОМ зовнішні ЗП налічують кілька рівнів:

- АЛП і ПрК об'єднані в один пристрій, що називається центральним процесором (ЦП).

- у сучасних ЕОМ і ПК є досить великий арсенал Пвв і Пвив.

Структурно сучасні ПК складаються з 2-х частин: центральної та периферійної. До центральної частини відносять процесор і ОЗП.

**Центральним процесором (ЦП)** називають пристрій, який безпосередньо здійснює процес оброблення даних і програмне керування цим процесом. До його складу входять АЛП, ПрК, і власна пам'ять процесора.

У сучасних ПК ЦП реалізований у вигляді великої інтегральної схеми і називається **мікропроцесором**.

ЦП взаємодіє з ОЗП або просто **оперативною пам'яттю (ОП)**. ОП призначена для прийому, зберігання та видачі інформації (чисел, символів, команд, констант) для виконання обчислень за програмою.

Крім ОП у всіх ПК є внутрішня постійна пам'ять для зберігання постійних даних і програм. ОП – дорога частина апаратури. Обсяг її обмежений, тому великі масиви або таблиці інформації зберігаються в ВЗП. До них відносять: накопичувачі на оптичних і магнітооптичних дисках, флеш-накопичувачі.

У сучасних ПК реалізована віртуальна пам'ять, яка дозволяє користувачеві працювати з розширеним простором пам'яті комп'ютера. **Віртуальна пам'ять** представляє сукупність ОП і ВЗП, а також комплексу програмно-апаратних засобів, що забезпечують динамічну переадресацію даних, в результаті чого користувач не піклується про своєчасну передачу інформації з ВЗП в ОП. Функції з необхідного переміщення бере на себе обчислювальна система.

ВЗП, Пвв і Пвив утворюють **периферійну частину ПК**. Склад пристроїв може сильно відрізнятись в різних примірниках, тому говорять про **конфігурацію ПК**.

### 1.1.2.3 Основні інтерфейси й шини

Продуктивність й ефективність використання ПК визначається не тільки процесором і ОП, але у великій мірі й технічними даними периферійних пристроїв, а також способом їхньої спільної роботи з центральною частиною ПК. Зв'язок між центральною та периферійною частинами здійснюється за допомогою сполучень, які називаються **інтерфейсами**.

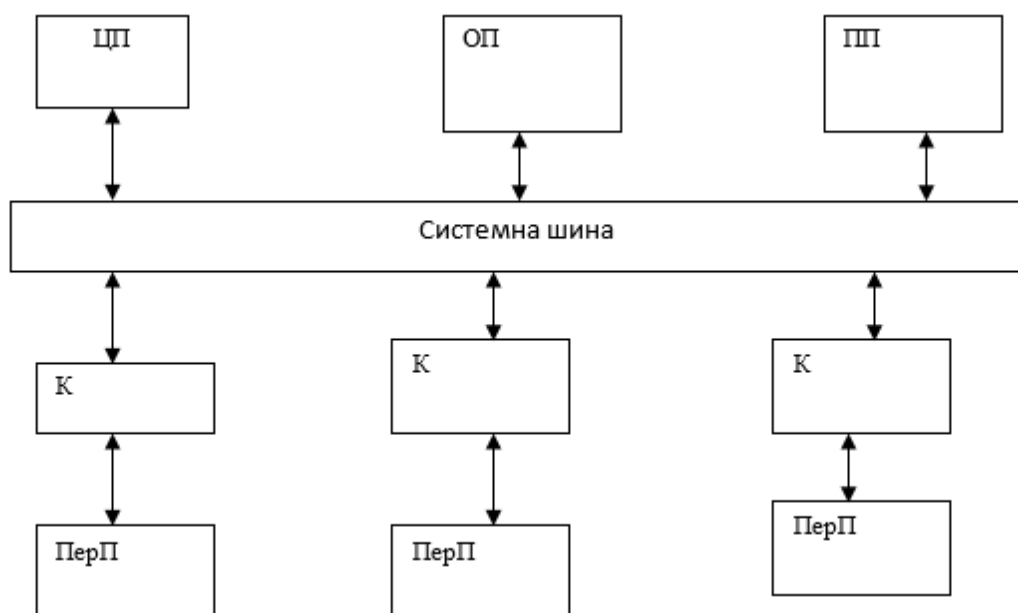
**Інтерфейс** – сукупність стандартизованих апаратних і програмних засобів, які забезпечують обмін інформацією між пристроями. В основі побудови інтерфейсів лежить уніфікація і **стандартизація** (використання єдиних способів кодування даних, форматів даних, використання єдиних роз'ємів тощо). Наявність інтерфейсів дозволяє уніфікувати передачу даних між пристроями незалежно від їх особливостей. Особливості враховують **контролери** – пристрої для керування периферійними пристроями.

Нині в ПК використовується структура з одним загальним інтерфейсом, званим **системною шиною**. При такій структурі всі пристрої ПК обмінюються інформацією і керівними сигналами через системну шину. Фізично вона являє собою систему функціонально об'єднаних проводів, по яких передається 3 потоки даних:

- безпосередньо інформація (дані);
- керівні сигнали;
- адреси.



На рисунку 1.4 приведена схема обміну інформацією між пристроями в ЕОМ із загальною шиною.



*ЦП – процесор, ОП – пам'ять, ПП – постійна пам'ять,  
К – контролер, ПерП – периферійний пристрій*

*Рисунок 1.4 – Загальна схема організації взаємодії інтерфейсів*

Кількість проводів у системній шині, призначених для передачі інформації, називається **розрядністю шини**.

Оскільки шина є спільною, використовуватися вона може в кожен певний момент часу тільки одним яким-небудь пристроєм. Для цих цілей передбачена система пріоритетних переривань, яка віддає шину для використання пристроєм з найбільшим пріоритетом.

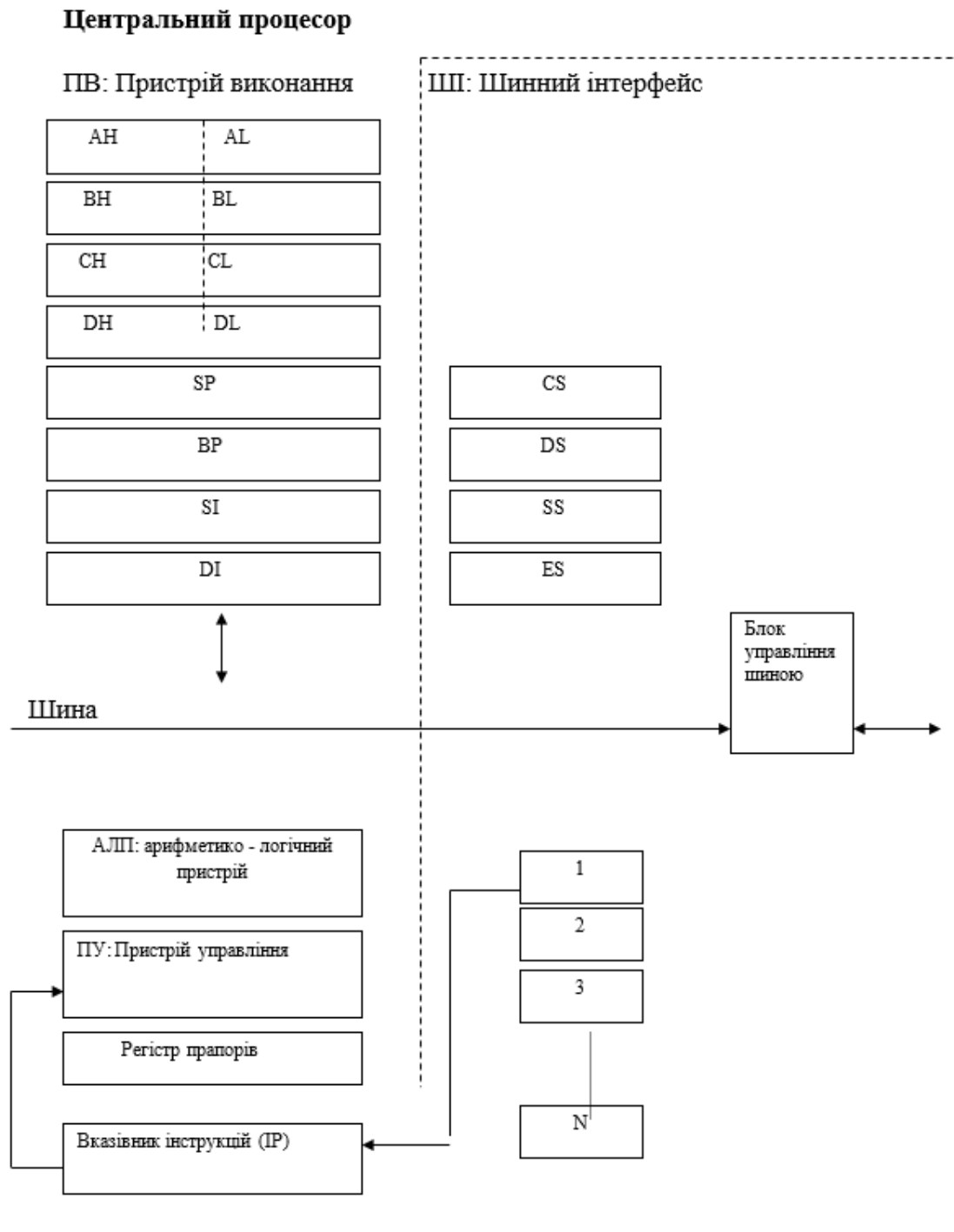
Як показано на рисунку 1.5, процесор ділиться на 2 логічні пристрої: пристрій виконання (ПВ) і шинний інтерфейс (ШІ). ПВ відповідальний за виконання інструкцій, а ШІ – за доставку ПВ даних і інструкцій для оброблення. ПВ містить АЛП, ПрК і регістри.

У сучасних ПК реалізована система паралельної передачі інформації за кількома потоками. Сучасні системні шини здатні передавати одночасно інформацію до різних пристроїв.

**Регістри** в схемотехніці називають електронні пристрої, в які можна записати інформацію, зберегти її і, при необхідності, прочитати. При цьому регістри, як правило, забезпечують більш швидкий доступ до інформації, ніж доступ до вмісту комірок пам'яті ОЗП. Ця обставина і є причиною оснащення центрального процесора ЕОМ власною пам'яттю, причому в більш пізніх розробках мікропроцесорів власна пам'ять процесорів тільки збільшується.

## Контрольні питання

1. Що містить фон-нейманівська ОМ?
2. Який розмір комірки основної пам'яті?
3. Описати функціонування пристроїв ЕОМ .
4. Інтерфейс – це....
5. У чому полягає основна функція ШІ?
6. Стисло опишіть взаємодію логічних пристроїв процесора.
7. Що таке центральний процесор?



*Рисунок 1.5 – Взаємодія логічних пристроїв процесора*

## Тестові завдання

1. Класична структурна схема ЕОМ містить:
  - а) процесор, ОЗП, ВЗП, пристрої введення та пристрої виведення;
  - б) мікропроцесор, ВЗП, клавіатуру, дисплей;
  - в) системний блок, дисплей, ОЗП;
  - г) АЛП, пристрої керування, принтер, дисплей.
  
2. До пристроїв введення не належить:
  - а) миша;
  - б) мікрофон;
  - в) сканер;
  - г) клавіатура;
  - д) принтер.
  
3. Який з перерахованих пристроїв відносять до центральних пристроїв комп'ютера:
  - а) монітор;
  - б) оперативна пам'ять;
  - в) клавіатура;
  - г) дисковод?
  
4. Який пристрій не відносять до зовнішніх носіїв інформації:
  - а) USB-диск;
  - б) CD-диск;
  - в) жорсткий диск (вінчестер);
  - г) ОЗП?
  
5. Контролери – це пристрої, необхідні для підключення пристроїв до магістралі на фізичному рівні:
  - а) вірно;
  - б) невірно.
  
6. Класична архітектура обчислювальної машини називається архітектурою фон Неймана:
  - а) вірно;
  - б) невірно.
  
7. Регістри АХ, ВХ, СХ – це:
  - а) універсальні регістри;
  - б) сегментні регістри;
  - в) регістри зсуву.

8. Визначте, до якої групи належить кожен із наведених реєстрів:

- |                     |        |
|---------------------|--------|
| 1) універсальні;    | а) FL; |
| 2) сегментні;       | б) AX; |
| 3) реєстри зсуву;   | в) CS; |
| 4) реєстр прапорів; | г) IP. |

### *1.1.3 Гарвардська архітектура*

#### **План**

1.1.3.1 Класифікація гарвардської архітектури.

1.1.3.2 Використання гарвардської архітектури.

#### *1.1.3.1 Класифікація гарвардської архітектури*

**Гарвардська архітектура** – архітектура ЕОМ, відмітною ознакою якої є роздільне зберігання та оброблення команд і даних. Архітектура була розроблена Говардом Ейкеном наприкінці 1930-х років у Гарвардському університеті.

#### ***Класична гарвардська архітектура***

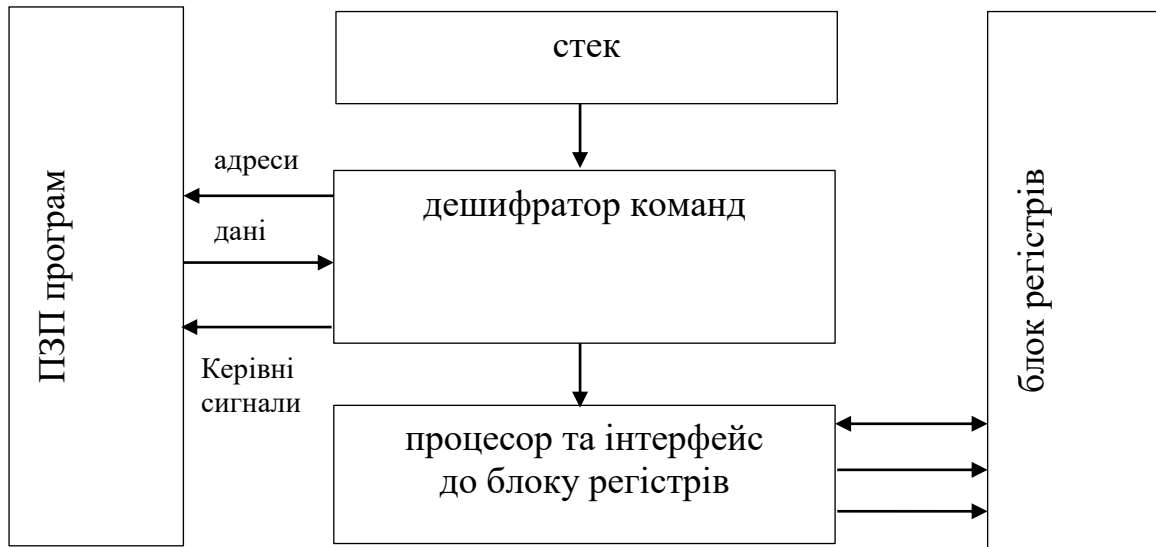
Типові операції (складання та множення) вимагають від будь-якого обчислювального пристрою кількох дій: вибірку двох операндів, вибір інструкції та її виконання, і, нарешті, збереження результату. Ідея, реалізована Ейкеном, полягала у фізичному поділі ліній передачі команд та даних (рис. 1.6, 1.7). У першому комп'ютері Ейкена «Марк І» для зберігання інструкцій використовувалася перфорована стрічка, а для роботи з даними – електро-механічні реєстри. Це дозволяло одночасно пересилати й обробляти команди та дані, завдяки чому значно підвищувалася загальна швидкодія.

У гарвардській архітектурі принципово неможливо здійснити операцію запису в пам'ять програм, що унеможливило випадкове руйнування керівної програми у разі помилки програми при роботі з даними або атаки третіх осіб. Крім того, для роботи з пам'яттю програм і пам'яттю даних організовано окремі шини обміну даними (системні шини).

Ці особливості визначили сфери застосування гарвардської архітектури. Гарвардська архітектура застосовується в мікроконтролерах і в сигнальних процесорах, де потрібно забезпечити високу надійність роботи апаратури.

Пам'ять програм

Пам'ять даних



*Рисунок 1.6 – Класична гарвардська архітектура*



*Рисунок 1.7 – Зовнішній вигляд гарвардської архітектури в ЕОМ*

### ***Модифікована гарвардська архітектура***

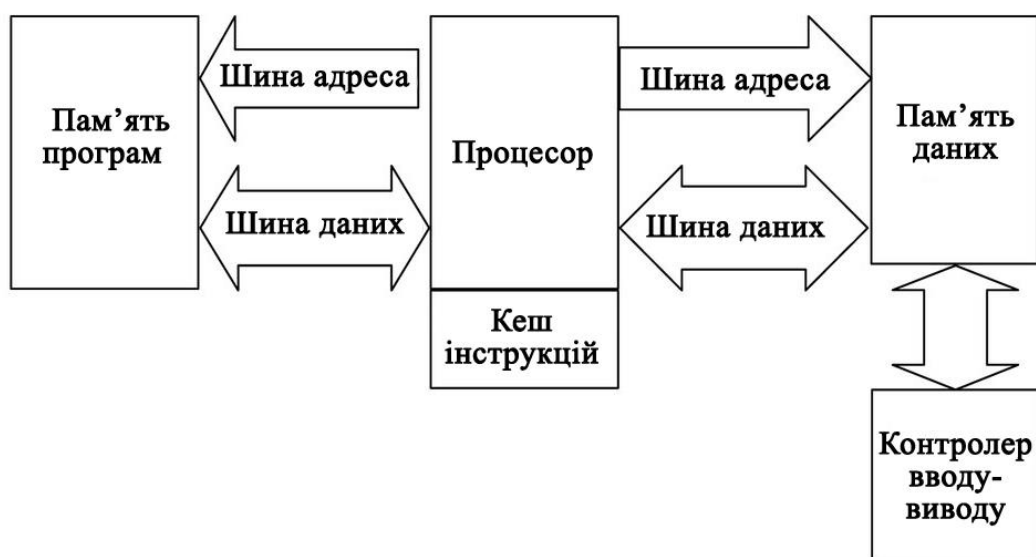
У гарвардській архітектурі характеристики пристроїв пам'яті програм і пам'яті даних не завжди виконуються однаковими. У пам'яті даних і команд можуть відрізнятися розрядність шини даних і розподіл адрес пам'яті. Часто адресні простори пам'яті програм і пам'яті даних виконують такими, що відрізняються. Це призводить до розходження розрядності ши-

ни адреси для цих видів пам'яті. У мікроконтролерах пам'ять програм зазвичай реалізується у вигляді постійного пристрою, а пам'ять даних – у вигляді ОЗП. У сигнальних процесорах пам'ять програм змушені виконувати як ОЗП. Це пов'язано з більш високою швидкістю оперативного пристрою, проте при цьому в процесі роботи здійснюється захист від запису в цю область пам'яті.

Модифікована гарвардська структура застосовується у сучасних мікросхемах сигнальних процесорів. Ще далі шляхом зменшення вартості кристала за рахунок зменшення площі, що займає системна шина, пішли виробники однокристальних ЕОМ – мікроконтролерів. У цих мікросхемах застосовується одна системна шина передачі команд і даних (модифікована гарвардська архітектура) і всередині кристала. Відповідна схема реалізації доступу до пам'яті має одну очевидну ваду – високу вартість. При поділі каналів передачі команд і даних на кристалі процесора останній повинен мати майже вдвічі більше висновків (бо шини адреси та даних становлять основну частину висновків мікропроцесора). Способом вирішення цієї проблеми стала ідея використовувати загальну шину даних і шину адреси для всіх зовнішніх даних, а всередині процесора використовувати шину даних, шину команд та дві шини адреси. Таку концепцію почали називати модифікованою гарвардською архітектурою.

#### ***Розширена гарвардська архітектура***

Часто потрібно вибрати три складові: два операнди й інструкцію (в алгоритмах цифрового оброблення сигналів це найбільш поширене завдання). І тому існує кеш-пам'ять. У ній може зберігатися інструкція, отже, обидві шини залишаються вільними і з'являється можливість передати два операнди одночасно. Використання кеш-пам'яті разом із розділеними шинами отримало назву Super Harvard Architecture (SHARC) – розширена гарвардська архітектура (рис. 1.8).



*Рисунок 1.8 – Розширена гарвардська архітектура*

Прикладом можуть бути процесори «Analog Devices»: ADSP-21xx – модифікована гарвардська архітектура, ADSP-21xxx(SHARC) – розширена гарвардська архітектура.

### ***Гібридні модифікації з архітектурою фон-Неймана***

Існують гібридні модифікації архітектур, що поєднують переваги як гарвардської, так і фон-Нейманівської архітектур. Сучасні CISC-процесори мають роздільну кеш-пам'ять 1-го рівня для інструкцій і даних, що дозволяє їм за один такт отримувати одночасно як команду, так і дані для її виконання, тобто процесорне ядро, формально, є гарвардським, але з програмної точки зору виглядає як фон-Нейманівське, що спрощує написання програм. Зазвичай у даних процесорах одна шина використовується і передачі команд, і передачі даних, що спрощує конструкцію системи. Сучасні варіанти таких процесорів можуть іноді містити вбудовані контролери одразу кількох різнотипних шин для роботи з різними типами пам'яті, наприклад, DDR RAM та Flash.

#### ***1.1.3.2 Використання гарвардської архітектури***

Першим комп'ютером, в якому була використана ідея гарвардської архітектури, був Марк І. Гарвардська архітектура використовується в ПЛК та мікроконтролерах, таких як Atmel AVR, Intel 4004, Intel 8051.

Головна перевага чистої гарвардської архітектури – одночасний доступ до більше ніж однієї системи пам'яті – була зменшена за рахунок модифікованих гарвардських процесорів, які використовують сучасний кеш ЦП системи. Машини з відносно чистою гарвардською архітектурою використовуються в основному в застосунках, де компроміси, такі як вартість та економія енергії за рахунок виключення кешів, переважають штрафи за програмування, пов'язані з використанням окремого коду й адресних просторів даних.

Цифрові сигнальні процесори (DSP) зазвичай виконують невеликі високооптимізовані алгоритми оброблення аудіо або відео. Вони уникають кешування, тому що їхня поведінка має бути надзвичайно відтворюваною. Проблеми роботи з кількома адресними просторами мають другорядне значення для швидкості виконання. Отже, деякі DSP мають кілька пристроїв даних у різних адресних просторах для полегшення оброблення SIMD і VLIW. Texas Instruments TMS320 Процесори C55x, наприклад, мають кілька паралельних шин даних (два записи, три читання) та одну шину команд.

Мікроконтролери характеризуються невеликою кількістю програм (флеш-пам'ять пам'ять) і пам'яті даних (SRAM), а також дозволяють скористатися перевагами архітектури гарварду для прискорення оброблення за рахунок одночасного доступу до інструкцій і даних. Роздільне сховище означає, що пам'ять програм і даних може мати різну розрядність, напри-

клад, використовуючи 16-розрядні інструкції та 8-розрядні дані. Вони також означають, що попередня вибірка інструкцій може виконуватись паралельно з іншими діями. Приклади включають PIC Microchip Technology, Inc. та AVR від Atmel Corp (тепер частина Microchip Technology).

Навіть у цих випадках зазвичай використовуються спеціальні інструкції для доступу до програмної пам'яті, як би це були дані для таблиць, доступних тільки для читання, або для перепрограмування; ці процесори є процесорами із модифікованою гарвардською архітектурою.

### **Контрольні питання**

1. Чим гарвардська архітектура принципово відрізняється від архітектури фон Неймана?
2. Перерахуйте основні елементи у гарвардській архітектурі.
3. За рахунок чого модифікували гарвардську архітектуру?
4. Що включає розширена гарвардська архітектура?
5. Що таке сигнальні мікропроцесори?
6. Де в сучасній техніці використовується гарвардська архітектура?

### **Тестові завдання**

1. Архітектуру ЕОМ, ознакою якої є роздільне зберігання та оброблення команд і даних, називають:
  - а) гарвардська архітектура;
  - б) архітектура Фон-Неймана;
  - в) архітектура Увотсона;
  - г) немає правильних відповідей.
2. Гарвардська архітектура розроблена:
  - а) Говардом Ейкеном;
  - б) Фон-Нейманом;
  - в) Дарбином Увотсоном;
  - г) немає правильних відповідей.
3. У гарвардській архітектурі принципово неможливо здійснити:
  - а) операцію зчитування запису з пам'яті програм;
  - б) операцію запису в пам'ять програм;
  - в) операцію копіювання в пам'ять програм.
4. Гарвардську архітектуру застосовують у:
  - а) мікроконтролерах;
  - б) сигнальних процесорах;
  - в) мікроконтролерах та в сигнальних процесорах;
  - г) немає правильних відповідей.



5. Використання кеш-пам'яті разом із розділеними шинами отримало таку назву:

- а) класична гарвардська архітектура;
- б) модифікована гарвардська архітектура;
- в) розширена гарвардська архітектура;
- г) не має правильних відповідей.

6. У сучасних мікросхемах сигнальних процесорів застосовується така архітектура:

- а) класична гарвардська архітектура;
- б) модифікована гарвардська архітектура;
- в) розширена гарвардська архітектура;
- г) немає правильних відповідей.

#### ***1.1.4 Базова апаратна конфігурація ЕОМ***

##### **План**

1.1.4.1 Базова конфігурація системного блока.

1.1.4.2 Внутрішні пристрої системного блока.

##### ***1.1.4.1 Базова конфігурація системного блока***

Персональний комп'ютер – універсальна технічна система. Його конфігурацію (склад устаткування) можна гнучко змінювати в міру необхідності. Проте, існує поняття базової конфігурації, яку вважають типовою. У такому комплекті комп'ютер звичайно поставляється. Поняття базової конфігурації може мінятися.

Нині в базовій конфігурації розглядають чотири пристрої:

- системний блок;
- монітор;
- клавіатуру;
- мишу.

**Системний блок** являє собою основний вузол, усередині якого встановлені найбільш важливі компоненти (рис. 1.9). Пристрої, що знаходяться всередині системного блока, називають **внутрішніми**, а пристрої, що підключаються до нього зовні, називають **зовнішніми**. Зовнішні додаткові пристрої, призначені для введення, виведення і тривалого зберігання даних, також називають **периферійними**.

За зовнішнім виглядом системні блоки відрізняються формою корпусу (рис. 1.10). Корпуси персональних комп'ютерів випускають в горизонтальному (desktop) і вертикальному (tower) виконанні. Корпуси, що мають вертикальне виконання, розрізняють за габаритами: повнорозмірний (big tower), середньорозмірний (midi tower) і малорозмірний (mini tower). Серед корпусів, що мають горизонтальне виконання, виділяють плоскі і особливо плоскі (slim).

Крім форми, для корпусу важливий параметр, званий **форм-фактором**. Від нього залежать вимоги до розміщених пристроїв. Зараз в основному використовуються корпусу двох форм-факторів: AT і ATX. Форм-фактор корпусу повинен бути обов'язково узгоджений з форм-фактором головної (системної) плати комп'ютера, так званої материнської плати.



*Рисунок 1.9 – Зовнішній вигляд системного блока*

Корпуси персональних комп'ютерів поставляються разом із блоком живлення і, таким чином, потужність блока живлення також є одним із параметрів корпусу. Для масових моделей достатньою є потужність блока живлення 200–250 Вт.

**Монітор** – пристрій, призначений для візуального відображення інформації. Сучасний монітор складається з корпусу, блока живлення, плат керування та екрану. Інформація (відеосигнал) для виведення на монітор надходить з комп'ютера за допомогою відеокarti, або з іншого пристрою, що формує відеосигнал.



Рисунок 1.10 – Види корпусів системного блока

За типом екрану монітори поділяються на:

- ЕПТ – на основі електронно-променевої трубки (англ. Cathode ray tube, CRT);
- РК – рідкокристалічні монітори (англ. Liquid crystal display, LCD);
- плазмовий – на основі плазмової панелі (plasma display panel, PDP, gas-plazma display panel);
- проектор – відеопроєктор і екран, розміщені окремо або об'єднані в одному корпусі (як варіант – через дзеркало або систему дзеркал);
- OLED-монітор – на технології OLED (англ. Organic light-emitting diode – органічний світлодіод);
- лазерний – на основі лазерної панелі.

**Частота регенерації** (відновлення) зображення показує, скільки разів протягом секунди монітор може повністю змінити зображення (тому її також називають **частотою кадрів**). Цей параметр залежить не тільки від монітора, але і від властивостей і налаштувань відеоадаптера, хоча граничні можливості визначає монітор.

Частоту регенерації зображення вимірюють в герцах (Гц). Чим вона вища, тим чіткіше і стійкіше зображення, тим менше стомлення очей, тим більше часу можна працювати з комп'ютером безупинно. При частоті регенерації порядку 60 Гц дрібне мерехтіння зображення помітно незброєним оком. Сьогодні таке значення вважається неприпустимим. Мінімальним вважають значення 75 Гц, нормативним – 85 Гц і комфортним –

100 Гц і більше. Клас захисту монітора визначається стандартом, якому відповідає монітор з точки зору вимог техніки безпеки.

Більшістю параметрів зображення, отриманого на екрані монітора, можна керувати програмно. Програмні засоби, призначені для цієї мети, зазвичай входять до системного комплексу програмного забезпечення.

**Клавіатура** – клавiшний пристрій керування персональним комп'ютером, що служить для введення алфавітно-цифрових (знакових) даних, а також команд керування. Комбінація монітора й клавіатури забезпечує найпростіший інтерфейс користувача. За допомогою клавіатури керують комп'ютерною системою, а за допомогою монітора отримують від неї відгук.

Клавіатура відноситься до стандартних засобів персонального комп'ютера. Її основні функції не потребують підтримки спеціальними системними програмами (драйверами). Необхідне програмне забезпечення для початку роботи з комп'ютером вже є в мікросхемі ПЗУ в складі базової системи введення-виведення (BIOS), і тому комп'ютер реагує на натискання клавiш відразу після включення.

Принцип дії клавіатури полягає в такому.

1. При натисканні на клавiшу (або комбінацію клавiш) спеціальна мікросхема, вбудована в клавіатуру, видає так званий скан-код.

2. Скан-код надходить в мікросхему, що виконує функції порту клавіатури. Дана мікросхема знаходиться на основній платі комп'ютера всередині системного блоку.

3. Порт клавіатури видає процесору переривання з фіксованим номером. Для клавіатури номер переривання – 9 (Interrupt 9, Int9).

4. Отримавши переривання, процесор відкладає поточну роботу і за номером переривання звертається в спеціальну область оперативної пам'яті, в якій знаходиться так званий вектор переривань. **Вектор переривань** – це список адресних даних з фіксованою довжиною записи. Кожен запис містить адресу програми, яка повинна обслужити переривання з номером, що збігається з номером запису.

5. Визначивши адресу початку програми, що викликала переривання, процесор переходить до її виконання. Найпростіша програма оброблення клавіатурного переривання «защита» в мікросхемі ПЗУ, але програмісти можуть «підставити» замість неї свою програму, якщо змінять дані у векторі переривань.

6. Програма-обробник переривання направляє процесор до порту клавіатури, де він знаходить скан-код, завантажує його в свої регістри, потім під керуванням оброблювача визначає, який код символу відповідає даному скан-коду.

7. Далі оброблювач переривань відправляє отриманий код символу в невелику область пам'яті, відому як буфер клавіатури, і припиняє свою роботу, сповістивши про це процесор.

8. Процесор припиняє оброблення переривання і повертається до відкладеного завдання.

9. Введений символ зберігається в буфері клавіатури доти, поки його не забере звідти та програма, для якої він і призначався, наприклад текстовий редактор або текстовий процесор. Якщо символи надходять до буферу частіше, ніж забираються звідти, настає ефект переповнення буфера. У цьому випадку введення нових символів на деякий час припиняється. На практиці в цей момент при натисканні на клавішу ми чуємо попереджувачий звуковий сигнал і не спостерігаємо введення даних.

У наші дні клавіатури відносять до малоцінних швидкозношуваних пристроїв і пристосувань, і істотної необхідності оберігати їх від зносу немає. Проте, за додатковою клавіатурою зберігається важлива функція введення символів, для яких відомий розширений код ASCII, але невідоме закріплення за клавішею клавіатури. Так, наприклад, відомо, що символ <§> (параграф) має код 0167, а символ «°» (кутовий градус) має код 0176, але відповідних їм клавіш на клавіатурі немає. У таких випадках для їхнього введення використовують додаткову панель.

Порядок введення символів за відомим ALT-коду.

1. Натиснути й утримати клавішу ALT.
2. Переконатися в тому, що включений перемикач NUM LOCK.
3. Не відпускаючи клавіші ALT, набрати послідовно на додатковій панелі Alt-код символу, що вводиться, наприклад: 0167.
4. Відпустити клавішу ALT. Символ, що має код 0167, з'явиться на екрані в позиції введення.

Клавіатури персональних комп'ютерів мають властивість повтору знаків, яке використовується для автоматизації процесу введення. Воно полягає в тому, що при тривалому утриманні клавіші починається автоматичне введення пов'язаного з нею коду.

При цьому налаштованим параметрами є:

- інтервал часу після натискання, після закінчення якого почнеться автоматичний повтор коду;
- темп повтору (кількість знаків у секунду).

#### *1.1.4.2 Внутрішні пристрої системного блока*

Внутрішні пристрої системного блока зображені на рисунку 1.11.

Розглянемо найбільш важливі пристрої та принцип їхньої роботи.

**Материнська плата** – основна плата персонального комп'ютера, на якій містяться основні компоненти комп'ютера, що забезпечують логіку.

На ній розміщуються:

- **центральний процесор** – основна мікросхема, що виконує більшість математичних і логічних операцій;

– **мікропроцесорний комплект (чипсет)** – набір мікросхем, що керують роботою внутрішніх пристроїв комп'ютера і визначають основні функціональні можливості материнської плати;

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

– **оперативна пам'ять** (оперативний пристрій, ОЗП) – набір мікросхем, призначених для тимчасового зберігання даних, коли комп'ютер включений;

– **ПЗП (постійний запам'ятовувальний пристрій)** – мікросхема, призначена для тривалого зберігання даних, у тому числі й коли комп'ютер виключений;

– **слоти** – роз'єми для підключення додаткових пристроїв.

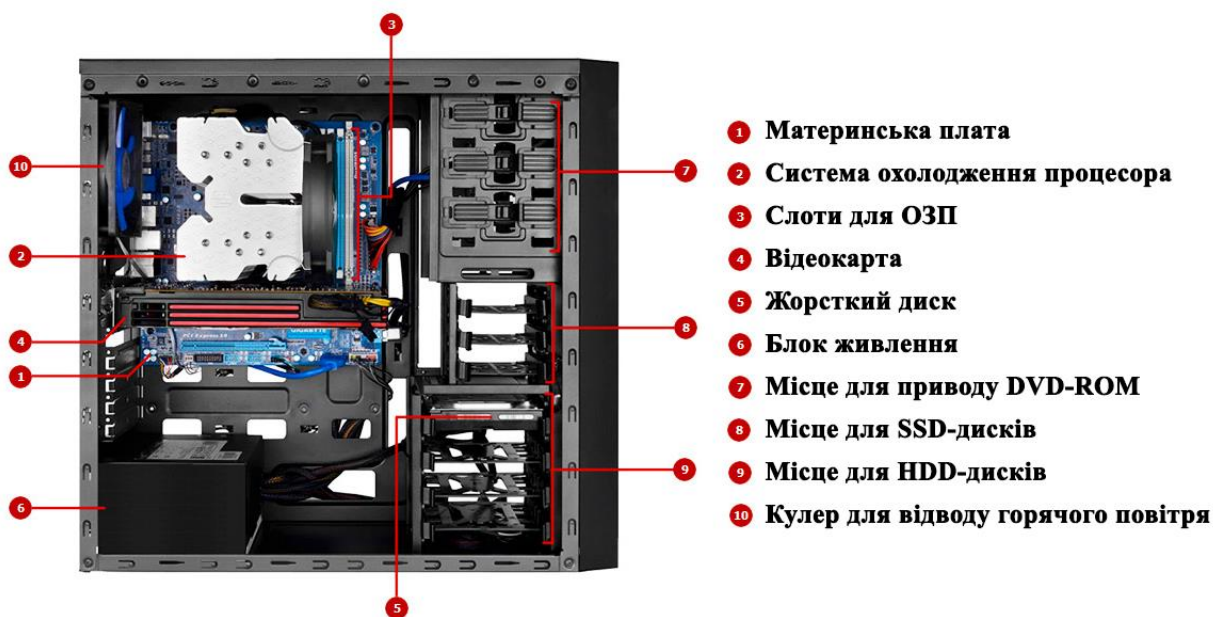


Рисунок 1.11 – Внутрішня будова системного блока

**Жорсткий диск** – основний пристрій для довготривалого зберігання великих обсягів даних і програм, енергозалежний носій інформації з довільним доступом. Насправді це не один диск, а група співвісних дисків, що мають магнітне покриття і обертаються з високою швидкістю. Таким чином, цей жорсткий диск має  $2n$  поверхонь, де  $n$  – кількість окремих дисків у групі.

Над кожною поверхнею розташовується голівка, призначена для читання-запису даних. При високих швидкостях обертання дисків (9000 об / с) в зазорі між голівкою і поверхнею утворюється аеродинамічна подушка, і голівка літає над магнітною поверхнею на висоті, що складає кілька тисячних часток міліметра. При зміні сили струму, що протікає через голівку, відбувається зміна напруженості динамічного магнітного поля в зазорі, що викликає зміни в стаціонарному магнітному полі феромагнітних часток, що утворюють покриття диска. Так здійснюється записування даних на магнітний диск.

Операція зчитування відбувається в зворотному порядку. Намагнічені частинки покриття, що проносяться на високій швидкості поблизу голівки, наводять у ній ЕРС самоіндукції. Електромагнітні сигнали, що виникають при цьому, підсилюються і передаються на оброблення.

Керування роботою жорсткого диска виконує спеціальний апаратно-логічний пристрій – контролер жорсткого диска. У минулому він представляв собою окрему дочірню плату, яку підключали до одного з вільних слотів материнської плати. У даний час функції контролерів дисків виконують мікросхеми, що входять до мікропроцесорного комплекта (чипсета), хоча деякі види високопродуктивних контролерів жорстких дисків як і раніше поставляються на окремій платі.

До основних параметрів жорстких дисків відносяться ємність і продуктивність. Ємність дисків залежить від технології їх виготовлення. Нині більшість виробників жорстких дисків використовують винайдену компанією IBM технологію з використанням гігантського магниторезистивного ефекту (GMR – Giant Magnetic Resistance). Теоретична межа ємності однієї пластини, виконаної за цією технологією, становить близько 20 Гбайт. Зараз досягнуто технологічний рівень 6,4 Гбайт на пластину, але розвиток триває.

З іншого боку, продуктивність жорстких дисків менше залежить від технології їх виготовлення. Сьогодні всі жорсткі диски мають дуже високий показник швидкості внутрішньої передачі даних (до 30–60 Мбайт / с), і тому їхня продуктивність в першу чергу залежить від характеристик інтерфейсу, за допомогою якого вони пов'язані з материнською платою. Залежно від типу інтерфейсу розкид значень може бути дуже великим: від декількох Мбайт / с до 13–16 Мбайт / с для інтерфейсів типу EIDE; до 80 Мбайт / с для інтерфейсів типу SCSI і від 50 Мбайт / с і більше для найбільш сучасних інтерфейсів типу IEEE 1394.

Крім швидкості передачі даних, із продуктивністю диска безпосередньо пов'язаний параметр середнього часу доступу. Він визначає інтервал часу, необхідний для пошуку потрібних даних, і залежить від швидкості обертання диска. Для дисків, що обертаються з частотою 5400 об/хв., середній час доступу становить 9–10 мкс, для дисків з частотою 7200 об/хв. – 7–8 мкс. Вироби вищого рівня забезпечують середній час доступу до даних 5–6 мкс.

Спільно з монітором *відео карта* утворює відеопідсистему персонального комп'ютера. Відеокарта не завжди була компонентом ПК. На зорі розвитку персональної обчислювальної техніки в загальній області оперативної пам'яті існувала невелика виділена екранна область пам'яті, в яку процесор заносив дані про зображення. Спеціальний контролер екрана зчитував дані про яскравість окремих точок екрана з комірок пам'яті цієї області і відповідно до них керував розгорткою горизонтального променя електронної гармати монітора.

З переходом від чорно-білих моніторів до кольорових і зі збільшенням роздільної здатності екрану (кількості точок по вертикалі і горизонта-

лі) області відеопам'яті стало недостатньо для збереження графічних даних, а процесор перестав справлятися з побудовою і відновленням зображення. Тоді й сталося виділення всіх операцій, пов'язаних із керуванням екраном, в окремий блок, який отримав назву відеоадаптер. Фізично відеоадаптер виконаний у вигляді окремої дочірньої плати, яка вставляється в один зі слотів материнської плати і називається відеокартою. **Відеоадаптер** взяв на себе функції відеоконтролера, відеопроцесора і відеопам'яті.

За час існування персональних комп'ютерів змінилося кілька стандартів відеоадаптерів: MDA (монохромний); CGA (4 кольори); EGA (16 кольорів), VGA (256 кольорів). Нині застосовуються відеоадаптери SVGA, що забезпечують за вибором відтворення до 16,7 мільйонів кольорів з можливістю довільного вибору дозволу екрану зі стандартного ряду значень (640 × 480; 800 × 600; 1024 × 768; 1152 × 864; 1280 × 1024 пікселів і далі).

**Розподільна здатність** екрану є одним з найважливіших параметрів відеопідсистеми. Чим вона вище, тим більше інформації можна відобразити на екрані, але тим менше розмір кожної окремої точки і, тим самим, тим менше видимий розмір елементів зображення. Використання завищеної розподільної здатності на моніторі малого розміру призводить до того, що елементи зображення стають нерозбірливими і робота з документами та програмами викликає стомлення органів зору. Використання заниженої розподільної здатності призводить до того, що елементи зображення стають великими, але на екрані їх розташовується дуже мало. Якщо програма має складну систему керування і велику кількість екранних елементів, вони не повністю поміщаються на екрані. Це призводить до зниження продуктивності праці і неефективної роботи.

Таким чином, для кожного розміру монітора існує своя оптимальна розподільна здатність екрану, яку має забезпечувати відеоадаптер.

**Кольорове розділення** (глибина кольору) визначає кількість різних відтінків, які може приймати окрема точка екрану. Максимально можливе кольорове розподілення залежить від властивостей відеоадаптера і, в першу чергу, від кількості встановленої на ньому відеопам'яті. Крім того, воно залежить і від встановленої розподільної здатності екрану. При високому значенні на кожну точку зображення доводиться відводити менше місця у відеопам'яті, так що інформація про кольори вимушено виявляється більш обмеженою.

Мінімальна вимога за глибиною кольору на сьогоднішній день – 256 кольорів, хоча більшість програм вимагають не менше 65 тис. кольорів (режим High Color). Найбільш комфортна робота досягається при глибині кольору 16,7 млн кольорів (режим True Color).

Робота в кольоровому режимі True Color з високим екранним дозволом вимагає значних розмірів відеопам'яті. Сучасні відеоадаптери здатні також виконувати функції оброблення зображення, знижуючи навантаження на центральний процесор ціною додаткових витрат відеопам'яті.

**Відеоприскорення** – одна з властивостей відеоадаптера, яка полягає в тому, що частина операцій з побудови зображень може відбуватися без



виконання математичних обчислень в основному процесорі комп'ютера, а тільки апаратним шляхом – перетворенням даних в мікросхемах **відеоприскорювача**. Відеоприскорювачі можуть входити до складу **відеоадаптера** (у таких випадках говорять про те, що відеокарта має функції апаратного прискорення), але можуть поставлятися у вигляді окремої плати, яка встановлюється на материнській платі і підключається до відеоадаптера.

Розрізняють два типи відео прискорювачів: прискорювачі плоскої (2D) і тривимірної (3D) графіки. Перші найбільш ефективні для роботи з прикладними програмами (зазвичай офісного застосування) і оптимізовані для операційної системи Windows, а другі орієнтовані на роботу мультимедійних розважальних програм, в першу чергу комп'ютерних ігор і професійних програм оброблення тривимірної графіки. Зазвичай у цих випадках використовують різні математичні принципи автоматизації графічних операцій, але існують прискорювачі, що володіють функціями і двовимірного, і тривимірного прискорення.

**Звукова карта** стала одним з найбільш пізніх удосконалень персонального комп'ютера. Вона підключається до одного зі слотів материнської плати у вигляді дочірньої карти і виконує обчислювальні операції, пов'язані з обробленням звуку, мови, музики. Звук відтворюється через зовнішні звукові колонки, що підключаються до виходу звукової карти. Спеціальний роз'єм дозволяє відправити звуковий сигнал на зовнішній підсилювач. Є також роз'єм для підключення мікрофона, що дозволяє записувати мову або музику і зберігати їх на жорсткому диску для подальшого оброблення та використання.

Основним параметром звукової карти є **розрядність**, що визначає кількість бітів, використовуваних при перетворенні сигналів з аналогової в цифрову форму і навпаки. Чим вище розрядність, тим менше похибка, пов'язана з оцифровуванням, тим вище якість звучання. Мінімальною вимогою сьогоднішнього дня є 16 розрядів, а найбільшого поширення мають 32-розрядні і 64-розрядні пристрої.

У галузі відтворення звуку найбільш складно йде справа зі стандартизацією. Відсутність єдиних централізованих стандартів призвело до того, що ряд фірм, що займаються випуском звукового обладнання, де-факто ввели в широке використання свої внутрішньофірмові стандарти. Так, наприклад, у багатьох випадках стандартними вважають пристрої, сумісні з пристроєм Sound Blaster, торгова марка на яке належить компанії Creative Labs.

**Оптичний привод** – пристрій, що має механічну складову, керовану електронною схемою, призначений для зчитування і (в більшості сучасних моделей) запису інформації з оптичних носіїв інформації у вигляді пластикового диска з отвором в центрі (компакт-диск, DVD тощо). Процес зчитування / запису інформації з диска здійснюється за допомогою лазера.

**DVD** (англ. Digital Versatile Disc – цифровий багатоцільовий диск; також англ. Digital Video Disc – цифровий відеодиск) – носій інформації, виконаний у формі диска, що має такий же розмір, як і компакт-диск, але більш щільну структуру робочої поверхні, що дозволяє зберігати і зчитува-

ти більший обсяг інформації через використання лазера з меншою довжиною хвилі й лінзи з більшою числовою апертурою.

**DVD-привод** – пристрій читання (і записи).

Існують такі типи приводів:

- привод CD-ROM;
- привод CD-RW;
- привод DVD-ROM;
- привод DVD-RW;
- привод DVD-RW DL;
- привод HD DVD-ROM;
- привод HD DVD / DVD RW;
- привод BD-ROM;
- привод BD-RE;
- привод GD-ROM;
- привод UMD.

**CD-ROM** – найпростіший вид cd-привода, призначений тільки для читання cd-дисків.

**CD-RW** – такий же, як і попередній, але здатний записувати тільки на CD-R / RW-диски.

**DVD-ROM** – призначення його полягає тільки в читанні DVD-дисків.

**DVD / CD-RW** – те, що і DVD-ROM, але здатний записувати на CD-R / RW-диски (комбо-привод).

**DVD RW** – привод, здатний не тільки читати DVD-диски, а й записувати на них.

**DVD RW DL** – на відміну від попереднього типу DVD RW, здатний також записувати на двошарові оптичні DVD-носії, що відрізняються від звичайних більшою ємністю.

**BD-RE** – привод, здатний читати / записувати на диски формату **Blu-Ray**. Це вдосконалена технологія оптичних носіїв, в основі якої лежить використання лазера з довжиною хвилі 405 нм (синій спектр випромінювання). Зменшення довжини хвилі лазера дозволило звузити ширину доріжки у два рази в порівнянні з DVD-диском і збільшити щільність запису даних. Зменшення товщини захисного шару в шість разів підвищило надійність операцій читання / запису на кількох записуваних шарах.

**Диски Blu-Ray** призначені здебільшого для запису цифрового відео високої роздільної здатності. Наприклад, на односторонній одношаровий диск записують до 2 годин відео у форматі HDTV (телебачення високої чіткості) при швидкості відеопотоку до 54 Мбіт / с.

**HD DVD** – це нове покоління оптичних дисків, які призначені в першу чергу для зберігання фільмів високого дозволу (HDTV). Новий формат носіїв дозволяє записувати в три рази більший обсяг даних, у порівнянні з DVD. Одношарові HD DVD-диски мають ємність 15 Гб, двошарові – 30 Гб. Як правило, HD DVD-привод може читати всі формати DVD і CD-дисків.

**HD DVD / DVD RW** – на відміну від попереднього, здатний записувати на диски такі формати, як DVD-R, DVD + R, DVD-RW, DVD + RW, CD-R, CD-RW.

Сучасні приводи CD-ROM досягли високих швидкостей зчитування інформації з лазерного компакт-диска завдяки впровадженню технології CAV (Constant Angular Velocity – постійна кутова швидкість). У цьому режимі частота обертів диска залишається постійною, відповідно на периферійних ділянках дані зчитуються з більшою швидкістю (4–7,8 Мбайт / с), ніж на внутрішніх ділянках (2–3,5 Мбайт / с). Середня швидкість зчитування при цьому набагато ближче до мінімальних значень, оскільки запис на диску починається з внутрішніх областей.

Сам оптичний привод може бути у вигляді складової конструкції в складі більш складного обладнання (наприклад, побутового DVD-програвача) або випускатися у вигляді незалежного пристрою зі стандартним інтерфейсом підключення (PATA, SATA, USB), наприклад, для того щоб встановити на комп'ютер.

### **Контрольні питання**

1. Що входить до базової конфігурації ПК?
2. Завдяки якому пристрою на монітор виводиться інформація?
3. Які існують типи моніторів?
4. Наведіть головні внутрішні пристрої системного блока.
5. Що робить оптичний привод?
6. За що відповідає звукова карта?
7. Чим відрізняється привод CD-ROM від приводу DVD-RW?

### **Тестові завдання**

1. Оберіть усі функції персонального комп'ютера:
  - а) друк інформації;
  - б) оброблення інформації;
  - в) введення інформації;
  - г) зберігання інформації.
2. Клавіатура служить для:
  - а) набору тексту;
  - б) як підставка під кисті рук;
  - в) введення команд;
  - г) введення дисків.
3. Щоб надовго зберегти інформацію, її потрібно записати:
  - а) в оперативну пам'ять;
  - б) в постійну пам'ять;

- в) на жорсткий магнітний диск;
- г) на аркуші.

4. Визначте, до якої групи відносять наведені пристрої:

- |                                       |             |
|---------------------------------------|-------------|
| 1) периферійні пристрої;              | а) миша;    |
| 2) пристрої введення;                 | б) принтер; |
| 3) пристрої на материнській платі;    | в) USB 3.0; |
| 4) роз'єми для підключення пристроїв; | г) чіпсет.  |

5. Якість монітору залежить від його розміру:

- а) вірно;
- б) невірно.

6. Пристрій, що служить для введення алфавітно-цифрових (знакових) даних, називається комп'ютерна миша:

- а) вірно;
- б) невірно.

7. Кольорове розділення визначає:

- а) кількість різних відтінків, які може приймати окрема точка екрану;
- б) кількість пікселів на екрані;
- в) кількість кольорів одного пікселя.

## 1.2 Системи фізичного та логічного обміну персонального комп'ютера

### 1.2.1 Регістри, сегментація та адресація

#### План

1.2.1.1 Поняття регістрів і сегментації.

1.2.1.2 Універсальні регістри.

1.2.1.3 Регістри зсувів, вказівників й індексів, регістри прапорів.

#### 1.2.1.1 Поняття регістрів і сегментації

**Регістрами** в схемотехніці називають електронні пристрої, в які можна записати інформацію, зберегти її і, при необхідності, прочитати. При цьому регістри, як правило, забезпечують більш швидкий доступ до інформації, ніж доступ до вмісту комірок пам'яті ОЗП. Ця обставина і є причиною оснащення центрального процесора ЕОМ власною пам'яттю, причому в більш пізніх розробках мікропроцесорів власна пам'ять процесорів тільки збільшується.

Intel 8086 має 14 регістрів:

- універсальні AX, BX, CX, DX;
- сегментні регістри CS, DS, SS, ES;
- регістри зсуву IP, SP, BP, SI, DI;
- регістр прапорів (реєстр стану) FL.

У комп'ютері існують 2 основні схеми адресації:

- 1) **абсолютна** або **фізична** адреса, що представляє собою 20-розрядне число і прямо вказує на певну комірку ОЗП;
- 2) адреса в системі **сегмент: зміщення**, що складається з початкової адреси сегмента і значення зсуву. Кожна складова **сегмент: зміщення** являє собою 16-розрядне число.

Програмісти рідко мають справу з абсолютною адресацією і навіть рідко звертають увагу на початок сегмента (ОС сама в більшості випадків записує в сегментний регістр відповідні адреси), а ось зміщення усередині сегмента часто доводиться враховувати в програмах оброблення.

**Сегментний регістр** зберігає стартову (початкову) адресу пам'яті, визначену операційною системою для зберігання команд програми (CS), змінних і констант (DS) і стека (SS) – для тимчасового зберігання результатів оброблення, параметрів, процедур і адрес повернення з процедур. На рисунку 1.12 графічно показано зв'язок сегментних регістрів і відповідних їм сегментів. Рисунок відображає принциповий зв'язок між сегментними регістрами і сегментами програми, звідки випливає, що програмні сегменти не обов'язково розташовуються в оперативній пам'яті в порядку, відображеному на рисунку. Не варто забувати, що в програмі можуть задаватися і додаткові сегменти даних (такі, як ES, а в процесорах 80386 і вище ще й FS і GS), але наведені 3 сегмента програми присутні в будь-якій програмі.

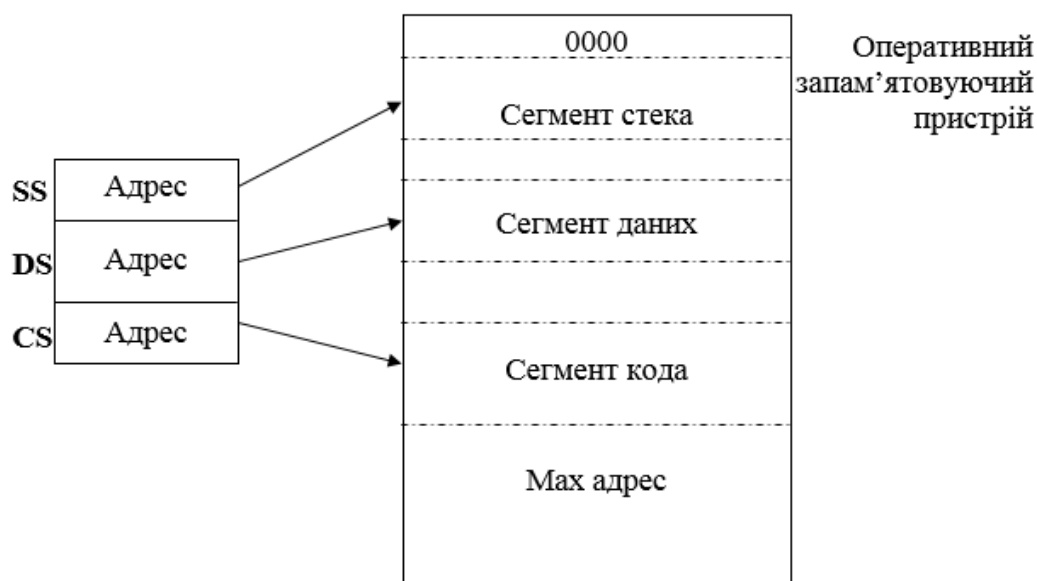


Рисунок 1.12 – Зв'язок сегментів і сегментних регістрів

Сегмент починається з кордону *параграфа* (адреси, що ділиться без залишку на 16, із чотирма двійковими нулями в молодших розрядах значення адреси). Комірки пам'яті всередині сегмента нумеруються зі стартової адреси сегмента. Відстань в байтах від початку сегмента до будь-якої іншої комірки всередині цього сегмента, називається *зміщенням*.

Імена сегментних реєстрів суворо зарезервовані, і тому при появі цих імен в програмі процесор звертається до своєї внутрішньої пам'яті.

Реєстр **CS** містить адресу першої команди програми. Сума вмісту цього реєстра зі значенням зсуву в покажчику інструкцій – реєстрі **IP** – дає адресу команди програми, яка повинна бути передана наступною для виконання.

Реєстр **DS** містить адресу першої змінної або константи, оголошеної в програмі. Команди використовують цей реєстр для пошуку значень операндів, що беруть участь в операціях оброблення. Ця електронна адреса, складена зі зміщенням змінної, дає посилання на певну комірку зі значеннями вихідних даних, проміжних результатів або вихідних даних.

Реєстр **SS** дозволяє реалізувати в пам'яті стек, який програма використовує для тимчасового зберігання адрес і даних. Адреса з цього реєстра складається зі зміщенням, що зберігається в покажчику стека **SP**, і сумарне значення вказує на поточне слово в стеці.

Реєстр **ES** використовується в програмах, що обробляють рядкові послідовності. Якщо програма передбачає таку оброблення, то необхідно проініціалізувати цей реєстр відповідним значенням (аналогічно примусовій ініціалізації основного сегмента даних **DS**).

Описані вище правила використання стекових реєстрів процесор застосовує автоматично. Як правило, для цілей програмування посилатися на сегментні реєстри не потрібно.

### 1.2.1.2 Універсальні реєстри

Найбільш часто програміст оперує реєстрами загального призначення (РЗП). До них відносяться реєстри **AX**, **BX**, **CX**, **DX**, а в процесорах, починаючи з Intel 80386 і вище – **EAX**, **EBX**, **ECX**, **EDX**. Реєстри **E<sub>xx</sub>** – 32-розрядні, **xX** – 16-розрядні. Кожен з останніх в свою чергу складається з двох 8-бітових реєстрів **xL** і **xH**. Рисунок 1.13 ілюструє загальну структуру РЗП на прикладі реєстра **AX**

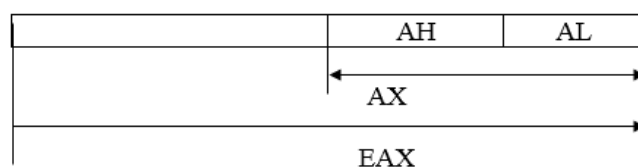


Рисунок 1.13 – Загальна структура РЗП

Кожен із цих регістрів може використовуватися для тимчасового зберігання будь-яких даних, при цьому можна працювати з кожним регістром повністю, а можна окремо з кожною його половиною:

- регістри AH, BH, CH, DH – старші байти (High);
- регістри AL, BL, CL, DL – молодші байти (Low) відповідних 2-х байтових регістрів.

Регістри AL, AH утворюють відповідно молодший і старший байти умовного регістра AX.

Усіма цими регістрами можна користуватися при програмуванні, але ряд команд використовує їх неявним способом. Наприклад:

- регістр **AX**, акумулятор, використовується при множенні і діленні слів, в операціях введення-виведення і в деяких операціях над рядками;
- регістр **AL** використовується при виконанні аналогічних операцій над байтами, а також при перетворенні десяткових чисел і виконання над ними арифметичних операцій;
- регістр **AH** використовується при множенні і діленні байтів;
- регістр **BX**, базовий регістр, часто використовується при адресації даних в пам'яті;
- регістр **CX**, лічильник, використовується як лічильник числа повторень циклу і в якості номера позиції елемента даних при операціях над рядками;
- регістр **CL** використовується як лічильник при операціях зсуву й циклічного зсуву на кілька бітів;
- регістр **DX**, регістр даних, використовується при множенні і діленні слів, крім цього використовується в операціях введення-виведення як номер порту.

### *1.2.1.3 Регістри зсувів, вказівників й індексів, регістри прапорів*

Регістри вказівників також, як і сегментні регістри, призначені для зберігання складових частин адрес.

Як уже згадувалося, регістр **IP** містить зміщення в сегменті кодів для наступної команди, що підлягає виконанню. При виконанні кожної команди процесор змінює значення в IP, тому цей регістр завжди вказує на наступну команду. Зазвичай в програмах до IP не звертаються безпосередньо, але його поточне значення може бути використано в деяких командах або директивах.

Регістр **SP** зберігає значення зсуву, яке разом з регістром SS вказує на поточне слово в стеці.

Регістр **BP** обробляє посилальні параметри (дані та адреси), які передаються між програмою і підпрограмою (процедурою) через стек. Також,

як і інші регістри вказівників, ВР містить зсув. Процесор поєднує це зміщення з адресою в SS.

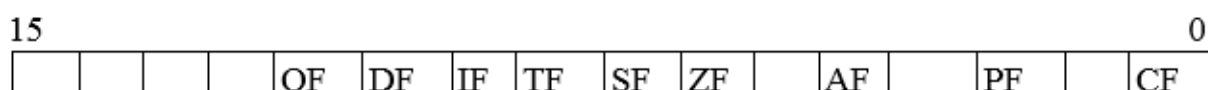
Регістри індексів **SI** і **DI** використовуються для індексованої адресації, а також в строкових операціях.

Також як для обчислення адреси виконуваної команди процесору потрібні значення, що знаходяться у двох регістрах CS і IP, аналогічно здійснюється доступ до даних в інших сегментах.

Для доступу до сегменту даних процесор витягує номер блока з регістра DS, а зміщення з регістра **BX** або індексного регістра – **SI** або **DI**.

Слід зазначити, що регістр **BX** – єдиний з РЗП – можна використовувати в якості покажчика (індексу) для розширення адресації. З цією метою він може використовуватися в поєднанні з регістрами SI і DI.

Регістр прапорів є 16-бітовим регістром, де фіксується інформація про поточний стан процесора, наведено на рисунку 1.14.



*Рисунок 1.14 – Регістр прапорів*

Прапор **OF** називається прапором переповнення і його значення, рівне 1, свідчить про наявність помилки в операціях над числами зі знаком.

Прапор **DF** називається прапором напряму, використовується в командах роботи з рядками. При  $DF = 1$  регістр індексу, який використовується в командах роботи з рядками збільшується на 1 при кожному наступному виконанні команди, при  $DF = 0$  – регістр індексу на 1 зменшується.

Прапор **IF** називається прапором переривання. Зазвичай він встановлюється в 1 і таке його значення дозволяє виконуваний програмі користувача реагувати на переривання. Однак, коли викликається програма оброблення переривання, прапор IF встановлюється в 0, щоб ніякі інші переривання не могли перешкодити поточному обробці переривання.

Прапор **TF** називається прапором трасування, при його значенні, рівному 1, дозволяється виконання програми за кроками.

Прапор **SF** називається прапором знака і відповідно до своєї назви встановлюється в 1, якщо в результаті виконання операції над числами зі знаком, виходить негативне число.

Прапор **ZF** називається прапором нуля. Цей прапор встановлюється, якщо результатом операції є нульове значення (якщо результат виконаної перед перевіркою прапора операції дорівнює 0, прапор встановлюється в 1).

Прапор **AF** називається прапором допоміжного переносу. Використовується у двійковій-десятьковою арифметиці. Цей прапор встановлюється в 1, якщо арифметична операція приводить до позичці або переносу четвертого праворуч біта однобайтного операнда (інакше кажучи, цей прапор містить біт, перенесений з третього біта в четвертий біт у спеціалізованих арифметичних операціях).



Прапор **PF** називається прапором парності, він встановлюється в 1, якщо результат операції має парну кількість 1 у двійковому поданні результату.

Прапор **SF** називається прапором перенесення і в нього заноситься перенесення (або позика) з знакового (старшого) розряду числа (це позика або перенесення за межі розрядної сітки представлення числа).

### Контрольні питання

1. Що називають регістрами?
2. Основна функція шинного інтерфейсу?
3. Які сегментні регістри ви знаєте?
4. Що ви знаєте про регістри прапорів?
5. Що таке сегментація?
6. Які є схеми адресації?

### Тестові завдання

1. Регістрами в схемотехніці називають електронні пристрої, в які можна тільки записати інформацію:

- а) вірно;
- б) невірно.

2. Адреса, що прямо вказує на певну комірку ОЗП, називається:

- а) фізичною адресою;
- б) відносною адресою;
- в) логічною адресою;
- г) параграфом.

3. Скласти відповідності:

- |                           |                        |
|---------------------------|------------------------|
| 1) універсальні регістри; | а) IP, SP, BP, SI, DI; |
| 2) сегментні регістри;    | б) FL;                 |
| 3) регістри зсуву;        | в) CS, DS, SS, ES;     |
| 4) регістр прапорів;      | г) AX, BX, CX, DX.     |

4. Відстань у байтах від початку сегмента до будь-якої іншої комірки всередині цього сегмента називається:

- а) сегментом;
- б) зміщенням;
- в) перенесенням;
- г) заміною.

5. Прапор **OF** називається прапором:

- а) переповнення;
- б) напряму;

- в) переривання;
- г) зсуву.

6. Адреса, що ділиться без залишку на 16, із чотирма двійковими нулями в молодших розрядах значення адреси, – це:

- а) початок параграфу;
- б) сегмент;
- в) зсув;
- г) комірка ПЗП.

7. Вкажіть усі індексні реєстри:

- а) SI;
- б) IP;
- в) AX;
- г) DI;
- д) SS.

### ***1.2.2 Класифікація та типова структура мікропроцесорів***

#### **План**

1.2.2.1 Мікропроцесори: призначення та класифікація.

1.2.2.2 Характеристики мікропроцесорів і структура базового мікропроцесора.

1.2.2.3 Принципи побудови схемного та мікропрограмного пристроїв керування.

#### ***1.2.2.1 Мікропроцесори: призначення та класифікація***

**Мікропроцесор (МП)** – це програмно-керований електронний цифровий пристрій, призначений для оброблення цифрової інформації та керування процесом цього оброблення, виконаний на одній або кількох інтегральних схемах із високим ступенем інтеграції електронних елементів.

Функції мікропроцесора:

- обчислення адрес команд й операндів;
- вибірка та дешифрація команд із основної пам'яті;
- вибірка даних з основної пам'яті, реєстрів мікропроцесорної пам'яті та реєстрів адаптерів зовнішніх пристроїв;
- прийом й оброблення запитів і команд від адаптерів на обслуговування зовнішніх пристроїв;

- оброблення даних та їх запис в основну пам'ять, регістри мікропроцесорної пам'яті та регістри адаптерів зовнішніх пристроїв;
- вироблення керівних сигналів для всіх інших вузлів і блоків ПК;
- перехід до наступної команди.

За кількістю великих інтегральних схем (ВІС) в мікропроцесорному комплекті розрізняють мікропроцесори однокристальні, багатокристальні та багатокристальні секційні.

Процесори навіть найпростіших ЕОМ мають складну функціональну структуру, містять велику кількість електронних елементів і безліч розгалужених зв'язків. Змінювати структуру процесора необхідно так, щоб повна принципова схема або її частини мали кількість елементів і зв'язків, сумісну з можливостями ВІС. При цьому мікропроцесори набувають внутрішньої магістральної архітектури, тобто в них до єдиної внутрішньої інформаційної магістралі підключаються всі основні функціональні блоки (арифметико-логічний, робочих регістрів, стека, переривань, інтерфейсу, керування та синхронізації та ін.).

Для обґрунтування класифікації мікропроцесорів за кількістю ВІС треба розподілити всі апаратні блоки процесора між основними трьома функціональними частинами: операційною, керівною та інтерфейсною. Складність операційної та керівної частин процесора визначається їхньою розрядністю, системою команд і вимогами до системи переривань; складність інтерфейсної частини – розрядністю та можливостями підключення інших пристроїв ЕОМ (пам'яті, зовнішніх пристроїв, датчиків та виконавчих механізмів та ін.). Інтерфейс процесора містить кілька десятків інформаційних шин даних (ШД), адрес (ША) та керування (ШК).

Однокристальні мікропроцесори виходять при реалізації всіх апаратних засобів процесора у вигляді однієї ВІС або НВІС (надвеликої інтегральної схеми). У міру збільшення ступеня інтеграції елементів у кристалі та числа висновків корпусу параметри однокристальних мікропроцесорів покращуються. Однак можливості однокристальних мікропроцесорів обмежені апаратними ресурсами кристала та корпусу. Для отримання багатокристального мікропроцесора необхідно провести розбиття його логічної структури на функціонально закінчені частини та реалізувати їх у вигляді ВІС (НВІС). Функціональна завершеність ВІС багатокристального мікропроцесора означає, що його частини виконують заздалегідь певні функції та можуть працювати автономно.

На рисунку 1.15 (а) показано функціональне розбиття структури процесора при створенні трикристального мікропроцесора (пунктирні лінії), що містить ВІС операційного (ОП), ВІС керівного (КП) та ВІС інтерфейсного (ІП) процесорів.

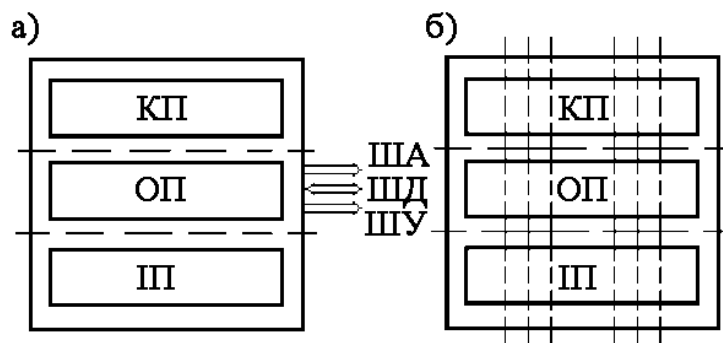


Рисунок 1.15 – Функціональна структура процесора (а) та її розбиття для реалізації процесора у вигляді комплексу секційних ВІС (б)

**Операційний процесор** служить для оброблення даних, керівний процесор виконує функції обирання, декодування та обчислення адрес операндів і також генерує послідовності мікрокоманд. Автономність роботи та велика швидкодія ВІС КП дозволяє вибрати команди з пам'яті з більшою швидкістю, ніж швидкість виконання ВІС ОП. При цьому в КП утворюється черга ще не виконаних команд, а також заздалегідь підготовляються дані, які будуть потрібні ОП в наступних циклах роботи. Така випереджальна вибірка команд заощаджує час ОП на очікування операндів, необхідних для виконання команд програм. Інтерфейсний процесор дозволяє підключити пам'ять і периферійні засоби до мікропроцесора; він, власне, є складним контролером для пристроїв введення/виведення інформації. ВІС ШП виконує також функції каналу прямого доступу до пам'яті.

Вибираються з пам'яті команди розпізнаються і виконуються кожною частиною мікропроцесора автономно, і може бути забезпечений режим одночасної роботи всіх ВІС процесора, тобто конвеєрний поточковий режим виконання послідовності команд програми (виконання послідовності з невеликим часовим зсувом). Такий режим роботи значно підвищує продуктивність мікропроцесора.

Багатокристалічні секційні мікропроцесори виходять у тому випадку, коли у вигляді ВІС реалізуються частини (секції) логічної структури процесора при функціональному розбитті її вертикальними площинами (рис. 1.15 б). Для побудови багаторозрядних мікропроцесорів при паралельному включенні секцій ВІС у них додаються засоби «стикування».

Для створення високопродуктивних багаторозрядних мікропроцесорів потрібно так багато апаратних засобів, що не реалізуються в доступних ВІС, що може виникнути необхідність ще й у функціональному розбитті структури мікропроцесора горизонтальними площинами. У результаті розглянутого функціонального поділу структури мікропроцесора на функціонально і конструктивно закінчені частини створюються умови реалізації кожної з них у вигляді ВІС. Усі вони утворюють комплект секційних ВІС процесора.

Таким чином, мікропроцесорна секція – це ВІС, призначена для оброблення кількох розрядів даних або виконання певних керівних операцій. Секційність ВІС МП визначає можливість «нарощування» розрядності оброблюваних даних або ускладнення пристроїв керування мікропроцесора при «паралельному» включенні більшої кількості ВІС.

Однокристалні та трикристалні ВІС МП, як правило, виготовляють на основі мікроелектронних технологій уніполярних напівпровідникових приладів, а багатокристалні секційні ВІС МП на основі технології напівпровідникових біполярних приладів. Використання багатокристалних мікропроцесорних високошвидкісних біполярних ВІС, що мають функціональну закінченість при малій фізичній розрядності оброблюваних даних і монтуються в корпус із великою кількістю висновків, що дозволяє організувати розгалуження зв'язку в процесорі, а також здійснити конвеєрні принципи оброблення інформації для підвищення його продуктивності.

*За призначенням* розрізняють універсальні та спеціалізовані мікропроцесори. Універсальні мікропроцесори можуть бути використані для вирішення широкого кола різноманітних завдань. При цьому їхня ефективна продуктивність слабо залежить від проблемної специфіки розв'язуваних завдань. Спеціалізація МП, тобто його проблемна орієнтація на прискорене виконання певних функцій, дозволяє різко збільшити ефективну продуктивність під час вирішення окремих завдань.

Серед спеціалізованих мікропроцесорів можна виділити різні мікроконтролери, орієнтовані на виконання складних послідовностей логічних операцій, математичні МП, призначені для підвищення продуктивності під час арифметичних операцій з допомогою, наприклад, матричних методів їх виконання, МП оброблення даних у різних галузях застосування тощо. За допомогою спеціалізованих МП можна ефективно розв'язувати нові складні завдання паралельного оброблення даних. Наприклад, конволюція дозволяє здійснити більш складне математичне оброблення сигналів, ніж методи кореляції, що широко використовуються. Останні в основному зводяться до порівняння двох серій даних: вхідних, переданих формою сигналу, і фіксованих опорних, і визначення їхньої подібності. Конволюція дає можливість у реальному масштабі часу знаходити відповідність для сигналів форми, що змінюється шляхом порівняння їх з різними еталонними сигналами, що, наприклад, може дозволити ефективно виділити корисний сигнал на тлі шуму. Розроблені однокристалні конвольвери використовуються в пристроях розпізнавання образів у тих випадках, коли можливості збору даних перевершують здатність системи обробляти ці дані.

*За виглядом оброблюваних вхідних сигналів* розрізняють цифрові й аналогові мікропроцесори. Самі мікропроцесори – цифрові пристрої, однак, можуть мати вбудовані аналого-цифрові та цифро-аналогові перетворювачі. Тому вхідні аналогові сигнали передаються МП через перетворювач у цифровій формі, обробляються і після зворотного перетворення на

аналогову форму надходять на вихід. З архітектурної точки зору такі мікропроцесори є аналоговими функціональними перетворювачами сигналів і називаються аналоговими мікропроцесорами. Вони виконують функції будь-якої аналогової схеми (наприклад, виробляють генерацію коливань, модуляцію, зміщення, фільтрацію, кодування та декодування сигналів у реальному масштабі часу тощо, замінюючи складні схеми, що складаються з операційних підсилювачів, котушок індуктивності, конденсаторів тощо).

Зазвичай у складі однокристальних аналогових МП є кілька каналів аналого-цифрового та цифро-аналогового перетворення. В аналоговому мікропроцесорі розрядність оброблюваних даних сягає 24 біт і більше, велике значення приділяється збільшенню швидкості виконання арифметичних операцій.

Відмінна риса аналогових мікропроцесорів – здатність до перероблення великого обсягу числових даних, тобто до виконання операцій складання та множення з великою швидкістю за необхідності навіть за рахунок відмови від операцій переривань і переходів. Аналоговий сигнал, перетворений на цифрову форму, обробляється в реальному масштабі часу і передається на вихід зазвичай в аналоговій формі через цифро-аналоговий перетворювач. При цьому згідно з теоремою Котельникова частота квантування аналогового сигналу повинна вдвічі перевищувати верхню частоту сигналу.

Порівняння цифрових процесорів проводиться зіставленням часу виконання ними списків операцій. Порівняння аналогових мікропроцесорів проводиться за кількістю еквівалентних ланок аналого-цифрових фільтрів рекурсивних фільтрів другого порядку. Продуктивність аналогового мікропроцесора визначається його здатністю швидко виконувати операції множення: чим швидше здійснюється множення, тим більше еквівалентна кількість ланок фільтра в аналоговому перетворювачі і тим складніший алгоритм перетворення цифрових сигналів можна задавати в мікропроцесорі. Одним із напрямів подальшого вдосконалення аналогових мікропроцесорів є підвищення їх універсальності та гнучкості. Тому разом із підвищенням швидкості оброблення великого обсягу цифрових даних розвиватимуться засоби забезпечення розвинених обчислювальних процесів оброблення цифрової інформації за рахунок реалізації апаратних блоків переривання програм і програмних переходів.

*За характером тимчасової організації роботи* мікропроцесори ділять на синхронні й асинхронні.

**Синхронні мікропроцесори** – мікропроцесори, в яких початок і кінець виконання операцій задаються пристроєм керування (час виконання операцій у цьому випадку не залежить від виду виконуваних команд і величин операндів).

**Асинхронні мікропроцесори** дозволяють початок виконання кожної наступної операції визначити сигналом фактичного закінчення виконання

попередньої операції. Для ефективнішого використання кожного пристрою мікропроцесорної системи до складу асинхронно працюючих пристроїв вводять електронні ланцюги, що забезпечують автономне функціонування пристроїв. Закінчивши роботу над операцією, пристрій виробляє сигнал запиту, що означає його готовність до виконання наступної операції. При цьому роль природного розподільника робіт приймає на себе пам'ять, яка відповідно до заздалегідь встановлених пріоритетів виконує запити інших пристроїв із забезпечення їх командною інформацією і даними.

Залежно від набору та порядку виконання команд *процесори поділяються на чотири класи.*

**CISC (complex instruction set command)** є традиційна архітектура, у якій центральний процесор використовує мікропрограми до виконання вичерпного набору команд. Вони можуть мати різну довжину, методи адресації та вимагають складних електронних ланцюгів для декодування та виконання. Протягом довгих років виробники комп'ютерів розробляли та втілювали у виробках дедалі складніші та повніші системи команд. У той же час аналіз роботи процесорів показав, що протягом приблизно 80 % часу виконується лише 20 % загального набору команд. Тому була поставлена задача оптимізації виконання невеликої кількості часто використовуваних команд.

У 1974 р. John Cocke (IBM Research) вирішив випробувати підхід, який міг істотно зменшити кількість машинних команд у центральному процесорі. У середині 70-х це призвело багатьох виробників комп'ютерів до перегляду своїх позицій і розроблення центрального процесора з дуже обмеженим набором команд.

**RISC (reduced instruction set command)** – процесор, що функціонує зі скороченим набором команд. Так, у процесорі CISC для виконання однієї команди необхідно здебільшого 10 і більше тактів. Що ж до процесорів RISC, то вони близькі до того, щоб виконувати по одній команді в кожному такті. Слід мати також на увазі, що завдяки своїй простоті процесори RISC не патентуються. Це також сприяє їхньому швидкому розробленню та широкому виробництву. Тим часом, у скорочений набір RISC увійшли тільки команди, що найчастіше використовуються.

Перший процесор RISC був створений корпорацією IBM у 1979 р. і мав шифр IBM 801. У даний час процесори RISC набули широкого поширення.

Сучасні процесори RISC характеризуються таким:

- спрощений набір команд, що мають однакову довжину; більшість команд виконуються за один такт процесора;
- відсутні макрокоманди, що ускладнюють структуру процесора та зменшують швидкість його роботи;
- взаємодія з оперативною пам'яттю обмежується операціями пересилання даних;

- різко зменшено кількість способів адресації пам'яті (не використовується непряма адресація);
- використовується конвеєр команд, що дозволяє обробляти кілька їх одночасно;
- застосовується високошвидкісна пам'ять.

Новий підхід до архітектури процесора значно скоротив площу, необхідну йому на кристалі інтегральної схеми. Це дозволило різко збільшити кількість регістрів. У сучасному процесорі RISC вже використовують понад 100 регістрів. У результаті процесор на 20–30 % рідше звертається до оперативної пам'яті, що також підвищило швидкість оброблення даних. Спростилася топологія процесора, що виконується у вигляді однієї інтегральної схеми, скоротилися терміни її розробки, вона стала дешевшою.

Починаючи з процесора Pentium, корпорація Intel почала впроваджувати елементи RISC-технологій у свої виробі.

**MISC (minimum instruction set command)** – процесор, що працює з мінімальним набором довгих команд.

Збільшення розрядності процесорів призвело до ідеї укладання кількох команд в одне слово (зв'язок, bound) розміром 128 біт. Оперуючи з одним словом, процесор отримав можливість обробляти відразу кілька команд. Це дозволило використовувати збільшену продуктивність комп'ютера та його можливість обробляти одночасно кілька потоків даних.

Процесор MISC, як і процесор RISC характеризується невеликим набором найчастіше зустрічаються команд. Разом з цим принцип команд VLIM забезпечує виконання групи команд за цикл роботи процесора. Порядок виконання команд розподіляється таким чином, щоб максимально завантажити маршрути, якими проходять потоки даних. Таким чином, архітектура MISC об'єднала разом суперскалярну (багатопоточну) та VLIM концепції. Компоненти процесора прості та працюють з високими швидкостями.

**VLIM (very length instruction word)** – процесор, що працює із системою команд надвеликої розрядності.

Ідея технології VLIM полягає в тому, що створюється спеціальний компілятор планування, який перед виконанням прикладної програми проводить її аналіз, і за множиною гілок послідовності операцій визначає групу команд, які можуть виконуватися паралельно. Кожна така група утворює одну наддовгу команду. Це дозволяє вирішувати два важливі завдання. По-перше, протягом одного такту виконувати групу коротких (звичайних) команд. По-друге, спростити структуру процесора. Цим технологія VLIM відрізняється від суперскалярності. В останньому випадку відбір груп команд, що одночасно виконуються, відбувається безпосередньо в ході виконання прикладної програми (а не заздалегідь). Через що ускладнюється структура процесора й уповільнюється швидкість його роботи.



### 1.2.2.2 Характеристики мікропроцесорів і структура базового мікропроцесора

Мікропроцесор характеризується:

- тактовою частотою: вказує, скільки елементарних операцій (тактів) процесор виконує в 1 секунду. Тактова частота вимірюється у МГц. Слід зазначити, різні моделі МП виконують одні й ті самі операції (наприклад, додавання та множення) за різну кількість тактів. Чим вище модель, тим, як правило, менше тактів потрібно для виконання тих самих операцій;

- розрядністю, тобто максимальною кількістю двійкових розрядів, що одночасно обробляються.

Розрядність МП позначається  $m/n/k/$  і включає:

- $m$  – розрядність внутрішніх регістрів, що визначає приналежність до того чи іншого класу процесорів;

- $n$  – розрядність шини даних, що визначає швидкість передачі інформації;

- $k$  – розрядність шини адреси, що визначає розмір адресного простору;

- обсягом кеш-пам'яті, яка має два рівні: L1 – пам'ять 1-го рівня, що знаходиться всередині основної мікросхеми мікропроцесора і працює завжди на повній частоті мікропроцесора; L2 – пам'ять 2-го рівня, кристал, що розміщується на платі мікропроцесора та пов'язаний із ядром внутрішньої мікропроцесорної шиною, може працювати на повній або половинній частоті мікропроцесора;

- архітектурою. Поняття архітектури мікропроцесора включає систему команд і способи адресації, можливість поєднання виконання команд у часі, наявність додаткових пристроїв у складі мікропроцесора, принципи й режими його роботи. Виділяють поняття мікроархітектури та макроархітектури. Мікроархітектура мікропроцесора – це апаратна організація і логічна структура мікропроцесора, регістри, керівні схеми, арифметико-логічні пристрої, запам'ятовувальні пристрої і пристрої, які зв'язують їхні інформаційні магістралі.

Макроархітектура – це система команд, типи даних, режими адресації і принципи роботи мікропроцесора.

#### **Структура базового мікропроцесора**

Функціонально мікропроцесор можна розділити на дві частини (рисунки 1.16). До них відносять:

- операційну (пристрій керування та пристрій оброблення даних), що містить арифметико-логічний пристрій, мікропроцесорну пам'ять (за винятком сегментних регістрів), блок мікропрограмного керування, об'єднаних у пристрій оброблення даних, та пристрій керування;

- інтерфейсну (або пристрій зв'язку з магістраллю), що містить блок сегментних регістрів мікропроцесорної пам'яті, блок регістрів команд (реєстри пам'яті для зберігання кодів команд, що виконуються в найближчі такти роботи) та суматор адреси.

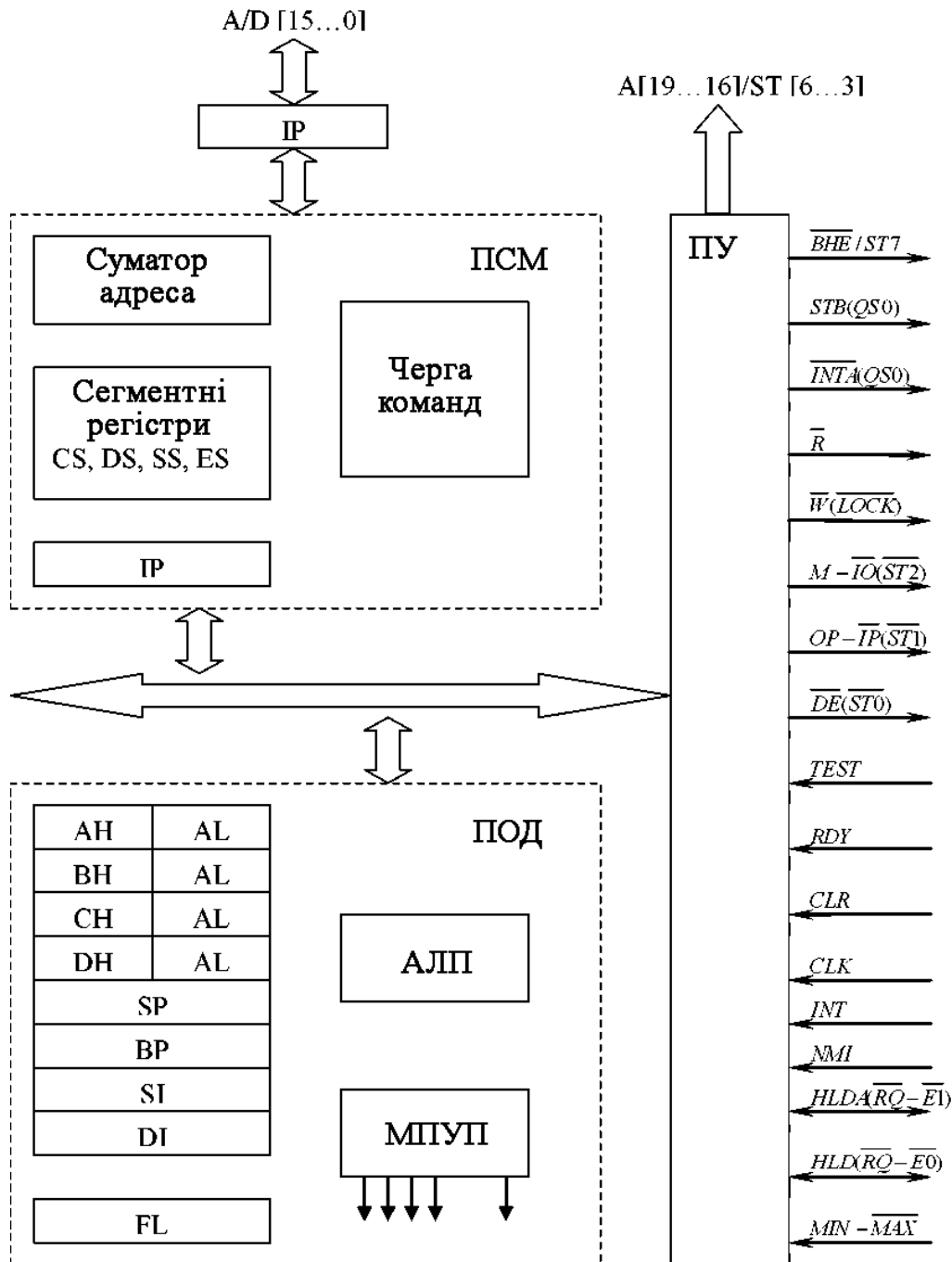


Рисунок 1.16 – Спрощена структурна схема мікропроцесора (на прикладі 18086)

**Пристрій оброблення даних** призначений для виконання команд. Пристрій керування забезпечує синхронізацію роботи пристроїв мікропроцесора, вироблення керівних сигналів і сигналів стану для обміну з іншими пристроями, аналіз і відповідну реакцію на сигнали інших пристроїв ЕОМ.

**Пристрій зв'язку з магістраллю** забезпечує формування фізичної адреси пам'яті й адреси зовнішнього пристрою, вибір команд з пам'яті, обмін даними із пристроями, зовнішніми пристроями, іншими процесорами по магістралі.

Обидві частини мікропроцесора працюють паралельно, причому інтерфейсна частина випереджає операційну, тому вибірка чергової команди з пам'яті (її запис в блок реєстрів команд і попередній аналіз) виконується під час виконання операційною частиною попередньої команди. Сучасні мікропроцесори мають кілька груп реєстрів в інтерфейсній частині, що працюють із різним ступенем випередження, що дозволяє виконати операції в конвеєрному режимі. Така організація мікропроцесора дозволяє суттєво підвищити його ефективну швидкодію.

На зовнішніх виходах мікропроцесора широко використовується принцип мультиплексування сигналів – передача різних сигналів загальним лініям із розподілом часу. Крім того, одні й ті самі виходи можуть використовуватися для передачі різних сигналів залежно від режиму (мінімальний або максимальний).

### *1.2.2.3 Принципи побудови схемного та мікропрограмного пристроїв керування*

**Пристрій керування** призначено для вироблення керівних сигналів, під впливом яких відбувається перетворення інформації в арифметико-логічному пристрої, а також операції з запису та читання інформації в/з пристроєм.

У загальному випадку пристрій керування формує керівні сигнали для виконання таких основних процедур:

- вибірки з реєстра-лічильника мікропроцесорної пам'яті адреси осередку ОЗП, де зберігається чергова команда програми;
- вибірки з осередків ОЗП коду чергової команди та прийому лічильної команди до реєстру команд;
- розшифрування коду операції та ознак обраної команди;
- зчитування з відповідних розшифрованому коду операції осередків ПЗП мікропрограм керівних сигналів (імпульсів), що визначають у всіх блоках машини процедури виконання заданої операції, та пересилання керівних сигналів у ці блоки;
- зчитування з реєстру команд і реєстрів мікропроцесорної пам'яті окремих складових адрес операндів (чисел), що беруть участь у обчисленнях, та формування повних адрес операндів;
- вибірки операндів (за сформованими адресами) та виконання заданої операції оброблення цих операндів;
- запису результатів операції на пам'ять;
- формування адреси наступної команди програми

Пристрої керування поділяються на:

- ПК з жорсткою чи схемною логікою;
- ПК з програмованою логікою (мікропрограмні ПК).

У пристроях керування першого типу кожна команда задається кодом операції, будується набір комбінаційних схем, які у необхідних тактах виробляють необхідні керівні сигнали.

У мікропрограмних пристроях керування кожній команді ставиться у відповідність сукупність слів, що зберігаються в спеціальній пам'яті - мікрокоманд. Кожна з мікрокоманд містить інформацію про мікрооперації, що підлягають виконанню в даному такті, і вказівку, яке слово має бути вибрано з пам'яті наступного такту.

Пристрій керування схемного типу (рисунок 1.17) складається з:

- датчика сигналів, що виробляє послідовність імпульсів, рівномірно розподілену в часі по своїх шинах ( $n$  – загальна кількість керівних сигналів необхідних для виконання будь-якої операції;  $m$  – кількість тактів, за яку виконується найдовша операція);

- блока керування операціями, що здійснює вироблення керівних сигналів, тобто комутацію сигналів, що надійшли з датчика сигналів, у відповідному такті на потрібну керівну шину;

- дешифратора коду операцій, який дешифрує код операції команди, що присутня в даний момент у регістрі команд, і збуджує одну шину, що відповідає даній операції; цей сигнал використовується блоком керування операціями розроблення необхідної послідовності керівних сигналів.

Датчик сигналів зазвичай реалізується з урахуванням лічильника з дешифратором чи регістра зсуву.

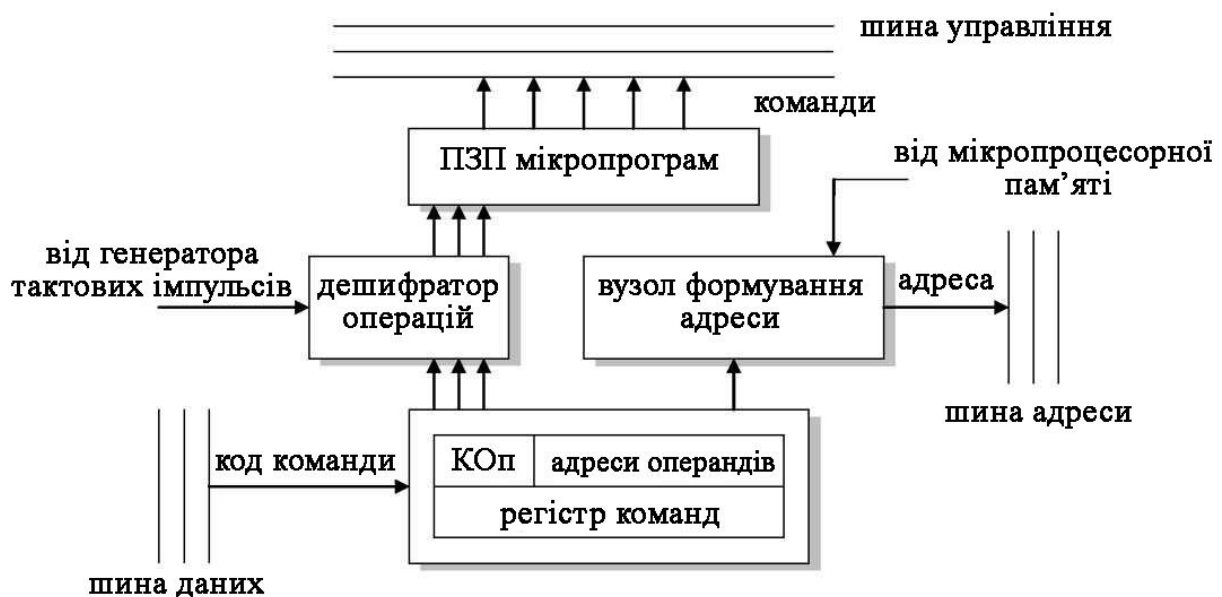


Рисунок 1.17 – Функціональна схема мікропрограмного пристрою керування

На рисунку 1.17 представлені:

- **регістр команд** – регістр, що запам'ятовує, в якому зберігається код команди: код виконуваної операції та адреси операндів, що беруть

участь в операції; реєстр команд розташований в інтерфейсній частині мікропроцесора, у блоці реєстрів команд;

– **дешифратор операцій** – логічний блок, що вибирає відповідно до коду операції, що надходить з реєстру команд, один з безлічі наявних у нього виходів;

– **постійний пристрій** мікропрограм зберігає у своїх осередках керівні сигнали (імпульси), необхідні виконання в блоках ПК процедур операцій оброблення інформації; імпульс по обраному дешифратором операцій відповідно до коду операції дроту зчитує з ПЗП мікропрограм необхідну послідовність керівних сигналів;

– **вузол формування адреси**(знаходиться в інтерфейсній частині МП) – пристрій, що обчислює повну адресу осередку пам'яті (реєстру) за реквізитами, що надходять з реєстра команд і реєстрів МПП;

– **шини даних, адреси та керування** – частина внутрішньої інтерфейсної шини мікропроцесора.

### Контрольні питання

1. Що таке мікропроцесор?
2. Які види процесорів ви знаєте?
3. Що входить до складу сучасного мікропроцесора?
4. Наведіть основні характеристики мікропроцесорів.
5. Як функціонує пристрій керування?
6. Які бувають процесори в залежності від набору та порядку виконання команд?
7. Як використовуються шини даних?

### Тестові завдання

1. Мікропроцесор базується на великих інтегральних мікросхемах:
  - а) так;
  - б) ні.
2. Найбільш популярною є архітектура:
  - а) RISC;
  - б) CISC;
  - в) MISC.
3. Процесор складається з:
  - а) 2-х спеціалізованих процесорів;
  - б) 3-х спеціалізованих процесорів;
  - в) 4-х спеціалізованих процесорів.

4. Мікропроцесор може обробляти аналогові сигнали безпосередньо:
- а) у будь-яких умовах;
  - б) можуть лише спеціальні процесори;
  - в) можуть тільки комбіновані процесори.

### ***1.2.3 Використання пам'яті в обчислювальних системах***

#### **План**

- 1.2.3.1 Характеристики систем пам'яті.
- 1.2.3.2 Основна пам'ять.
- 1.2.3.3 Статична та динамічна оперативна пам'ять.
- 1.2.3.4 Постійні запам'ятовувальні пристрої.

#### ***1.2.3.1 Характеристики систем пам'яті***

У будь-якій обчислювальній машині (ОМ) незалежно від її архітектури програми й дані зберігаються в пам'яті. Функції пам'яті забезпечуються запам'ятовувальними пристроями (ЗП), призначеними для фіксації, зберігання та видачі інформації в процесі роботи ОМ. Процес фіксації інформації в ЗП називається **записом**, процес видачі інформації – **читанням** або **зчитуванням**, а разом їх визначають як **процеси звернення до ЗП**.

Перелік основних характеристик, які необхідно враховувати, розглядаючи конкретний вид ЗП, включає в себе:

- місце розташування;
- ємність;
- одиницю пересилання;
- метод доступу;
- швидкодію;
- фізичний тип;
- фізичні особливості;
- вартість.

За місцем розташування ЗП поділяють на процесорні, внутрішні й зовнішні. Найбільш швидкісні види пам'яті (реєстри, кеш-пам'ять першого рівня) зазвичай розміщують на загальному кристалі з центральним процесором, а реєстри загального призначення взагалі вважаються частиною ЦП. Другу групу (внутрішню пам'ять) утворюють ЗП, розташовані на системній платі. До внутрішньої пам'яті відносять основну пам'ять, а також кеш-пам'яті другого й наступних рівнів (кеш-пам'ять другого рівня може також розміщуватися на кристалі процесора). Повільні ЗП великої ємності

(магнітні й оптичні диски, магнітні стрічки) називають *зовнішньою пам'яттю*, оскільки до ядра ОМ вони підключаються аналогічно до пристроїв введення / виведення.

**Ємність** ЗП характеризують кількістю бітів або байтів, яка може зберігатися в пристрої. На практиці застосовуються більші одиниці, а для їх позначення до слів «біт» або «байт» додають приставки: кіло, мега, гіга, тера, пета, екса (kilo, mega, giga, tera, peta, exa). Стандартно ці приставки означають множення основної одиниці вимірювань на  $10^3$ ,  $10^6$ ,  $10^9$ ,  $10^{12}$ ,  $10^{15}$  і  $10^{18}$  відповідно. В обчислювальній техніці, орієнтованій на двійкову систему числення, вони відповідають значенням, досить близьким до стандартних, але представляє собою цілу ступінь числа 2, тобто  $2^{10}$ ,  $2^{20}$ ,  $2^{30}$ ,  $2^{40}$ ,  $2^{50}$ ,  $2^{60}$ . Щоб уникнути різночитань, останнім часом провідні міжнародні організації зі стандартизації, наприклад IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), пропонують ввести нові позначення, додавши до головної приставки слово binary (бінарний): kilobinary, megabinary, gigabinary, terabinary, petabinary, exabinary. В результаті замість терміна «кілобайт» пропонується термін «Кібі-байт», замість «мегабайт» – «мебі-байт». Для позначення нових одиниць пропонується скорочення: Ki, Mi, Gi, Ti, Pi і Ei.

Важливою характеристикою ЗП є *одиниця пересилання*. Для основної пам'яті (ОП) одиниця пересилання визначається шириною шини даних, тобто кількістю бітів, що передаються по лініях шини паралельно. Зазвичай одиниця пересилання дорівнює довжині слова, але не обов'язково. Стосовно зовнішньої пам'яті дані часто передаються одиницями, що перевищують розмір слова, і такі одиниці називаються *блоками*.

При оцінюванні швидкодії необхідно враховувати застосовуваний у даному типі ЗП *метод доступу до даних*.

Розрізняють чотири основні методи доступу.

**1. Послідовний доступ.** ЗП з послідовним доступом орієнтований на зберігання інформації у вигляді послідовності блоків даних, званих *записами*. Для доступу до потрібного елемента (слова або байту) необхідно прочитати всі попередні дані. Час доступу залежить від положення необхідної записи в послідовності записів на носії інформації і позиції елемента всередині цього запису. Прикладом може служити ЗП на магнітній стрічці.

**2. Прямий доступ.** Кожен запис має унікальну адресу, що відображає її фізичне розміщення на носії інформації. Звернення здійснюється як адресний доступ до початку запису, з подальшим послідовним доступом до певної одиниці інформації всередині записи. У результаті час доступу до певної позиції є величиною змінною. Такий режим характерний для магнітних дисків.

**3. Довільний доступ.** Кожна комірка пам'яті має унікальний фізичну адресу. Звернення до будь-якого осередку займає один і той самий ж час і може проводитися в довільній черговості. Прикладом можуть служити пристрої в основній пам'яті.

**4. Асоціативний доступ.** Цей вид доступу дозволяє виконувати пошук осередків, що містять таку інформацію, в якій значення окремих бітів збігається зі станом однойменних бітів у заданому зразку. Порівняння здійснюється паралельно для всіх осередків пам'яті, незалежно від її ємності. За асоціативним принципом побудовані деякі блоки кеш-пам'яті.

**Швидкодія** ЗП є одним з найважливіших його показників. Для кількісної оцінки швидкодії зазвичай використовують три параметри:

**1. Час доступу (ЧД).** Для пам'яті з довільним доступом він відповідає інтервалу часу від моменту надходження адреси до моменту, коли дані заносяться в пам'ять або стають доступними. У ЗП з рухомим носієм інформації – це час, що витрачається на установку голівки запису / зчитування (або носія) в потрібну позицію.

**2. Загальна тривалість** циклу пам'яті або період обертання (Гц). Поняття застосовується до пам'яті з довільним доступом, для якої воно означає мінімальний час між двома послідовними зверненнями до пам'яті. Період обертання включає в себе час доступу плюс певний час.

**3. Швидкість передачі** – це швидкість, з якою дані можуть передаватися в пам'ять або з неї. Для пам'яті з довільним доступом вона дорівнює  $1/\text{Гц}$ . Для інших видів пам'яті швидкість передачі визначається співвідношенням:  $T_N = T_A + N/R$ , де  $T_N$  – середній час зчитування або запису  $N$  бітів;  $T_A$  – середній час доступу;  $R$  – швидкість пересилання в бітах в секунду.

Говорячи про **фізичні типи запам'ятовувальних пристроїв**, необхідно згадати три найбільш поширених технології ЗП – це напівпровідникова пам'ять, пам'ять із магнітним носієм інформації, яка використовується в магнітних дисках і стрічках, і пам'ять з оптичним носієм – оптичні диски.

Залежно від застосованої технології слід враховувати і ряд **фізичних особливостей** ЗП, наприклад енергозалежність. У енергозалежній пам'яті інформація може бути переключена або втрачена при відключенні джерела живлення. У енергонезалежних ЗП записана інформація зберігається і при відключенні напруги живлення. Магнітна і оптична пам'ять – енергозалежні. Напівпровідникова пам'ять може бути як енергозалежною, так і ні, у залежності від її типу. Крім енергозалежності, потрібно враховувати, чи приводить зчитування інформації до її руйнування.

### 1.2.3.2 Основна пам'ять

**Основна пам'ять** (ОП) являє собою єдиний вид пам'яті, до якої ЦП може звертатися безпосередньо (виняток становлять лише реєстри центрального процесора). Інформація, що зберігається на зовнішніх ЗП, стає доступною процесору тільки після того, як буде переписана в основну пам'ять. Основну пам'ять утворюють запам'ятовувальні пристрої з довільним доступом.



Основна пам'ять може включати в себе два типи пристроїв: **оперативні запам'ятовувальні пристрої (ОЗП)** і **постійні запам'ятовувальні пристрої (ПЗП)**.

Переважну частку основної пам'яті утворює ОЗП, званий оперативним, тому що він допускає як запис, так і зчитування інформації, причому обидві операції виконуються однотипно, практично з однією і тією ж швидкістю, і виробляються за допомогою електричних сигналів. В англійській літературі ОЗП відповідає аббревіатура RAM – **Random Access Memory**, тобто «пам'ять з довільним доступом», що не зовсім коректно, оскільки пам'яттю з довільним доступом є також ПЗП і реєстри процесора. Для більшості типів напівпровідникових ОЗП характерна енергозалежність – навіть при короткочасному перериванні живлення збережена інформація втрачається. Мікросхема ОЗП повинна бути постійно підключена до джерела живлення і тому може використовуватися тільки як тимчасова пам'ять.

Другу групу напівпровідникових ЗП в основній пам'яті утворюють енергонезалежні мікросхеми ПЗП (**ROM – Read-Only Memory**). ПЗП забезпечує зчитування інформації, але не допускає її зміни (у ряді випадків інформація в ПЗП може бути змінена, але цей процес сильно відрізняється від зчитування і вимагає значно більшого часу).

Більшість з вживаних в даний час типів мікросхем оперативної пам'яті не в змозі зберігати дані без зовнішнього джерела енергії, тобто є енергозалежними (*volatile memory*). Широке поширення таких пристроїв пов'язане з рядом їх переваг в порівнянні з незалежними типами ОЗП (*non-volatile memory*): більшою ємністю, низьким енергоспоживанням, більш високою швидкодією і невисокою собівартістю зберігання одиниці інформації.

Енергозалежні ОЗП можна поділити на дві основні підгрупи: динамічну пам'ять (**DRAM – Dynamic Random Access Memory**) і статичну пам'ять (**SRAM – Static Random Access Memory**).

### *1.2.3.3 Статична та динамічна оперативна пам'ять*

У **статичних ОЗП** запам'ятовувальний елемент може зберігати записану інформацію необмежено довго (за наявності напруги живлення). Запам'ятовувальний елемент **динамічного ОЗП** здатний зберігати інформацію тільки протягом досить короткого проміжку часу, після якого інформацію потрібно відновлювати заново, інакше вона буде втрачена. Динамічні ЗП, як і статичні, енергозалежні.

#### **Статичні оперативні запам'ятовувальні пристрої**

Нагадаємо, що роль запам'ятовувального елемента в статичному ОЗП виконує тригер. Статичні ОЗП на даний момент – найбільш швидкий, правда, і найбільш дорогий вид оперативної пам'яті. Відомо досить багато різ-

них варіантів реалізації SRAM, що відрізняються за технологією, способами організації і сферою застосування.

Важливим моментом, що характеризує SRAM, є технологія запису. Відомі два варіанти запису: *стандартний і запізнений*. У стандартному режимі адреси й дані виставляються на відповідні шини в одному і тому ж такті. У режимі запізненого запису дані для неї передаються в наступному такті після вибору адреси потрібного осередку, що нагадує режим конвеєрного читання, коли дані з'являються на шині в наступному такті. Обидва розглянутих варіанти дозволяють проводити запис даних із частотою системної шини. Відмінності позначаються тільки при перемиканні між операціями читання і запису.

### **Динамічні оперативні запам'ятовувальні пристрої**

Динамічної пам'яті в обчислювальній машині значно більше, ніж статичної, оскільки саме DRAM використовується в якості основної пам'яті ОМ. Як і SRAM, динамічна пам'ять складається з ядра й інтерфейсної логіки (буферних регістрів, підсилювачів читання даних, схеми регенерації і ін.).

На відміну від SRAM, адреса осередку DRAM передається в мікросхемі за два кроки – спочатку адреса стовпця, а потім рядка, що дозволяє скоротити кількість виходів шини адреси приблизно вдвічі, зменшити розміри корпусу і розмістити на материнській платі більшу кількість мікросхем. Це, зрозуміло, призводить до зниження швидкодії, оскільки для передачі адреси потрібно вдвічі більше часу. Для вказівки, яка саме частина адреси передається в певний момент, служать два допоміжних сигнали RAS і CAS. При зверненні до комірки пам'яті на шину адреси виставляється адреса рядка. Після стабілізації процесів на шині подається сигнал RAS і адреса записується у внутрішній регістр мікросхеми пам'яті. Потім на шину адреси виставляється адреса стовпця і видається сигнал CAS. Залежно від стану лінії WE проводиться читання даних із комірки або їх запис в осередок (перед записом дані повинні бути поміщені на шину даних). Інтервал між установкою адреси і видачею сигналу RAS (або CAS) обумовлюється технічними характеристиками мікросхеми, але зазвичай адреса виставляється в одному такті системної шини, а керівний сигнал – в наступному. Таким чином, для читання або запису одного осередку динамічного ОЗП потрібно п'ять тактів, в яких відбувається відповідно: видача адреси рядка, видача сигналу RAS, видача адреси стовпця, видача сигналу CAS, виконання операції читання / запису (в статичній пам'яті процедура займає лише від двох до трьох тактів).

Слід також пам'ятати про необхідність регенерації даних. Але поряд із природним розрядом конденсатора ЗЕ з часом до втрати заряду призводить також зчитування даних із DRAM, тому після кожної операції читання дані повинні бути відновлені. Це досягається за рахунок повторного запису тих же даних відразу після читання. При зчитуванні інформації з одного осередку фактично видаються дані відразу всього обраного рядку, але

використовуються тільки ті, які знаходяться в потрібному стовпці, а всі інші ігноруються. Таким чином, операція читання з одного осередку призводить до руйнування даних усього рядка, і їх потрібно відновлювати. Регенерація даних після читання виконується автоматично інтерфейсною логікою мікросхеми, і відбувається це відразу ж після зчитування рядка.

Розглянемо асинхронні ОЗП.

**Мікросхеми DRAM.** У перших мікросхемах динамічної пам'яті застосовувався найбільш простий спосіб обміну даними, який часто називають традиційним (conventional). Він дозволяв зчитувати й записувати рядок пам'яті тільки на кожен п'ятий такт. Мікросхеми даного типу могли працювати на частотах до 40 МГц і через свою повільність проіснували недовго.

**Мікросхеми FPM DRAM.** Мікросхеми динамічного ОЗП, що реалізують режим FPM, також відносяться до ранніх типів DRAM. Застосування схеми швидкого сторінкового доступу дозволило скоротити час доступу до 60 нс. Даний тип мікросхем застосовувався в персональних комп'ютерах приблизно до 1994 року.

**Мікросхеми EDO DRAM.** Наступним етапом у розвитку динамічних ОЗП стали ІМС з гіперсторінковим режимом доступу (HPM, Hyper Page Mode), більш відомі як EDO (Extended Data Output – розширений час утримання даних на виході). Головна особливість технології – збільшений у порівнянні з FPM DRAM час доступності даних на виході мікросхеми. У мікросхемах FPM DRAM вихідні дані залишаються дійсними лише при активному сигналі CAS, через що в другому і наступних доступах до рядка потрібно три такти: такт перемикання CAS в активний стан, такт зчитування даних і такт перемикання CAS в неактивний стан. Слід зазначити, що максимальна частота системної шини для мікросхем EDO DRAM не повинна була перевищувати 66 МГц.

**Мікросхеми BEDO DRAM.** Технологія EDO була вдосконалена компанією VIA Technologies. Нова модифікація EDO відома як BEDO (Burst EDO – пакетна EDO). Новизна методу в тому, що при першому зверненні зчитується весь рядок мікросхеми, в яку входять послідовні слова пакета. За послідовним пересиланням слів (перемиканням стовпців) автоматично стежить внутрішній лічильник мікросхеми. Це виключає необхідність видавати адреси для всіх осередків пакета, але вимагає підтримки з боку зовнішньої логіки.

**Мікросхеми EDRAM.** Більш швидка версія DRAM була розроблена підрозділом фірми Ramtron – компанією Enhanced Memory Systems. Технологія реалізована в варіантах FPM, EDO і BEDO. У мікросхеми – більш швидке ядро і внутрішня кеш-пам'ять. Наявність останньої – головна особливість технології. У ролі кеш-пам'яті виступає статична пам'ять (SRAM) ємністю 2048 біт. Технологія найбільш ефективна при послідовному читанні, тобто коли середній час доступу для мікросхеми наближається до значень, характерних для статичної пам'яті (близько 10 нс). Головна скла-

дність полягає в несумісності з контролерами, використовуваними при роботі з іншими видами DRAM.

У синхронних DRAM обмін інформацією синхронізується зовнішніми тактовими сигналами і відбувається в строго певні моменти часу, що дозволяє взяти все від пропускної здатності шини «процесор – пам'ять» і уникнути циклів очікування. Адресна й керівна інформація фіксуються в ІМС пам'яті. Після чого відповідна реакція мікросхеми відбудеться через чітко визначену кількість тактових імпульсів, і цей час процесор може використовувати для інших дій, не пов'язаних зі зверненням до пам'яті. У разі синхронної динамічної пам'яті замість тривалості циклу доступу говорять про мінімально допустимий період тактової частоти, і мова вже йде про час близько 8–10 нс.

**Мікросхеми SDRAM.** Аббревіатура SDRAM (Synchronous DRAM – синхронна DRAM) використовується для позначення мікросхем «звичайних» синхронних динамічних ОЗП. Кардинальні відмінності SDRAM від розглянутих вище асинхронних динамічних ОЗП можна звести до чотирьох положень:

- синхронний метод передачі даних на шину;
- конвеєрний механізм пересилання пакета;
- застосування декількох (двох або чотирьох) внутрішніх банків пам'яті;
- передача частини функцій контролера пам'яті логікою самої мікросхеми.

Синхронність пам'яті дозволяє контролеру пам'яті «знати» моменти готовності даних, за рахунок чого знижуються витрати циклів очікування і пошуку даних. Оскільки дані з'являються на виході ІМС одночасно з тактовими імпульсами, спрощується взаємодія пам'яті з іншими пристроями ВМ.

**Мікросхеми DDR SDRAM.** Важливим етапом у подальшому розвитку технології SDRAM стала DDR SDRAM (Double Data Rate SDRAM – SDRAM з подвоєною швидкістю передачі даних). На відміну від SDRAM нова модифікація видає дані в пакетному режимі по обох фронтах імпульсу синхронізації, завдяки чому пропускна здатність зростає вдвічі. Існує кілька специфікацій DDR SDRAM, у залежності від тактової частоти системної шини: DDR266, DDR333, DDR400, DDR533.

**Мікросхеми RDRAM, DRDRAM.** Принципово відмінний підхід до побудови DRAM був запропонований компанією Rambus в 1997 році. У ньому акцент зроблено на підвищення тактової частоти до 400 МГц при одночасному зменшенні ширини вибірки до 16 біт. Нова пам'ять відома як RDRAM (Rambus Direct RAM). Існує кілька різновидів цієї технології: Base, Concurrent і Direct. У всіх тактування ведеться по обох фронтах синхросигналів (як в DDR), завдяки чому результувальна частота становить відповідно 500–600, 600–700 і 800 МГц. Два перші варіанти практично ідентичні, а ось зміни в технології Direct Rambus (DRDRAM) досить значні.

**Мікросхеми SDRAM.** Потенційним конкурентом RDRAM на роль стандарту архітектури пам'яті для майбутніх персональних ОМ виступає новий вид динамічного ОЗП, розроблений консорціумом виробників VM SyncLink Consortium і відомий під аббревіатурою SDRAM. На відміну від RDRAM, технології якої є власністю компаній Rambus і Intel, даний стандарт – відкритий. На системному рівні технології дуже схожі. Дані й команди від контролера до пам'яті і назад в SDRAM передаються пакетами по 4 або 8 посилок. Команди, адреса і керівні сигнали посилаються по однонаправленій 10-розрядній командній шині. Дані передаються по двобічній 18-розрядній шині даних. Обидві шини працюють на однаковій частоті.

**Мікросхеми ESDRAM.** Це синхронна версія EDRAM, в якій використовуються ті ж прийоми скорочення часу доступу. Операція запису, на відміну від читання, відбувається в обхід кеш-пам'яті, що збільшує продуктивність ESDRAM при поновленні читання з рядка, що вже перебуває в кеш-пам'яті. Завдяки наявності в мікросхемі двох банків простої через підготовку до операцій читання / запису зводяться до мінімуму. Недоліки у розглянутій мікросхемі ті ж, що і у EDRAM – ускладнення контролера, оскільки він повинен враховувати можливість підготовки до читання в кеш-пам'ять нового рядка ядра.

**Мікросхеми CDRAM.** Даний тип ОЗП розроблений в корпорації Mitsubishi, і його можна розглядати як переглянутий варіант ESDRAM, вільний від деяких її недосконалостей. Змінено ємність кеш-пам'яті і принцип розміщення в ній даних. Ємність одного блока, що розміщується в кеш-пам'ять, зменшена до 128 біт. Зміні піддалися і засоби доступу. Так, у мікросхемі використовуються роздільні адресні шини для статичного кешу й динамічного ядра.

#### *1.2.3.4 Постійні запам'ятовувальні пристрої*

Процедура програмування таких ПЗП зазвичай передбачає два етапи: спочатку проводиться стирання вмісту всіх або частини осередків, а потім робиться запис нової інформації.

У цьому класі постійних запам'ятовувальних пристроїв виділяють кілька груп:

- EPROM (Erasable Programmable ROM – перепрограмовані ПЗП);
- EEPROM (Electrically Erasable Programmable ROM – електрично перепрограмовані ПЗП);
- флеш-пам'ять.

**Мікросхеми EPROM.** У EPROM запис інформації проводиться електричними сигналами, так само як в PROM, однак перед операцією запису вміст всіх осередків має бути приведений до однакового стану (стерто)

шляхом впливу на мікросхему ультрафіолетовим опроміненням. Кристал укладено в керамічний корпус, який має невелике кварцове вікно, через яке і відбувається опромінення. Щоб запобігти випадковому стиранню інформації, після опромінення кварцове вікно заклеюють непрозорою плівкою. Процес стирання може виконуватися багаторазово. Кожне стирання займає близько 20 хв.

Дані зберігаються у вигляді зарядів плаваючих затворів МОП-транзисторів, що грають роль конденсаторів з дуже малим витоком заряду. Заряджений ЗЕ відповідає логічному нулю, а розряджений – логічній одиниці. Програмування мікросхеми відбувається з використанням технології інжекції гарячих електронів. Цикл програмування займає декількох сотень мілісекунд.

**Мікросхеми EEPROM.** Більш привабливим варіантом багаторазово програмованої пам'яті є електрично перепрограмована постійна пам'ять EEPROM. Записування та стирання інформації в цю пам'ять виробляються побайтово, причому стирання – не окремий процес, а лише етап, що відбувається автоматично при записі. Операція запису займає значно більше часу, ніж зчитування – кілька сотень мікросекунд на байт. У мікросхемі використовується той же принцип зберігання інформації, що і в EPROM. Програмування EPROM не вимагає спеціального програматора і реалізується засобами самої мікросхеми.

**Флеш-пам'ять.** Відносно новий вид напівпровідникової пам'яті – це флеш-пам'ять (назву flash можна перевести як «спалах блискавки», що підкреслює відносно високу швидкість перепрограмування). Вперше анонсована в середині 80-х років, флеш-пам'ять багато в чому схожа на EEPROM, але використовує особливу технологію побудови запам'ятовувальних елементів. Аналогічно EEPROM, у флеш-пам'яті стирання інформації проводиться електричними сигналами, але не побайтово, а по блоках або повністю. Тут слід зазначити, що існують мікросхеми флеш-пам'яті з розбивкою на дуже дрібні блоки (сторінки) і автоматичним посторінковим стиранням, що зближує їх за можливостями з EEPROM. Як і у випадку з EEPROM, мікросхеми флеш-пам'яті випускаються у варіантах з послідовним і паралельним доступом.

### Контрольні питання

1. Назвіть характеристики системної пам'яті.
2. Що являє собою основна пам'ять?
3. Швидкість передачі – це....
4. Що таке статична та динамічна оперативна пам'ять?
5. Які недоліки у мікросхемі ESDRAM?
6. Скільки постійних запам'ятовувальних пристроїв може бути в складі ПК?

## Тестові завдання

1. Визначте основні характеристики, які необхідно враховувати, розглядаючи конкретний вид ЗП:
  - а) місце розташування;
  - б) ємність;
  - в) одиниця пересилання;
  - г) метод доступу;
  - д) швидкодія;
  - ж) розмір;
  - з) ергономічність.
2. Які типи пристроїв може включати в себе основна пам'ять:
  - а) оперативні запам'ятовувальні пристрої (ОЗП);
  - б) постійні запам'ятовувальні пристрої (ПЗП);
  - в) флеш-пам'ять;
  - г) кеш-пам'ять?
3. Енергозалежні ОЗП можна поділити на дві основні підгрупи:
  - а) DRAM; SRAM;
  - б) DDR1; DDR2;
  - в) RGB; FRG;
  - г) фізична, оперативна.
4. Якої пам'яті в обчислювальній машині більше:
  - а) статичної;
  - б) динамічної;
  - в) динамічна та статична пам'ять однакові за значенням?
5. Як проводиться стирання інформації у флеш-пам'яті (дві правильні відповіді):
  - а) побайтово;
  - б) повністю;
  - в) блоками?
6. До складу процесора входять пристрої (виберіть вірні відповіді):
  - а) мікропроцесор;
  - б) принтер;
  - в) сканер;
  - г) відеопам'ять;
  - д) флеш-пам'ять;
  - е) пристрій керування;
  - ж) оперативний пристрій;
  - з) ПЗУ;
  - і) арифметико-логічний пристрій.

## **1.2.4 Модулі оперативної пам'яті DDR SDRAM і варіанти конструктивного виконання**

### **План**

- 1.2.4.1 Пам'ять типу DDR SDRAM та DDR2 SDRAM.
- 1.2.4.2 Пам'ять типу DDR3 SDRAM та DDR5 SDRAM.
- 1.2.4.3 Конструктивне виконання пам'яті DRAM.

#### **1.2.4.1 Пам'ять типу DDR SDRAM і DDR2 SDRAM**

У порівнянні зі звичайною пам'яттю типу SDRAM, у пам'яті **SDRAM з подвоєною швидкістю передачі даних** (англ. double data rate SDRAM, DDR SDRAM або SDRAM II) була вдвічі збільшена пропускна здатність. Спочатку пам'ять такого типу застосовувалася в відеоплатах, але пізніше з'явилася підтримка DDR SDRAM з боку чипсетів (рис. 1.18).

У всіх попередніх DRAM були розділені лінії адреси, даних і керування, які накладають обмеження на швидкість роботи пристроїв. Для подолання цього обмеження в деяких технологічних рішеннях всі сигнали стали виконуватися на одній шині. Двома з таких рішень є технології **DDRDRAM** і **SLDRAM**. Вони отримали найбільшу популярність і заслуговують на увагу. Стандарт SLDRAM є відкритим і, подібно до попередньої технології, SLDRAM використовує обидва перепаду тактового сигналу. Що стосується інтерфейсу, то SLDRAM має протокол, названий SynchLink Interface і працює на частоті 400 МГц.



*Рисунок 1.18 – Модуль DDR SDRAM*

Пам'ять DDR SDRAM працює на частотах в 100, 133, 166 і 200 МГц, її час повного доступу – 30 і 22,5 нс, а час робочого циклу – 5, 3,75, 3 і 2,5 нс.

Оскільки частота синхронізації лежить в межах від 100 до 200 МГц, а дані передаються по 2 біти на один синхроімпульс, як по фронту, так і по зрізу тактового імпульсу, то ефективна частота передачі даних лежить в межах від 200 до 400 МГц. Такі модулі пам'яті позначаються **DDR200**, **DDR266**, **DDR333**, **DDR400**.



## DDR2 SDRAM

Конструктивно новий тип оперативної пам'яті **DDR2 SDRAM** (рис. 1.19) був випущений в 2004 році.



*Рисунок 1.19 – Модуль DDR2 SDRAM*

Грунтуючись на технології DDR SDRAM, цей тип пам'яті за рахунок технічних змін показує більш високу швидкість і призначений для використання на сучасних комп'ютерах. Пам'ять може працювати з тактовою частотою шини 200, 266, 333, 337, 400, 533, 575 і 600 МГц. При цьому ефективна частота передачі даних відповідно буде 400, 533, 667, 675, 800, 1066, 1150 і 1200 МГц. Деякі виробники модулів пам'яті крім стандартних частот випускають і зразки, що працюють на нестандартних (проміжних) частотах. Вони призначені для використання в розігнаних системах, де потрібен запас по частоті. Час повного доступу – 25, 11,25, 9, 7,5 нс і менше. Час робочого циклу – від 5 до 1,67 нс.

### *1.2.4.2 Пам'ять типу DDR3 SDRAM і DDR4 SDRAM*

## DDR3 SDRAM

Цей тип пам'яті заснований на технологіях DDR2 SDRAM з удвічі збільшеною частотою передачі даних по шині пам'яті. Відрізняється зниженим енергоспоживанням в порівнянні з попередниками. Частота смуги пропускання лежить в межах від 800 до 2400 МГц (рекорд частоти – більше 3000 МГц), що забезпечує велику пропускну спроможність у порівнянні з усіма попередниками.

**DDR3 SDRAM** – синхронна динамічна пам'ять із довільним доступом і подвоєною швидкістю передачі даних, третє покоління) – це тип оперативної пам'яті, використовуваної в обчислювальній техніці в якості оперативної і відеопам'яті. Прийшла на зміну пам'яті типу DDR2 SDRAM, збільшивши розмір предпідкачки з 4 біт до 8 біт.



Рисунок 1.20 – Модуль DDR3 SDRAM

У DDR3 зменшено споживання енергії в порівнянні з модулями DDR2, що обумовлено зниженим (1,5 В, в порівнянні з 1,8 В для DDR2 і 2,5 В для DDR) напругою живлення елементів пам'яті. Зниження напруги живлення досягається за рахунок використання більш тонкого техпроцесу (на початку 90-нм, в подальшому 65, 50, 40 нм) при виробництві мікросхем і застосування транзисторів із подвійним затвором Dual-gate (що сприяє зниженню струмів витоку).

Існує варіант пам'яті **DDR3L** (L означає *Low*) з ще більш низькою напругою живлення, 1,35 В, що менше традиційного для DDR3 на 10 %.

У 2012 році було повідомлено про вихід пам'яті **DDR3L-RS** для смартфонів. Мікросхеми пам'яті DDR3 виробляються виключно в корпусах типу BGA.

Мінімальна ємність модулів пам'яті DDR3 становить 1 ГБ. Максимальна місткість модулів – 16 ГБ. Для SODIMM значення максимальної ємності складає 8 ГБ (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Специфікації стандартів

Стандартна назва	Частота пам'яті, МГц	Час циклу, нс	Частота шини, МГц	Ефективна (подвоєна) швидкість, млн передач / с	Назва модуля	Пікова швидкість передачі даних, МБ / с
DDR3-800	100	10,00	400	800	PC3-6400	6400
DDR3-1066	133	7,50	533	1066	PC3-8500	8533
DDR3-1333	166	6,00	667	1333	PC3-10600	10667
DDR3-1600	200	5,00	800	1600	PC3-12800	12800
DDR3-1866	233	4,29	933	1866	PC3-14900	14933
DDR3-2133	266	3,75	1066	2133	PC3-17000	17066
DDR3-2400	300	3,33	1200	2400	PC3-19200	19200

**DDR4 SDRAM** (англ. *double data rate four synchronous dynamic random access memory*) – новий тип оперативної пам'яті, що є еволюційним розвитком попередніх поколінь DDR (рис. 1.21). Відрізняється підвищеними частотними характеристиками і зниженою напругою живлення.



Рисунок 1.21 – Модуль пам'яті DDR4

Основна відмінність DDR4 від попереднього стандарту DDR3 полягає в підвищеній до 16 кількості банків (у 2 групах банків, що дозволило збільшити швидкість передачі). Пропускна здатність пам'яті DDR4 в перспективі може досягати 25,6 ГБ/с (у разі підвищення максимальної ефективною частоти до 3200 МГц). Крім того, підвищена надійність роботи за рахунок введення механізму контролю парності на шинах адреси й команд. Спочатку стандарт DDR4 визначав частоти від 1600 до 2400 МГц із перспективою росту до 3200 МГц.

У масове виробництво вийшла у 2 кварталі 2014 року, спершу тільки ECC-пам'ять, а в наступному кварталі почалися продажі ECC-модулів DDR4, разом із процесорами Intel Haswell-E/Haswell-EP, що вимагають DDR4.

Для розрахунку максимальної пропускної здатності пам'яті DDR4 необхідно її ефективну частоту помножити на 64 біта (8 байт), тобто розмір даних, який може бути переданий за 1 такт роботи пам'яті.

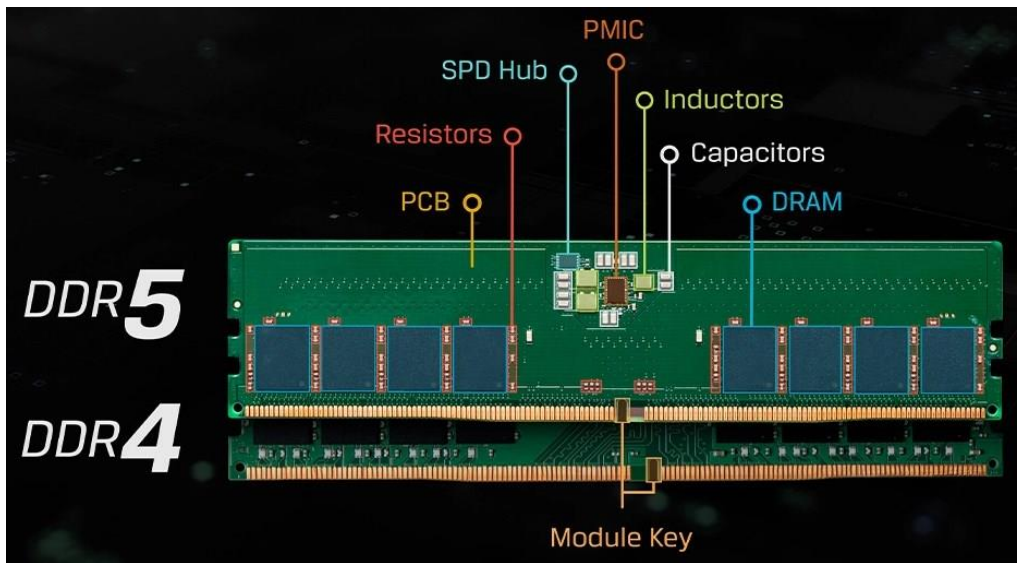
Потрібно враховувати, що через тимчасові обмеження за взаємодією з мікросхемами пам'яті реальна пропускна здатність менше на 5–10 %.

Сучасні материнські плати підтримують багатоканальні режими роботи пам'яті. Таким чином, підсумкова ефективна пропускна здатність пам'яті системи буде дорівнювати пропускній здатності DDR4, помноженій на кількість використовуваних каналів.

Спочатку передбачалося, що для роботи DDR4 на максимальних частотах (3200 МГц) буде потрібно використання лише одного модуля пам'яті DDR4 на канал передачі даних (пряме підключення безпосередньо до контролера з топологією точка-точка). При роботі на менших частотах, наприклад 1866 і 2133 МГц, контролери пам'яті деяких процесорів, зокрема, Skylake (2015), можуть використовувати до 2 модулів пам'яті на канал. Для серверних систем використовуються модулі **RDIMM DDR4** і **LRDIMM DDR4**, що використовують буферні мікросхеми поблизу контактів модуля.

Така пам'ять зможе встановлюватися в кількості до 3 модулів на канал, при використанні сумісних платформ.

**DDR5** (рис. 1.22) – це 5-е покоління синхронної динамічної оперативної пам'яті з подвоєною швидкістю передачі даних (Double Data Rate Synchronous Dynamic Random Access Memory), також звана **DDR5 SDRAM**. Розроблення було розпочато у 2017 році обмеженням за галузевими стандартами JEDEC (Об'єднана інженерна рада з електронних пристроїв) за участю провідних світових постачальників напівпровідникової пам'яті та архітектур наборів мікросхем, включаючи Kingston. Пам'ять DDR5 має нові функції для підвищення продуктивності, зниження енергоспоживання і вищої цілісності даних для обчислювальних систем наступного десятиліття. Пам'ять DDR5 була представлена у 2021 році.



*Рисунок 1.22 – Модуль пам'яті DDR5*

Початкова частота DDR5 становить 4800 MT/s, тоді як DDR4 забезпечує максимум 3200 MT/s, тобто пропускну здатність збільшено на 50 %. Відповідно до випусків обчислювальних платформ планується, що продуктивність DDR5 масштабуватиметься до 6400 MT/s.

Працюючи при напрузі 1,1 В, модуль пам'яті DDR5 споживає приблизно на 20 % менше енергії в порівнянні з аналогічними модулями DDR4, що працюють при напрузі 1,2 В. Збільшуючи час автономної роботи ноутбуків, це також забезпечує значну перевагу для корпоративних серверів, що працюють цілодобово.

Модулі DDR5 оснащуються вбудованими мікросхемами керування живленням (PMIC), які допомагають регулювати потужність, необхідну для різних компонентів модуля пам'яті (DRAM, регістр, концентратор SPD тощо). У модулях серверного класу PMIC використовує 12 В, а модулів класу ПК – 5 В. Це забезпечує кращий розподіл потужності порівняно з попередніми поколіннями, підвищує цілісність сигналу та знижує рівень шуму.

У DDR5 використовується новий пристрій, що поєднує енергонезалежну пам'ять (EEPROM) функції послідовної ідентифікації модуля пам'яті (SPD) з додатковими функціями концентратора, що керує доступом до зовнішнього контролера і відокремлює навантаження на внутрішню шину від зовнішньої.

DDR5 розділяє модуль пам'яті на два незалежні 32-бітові адресовані підканали, що дозволяє підвищити ефективність і знизити час очікування доступу до даних для контролера пам'яті. Розрядність даних модуля DDR5, як і раніше, становить 64 біти, проте поділ на два 32-бітові канали, що адресуються, збільшує загальну продуктивність. Для пам'яті серверного класу (RDIMM) до кожного підканалу додається 8 біт підтримки функції ECC. У результаті одержуємо 40 біт на підканал або 80 біт на ранг пам'яті. Дворангові модулі мають чотири 32-бітових підканали.

Хоча ці модулі пам'яті схожі на DDR4, в них внесені суттєві зміни, внаслідок яких вони несумісні з колишніми системами. Розташування ключа (виймка в центрі) переміщено, щоб запобігти встановленню модуля в несумісні роз'єми.

Базові форм-фактори:

- DIMM: 288 контактів;
- SODIMM: 262 контактів;
- реєстрові модулі DIMM;
- модулі DIMM зі зниженим навантаженням;
- небуферизовані модулі DIMM із ECC;
- небуферизовані модулі SODIMM із ECC;
- небуферизовані модулі DIMM без ECC;
- небуферизовані модулі SODIMM без ECC.

#### *1.2.4.3 Конструктивне виконання пам'яті DRAM*

Пам'ять типу DRAM конструктивно виконують і у вигляді окремих мікросхем в корпусах типу **DIP**, **SOIC**, **BGA**, і у вигляді модулів пам'яті типу **SIPP**, **SIMM**, **DIMM**, **RIMM** (рис. 1.23).

Спочатку мікросхеми пам'яті випускалися в корпусах типу **DIP** (наприклад, серія K565PYxx), далі вони стали проводитися в більш технологічних для застосування в модулях корпусах.

На багатьох модулях SIMM і переважній кількості DIMM встановлювалася **SPD** (Serial Presence Detect) – невелика мікросхема пам'яті EEPROM, що зберігає параметри модуля (ємність, тип, робоча напруга, кількість банків, час доступу), які програмно були доступні як обладнання, в якому модуль був встановлений (застосовувалося для автоналаштування параметрів), так і користувачам із виробниками.

## Модулі SIPP

Модулі типу **SIPP** (Single In-line Pin Package) представляють собою прямокутні плати з контактами у вигляді ряду маленьких штирьків. Цей тип конструктивного виконання вже практично не використовується, оскільки він далі був витіснений модулями типу SIMM.

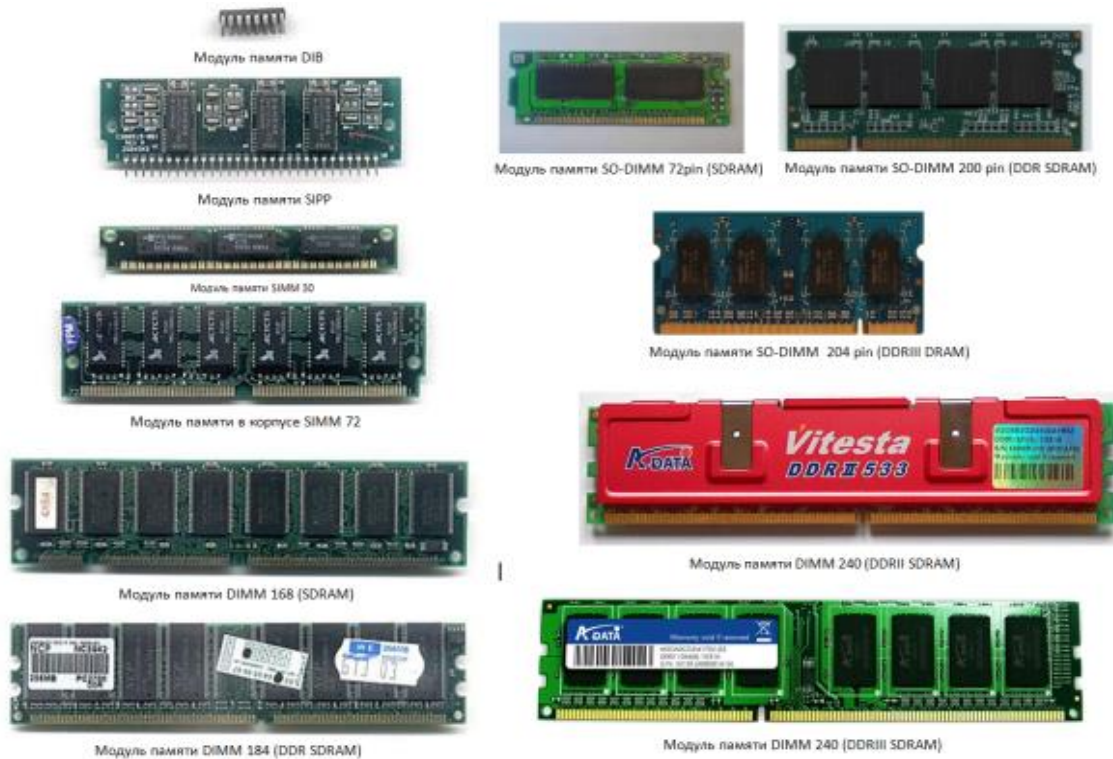


Рисунок 1.23 – Модулі пам'яті в різних форм-факторах

## Модулі SIMM

Модулі типу **SIMM** (Single In-line Memory Module) являють собою довгі прямокутні плати з рядом контактних майданчиків уздовж однієї з її сторін. Модулі фіксуються в роз'ємі (сокеті) підключення за допомогою засувки, шляхом установки плати під деяким кутом і натискання на неї до приведення у вертикальне положення. Мали кілька модифікацій, серед яких найбільшого поширення набули три. Перша – 30-контактний модуль, який мав обсяг від 256 КБ до 16 МБайт і восьмирозрядну шину даних. Застосовувався в 286, 386 машинах. У разі процесорів 286, 386SX модулі ставилися парами, на 386DX – по чотири штуки однаковою ємності 30-контактний модулів SIMM.

З приходом 486 машин, для яких ці модулі треба було б ставити по чотири (як мінімум) штуки, був витіснений 72-контактним модулем SIMM, який, по суті, об'єднав на собі 4 30-контактних модуля з загальними лініями адреси і роздільними лініями даних. Таким чином, модуль стає 32-розрядним, і достатньо всього одного модуля. Обсяг від 1 МБайт до 128 Мбайт. Таким чином модулі випускалися на 4, 8, 16, 32, 64, 128 Мбайт. Найбільш поширені 30- і 72-контактні модулі SIMM.

## Модулі DIMM

Модулі типу **DIMM** (Dual In-line Memory Module) являють собою довгі прямокутні плати з рядами контактних майданчиків вздовж обох її сторін, що встановлюються в роз'єм підключення вертикально і фіксуються по обох торцях засувками. Мікросхеми пам'яті на них можуть бути розміщені як з одного, так і з обох сторін плати.

DIMM (англ. Dual In-line Memory Module, двосторонній модуль пам'яті) – форм-фактор модулів пам'яті DRAM. Даний форм-фактор прийшов на зміну форм-фактору SIMM. Основною відмінністю DIMM від попередника є те, що контакти, розташовані на різних сторонах модуля є незалежними, на відміну від SIMM, де симетричні контакти, розташовані на різних сторонах модуля, замкнуті між собою і передають одні й ті ж сигнали. Крім того, DIMM має 64 (без контролю парності) або 72 (з контролем за парністю або кодом ECC) лінії передачі даних, на відміну від SIMM з 32 лініями.

На відміну від форм-фактора SIMM, використовуваного для асинхронної пам'яті FPM і EDO, форм-фактор DIMM призначений для пам'яті типу SDRAM. Виготовлялися модулі, розраховані на напругу живлення 3,3 В і (рідше) 5 В. Надалі, у модулі DIMM стали упаковувати пам'ять типу DDR, DDR II і DDR III, що відрізнялися підвищеною швидкістю.

Існують такі типи DIMM:

- 72-pin SO-DIMM (не сумісна з 72-pin SIMM) – використовується для FPM DRAM і EDO DRAM;
- 100-pin DIMM – використовується для принтерів SDRAM 144-pin SO-DIMM – використовується для SDR SDRAM;
- 168-pin DIMM – використовується для SDR SDRAM (рідше для FPM / EDO DRAM в робочих станціях / серверах);
- 172-pin MicroDIMM – використовується для DDR SDRAM;
- 184-pin DIMM – використовується для DDR SDRAM;
- 200-pin SO-DIMM – використовується для DDR SDRAM і DDR2 SDRAM;
- 214-pin MicroDIMM – використовується для DDR2 SDRAM;
- 204-pin SO-DIMM – використовується для DDR3 SDRAM;
- 240-pin DIMM – використовується для DDR2 SDRAM, DDR3 SDRAM і FB-DIMM DRAM.

Модулі пам'яті типу SDRAM найбільш поширені у вигляді 168-контактних DIMM-модулів, пам'яті типу DDR SDRAM – у вигляді 184-контактних, а модулі типу DDR2, DDR3 і FB-DIMM SDRAM – 204-контактних модулів.

## Модулі RIMM

Модулі типу **RIMM** (Rambus In-line Memory Module) менш поширені, у них випускається пам'ять типу RDRAM. Вони представлені 168- і 184-контактними різновидами, причому на материнській платі такі модулі обо-

в'язково повинні встановлюватися тільки в парах, в іншому випадку в порожні роз'єми встановлюються спеціальні модулі-заглушки (це пов'язано з особливостями конструкції таких модулів). Також існують 242-контактні PC1066 RDRAM модулі RIMM 4200 не сумісні з 184-контактними роз'ємами, і зменшена версія RIMM – *SO-RIMM*, які застосовуються в портативних пристроях.

### Контрольні питання

1. Чим відрізняється DDR SDRAM від DDR2 SDRAM?
2. Яка тактова частота шини DDR2 SDRAM?
3. DDR3L чим відрізняється від звичайної DDR3?
4. Що представляють модулі SIPP?
5. Які модулі SIMM найбільш популярні й чому?
6. Для якого типу пам'яті використовується модуль DIMM?

### Тестові завдання

1. Оперативна пам'ять є:
  - а) енергонезалежною;
  - б) зовнішньою пам'яттю;
  - в) енергозалежною.
2. Оперативна пам'ять ПК працює:
  - а) швидше, ніж зовнішня;
  - б) повільніше, ніж зовнішня;
  - в) однаково за швидкістю з зовнішньою пам'яттю.
3. У процесі оброблення програма й дані повинні бути завантажені:
  - а) до оперативної пам'яті;
  - б) до постійної пам'яті.
4. Який пристрій пам'яті «найшвидший»:
  - а) оперативная пам'ять;
  - б) лазерний диск;
  - в) жорсткий диск;
  - г) дискета?
5. Знайдіть зайву назву.
  - а) DDR3L;
  - б) DDR3 800;
  - в) DDR2;
  - г) GT520.



## 1.3 Графічні системи та системи відображення

### 1.3.1 Відеокарти і їхні особливості

#### План

1.3.1.1 Поняття відеокарти.

1.3.1.2 Принцип роботи відеокарти.

1.3.1.3 Основні характеристики відеокарт.

1.3.1.4 Виробники відеокарт і їхні технічні рішення.

#### 1.3.1.1 Поняття відеокарти

**Відеокарта** (також відеоадаптер, графічний адаптер, графічна плата, графічна карта, графічний прискорювач, 3D-карта) – пристрій, що перетворює графічний образ, що зберігається як вміст пам'яті комп'ютера (або самого адаптера), на форму, придатну для подальшого виведення на екран монітора.

Перші монітори, побудовані на електронно-променевих трубках, працювали за телевізійним принципом сканування екрану електронним променем, і для відображення був потрібний відкритий відеосигнал з генерацією.

Відеокарта служить для розрахунку (рендерінга) зображення і виведення його на екран монітора. Іншими словами, відеоадаптер займається формуванням усього, що є на моніторі. Це його основні функції, але крім цього зараз є тенденція використовувати його великі обчислювальні можливості в задачах, не пов'язаних безпосередньо з формуванням і виведенням зображення на дисплей.

Усі відеокарти можна розділити на дві великі групи: **інтегровані** і **дискретні**.

**Інтегровані**, або по-іншому вбудовані відеокарти є невід'ємною частиною материнської плати або центрального процесора, тобто вбудовані в них. Часто використовуються такі вирази: вбудоване відео, інтегрована графіка, вбудований графічний контролер, відеоадаптер, інтегрований в чипсет й інші. Наявність інтегрованого відео зменшує вартість і енергоспоживання комп'ютера, однак вони мають обмежену продуктивність (часто не мають власної відеопам'яті і використовують ОЗП комп'ютера) і використовуються в основному в нижньому і середньому сегментах ринку комп'ютерних систем.

**Дискретна** відеокарта, являє собою окрему плату розширення, що встановлюється в спеціальний слот на материнській платі. Вона має в собі все необхідне для повноцінної роботи. Завдяки цьому, вона може мати високу продуктивність, що дозволяє використовувати її в «важких» 3D-іграх

і серйозних графічних застосунках. Головними мінусами є висока вартість і енергоспоживання, що особливо важливо для ноутбуків.

У свою чергу їх можна розділити на два класи: ігрові та професійні. Перші в основному використовуються звичайними людьми для ігор, а професійні відеокарти націлені на використання в різних «важких» графічних застосунках 3D-моделювання, САПР тощо, де вони здатні дати значний приріст продуктивності.

**Гібридні рішення** знаходять застосування там, де потрібні енергоефективність і висока графічна продуктивність, дозволяючи використовувати вбудований графічний адаптер в повсякденних завданнях, і задіяти дискретний графічний адаптер тільки там, де він потрібен.

До появи гібридної графіки виробники вбудовували додатковий пристрій до вбудованого дискретного адаптера, для перемикання між ними було потрібно перезавантаження, що було не дуже зручним для користувача. Гібридні адаптери для виведення на екран використовують тільки вбудований графічний адаптер, але деякі обчислення здатні передаватися дискретною графічною картою, а не виконуватися самим. Для користувача перемикання між відеоадаптерами стає непомітним. Прикладами таких рішень є технологія Optimus від Nvidia і DualGraphics від AMD.

**GPGPU** (англ. General-purpose computing for graphics processing units, неспеціалізовані обчислення на графічних процесорах.) – використання графічного процесора відеокарти для паралельних обчислень. Сучасні графічні адаптери можуть мати до кількох тисяч процесорів, що дозволяє вирішувати деякі завдання на графічних картах на порядок швидше, ніж на центральних процесорах. Програми, що використовують дану технологію, пишуться за допомогою таких технологій, як OpenGL або CUDA.

**Зовнішня відеокарта (eGPU).** Під терміном eGPU розуміють дискретну графічну карту, розташовану поза комп'ютером. Може використовуватися, наприклад, для збільшення продуктивності в 3D-застосунках на ноутбуках. Як правило PCI Express є єдиною придатною шиною для цих цілей порту може використовуватися ExpressCard, mPCIe (PCIe × 1, до 5 або 2,5 Гбіт / с відповідно) або порт Thunderbolt 1, 2, або 3 (PCIe × 4, до 10, 20, або 40 Гбіт / с відповідно). З 2016 AMD зробила спробу стандартизувати зовнішні відеоадаптери.

Технічні характеристики відеокарт будь-яких виробників і поколінь легко порівняти, оскільки їхня побудова не змінюється протягом багатьох років.

Перерахуємо їх:

- тип архітектури ядра;
- кількість обчислювальних блоків ядра (універсальних шейдерів і растрових блоків);
- кількість використаних транзисторів при виготовленні ядра;
- тонкість технологічного процесу виготовлення ядра;
- частота роботи ядра;

- ширина шини пам'яті;
- тип відеопам'яті;
- частота роботи відеопам'яті;
- обсяг відеопам'яті;
- енергоспоживання / тепловиділення;
- ціна.

### 1.3.1.2 Принцип роботи відеокарти

Будь-яка відеокарта включає в себе такі обов'язкові компоненти:

- графічний процесор;
- BIOS (мікросхему);
- відеопам'ять;
- цифроаналоговий перетворювач (RAMDAC);
- контролер інтерфейсу.

Як і центральні процесори, графічні процесори характеризуються такими параметрами, як мікроархітектура, тактова частота роботи графічного ядра і технологічний процес виробництва. Графічні процесори мають і специфічні характеристики. Приміром, одна з найважливіших характеристик графічного процесора – це кількість піксельних конвеєрів (pixel pipelines), яка визначає кількість оброблюваних пікселів за один такт. Приміром, кількість піксельних конвеєрів може становити 12 або навіть 16.

Для побудови тривимірного зображення необхідно виконати цілий ряд операцій: прийняти рішення, які об'єкти взагалі повинні бути присутніми в сцені (видимі й невидимі), визначити місцезположення вершини, яке задає кожен із цих об'єктів, потім побудувати грані, заповнити отримані полігони текстурами відповідно до освітлення, ступеня деталізації і з урахуванням перспективних спотворень. Чим ретельніше робляться всі розрахунки, тим реалістичніше вийде тривимірне зображення. Підвищити продуктивність цих рутинних операцій можна, розбивши їх за стадіями і розподіливши. Саме такі функції і вирішують **піксельні конвеєри**. На кожній стадії кожен піксельний конвеєр займається тим, що прораховує черговий піксель кінцевого зображення з урахуванням багатьох факторів, включаючи освітлення сцени. А для прискорення процесу розрахунку використовують відразу декілька конвеєрів. Наприклад, якщо використовується 16 піксельних конвеєрів, то перший конвеєр обробляє 1-й, потім 17-й, потім 33-й піксель; другий конвеєр – 2-й, 18-й і 34-й відповідно.

Кількість конвеєрів дозволяє визначити **пікову швидкість** заповнення відеокарти, яка розраховується як добуток частоти ядра на кількість конвеєрів. Якщо, наприклад, частота ядра становить 400 МГц, а кількість піксельних конвеєрів дорівнює 12, то швидкість заповнення буде 4,8 Гпіксел/с.

Крім піксельних конвеєрів, розрізняють також кількість *текстурних блоків* в кожному конвеєрі. Кількість текстурних блоків визначає кількість накладених текстур за один прохід. Приміром, два текстурних блоки можуть накладати від двох до чотирьох текстур за прохід. Кількість текстурних блоків дозволяє визначити швидкість заповнення в мегатекселах (пікселах текстур).

Також в графічних процесорах присутні вершинні конвеєри (верхові конвеєри), які відповідають за розрахунок геометрії тривимірного зображення.

Щоб краще уявити собі структуру сучасного графічного процесора, розглянемо більш детально процес конвеєрного розрахунку тривимірного зображення.

На першому етапі дані про вершини надходять до вершинних конвеєрів, які займаються розрахунком геометрії сцени. Тут починає свою роботу так званий блок T&L (Transform & Lighting), який відповідає за деякі аспекти роботи з геометрією і за освітлення і працює в парі з конвеєрами. Блок T&L має дві визначальні характеристики: максимальна кількість джерел світла і кількість оброблюваних полігонів. Оброблення даних у верховому конвеєрі відбувається під керуванням спеціалізованої програми, званої вершинним шейдером (Vertex Shader).

На наступному етапі формування зображення задіюється *Z-буфер* для відсікання невидимих полігонів і граней каркасної моделі тривимірного об'єкту. Далі відбувається текстурування об'єктів з фільтрацією самих текстур, для чого задіюються піксельні конвеєри, що працюють під керуванням спеціалізованої програми, званої піксельним шейдером (Pixel Shader).

Необхідно згадати про такі програмні інтерфейси (інтерфейс прикладного програмування, API), як OpenGL і Direct3D. У них описані стандарти для роботи з тривимірними зображеннями. Додаток викликає певну стандартну функцію OpenGL або Direct3D, а шейдери цю функцію виконують.

Вершинні і піксельні шейдери мають свою версію. І для реалізації всіх можливостей програм з оброблення пікселів і вершин необхідно, щоб цю версію шейдера підтримували і відеокарта, і сама програма.

На останньому етапі конвеєрного оброблення дані передаються в буфер кадрів. Розглянутий нами алгоритм формування зображення є досить спрощеним. У реальних графічних процесорах все трохи складніше. Наприклад, для підвищення якості зображення використовується технологія згладжування, фільтрації текстур тощо.

Для графічного процесора потрібна *відеопам'ять*, яка відіграє роль кадрового буфера, в якій центральний процесор направляє відеодані, а потім графічний процесор зчитує звідти отриману інформацію. Крім того, у відеопам'яті розташовується Z-буфер і зберігаються текстури. Для забезпечення ефективної передачі даних є важливою пропускну здатність відеопам'яті.

Відеопам'ять графічної карти характеризується тими ж параметрами, що й оперативна пам'ять ПК, і в цьому сенсі найбільш важливими характеристиками є пропускна здатність шини пам'яті, по якій дані з відеопам'яті передаються до графічного процесора, а також латентність пам'яті. **Пропускна здатність шини пам'яті** визначається розрядністю шини пам'яті і її ефективною тактовою частотою. Наприклад, розрядність шини пам'яті може становити 512, 256, 128 або 64 біта, а ефективна тактова частота досягати 4 ГГц.

**Ширина шини пам'яті** визначає кількість біт, що передаються між GPU і пам'яттю за один такт. Власне, пропускну здатність шини пам'яті можна знайти, якщо помножити ширину шини на тактову частоту. Наприклад, якщо ширина шини складає 128 біт (16 байт), а тактова частота пам'яті дорівнює 250 МГц, то пропускна здатність шини буде 4 Гбайт / с.

**Латентність відеопам'яті** – це час вибірки даних із пам'яті з урахуванням використання чипів пам'яті.

Крім технічних характеристик використовуваної відеопам'яті, не менш важливий і її обсяг. При недостатньому обсязі відеопам'яті графічний процесор фактично буде простоювати, поки потрібні дані завантажуються з оперативної пам'яті комп'ютера. Мінімальний обсяг відеопам'яті сучасних відеокарт випадках становить 128 Мбайт, а максимальний – 4 Гбайти.

Після оброблення графічним процесором і формування їм зображення дані передаються в **цифроаналоговий перетворювач RAMDAC**, який безпосередньо відповідає за перетворення цифрового сигналу на аналоговий. Ще кілька років тому значна частина моніторів була здатна розуміти сигнал тільки в аналоговому вигляді. Зараз йде активна зміна стандартів, і цифрові інтерфейси тіснять аналогові. Останні прем'єри моніторів і відеокарт показують, що тренд нового покоління – це інтерфейс **DisplayPort**. Не забувають і про вже усталені інтерфейси – DVI та HDMI. Для сучасних ПК-дисплеїв цифровий сигнал є природним. Вони мають цифровий відеовхід і здатні працювати з відеосигналом без участі RAMDAC. Але поки на ринку присутній цілий парк моделей з аналоговими входами, з метою сумісності навіть нові відеокарти в обов'язковому порядку оснащуються цифроаналоговим перетворювачем і підтримують підключення аналогових пристроїв.

Головні характеристики RAMDAC – це тактова частота і розрядність. Відеокарти підтримують одночасну роботу з двома моніторами, тому в такі карти встановлюються по два RAMDAC і, відповідно, по два роз'єми для підключення монітора.

**Контролер інтерфейсу** відповідає за сполучення відеокарти з материнською платою комп'ютера. На зміну AGP прийшов більш перспективний PCI Express, який вже встиг передати віртуальну естафету подвійно швидкому PCI Express 2.0. Для підключення графічних карт використовується версія PCI Express x16 або x8. Теоретична пропускна здатність такої шини складає до 8000 Мбайт/с в обох напрямках. Незважаючи на видатну пропускну здатність і досить молодий вік, можна констатувати, що PCI Express 2.0 буде незабаром замінена ще більш швидкісним інтерфейсом

PCI Express 3.0. Кожне нове покоління використовує 16 ліній шини для підключення.

### *1.3.1.3 Основні характеристики відеокарт*

**1. Тип архітектури ядра.** Від даного параметра залежить, скільки операцій обчислювальне ядро виконає за 1 обчислювальний такт або 1 Гц робочої частоти. Графічні ядра різних архітектур, що працюють на однаковій частоті, завжди будуть показувати різну продуктивність, яка іноді може досягати 100 %. Чим новіша архітектура ядра у даного виробника – тим вона більш прогресивна й виконує більше операцій за один обчислювальний такт.

**2. Кількість обчислювальних блоків ядра (універсальних шейдерів і растрових блоків)** – значно впливає на продуктивність відеокарти. Деякі відеокарти різних цінових категорій можуть бути побудовані на одних і тих же ядрах, але мати різну кількість активованих обчислювальних блоків.

**3. Кількість використаних транзисторів при виготовленні ядра.** Інший важливий параметр графічного ядра відеокарти. Пов'язано це з тим, що чим більше транзисторів використовується у виробництві відеокарти, тим більше воно споживає електрики в момент пікових навантажень.

**4. Тонкість технологічного процесу виготовлення ядра.** Сучасний техпроцес виготовлення ядер відеокарт досяг 28 нанометрів. У центральних процесорів компанії Intel технологічний процес став більш тонким. Чим менший технологічний процес, тим менше ядро споживає електрики і тим більше транзисторів можна розмістити на кремнієвій пластині, тим самим здешевивши виробництво. Але останні покоління ядер показують, що зменшення технологічного процесу підвищує середню робочу температуру, оскільки підвищення щільності транзисторів призводить до підвищення тепловиділення на одиницю площі. У будь-якому випадку, якщо забезпечено адекватне охолодження, чим тонше технологічний процес виготовлення ядра, тим краще для кінцевого користувача.

**5. Частота роботи ядра.** Чим вище робоча частота у однакових графічних ядер, тим краще, оскільки таким чином буде забезпечено більший рівень продуктивності.

**6. Ширина шини пам'яті.** Чим ширше шина обміну даними у відеокарти, тим краще. Але слід пам'ятати, що дане твердження буде правдивим тільки в тому випадку, якщо відеокарти мають однаковий тип відеопам'яті і однакову її робочу частоту. Яскравими прикладами можуть служити топові відеокарти двох конкурентів – GeForce GTX 980 і Radeon R9 290X, де, незважаючи на вдвічі ширшу шину обміну даними у останньої, – відеокарта GeForce GTX 980 демонструє велику продуктивність через іншу архітектуру ядра і більш високі робочі частоти.

**7. Тип відеопам'яті.** Чим більш сучасний тип відеопам'яті, тим при більшій робочій частоті і з більшою піковою продуктивністю вона може працювати. Слід брати відеокарти на тому ж типі відеопам'яті, що й еталонна версія виробника під час анонса – NVIDIA або AMD.

**8. Частота роботи відеопам'яті.** Чим вище робоча частота відеопам'яті, тим краще. Дане твердження справедливе при порівнянні двох відеокарт з однаковою шириною шини обміну даними.

**9. Обсяг відеопам'яті.** Нерідко сучасні виробники нахабно обманюють покупців, пропонуючи по одній і тій же ціні дві відеокарти з більшим і меншим об'ємом розпаяних чипів відеопам'яті. Порівнянна вартість, як правило, досягається за рахунок застосування більш примітивного типу відеопам'яті, наприклад, замість GDDR5 розпаяна GDDR3 і т. д. На дану приєм вестися ні в якому разі не слід – зайвий обсяг відеопам'яті мало чого дасть, а ось більш повільна відеопам'ять призведе до значних втрат продуктивності графічного розв'язання.

**10. Енергоспоживання/тепловиділення.** Тут все ясно, чим нижче енергоспоживання і тепловиділення, тим краще. При порівнянні відеокарт слід звернути увагу на кількість нерозпаяних елементів на друкованій платі і їх якості. Чим менше порожніх місць з-під конденсаторів, стабілізаторів напруги, тим стабільніше буде працювати відеокарта при перепадах напруги на стороні блока живлення.

На що, крім центрального процесора, слід звернути увагу при покупці нової відеокарти.

**1. Розміри відеокарти.** На сучасному ринку є як двослотні, так і однослотні відеокарти. Деякі моделі можуть бути досить мінімалістичним по довжині і легко встановлюватися у мікро-ІТХ корпусу. Якщо у вас подібний корпус – беріть відеокарту мінімальних розмірів, якщо ж у вас повноцінна «вежа», то слід брати стандартну – виграєте в ефективності охолодження компонентів живлення графічного ядра і відеопам'яті.

**2. Потужність встановленого блока живлення.** Більшість сучасних ігрових відеокарт вимагають підключення додаткового зовнішнього живлення на 12 вольт. Тому блок живлення повинен мати кілька ліній на 12 вольт, мати необхідну кількість штекерів додаткового живлення PCI-Express або хоча б повинні бути перехідники для їх забезпечення. Максимальна потужність блока живлення повинна бути на 20–25 % вище, ніж споживає система при максимальному навантаженні – саме тоді він буде забезпечувати максимальний ККД при конвертації 220 вольт в 12, 5 і 3,3 вольта для споживачів в комп'ютері.

**3. Retail (RTL) і OEM** в назвах відеокарти. Дані написи означають комплектацію пропонованого рішення. OEM відеокарти поставляються виробникам комп'ютерів, тому вони не мають звичної коробки, мають мінімальну комплектацію і потрапляють на ринок, як би «випадково». Як правило, це відеокарта в пакеті з диском для установки драйверів. Retail або абревіатура RTL означає, що відеокарта призначена для роздрібного продажу і має в комплекті поставки все те, що заявлено на сайті виробника.

#### 1.3.1.4 Виробники відеокарт і їхні технічні рішення

До основних виробників сучасних відеокарт відносять:

- AMD;
- Nvidia;
- Intel (інтегровані рішення).

До спеціалізованих відносять:

- Matrox;
- 3D Labs.

Advanced Micro Devices, Inc. (AMD, дослівний переклад з англ. – «Передові мікропристрою») – виробник інтегральної мікросхеми електроніки.

AMD Radeon E6760 GPU Став першим для вбудованих систем з підтримкою OpenGL і 6 дисплеїв. Компанія AMD відома не тільки в якості одного з провідних світових виробників дискретних та інтегрованих GPU з різною функціональністю, але і як розробник специфічних рішень, призначених для ринку вбудованих систем.

Сімейство графічних процесорів AMD:

- Rage series;
- Radeon R100 (7xxx) series;
- Radeon R200 (8xxx, 9xxx) series;
- Radeon R300 series;
- AGP (9xxx);
- PCIe (X3xx, X5xx, X6xx, X10xx) series;
- IGP (X200, X11xx);
- Radeon R400 series: AGP (X7xx, X8xx), PCIe (X7xx, X8xx) series, IGP (X12xx, 2100);
- Radeon R500 (X1xxx) series;
- Radeon R600 series: PCIe (HD 2xxx, HD 3xxx), IGP (HD 3xxx, HD 4xxx);
- Radeon R700 (HD 4xxx) series;
- Radeon R800(Evergreen) series: PCIe (HD 5xxx), IGP (HD 6xxx);
- Northern Islands (HD 6xxx) series;
- Southern Islands (HD 7xxx) series;
- Volcanic Islands (Rx 200) Series;
- Caribbean Islands (Rx 300) Series.

**NVIDIA Corporation** (NASDAQ: NVDA) – американська компанія, один із найбільших розробників графічних прискорювачів і процесорів, а також наборів системної логіки.

На ринку продукція компанії відома під такими торговими марками як GeForce, Nforce, Quadro, Tesla, ION і Tegra.



Сімейство графічних процесорів NVIDIA:

- NV1 – перша відеокарта від NVIDIA;
- RIVA 128 і RIVA 128ZX – DirectX підтримує 5 і OpenGL 1;
- RIVA TNT, TNT2 RIVA – DirectX 6 підтримує і OpenGL 1;
- Серія GeForce 256 – підтримує Direct3D 7, OpenGL 1;
- Серія GeForce 2 – Direct3D 7 підтримує OpenGL, 1;
- Серія GeForce 3 – Direct3D 8 підтримує, OpenGL 1.5;
- Серія GeForce 4 – Direct3D 8.1 підтримує (Частково), OpenGL 1.5;
- Серія GeForce FX – підтримує Direct3D 9, OpenGL 1.5;
- Серія GeForce 6 – Direct3D 9.0c підтримує, OpenGL 2.0;
- Серія GeForce 7 – підтримує Direct3D 9.0c, OpenGL 2.0;
- Серія GeForce 8 – підтримує Direct3D 10, OpenGL 3.3;
- Серія GeForce 9 – Direct3D 10 підтримує, OpenGL 3.3;
- Серія GeForce 200 – підтримує Direct3D 10, OpenGL 3.3;
- Серія GeForce 400 – підтримує Direct3D 11, OpenGL 4.5;
- Серія GeForce 500 – підтримує Direct3D 11, OpenGL 4.5;
- Серія GeForce 600 – підтримує Direct3D 11.1, OpenGL 4.5;
- Серія GeForce 700 – підтримує Direct3D 11.1, OpenGL 4.5;
- Серія GeForce 800M – підтримує Direct3D 11.1 і частково Direct3D

12.0, OpenGL 4.5;

- Серія GeForce 900 – підтримує Direct3D 12.0 і OpenGL ARB 2015;
- Серія GeForce 1000 – підтримує Direct3D 12.1 і OpenGL 4.5.

### **Контрольні питання**

1. Що таке відеокарта?
2. Чим різняться інтегрована відеокарта та дискретної відеокарта?
3. Що ви знаєте про відеопам'ять?
4. Основні характеристики відеокарт?
5. Чим характеризується графічний процесор?
6. Які ви знаєте компанії-виробники відеокарт?

### **Тестові завдання**

1. Відеокарта – це пристрій, що перетворює графічний образ:
  - а) вірно;
  - б) невірно.
  
2. До технічних характеристик відеокарт не належить:
  - а) кількість обчислювальних блоків ядра;
  - б) тип архітектури ядра;
  - в) тип відеопам'яті;
  - г) тип центрального процесора.

3. Дозволяє визначити пікову швидкість заповнення відеокарти:

- а) кількість ядер;
- б) кількість конвеєрів;
- в) кількість пікселів на одиницю.

4. Стандартна відеокарта не включає:

- а) BIOS; мікросхему;
- б) відеопам'ять;
- в) RAMDAC;
- г) контролер інтерфейсу;
- д) USB адаптер.

5. Головні характеристики RAMDAC (2 правильні відповіді):

- а) тактова частота;
- б) відеопам'ять;
- в) розрядність.

6. Що таке RAMDAC:

- а) цифро-аналоговий перетворювач;
- б) графічний процесор;
- в) вид монітору?

7. Чим ширше шина обміну даними у відеокарти, тим:

- а) краще;
- б) гірше;
- в) ширина шини не відіграє ніякої ролі.

### ***1.3.2 Сучасні монітори***

#### **План**

1.3.2.1 Визначення та види моніторів.

1.3.2.2 Типи матриць РК-моніторів.

1.3.2.3 Вибір монітора.

#### ***1.3.2.1 Визначення та види моніторів***

**Монітор** – прилад, призначений для виведення графіки, текстової або звукової інформації.

**Дисплей** – пристрій для показу зображення, породжуваного іншими пристроями (наприклад, комп'ютерами); прилад для контролю певних па-

раметрів, які потрібно безперервно або регулярно відстежувати, наприклад, рівень радіації.

**Відеоконтрольний пристрій** (в телебаченні – для контролю якості зображення, у системах відеоспостереження – для спостереження за контрольованим простором).

**Студійний монітор** – гучномовець в акустичному оформленні (акустична система), невеликої потужності з ідеально гладкою АЧХ, який використовується для професійного звукозапису, для контролю балансу інструментів, якості виконання (під час запису), якості звуку.

### Види моніторів

Вони діляться на дві глобальні категорії: монітори на **електропроменевій трубці (ЕПТ)** і **рідкокристалічні (РК)**.

У даний момент для комп'ютерів випускають тільки рідкокристалічні монітори. Монітори на основі електро-променевої трубки, або так звані «скельця», практично зняті з виробництва.

РК-монітори набагато зручніше і практичніше ЕПТ, але якість зображення на них гірше.

1. Відкалібрований ЕПТ-монітор високого класу набагато краще (природніше) передає колірну гамму, ніж будь-який РК-монітор. Тому до цих пір професіонали, що працюють в області поліграфії, фото, з комп'ютерною графікою, використовують високоякісні ЕПТ-монітори. РК-монітори поки не забезпечують такої вірності передачі кольору.

2. На ЕПТ-моніторах немає «змазування» або інших оптичних ефектів при відтворенні динамічних сцен. Час відгуку люмінофора в ЕПТ-трубці всього лише 1–2 мс. У той час як у матриць РК-моніторів реальний час відгуку 12–15 мс. Це призводить до того, що в динамічних сюжетах рідкокристалічні монітори завжди «змазують» швидкоплинні деталі.

3. ЕПТ-монітори однаково добре відтворюють зображення в будь-яких роздільних здатностях, особливо тонкі лінії і букви (текст). РК-монітор добре показує, тільки якщо виставлено його рідну (стандартну) **роздільну здатність**, яка дорівнює кількості пікселів за вертикаллю і горизонталлю його екрану.

4. Найбільш суттєвою перевагою РК-моніторів над ЕПТ є те, що вони не мерехтять. Тому РК-монітори набагато безпечніші для очей.

#### 1.3.2.2 Типи матриць РК-моніторів

Принцип роботи РК-дисплеїв можна описати таким чином. Між двома скляними підкладками розміщені рідкі кристали, молекули яких мають витягнуту, тобто нематичну (від грецького «нема» – «нитка») форму. Завдяки такій формі молекул рідкі кристали можуть по-різному заломлювати світлові хвилі в залежності від їх розташування. Для отримання впорядко-

ваної картинки рідкі кристали розміщуються уздовж нанесених на скляні підкладки борозенок, самі скляні пластини встановлюються між поляризаційними фільтрами, а за всією панеллю розташовується лампа підсвічування, лінійки або масив світлодіодів. У результаті при подачі на електроди матриці електричного сигналу виникає електричне поле і рідкі кристали починають тим чи іншим чином заломлювати світло.

ПК-монітори в основному розрізняються між собою за типами матриць.

Найпоширенішим і дешевим типом матриці на сьогоднішній день є *TN + film (Twisted Nematic)*. При подачі на електроди напруги молекули шикуються вздовж електричного поля, у результаті чого і формується зображення. Для створення кольорової картини застосовуються три фільтри: червоний, зелений і блакитний, які встановлюються між скляною пластинкою і поляризаційним фільтром.

До переваг цього типу відносять малий час відгуку і низьку ціну. До недоліків можна віднести відносно малі кути огляду, посередню передачу кольору, невисоку контрастність, відсутність гарного чорного кольору. Якщо в процесі роботи перегорить один з транзисторів, то на екрані з'явиться яскраво палаючий битий піксель, у той час як у матриць інших типів битий піксель буде чорним.

Матриці типу *IPS (In Plane Switching)* і *S-IPS (Super IPS)* відрізняють широкі кути огляду, висока якість передачі кольору, висока контрастність і ідеальний чорний колір.

У них при відсутності напруги молекули рідких кристалів розташовані строго паралельно напрямку поляризації одного з фільтрів, який повністю поглинає світло від ламп підсвічування. Тим самим замість темно-сірого ми отримуємо глибокий чорний колір. Крім того, за рахунок «розпрямленості» молекул, які постійно перебувають в одній площині по відношенню до екрану, збільшуються до 170 градусів кути огляду, що особливо важливо для екранів з великою діагоналлю.

До недоліків відносяться великий час відгуку і висока енергоємність. До того ж монітори на основі такої матриці відрізняються досить високою вартістю.

Крім перерахованих вище типів існують *MVA (Multidomain Vertical Alignment)* і *PVA (Patterned Vertical Alignment)* матриці. Оскільки за своїми властивостями ці матриці дуже схожі, то часто їх об'єднують в єдиний тип *MVA / PVA*. Матриці цього типу відрізняють широкі кути огляду, висока контрастність і яскравість, гарна передача кольору і чорний колір. Час відгуку у них менше ніж у матриць *IPS*, але більше ніж у *TN + film*.

Взагалі на ПК-моніторах застосовується два види покриття: **глянсове та матове (антиблікове)**. Глянсове покриття забезпечує візуально краще зображення. Кольори здаються контрастніше і яскравіше. Однак монітори з таким покриттям більш мазкі, і при не вірному висвітленні на ньому можна побачити відблиски і віддзеркалення. На матовому покритті завдяки розсіюванню падаючого світла відблисків не створюється.

### 1.3.2.3 Вибір монітора

Розглянемо основні параметри:

1. Діагональ екрану монітора. *Діагональ екрану* – це головна характеристика, яка відрізняє один монітор від іншого і при цьому істотно впливає на ціну. Умовно за розмірами можна виділити 4 групи моніторів:

– **18.5–20 дюймів** – бюджетний і офісний сегмент; через низьку ціни невеликі монітори зазвичай вибирають організації для своїх співробітників, а також покупці, які сильно обмежені в коштах або ж з якихось принципових причин віддають перевагу невеликим моніторам;

– **21.5–24 дюймів** – масовий сегмент;

– **27 дюймів** – перспективний сегмент; при установці дешевого монітора такої діагоналі на стандартній відстані (50–80 см від очей) зображення може виглядати трохи грубуватим, оскільки вже можуть бути помітні окремі пікселі зображення;

– **30–32 дюйми** – ексклюзивний сегмент; через високу ціну і занадто великий ширини (протилегні краю знаходяться за межами поля зору без руху голови) монітори з діагоналлю більше 27 дюймів навряд чи зможуть стати масовим продуктом, тому покупці вибирають їх нечасто.

Іноді зустрічаються системи з декількох моніторів, які мають деякі плюси (наприклад, висока реалістичність в іграх), але для нормальної роботи такого необхідний дуже потужний комп'ютер.

2. Дизайн і ергономіка монітора.

*Дизайн* – це друге після розміру, на що звертає увагу покупець при виборі монітора, хоча за важливістю – це чи останній чинник. Варто зауважити, що чим більше унікальний і рідкісний дизайн монітора, тим вище ймовірність потрапити на невдалу модель, яка любить ремонт в сервіс-центрі.

Проте, при виборі монітора на деякі елементи дизайну все ж варто звернути увагу:

– тонка рамка навколо екрану (особливо чорного кольору або в тон інтер'єру) менш помітна і тому менше відволікає від сприйняття інформації;

– яскравий індикатор живлення може сильно зіпсувати життя, оскільки яскраве світло в очі при слабкому зовнішньому освітленні сильно дратує;

– всі монітори мають можливість змінювати нахил вперед-назад, а від регулювання по висоті є далеко не у кожній моделі.

3. Роздільна здатність, пропорції і розмір зерна монітора.

Оскільки нині більшість медіа для персональних комп'ютерів (відео, ігри, багато програм і сайти) проєктуються під пропорції 16:9 і стандартні дозволи **HD** (1366x768 пікселів), **FullHD** (1920x1080 пікселів), **WQHD** (2560x1440 пікселів) і **UltraHD** (4K, 3840x2160 пікселів), то для більш повної сумісності монітори варто вибирати саме з такими дозволами – HD

(невеликі монітори), FullHD (середні і великі монітори), WQHD (величезні монітори) і UltraHD (великі і величезні монітори).

У продажу все ще доступні 19-дюймові монітори з пропорціями 5:4 (так звані «квадратні» монітори) – при своїй невисокій ціні вони зручні для роботи з документами і тому затребувані офісними працівниками, але все ж з причин, вказаних вище, малопридатні для універсального використання.

**Розмір зерна** (найменшої точки зображення) впливає на якість відображення інформації. Чим він більший (вище зернистість) – тим краще читаються дрібні шрифти (що особливо важливо для людей похилого віку або з поганим зором), але одночасно грубіше відображається все інше (фото, плавні лінії і т. п.). Чим він менше (нижче зернистість) – тим більш реалістично виглядають фотографії та інші складні об'єкти, але одночасно дрібні шрифти можуть бути практично нечитабельними.

У більшості випадків розмір зерна моніторів:

- 18,5–20.1 дюймів – великий (0,27–0,30 мм);
- 21–22 дюйма – невеликий (0,24–0,25 мм);
- 23 дюйма – середній (0,265 мм);
- 23,6–24 дюйма – великий (0,27–0,28 мм);
- 27–28 дюймів (за ціною до 500 у.о.) – дуже великий (0,31–0,32 мм);
- більше 29 дюймів – від середнього до дуже великого (0,26–0,31 мм);
- UltraHD монітори – дуже невеликий (0,14–0,18 мм).

4. Тип матриці, кути огляду і підсвічування монітора.

Друга за важливістю характеристика монітора після його розміру – це тип матриці, але є ще й кути огляду, тип, яскравість і рівномірність підсвічування, контрастність і швидкість відгуку, які дуже тісно пов'язані між собою і зазвичай хороші значення одного параметра припускають, що і інші параметри будуть як мінімум непоганими.

TN-матриці найшвидші й дешеві, але мають гірші кути огляду і глибину чорного кольору, IPS-матриці (PLS в версії Samsung) мають найкращу передачу кольору і кути огляду, але водночас дорогі й порівняно повільні, а матриці типу PVA і MVA краще всіх передають чорний колір, але одночасно є труднощі при передачі півтонів і проблема зі зміною кольорового балансу при різних кутах зору.

**Час відгуку** – майже міфічний для ігromанів параметр, які для максимальної реалістичності ігор завжди відкидають всі інші чинники і вибирають саме ті монітори, час відгуку в яких 5 і менше мілісекунд. Насправді ж проблема повільних матриць вже давно переможена навіть самими недорогими сучасними моніторами, але в силу особливостей людського зору (який ще 10–20 мс як би пам'ятає попереднє зображення) та відзнаками у виведенні зображень на **CRT** і **LCD** (у перших зображення гасне вже через 1 мс після промальовування і 9–15 мс до наступного кадру ми б побачили тільки темряву, а у других попередній кадр залишається незмінним до заміни наступним) «старі дуті» монітори часто здаються більш швидкими, ніж навіть найкращі сучасні монітори. Як нескладно здогадатися, для спостережуваного максимального швидкодії монітора нашим очам важливі не

тільки час відгуку, але і **максимальна частота оновлення зображення**. Оскільки зазвичай частота оновлення зображення матриць сучасних моніторів дорівнює **60 Гц**, то теоретично часу відгуку 15 мс цілком достатньо, але в силу деяких інших причин монітори варто вибирати з часом відгуку не вище 10 мс (але якщо буде менше – то гірше від цього, природно, не буде).

#### 5. Інші параметри моніторів

Більшість моніторів мають застарілий аналоговий вхід **D-SUB (VGA)** – як найбільш сумісний з іншими пристроями, але інформація по ньому йде в аналоговому (нецифровому) вигляді, тому обов'язково присутні спотворення (найчастіше це втрата чіткості й змазування), причому чим вище роздільна здатність монітора – тим вони помітніші. Тому для моніторів із роздільною здатністю FullHD і вище настійно рекомендується наявність цифрових входів. DVI або HDMI (другий краще, оскільки він має більш високу пропускну здатність, вбудований канал для аудіо і виглядає акуратніше).

Сенсорний екран просто незамінний у планшетах, він навіть може бути іноді зручним у ноутбуках-трансформерах, але установка його на моніторах великих діагоналей дуже сумнівна, тому що активна робота викликає серйозну втому рук.

Отже, на що варто звернути увагу при купівлі будь-якого монітора.

1. **Кути огляду**. Просто подивіться на зображення на моніторі під різними кутами (зліва-праворуч, зверху-знизу) – якщо воно сильно спотворюється, то краще відмовитися від такого монітора. Зверніть увагу, що чорний колір також необхідно аналогічно перевірити окремо, чи не сильно переходить він у фіолетовий.

2. **Глибина чорного кольору**. Поставте в меню яскравість на максимум, а потім відключіть від нього все сигнальні кабелю – на чорному екрані зазвичай буде бовтатися напис типу «Check Signal Cable». Чорний колір практично ніколи не буде чорним, це нормально, але якщо він навіть не темно-сірий, а світліше – то краще відмовитися від покупки.

3. **Рівномірність засвічення**. Необхідно простежити за тим, щоб чорний колір був більш-менш рівномірним по всій площі екрану. Особливу увагу необхідно приділити краям, оскільки навіть у дорогих моніторах часто бувають нерівномірно освітлені ділянки. Невеликі засвітки неминучі, але їх можна ігнорувати.

4. **Биті пікселі (актуально тільки для моніторів TN)**. Биті світлі («гарячі») пікселі на чорному тлі будуть добре помітні – просто уважно огляньте чорні ділянки. Биті темні («мертві») пікселі перевіряються на світлому тлі, але робити це не обов'язково, оскільки у звичайній роботі їх дефектність помітити складно.

### Контрольні питання

1. Які бувають види моніторів?
2. Типи матриць РК-моніторів?

3. Який принцип роботи РК-моніторів?
4. Діагональ екрану – це...
5. Чи впливає розмір зерна на якість відображення інформації?
6. На що варто звернути увагу при купівлі монітора?

### Тестові завдання

1. Персональний комп'ютер не функціонуватиме, якщо відключити оперативну пам'ять:

- а) вірно;
- б) невірно.

2. Проблему мерехтіння екрану мають:

- а) рідкокристалічні монітори;
- б) монітори на ЕПТ;
- в) плазмові монітори;
- г) всі відповіді вірні;
- д) всі відповіді не вірні.

3. Широкі кути огляду, висока якість передачі кольору, висока контрастність і ідеальний чорний колір – це матриця:

- а) IPS;
- б) TN;
- в) MVA.

4. Під які пропорції в даний час проєктується більшість медіа для персональних комп'ютерів (відео, ігри, багато програм і сайтів):

- а) 1:1;
- б) 3:4;
- в) 16:9?

5. Дисплей – це пристрій для показу зображення, породжуваного іншими пристроями (наприклад, комп'ютерами):

- а) вірно;
- б) невірно.

6. Матриці MVA відрізняють широкі кути огляду, низька контрастність і яскравість:

- а) вірно;
- б) невірно.

7. Розподільна здатність екрану  $1920 \times 1080$  пікселів називається FullHD:

- а) вірно;
- б) невірно.



8. Найдіть відповідність роздільної здатності екрану та її назви:

- |             |                          |
|-------------|--------------------------|
| 1) HD;      | А) 1366 × 768 пікселів;  |
| 2) FullHD;  | Б) 1920 × 1080 пікселів; |
| 3) WQHD;    | В) 2560 × 1440 пікселів; |
| 4) UltraHD; | Г) 3840 × 2160 пікселів. |

### *1.3.3 Рідкокристалічні монітори*

#### **План**

- 1.3.3.1 Основи технології рідких кристалів.
- 1.3.3.2 Технології виготовлення матриць.
- 1.3.3.3 Сучасні технології OLED матриць.
- 1.3.3.4 Інтерфейси для підключення моніторів.

#### *1.3.3.1 Основи технології рідких кристалів*

**Рідкокристалічний монітор** (також рідкокристалічний дисплей, РКД, РК-монітор, англ. liquid crystal display, LCD, плоский індикатор) – плоский монітор на основі рідких кристалів (рис. 1.24).

**LCD TFT** (англ. TFT – thin film transistor – тонкоплівковий транзистор) – одна з назв рідкокристалічного дисплея, в якому використовується активна матриця, керована тонкоплівковими транзисторами. Підсилювач TFT для кожного субпікселю застосовується для підвищення швидкодії, контрастності та чіткості зображення дисплея.

Рідкокристалічний монітор призначений для відображення графічної інформації з комп'ютера, TV-приймача, цифрового фотоапарата, електронного перекладача, калькулятора та ін.

Зображення формується за допомогою окремих елементів, як правило, через систему розгортки. Прості прилади (електронний годинник, телефони, плеєри, термометри тощо) можуть мати монохромний або 2–5 кольоровий дисплей. Багатокольорове зображення формується за допомогою (2008) у більшості настільних моніторів на основі TN- (і деяких \*VA) матриць, а також у всіх дисплеях ноутбуків використовуються матриці з 18-бітним кольором (6 біт на канал), 24-бітність емулюється мерехтінням із дизерінгом.

Рідкокристалічні монітори були розроблені в 1963 р. в дослідному центрі Давида Сарнова (David Sarnoff) компанії RCA, Принстон, штат Нью-Джерсі.

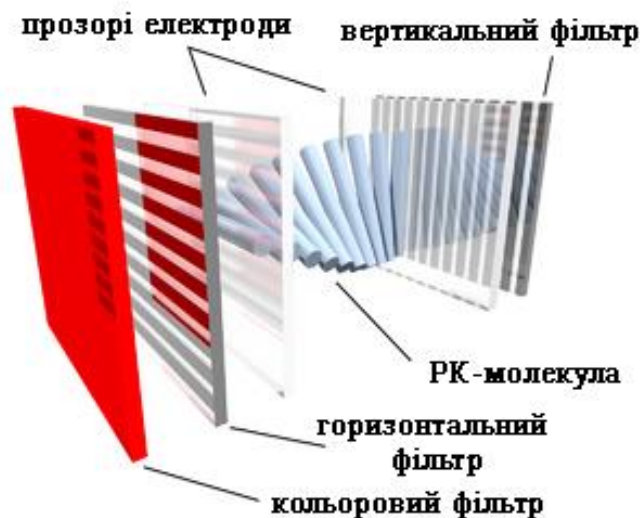


Рисунок 1.24 – Пристрій РК-монітора

Кожен піксел РК-дисплея складається з шару молекул між двома прозорими електродами та двох поляризаційних фільтрів, площини поляризації яких (як правило) перпендикулярні. За відсутності рідких кристалів світло, що пропускається першим фільтром, практично повністю блокується другим.

Поверхня електродів, що контактує із рідкими кристалами, спеціально оброблена для початкової орієнтації молекул в одному напрямку. У TN-матриці ці напрями взаємно перпендикулярні, тому молекули без напруги вибудовуються в гвинтову структуру. Ця структура переломлює світло таким чином, що до другого фільтра площина поляризації повертається, і через нього світло проходить вже без втрат. Якщо не вважати поглинання першим фільтром половини неполяризованого світла – комірку можна вважати прозорою. Якщо ж до електродів прикладено напругу – молекули прагнуть вишикуватися у напрямі поля, що спотворює гвинтову структуру. При цьому сили пружності протидіють цьому і при відключенні напруги молекули повертаються у вихідне положення.

За достатньої величини поля практично всі молекули стають паралельними, що призводить до непрозорості структури. Варіюючи напругу, можна керувати ступенем прозорості. Якщо постійна напруга прикладена протягом довгого часу – рідкокристалічна структура може деградувати через міграцію іонів. Для вирішення цієї проблеми застосовується змінний струм або зміна полярності поля при кожній адресації осередку (непрозорість структури не залежить від полярності поля). У всій матриці можна керувати кожним з осередків індивідуально, але при збільшенні їх кількості це стає важко, оскільки зростає кількість необхідних електродів. Тому практично скрізь застосовується адресація рядками та стовпцями.

Світло, що проходить через комірки, може бути природним – відбитим від підкладки (у РК-дисплеях без підсвічування). Але частіше застосовують штучне джерело світла, крім незалежності від зовнішнього освіт-

лення, це також стабілізує властивості отриманого зображення. Таким чином, повноцінний РК-монітор складається з електроніки, що обробляє вхідний відеосигнал, РК-матриці, модуля підсвічування, блока живлення і корпусу. Саме сукупність цих складових визначає властивості монітора в цілому, хоча деякі характеристики важливіші за інші.

Найважливіші характеристики РК-моніторів:

- **роздільна здатність:** горизонтальний і вертикальний розміри, виражені в пікселях. На відміну від ЕПТ-моніторів, ЖК мають одну, «рідну», фізичну роздільну здатність, решта досягається інтерполяцією;
- фрагмент матриці РК монітора (0,78 × 0,78 мм), збільшений у 46 разів;
- розмір точки: відстань між центрами сусідніх пікселів. Безпосередньо пов'язаний із фізичною роздільною здатністю;
- видима діагональ: розмір самої панелі, виміряний по діагоналі. Площа дисплеїв залежить також від формату: монітор із форматом 4:3 має більшу площу, ніж із форматом 16:9 при однаковій діагоналі;
- контрастність: відношення яскравостей найсвітлішої і найтемнішої точок. У деяких моніторах використовується адаптивний рівень підсвічування з використанням додаткових ламп, цифра контрастності (так звана динамічна), що наведена для них, не відноситься до статичного зображення;
- яскравість: кількість світла, що випромінюється дисплеєм, зазвичай вимірюється в канделах на квадратний метр;
- час відгуку: мінімальний час, необхідний пікселю, щоб змінити свою яскравість. Методи виміру неоднозначні;
- кут огляду: кут, при якому падіння контрасту досягає заданого, для різних типів матриць та різними виробниками обчислюється по-різному, і часто не підлягає порівнянню;
- тип матриці: технологія, за якою виготовлено РК-дисплей;
- входи: (напр, DVI, HDMI та ін.).

### *1.3.3.2 Технології виготовлення матриць*

Основні технології при виготовленні РК дисплеїв: TN+film, IPS та MVA. Розрізняються ці технології геометрією поверхонь, полімеру, керівної пластини та фронтального електрода. Велике значення мають чистота та тип полімеру із властивостями рідких кристалів, застосований у конкретних розробках.

Час відгуку ЖК моніторів, сконструйованих за технологією SXRD (англ. Silicon X-tal Reflective Display – кремнієва рідкокристалічна матриця, що відображає), зменшено до 5 мс. Компанії Sony, Sharp та Philips спільно розробили технологію PALC (англ. Plasma Addressed Liquid Crystal –

плазмове керування рідкими кристалами), яка поєднала в собі переваги LCD (яскравість і соковитість кольорів, контрастність) і плазмових панелей (великі кути видимості по горизонту, H, та вертикалі, V, високу швидкість оновлення). Як регулятор яскравості в цих дисплеях використовуються газорозрядні плазмові осередки, а для колірної фільтрації застосовується РК-матриця. Технологія PALC дозволяє адресувати кожен піксель дисплея окремо, а це означає неперевершену керованість та якість зображення.

### TN+film (Twisted Nematic + film)

Частина «film» у назві технології означає додатковий шар, який використовується для збільшення кута огляду (орієнтовно від  $90^\circ$  до  $150^\circ$ ). Нині приставку «film» часто опускають, називаючи такі матриці просто TN. На жаль, способу поліпшення контрастності та часу відгуку для панелей TN поки не знайшли, причому час відгуку цього типу матриць є на даний момент одним із кращих, а ось рівень контрастності – ні.

TN+film – найпростіша технологія (рис. 1.25).

Схема будови РК-панелі типу TN

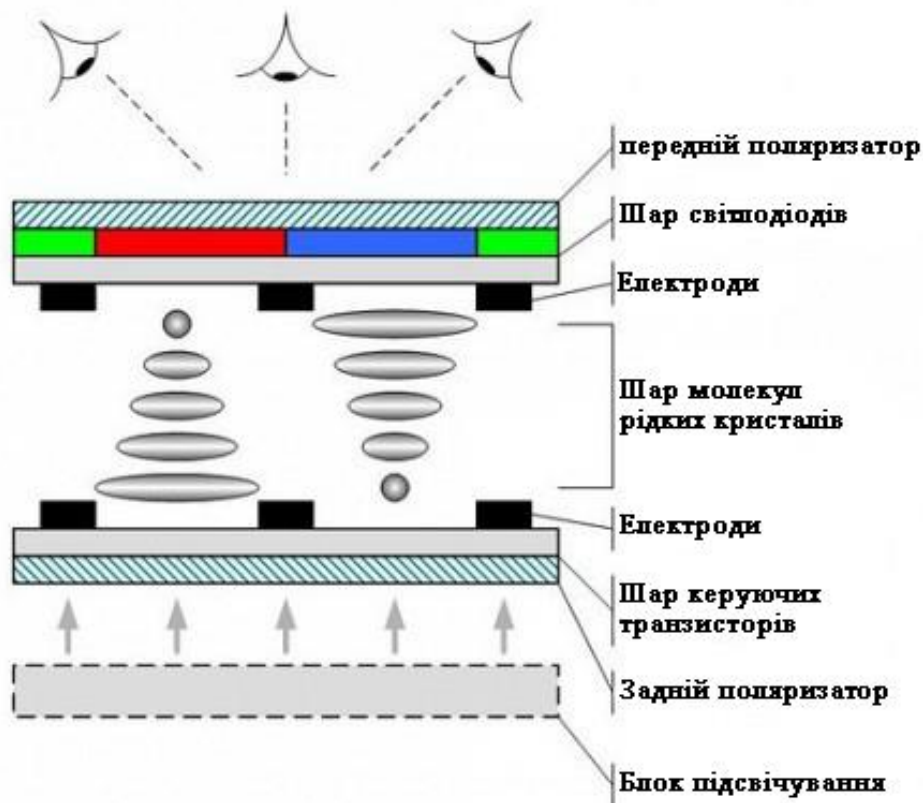


Рисунок 1.25 – Схема будови TN+film

Матриця TN+film працює наступним чином: якщо до субпікселів не додається напруга, рідкі кристали (і поляризоване світло, яке вони пропускають) повертаються один щодо одного на  $90^\circ$  у горизонтальній площині у

просторі між двома пластинами. І оскільки напрямком поляризації фільтра на другій пластині становить кут  $90^\circ$  з напрямком поляризації фільтра на першій пластині, світло проходить через нього. Якщо червоні, зелені та сині субпікселі повністю освітлені, на екрані утворюється біла крапка.

До переваг технології можна віднести найменший час відгуку серед сучасних матриць, а також невисоку собівартість.

### IPS (In-Plane Switching)

Технологія In-Plane Switching була розроблена компаніями Hitachi і NEC і призначалася для позбавлення від недоліків TN+film. Однак, хоча за допомогою IPS вдалося досягти збільшення кута огляду до  $170^\circ$ , а також високої контрастності й кольору, час відгуку залишився на низькому рівні.

На даний момент матриці, виготовлені за технологією IPS, єдині з РК-моніторів, що завжди передають повну глибину кольору RGB – 24 біти, по 8 біт на канал. TN-матриці майже завжди мають 6-біт, як і частина MVA (рис. 1.26).

### Схема будови РК-панелі типу IPS

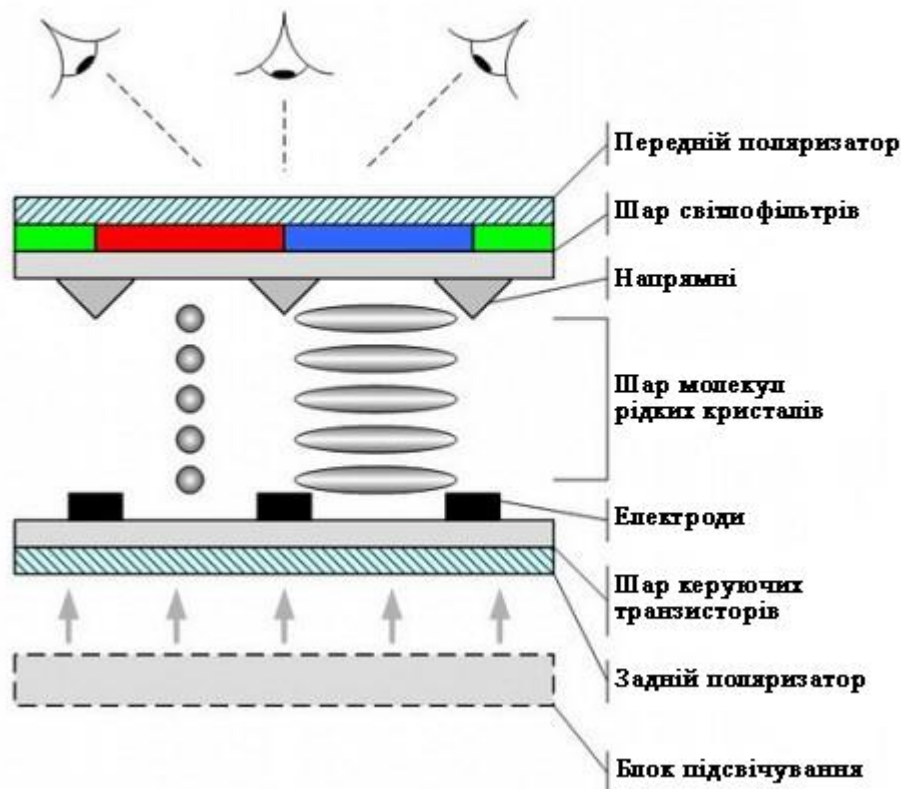


Рисунок 1.26 – Схема будови IPS

Якщо до матриці IPS не додана напруга, молекули рідких кристалів не повертаються. Другий фільтр завжди повернутий перпендикулярно до першого, і світло через нього не проходить. Тому відображення чорного

кольору наближається до ідеалу. При виході з ладу транзистора «битий» піксель для IPS панелі буде не білим, як для матриці TN, а чорним.

При додаванні напруги молекули рідких кристалів повертаються перпендикулярно до свого початкового положення і пропускають світло.

IPS зараз витіснено технологією S-IPS (Super-IPS, Hitachi 1998), яка успадковує всі переваги технології IPS з одночасним зменшенням часу відгуку. Але, незважаючи на те, що кольоровість S-IPS панелей наблизилася до звичайних моніторів CRT, контрастність все одно залишається слабким місцем. S-IPS активно використовується в панелях розміром від 20", LG.Philips, NEC залишаються єдиними виробниками панелей за цією технологією.

**AS-IPS** – технологія Advanced Super IPS (Розширена Супер-IPS) також була розроблена корпорацією Hitachi у 2002 році. Здебільшого покращення стосувалися рівня контрастності звичайних панелей S-IPS, наблизивши його до контрастності S-PVA панелей. AS-IPS також використовується як назва для моніторів корпорації LG.Philips.

**A-TW-IPS** - Advanced True White IPS (Розширена IPS зі справжнім білим), розроблено LG.Philips для корпорації

**AFFS** – Advanced Fringe Field Switching (неофіційна назва S-IPS Pro). Технологія є подальшим покращенням IPS, розроблена компанією BOE Hydis у 2003 році. Посилена потужність електричного поля дозволила досягти ще більших кутів огляду та яскравості, а також зменшити міжпіксельну відстань. Дисплеї на основі AFFS переважно застосовуються в планшетних ПК, на матрицях виробництва Hitachi Displays.

### **\*VA (Vertical Alignment)**

**MVA** – Multi-domain Vertical Alignment (рис. 1.27). Ця технологія розроблена компанією Fujitsu як компроміс між TN та IPS технологіями. Горизонтальні та вертикальні кути огляду для матриць MVA становлять  $160^\circ$  (на сучасних моделях моніторів до  $176\text{--}178$  градусів), при цьому завдяки використанню технологій прискорення (RTC) ці матриці не сильно відстають від TN+Film за часом відгуку, але значно перевищують характеристики останніх за глибиною кольорів і точністю їх відтворення.

MVA стала спадкоємицею технології VA, представленої 1996 року компанією Fujitsu. Рідкі кристали матриці VA при вимкненому напрузі вирівняні перпендикулярно до другого фільтра, тобто не пропускають світло. При додаванні напруги кристали повертаються на  $90^\circ$ , і на екрані з'являється світла точка. Як і в IPS-матрицях, пікселі за відсутності напруги не пропускають світло, тому при виході з ладу видно як чорні цятки.

Перевагами технології MVA є глибокий чорний колір і відсутність як гвинтової структури кристалів, так і подвійного магнітного поля.

Недоліки MVA порівняно з S-IPS: зникнення деталей у тінях при перпендикулярному погляді, залежність колірного балансу зображення від кута зору, більший час відгуку.

### Схема будови РК-панелі типу MVA

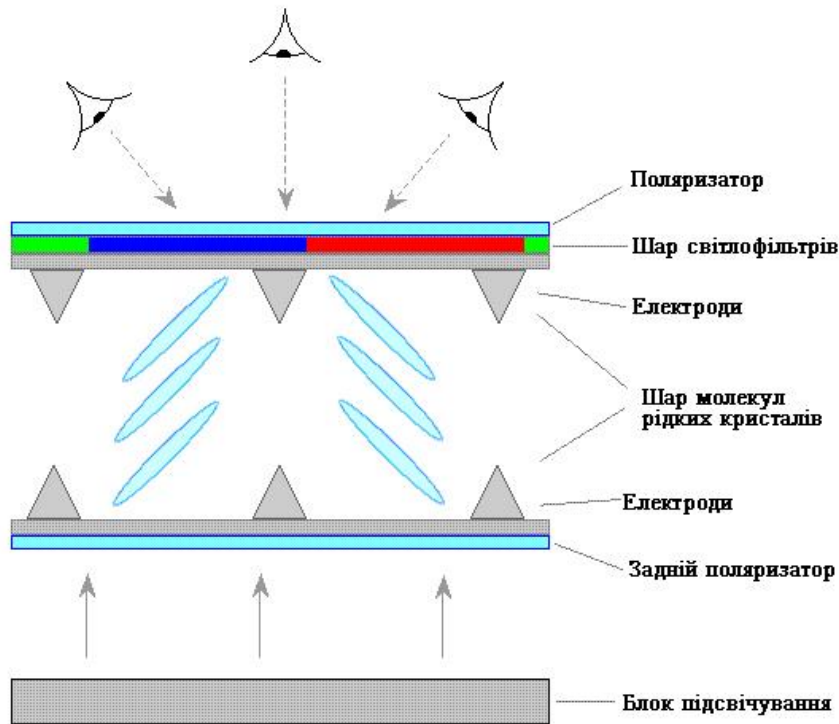


Рисунок 1.27 – Схема будови MVA

Аналогами MVA є технології:

- **PVA** (Patterned Vertical Alignment) від Samsung.
- **Super PVA** від Samsung.
- **Super MVA** від CMO.

Матриці MVA/PVA вважаються компромісом між TN та IPS, як за вартістю, так і споживчими якостями.

#### 1.3.3.3 Сучасні технології OLED матриць

**Органічний світлодіод** (англ. organic light-emitting diode, скор. OLED) – напівпровідниковий прилад, виготовлений з органічних сполук, що ефективно випромінюють світло при проходженні через них електричного струму (рис. 1.28).

Основне застосування OLED-технологія знаходить під час створення пристроїв відображення інформації (дисплеїв).

Таке світло практично не викликає роздратування, що дозволяє працювати за комп'ютером дуже тривалий час, при цьому не втомивши очі. Низьке енергоспоживання досягається за рахунок відсутності підсвічування на цій матриці як такої – внаслідок чого спостерігається максимально

природний чорний колір (світлодіоди просто не включаються). В основному такі екрани використовуються в смартфонах, телевізорах і моніторах.

Енергоспоживання у OLED може бути різним. Якщо на екрані багато чорних кольорів, частина світлодіодів просто відключиться. У той же час, коли відображається велика кількість білих кольорів, енергоспоживання значно зростає.

Плюси: найкраща передача кольору, низька шкода очам.

Мінуси: ціна, недовговічність.

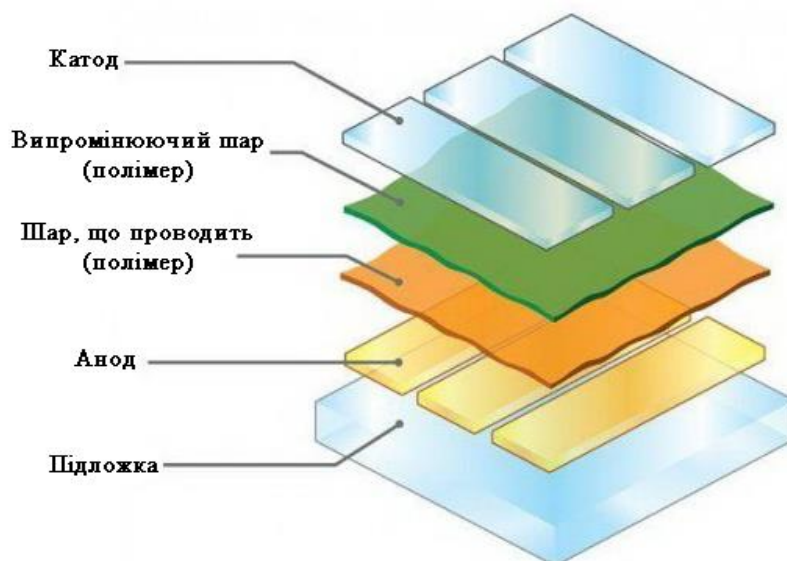


Рисунок 1.28 – Схема будови OLED

### AMOLED

**Active Matrix Organic Light Emitting Diode** (активна матриця на органічних світлодіодах) саме так розшифровується даний акронім. Ця технологія бере початок в OLED-матрицях, де рідкі кристали були замінені органічними світлодіодами, які не потребують підсвічування. Отримуючи електричний струм, вони випромінюють світло (рис. 1.29).

При цьому OLED ділиться на два типи: **PMOLED (Passive Matrix)** та **AMOLED (Active Matrix)**. Перша практично не використовується у сучасних телефонах. Так ось, в AMOLED експлуатуються резистори з тонкою плівкою (TFT), щоб керувати діодами.

Підвидом (але не окремим типом) AMOLED-матриці є Super AMOLED (рекламний хід компанії Samsung). Її особливість у тому, що немає прошарку з повітрям між шаром сенсора дисплея та матрицею. В IPS це називається OGS (One Glass Solution).



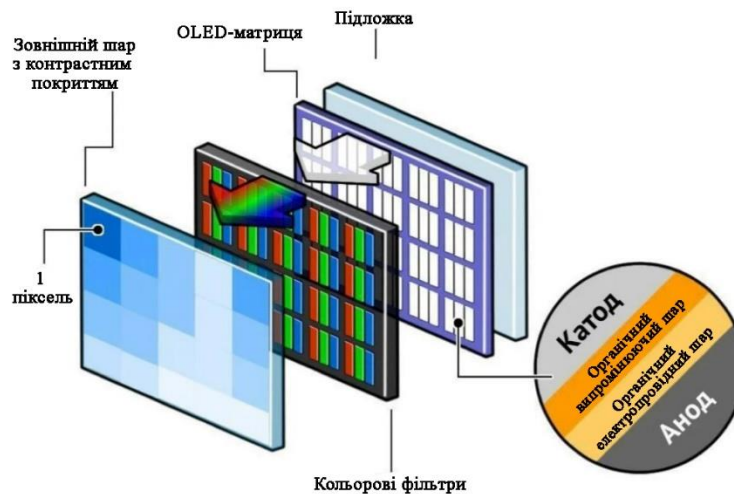


Рисунок 1.29 – Схема будови AMOLED

AMOLED новіша технологія в порівнянні з IPS. Основні переваги AMOLED:

1. Роздільне свічення пікселів. У таких дисплеях окремий піксель виконує роль світлового джерела та керується як окрема одиниця. Для показу чорних кольорів він просто вимикається, а відображення змішаних відтінків дає високий рівень яскравості. Зважаючи на це, демонструється відмінна контрастність і тому чорний колір на AMOLED краще, ніж на IPS.

2. Миттєвий відгук. Реакція пікселів на LED-дисплеї відбувається значно швидше, ніж IPS. Це дозволяє показувати динамічну картинку з високим показником FPS, роблячи її максимально гладкою. Найбільш відчутно це в іграх та при взаємодії з контентом віртуальної реальності.

3. Енергозбереження при темних тонах. Будь-який піксель в AMOLED-матриці працює самостійно. Від світлості кольору залежить яскравість пікселя, тому відображення темних тонів вимагає менше енергії щодо IPS. Але демонстрація білого AMOLED відрізняється схожим і навіть великим енергоспоживанням.

4. Невелика товщина. Зважаючи на відсутність у AMOLED-матриці шару для розсіювання світла підсвічування на рідкі кристали, такий екран має невелику товщину. Це особливо корисно для телефонів, розміри якого можна зменшити без шкоди ємності батареї. Також це дозволяє створювати гнучкі дисплеї. У IPS такої можливості немає.

*Недоліки.* Незважаючи на такі переваги, тут є свої мінуси:

1. Синьо- або широтно-імпульсна модуляція. При виборі телефону з AMOLED-дисплеєм доводиться віддавати перевагу регулюванню яскравості ШІМ або блакитності світлих відтінків. Справа в тому, що сині субпікселі світяться безперервно і сприймаються краще порівняно з червоними

та зеленими. Виправляється це ШІМ -регулюванням яскравості, але при цьому виникає інша проблема. На граничному рівні яскравості дисплея ШІМ відсутня або частота регулювання дорівнює ~250 Гц. Цей показник перебуває в межі сприйняття і мало впливає зір. Зниження підсвічування знижує і частоту ШІМ, через що втомлюються очі.

2. Вигорання синього. Ця проблема також відноситься до синіх діодів. Термін їх роботи менший порівняно із зеленими й червоними, через що з часом відбувається спотворення кольору. Дисплей починає жовтити, баланс білого зміщується до теплих тонів, загальна передача кольору стає гіршою.

3. Ефект пам'яті Через те, що мініатюрні LED можуть вигоряти, деякі ділянки на екрані, які показували яскраве статичне зображення за типом годинника або світлий індикатор, через певний час втрачають яскравість. При цьому навіть відсутність такого елемента не заважає показу його силуету.

4. PenTile. Ця схема розташування субпікселів не є основним недоліком усіх AMOLED-панелей, але має такий характер більшості представників. У ній матриця включає різну кількість RGB-пікселів (Samsung містять вдвічі менше, а LG – вдвічі більше). Ключова ідея експлуатації PenTile – компенсація недоліків синіх світлодіодів. Але як побічний ефект такого вибору є зменшення чіткості зображення, особливо помітне у VR-пристроях.

## P-OLED

Насправді є частка лукавства в тому, щоб виділяти дані дисплеї в окрему категорію. Адже по суті принципова відмінність P-OLED (або POLED, не плутати з PMOLED) від AMOLED одна – використання пластикової (plastic, P) підкладки, що дозволяє вигинати дисплей замість скляної (рис. 1.30). Але вона складніша і дорожча у виробництві, ніж стандартна скляна. До речі, AMOLED-дисплеї через меншу кількість «шарів» набагато тонше LCD, а P-OLED, у свою чергу, тонше AMOLED.

У всіх смартфонах із вигнутим дисплеєм (переважно Samsung і LG) використовується саме P-OLED. Навіть у флагманах Samsung стоїть одразу і Super AMOLED, та Infinity Display. Справа в тому, що це маркетингові назви, які до фактичних технологій виробництва не мають практично жодного відношення. З такої точки зору там встановлені дисплеї з органічних світлодіодів, які керуються активною матрицею тонкоплівкових транзисторів і лежать на пластиковій підкладці – тобто AMOLED, або P-OLED. До речі, у LG V30 дисплей хоч і не згинається, а все одно лежить на пластиковій підкладці.

**Micro-LED** чи **ILED**. Ця технологія є логічною альтернативою органічним світлодіодам: в її основі лежать неорганічні (Inorganic, I) із нітриду галію, дуже маленького розміру. За оцінкою фахівців, micro-LED зможуть посоперничати зі звичними OLED за всіма ключовими параметрами: більш висока контрастність, кращий запас яскравості, менший час відгуку, дов-

говічність, менший розмір і вдвічі менше енергоспоживання. Але, на жаль, такі діоди дуже складні в масовому виробництві, тому поки що технологія не зможе конкурувати на ринку зі звичними рішеннями.

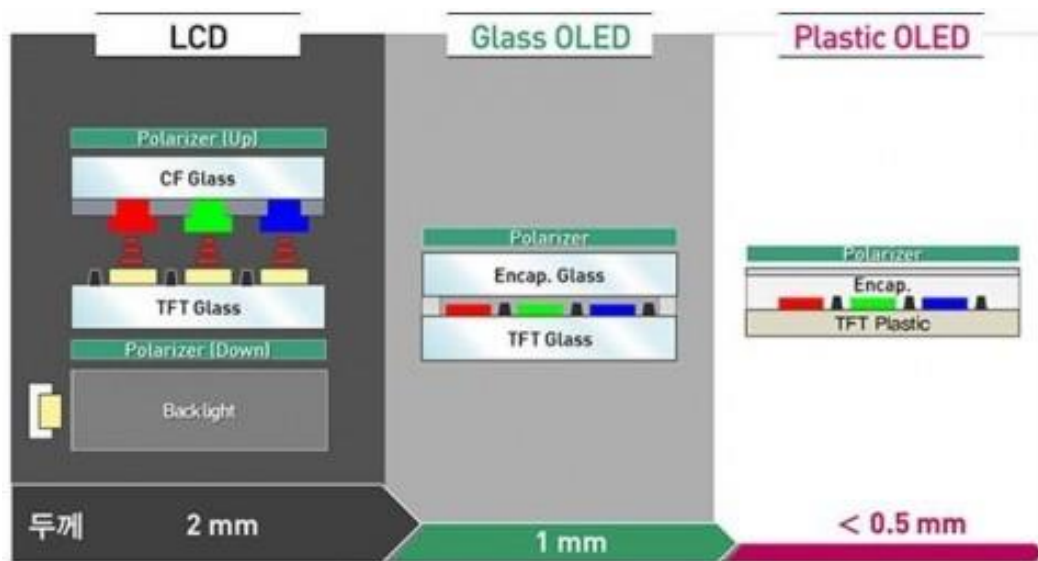


Рисунок 1.30 – Схема будови P-OLED

**Quantum Dots (або QD-LED чи QLED)** – ця перспективна технологія взяла всього потроху від наявних на ринку. Від РК-дисплеїв їй дісталось внутрішнє підсвічування, ось тільки «б'є» воно не в рідкі кристали, а в дуже маленькі кристали з ефектом свічення, напilenі прямо на екран – квантові частинки. Від розміру кожної точки залежить, яким кольором вона світитиме, діапазон становить від двох до шести нанометрів (для порівняння: товщина людського волосся – 100 000 нанометрів). У результаті виходять яскраві, насичені та водночас натуральні кольори. Телевізори з такими дисплеями вперше випустила компанія Sony в 2013 році. Нині на ринку є кілька моделей від Samsung. Квантові точки в них використовуються у шарі підсвічування.

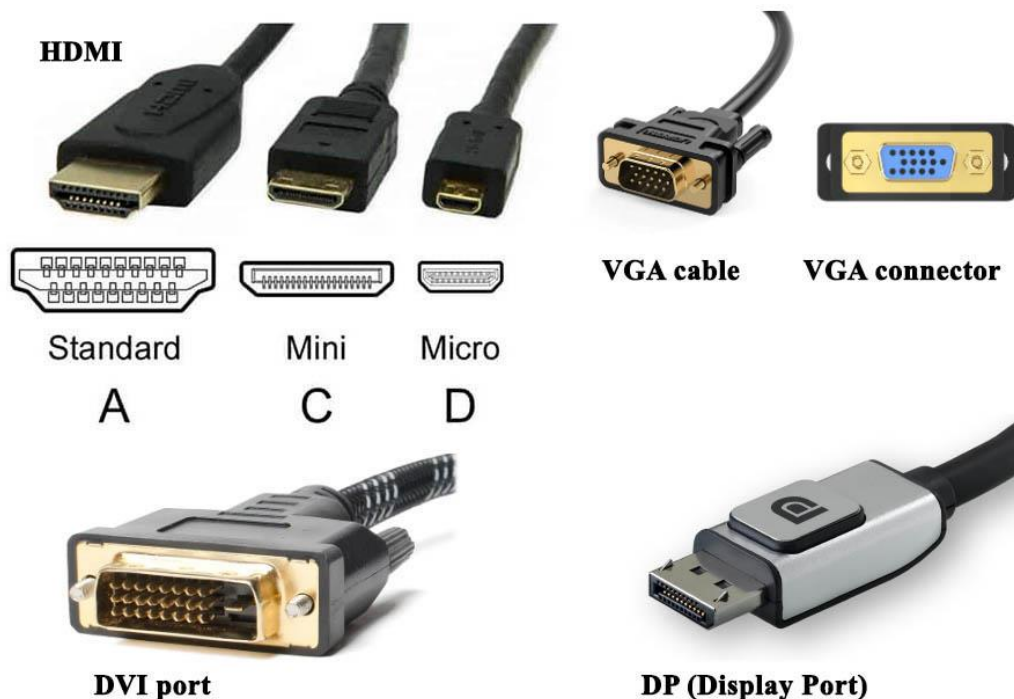
#### 1.3.3.4 Інтерфейси для підключення моніторів

Підключити монітор до комп'ютера можна за допомогою таких роз'ємів: VGA, DVI, HDMI і DisplayPort. Входи для моніторів наведені на рисунку 1.31.

VGA (D-Sub) – один із найпопулярніших роз'ємів за всю історію цифрової техніки. Цей стандарт використовується в електронних пристроях, що з'являлися у продажу ще тридцять років тому й досі. Нехай цей роз'єм вже не може називатися прогресивним, але його все ще легко зустріти у різних моніторах, відеокартах та інших електронних приладах.

D-Sub (D-subminiature) є аналоговим п'ятнадцятиконтактним роз'ємом. Зазвичай він використовується для підключення комп'ютера або ноутбука до монітора.

У **VGA (Video Graphics Array)** використовується рядкова передача відеосигналу. Коли відбувається зміна рівня яскравості, одночасно здійснюється зниження або підвищення напруги. Причому сигнальна напруга може змінюватись від 0,7 до 1 В. Якщо розглядати ЕПТ-монітори, в яких найчастіше розміщуються роз'єми VGA, то в них змінюється показник інтенсивності променя, створюваного електронною гарматою. Внаслідок таких дій на дисплеї відбувається зміна яскравості.



*Рисунок 1.31 – Входи для моніторів*

**HDMI (High-Definition Multimedia Interface)** є інтерфейсом передачі даних, який використовується для аудіовізуального обладнання, зокрема для телебачення високої чіткості та домашніх кінотеатрів. По суті, він є єдиним компонентом 19 спеціалізованих проводів, об'єднаних в один кабель, який має пропускну здатність 5 Гбіт/с (гігабіт за секунду). При цьому цей показник більше ніж удвічі перевищує пропускну здатність, необхідну для передачі багатоканального звуку та відео, що робить стандарт HDMI досить перспективним. Особливістю передачі аудіовізуальних даних через HDMI вихід є те, що він передає стислий, повністю цифровий сигнал, що дозволяє зберегти всі багатства палітри фарб зображення та забезпечує його максимальну природність.

**DVI (Digital Visual Interface)** – стандарт на інтерфейс, призначений для передачі відеозображення на цифрові пристрої відображення, такі як рідкокристалічні монітори, телевізори та проектори. Цифровий візуальний

інтерфейс є найстарішим із цих стандартів, що вперше з'явився в 1999 році, але він, як і раніше, присутній на достатній кількості моніторів, який іноді використовується навіть на нових ноутбуках і настільних відеокартах сьогодні. Більш старі технології DVI дають йому більше обмежень, ніж HDMI або DisplayPort. Він також використовує громіздкий дизайн штепселя, в якому немає механізму самоблокування, і потрібно підтягування вертушками.

**DP (Display Port)** – один з нових інтерфейсів. У продаж також є прилади з DP++, за допомогою перехідників до них можна приєднати монітори HDMI та DVI. Цей інтерфейс був розроблений фахівцями компанії VESA, яка у своїй сфері є досить авторитетною. Незважаючи на це, багато користувачів вважають, що цей роз'єм чудово підходить для з'єднання екрана та системного блока. Дизайнери та програмісти, думаючи над інтерфейсом для підключення монітора, напевно віддадуть перевагу Display Port. Це пов'язано з тим, що головною особливістю підключення такого типу є можливість роботи з кількома моніторами. Ще однією важливою перевагою інтерфейсу Display Port є відсутність ліцензійних відрахувань. Інша особливість роз'єму Display Port полягає в тому, що кожен колір передається своїм персональним каналом. Цей інтерфейс, на відміну від HDMI, має механізм у вигляді фіксатора. Гвинтових кріплень на ньому немає, що також підтримує надійність роботи. Також Display Port має маленькі розміри. Якщо враховувати все викладене вище, можна сміливо стверджувати, що основне призначення підключення Display Port полягає у забезпеченні зв'язку між комп'ютером і монітором.

### Контрольні питання

1. На чому базується технологія рідких кристалів?
2. Що таке плазмова технологія?
3. Які типи матриць на рідких кристалах ви знаєте?
4. Що таке технологія OLED?
5. Наведіть класифікацію матриць OLED?
6. Які перспективні рішення для моніторів ви знаєте?
7. Наведіть основні типи підключення для моніторів.

### Тестові завдання

1. Кожен піксел РК-дисплея складається з шару молекул між двома прозорими електродами та двох:
  - а) поляризаційних фільтрів, площини поляризації яких (як правило) перпендикулярні;
  - б) поляризаційних фільтрів, площини поляризації яких (як правило) паралельні;
  - в) монохромних фільтрів, площини поляризації яких (як правило) перпендикулярні.

2. Ступенем прозорості молекул TFT можна керувати через:

- а) електричний струм;
- б) магнітне поле;
- в) механічно;
- г) електро-магнітне поле.

3. Зникнення деталей у тінях при перпендикулярному погляді характерно для матриці:

- а) IPS;
- б) MVA;
- в) PVA;
- г) TN.

4. Органічні світлодіоди не потребують підсвічування:

- а) вірно;
- б) невірно.

## **1.4 Оцінювання і збільшення швидкодії персонального комп'ютера**

### ***1.4.1 Будова й принцип роботи жорсткого диска***

#### **План**

1.4.1.1 Будова й принцип роботи жорсткого диска.

1.4.1.2 SSD диски: принцип роботи, швидкість і надійність.

1.4.1.3 Гібридний жорсткий диск.

1.4.1.4 Вибір жорсткого диска для ноутбука.

#### ***1.4.1.1 Будова й принцип роботи жорсткого диска***

У всіх сучасних комп'ютерах є **жорсткий диск**, який призначений для зберігання даних, а також для завантаження операційної системи (рис. 1.32).

Основне призначення жорсткого диска – це надання користувачеві дискового простору, це потрібно для зберігання файлів операційної системи і всіх необхідних програм. Особливістю жорсткого диска, на відміну від дисководу для гнучких дисків, є висока надійність зберігання даних.

Зовні жорсткий диск схожий на невелику металеву коробку. Зверху на корпусі, як правило, є наклейка, на якій нанесені основні технічні параметри даної моделі, такі як найменування виробника, назва моделі, номі-

нальна напруга живлення, інформація про стан перемичок, призначених для конфігурування вінчестера тощо. Знизу на корпусі прикріплена друкована плата, що представляє собою вбудований контролер жорсткого диска, необхідний для забезпечення його нормальної роботи.

**Жорсткий диск**, він же **Hard Disk Drive, HDD**, вінчестер, накопичувач на жорстких магнітних дисках (НЖМД) є прямим нащадком дисководу для гнучких дисків (рис. 1.32).



Рисунок 1.32 – Будова жорсткого диска

Корпус вінчестера захищає жорсткий диск від пошкоджень. Повітря, яким заповнюється корпус, обов'язково повинно бути очищене від пилу, інакше навіть найменша частка при попаданні всередину може привести в непридатність весь пристрій. Тому практично всі моделі вінчестерів мають фільтр, який представляє собою невелике віконце, закрите міцним матеріалом, для проникнення повітря.

Усередині корпусу розміщуються практично усі елементи, необхідні для роботи вінчестера: носій інформації, який представляє собою все ті ж, але жорсткі диски, а також пристрій зчитування запису інформації (магнітні голівки і пристрій позиціонування).

Габаритні розміри сучасних жорстких дисків характеризуються форм-фактором, який вказує горизонтальний і вертикальний розміри корпусу. Можливі такі горизонтальні розміри: 1,8; 2,5; 3,5 або 5,25, із них найбільш поширені два останніх.

Вінчестер містить один або кілька дисків (platters), тобто це носій, який змонтований на осі-шпинделі, що вводиться в рух спеціальним двигуном (частина приводу). Швидкість обертання сучасних вінчестерів може бути 5400 7200, 10000 об/хв. Досягає швидкості аж до 15 000 об/хв., Але такі вінчестери поки що занадто дорогі для середнього користувача. Зрозумі-

міло, що чим вище швидкість обертання, тим швидше зчитується інформація з диска. Слід мати на увазі, що чим більше швидкість обертання, тим вище рівень шуму, видаваний вінчестером. Це є досить неприємною платою за високу швидкість роботи.

Самі диски представляють собою оброблені з високою точністю керамічні або алюмінієві пластини, на які і нанесено спеціальний магнітний шар (покриття). З обох сторін диски покриті найтоншим шаром феромагнітного матеріалу (окисом якогось металу). Від міцності покриття залежать деякі експлуатаційні характеристики, наприклад, ударостійкість вінчестерів.

В якості робочої поверхні зазвичай застосовують обидві сторони кожного диска, крім дисків, розташованих по краях пакета – у цих дисків зовнішні поверхні, повернені в сторону корпусу, для зберігання інформації не використовуються. Вони є захисними.

Кількість дисків може бути різною: від одного до п'яти і вище, – кількість робочих поверхонь при цьому відповідно у два рази більша, правда, не завжди. Іноді зовнішні поверхні крайніх дисків або одного з них не використовуються для зберігання даних, при цьому кількість робочих поверхонь зменшується та може бути непарною.

Найбільш важливою частиною будь-якого накопичувача є *голівки читання-запису (read – write head)*. Голівки представляють собою магнітні керовані контури, на обмотки яких подається змінна напруга. Принцип дії дуже схожий на принцип роботи голівок звичайного магнітофона, тільки вимоги до них пред'являються значно жорсткіші.

Кількість магнітних голівок завжди дорівнює кількості фізичних поверхонь, використовуваних для зберігання даних. Кожна пара голівок одягнена на своєрідну «вилку», що охоплює диск з обох сторін. Дана «вилка» має дуже довгий «хвіст», який закінчується масивним хвостовиком, що становить противагу голівкам і їх несе. Коли вінчестер не працює, голівки завдяки пружності «вилки» притискаються до поверхні диска, що дозволяє виключити їх «брязкіт» під час транспортування. Усі магнітні голівки об'єднані в єдиний блок, що дозволяє організувати їхнє синхронне переміщення.

Практично всі сучасні жорсткі диски мають функцію автоматичного «паркування» голівок. *Паркуванням* називається процес переміщення магнітних голівок у спеціальну зону диска, яка називається «*паркувальною зоною*» (від англ. *Landing Zone*). Ця зона не містить абсолютно ніякої корисної інформації, крім спеціальної сервісної мітки, що вказує на місце розташування місця «парковки». У «запаркованому» стані жорсткий диск можна транспортувати при досить поганих фізичних умовах – вібрація, легкі удари, струси.

Функція «парковки» реалізована досить просто. У неробочому стані хвостовик блока голівок «чіпляється» до невеликого магніту в пристрої позиціонування. При надходженні напруги – живлення на жорсткий диск генерується досить потужний електромагнітний імпульс, який «відриває» хвостовик від посадкового місця. Поки жорсткий диск працює, постійно утримується електромагнітне поле, не дає хвостовику «прилигнути» до



магніту. Коли ж напруга живлення зникає, то голівки за рахунок тяжіння постійного магніту практично миттєво переміщуються в зону паркування, де вони благополучно приземляються на поверхню дисків.

Зауважимо, що у сучасних вінчестерах голівки ніби «летять» на відстані частки мікрона від поверхні дисків, не торкаючись їх.

Пристрій позиціонування, який переміщує магнітні голівки, зовні дуже схожий на баштовий кран. З одного боку, знаходяться довгі тонкі несучі магнітні голівки, а з іншого – короткий і значно більш масивний хвостовик з обмоткою електромагнітного привода. Обмотку позиціонера оточує статор, що представляє собою постійний магніт. При подачі в обмотку електромагніту струму певної величини та полярності хвостовик починає повертатися у відповідний бік із прискоренням, пропорційним силі струму. При змінюванні полярності струму хвостовик починає рух у зворотний бік. Динамічно змінюючи рівень і полярність струму, можна встановлювати магнітні голівки в будь-який можливий стан (від центру до краю дисків). Таку систему іноді називають *VoiceCoil* (звукова котушка) – за аналогією з дифуззором гучномовця. Цей пристрій позиціонування ще називають *лінійним двигуном*. Застосування в якості рухливої сили електромагнітного поля надає голівкам рівномірне або лінійне переміщення.

Для визначення необхідного положення голівок служать спеціальні сервісні позначки. У деяких моделях вінчестерів під сервісну інформацію відводять окрему поверхню і спеціалізовану магнітну голівку, що дозволяє з високою швидкістю визначити точне місце розташування інших голівок, що рухаються синхронно з нею. Якщо сервісні мітки записані на тих же доріжках, що і дані, то для них виділяється спеціальний сектор, а читання проводиться тими ж голівками, що і читання даних. Завдяки використанню лінійного двигуна з'явилася можливість «тонкого настроювання» голівок шляхом їх незначного переміщення щодо доріжки, що допомагає більш точно відстежити центр окружності сервісної мітки. Таким чином підвищується достовірність зчитувальних даних і виключається необхідність витрат на процедури корекції положення голівок, як це відбувається в дисководах.

Усередині будь-якого вінчестера обов'язково знаходиться друкована плата з електронними компонентами. Друкована плата, на якій розташовані електронні компоненти системи керування жорстким диском, зазвичай прикріплюється до нижньої площині корпусу за допомогою звичайних гвинтів. Залежно від моделі електроніка може бути або закрита металевою пластиною, або відкрита для будь-яких механічних впливів – виробники по-різному представляють реальні умови експлуатації жорсткого диска. З внутрішньою частиною вінчестера плата з'єднується за допомогою спеціального роз'єму.

Плата електроніки призначена для керування роботою механічних рухомих частин пристрою і формування електричних імпульсів при читанні запису.

Вона містить:

- мікропроцесор, що керує електронікою жорсткого диска;
- буферну пам'ять, призначену для тимчасового зберігання даних, які записуються на диск або зчитуються з нього;
- мікросхему ПЗП, використовувану для зберігання алгоритмів роботи, як основного мікропроцесора, так і всіх інших електронних компонентів;
- генератор, який живить змінним струмом двигун дисків;
- складну сервісну систему, яка керує пристроєм позиціонування блока голівок на необхідну доріжку (циліндр);
- підсилювачі запису, що формують електричні імпульси, які подаються на магнітні голівки під час запису даних;
- підсилювачі зчитування і формувачі вихідних сигналів при зчитуванні інформації.

Мікропроцесор являє собою спеціалізовану мікросхему, внутрішня структура якої спрямована на оброблення масивів даних, що надходять до схеми електроніки як з боку магнітних голівок, так і з боку комп'ютера. Основним завданням цієї мікросхеми є перетворення цифрових потоків даних, що надходять з комп'ютера, на електромагнітні імпульси, що записуються на диск, а також зворотна операція: перетворення зчитувальних імпульсів на потік цифрових даних. Крім цього, мікропроцесор займається постійним наглядом за станом всіх функцій вінчестера, щоб можна було прогнозувати можливий вихід його з ладу.

Буферна пам'ять необхідна жорсткому диску, щоб трохи узгодити різницю в швидкості роботи інтерфейсу з реальною швидкістю читання записів із дисків. При записі інформації вона спочатку зберігається в буфері, а вже потім записується на поверхню дисків. При читанні інформації використовується трохи інший режим: дані передаються відразу ж на інтерфейс і паралельно записуються в буферну пам'ять. При повторному зверненні до цих же даних читання проводиться вже з буфера. На сучасних жорстких дисках обсяг буферної пам'яті (іноді зустрічається назва кеш-пам'ять вінчестера) може досягати 2 Мбайт і більше, що є оптимальним для більшості виконуваних комп'ютером завдань.

Мікросхема ПЗУ призначена для зберігання алгоритмів роботи мікропроцесора, а також технічної інформації, яку можна прочитати за допомогою різних тестових утиліт (модель вінчестера, серійний але заходів тощо). Деякі дешеві моделі жорстких дисків зберігають усю інформацію на дисках і при кожному включенні завантажують її в звичайний модуль оперативної пам'яті.

**Інтерфейсна логіка** – цілий набір електронних компонентів, завдання яких зводиться до організації з'єднання з комп'ютером, тобто створення фізичного з'єднання інтерфейсу жорсткого диска з контролером комп'ютера.

Важливим компонентом електронної плати є роз'єми для підключення з'єднувального кабелю і напруги живлення. Між цими роз'ємами, як

правило, розташовується набір перемичок, при допомозі яких змінюється конфігурація жорсткого диска (*Master, Slave*).

Плата інтерфейсної електроніки сучасного вінчестера являє собою самостійний пристрій з власним процесором, пам'яттю, пристроями введення/виводу й іншими атрибутами.

#### 1.4.1.2 SSD диски: принцип роботи, швидкість і надійність

*SSD* – це твердотільний накопичувач (англ. *SSD, Solid State Drive* або *Solid State Disk*), незалежний, перезаписуваний накопичувач без рухомих механічних частин із використанням флеш-пам'яті (рис. 1.33).

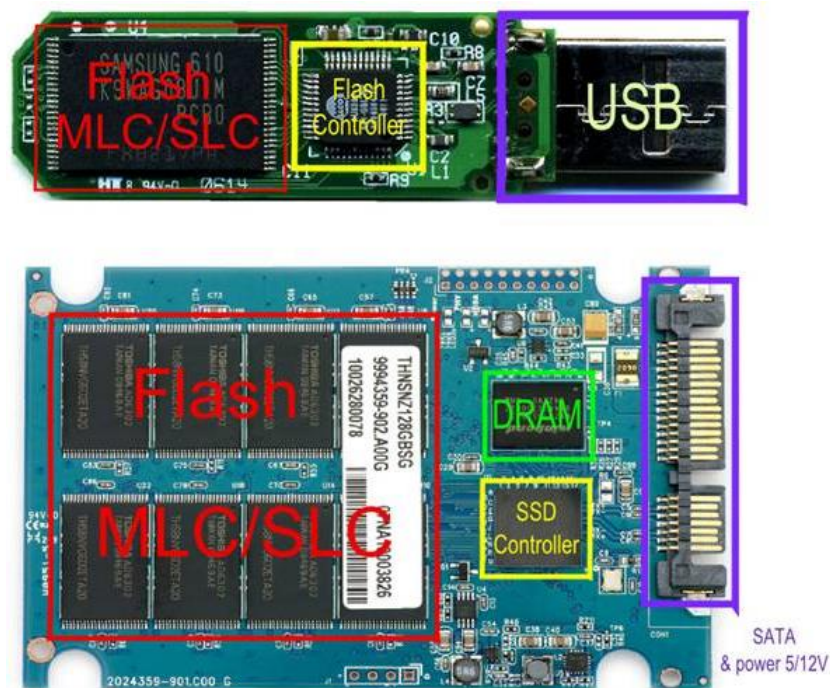


Рисунок 1.33 – Пристрій SSD в порівнянні з USB Flash

SSD повністю емулює роботу жорсткого диска.

Подивимося, що у SSD всередині й порівняємо з його близьким родичем USB Flash. Як видно, відмінностей не так багато. По суті SSD – це велика флешка. На відміну від флешок, у SSD використовується мікросхема DDR DRAM кеш-пам'яті, у зв'язку зі специфікою роботи і збільшеною в кілька разів швидкістю обміну даними між контролером й інтерфейсом *SATA*.

#### Контролер SSD

Головним завданням контролера є забезпечення операцій читання/запису й керування структурою розміщення даних. Грунтуючись на матриці розміщення блоків, в які осередки вже проводився запис, а в які ще

ні, контролер повинен оптимізувати швидкість запису і забезпечити максимально тривалий термін служби SSD-диска. Внаслідок особливостей побудови NAND-пам'яті, працювати з її кожним осередком окремо не можна. Осередки об'єднані в сторінки об'ємом по 4 Кбайта, і записати інформацію можна тільки повністю зайнявши сторінку. Стирати дані можна по блоках, які дорівнюють 512 Кбайт. Усі ці обмеження накладають певні обов'язки на правильний інтелектуальний алгоритм роботи контролера. Тому, правильно налаштовані і оптимізовані алгоритми контролера можуть істотно підвищити продуктивність і довговічність роботи SSD-диска.

У контролер входять такі основні елементи:

- **Processor** – як правило 16 або 32 розрядний мікроконтролер. Виконує інструкції прошивки, відповідає за перемішування і вирівнювання даних на Flash, діагностику SMART, кешування;

- **Error Correction (ECC)** – блок контролю і корекції помилок ECC.

- **Flash Controller** – включає адресацію, шину даних і контроль керування мікросхемами Flash пам'яті;

- **DRAM Controller** – адресація, шина даних і керування DDR / DDR2 / SDRAM кеш пам'яттю;

- **I/O interface** – відповідає за інтерфейс передачі даних на зовнішні інтерфейси SATA, USB або SAS;

- **Controller Memory** – складається з ROM пам'яті і буфера. Пам'ять використовується процесором для виконання прошивки і як буфер для тимчасового зберігання даних. При відсутності зовнішньої мікросхеми RAM пам'яті виступає в ролі єдиного буфера даних SSD.

У SSD як і в USB Flash використовуються три типи пам'яті **NAND**: **SLC (Single Level Cell)**, **MLC (Multi Level Cell)** і **TLC (Three Level Cell)** (рис. 1.34). Відмінність тільки в тому, що SLC дозволяє зберігати в кожному осередку тільки один біт інформації, MLC – два, а TLC – три осередки (використання різних рівнів електричного заряду на плаваючому затворі транзистора), що робить пам'ять MLC і TLC дешевшою щодо ємності (рис. 1.34).

SLC	MLC	TLC
1	11	111
	10	110
0	01	101
	00	100
		011
		010
		001
		000

Рисунок 1.34 – Типи пам'яті NAND

Однак пам'ять MLC / TLC має менший ресурс (100 000 циклів стирання у SLC, в середньому 10 000 для MLC, а для TLC до 5 000) і гіршу

швидкодію. З кожним додатковим рівнем ускладнюється завдання розпізнавання рівня сигналу, збільшується час пошуку адреси осередку, підвищується ймовірність помилок.

Оскільки SLC-чипи набагато дорожче і обсяг їх нижче, то для масових рішень застосовують в основному MLC / TLC-чипи. На даний момент MLC / TLC пам'ять активно розвивається і по швидкісним характеристикам наближається до SLC. Так само, низьку швидкість MLC / TLC виробники SSD накопичувачів компенсують алгоритмами чергування блоків даних між мікросхемами пам'яті (одночасний запис читання у дві мікросхеми флеш-пам'яті, по байту в кожену) за аналогією з RAID 0, а низький ресурс – перемішуванням і стеженням за рівномірним використанням осередків. Плюс до цього в SSD резервується частина обсягу пам'яті (до 20 %). Це недоступна пам'ять для стандартних операцій запису читання. Вона необхідна як резерв у разі зносу осередків, за аналогією з магнітними накопичувачами HDD, який має резерв для заміни bad-блоків. Додатковий резерв осередків використовується динамічно, і в міру фізичного зношування основних осередків надається резервна комірка на заміну.

### **Принцип роботи SSD накопичувача**

Для читання блоку даних у вінчестері спочатку потрібно обчислити, де він знаходиться, потім перемістити блок магнітних голівок на потрібну доріжку, почекати поки потрібний сектор опиниться під голівкою і провести зчитування. Причому хаотичні запити до різних областей жорсткого диска, ще більше позначаються на часі доступу. При таких запитах HDD змушені постійно «ганяти» голівки по всій поверхні «млинців» і навіть зміна черги команд рятує не завжди. А в SSD все просто – обчислюємо адресу потрібного блоку і відразу ж отримуємо до нього доступ на читання / запис. Ніяких механічних операцій – весь час йде на трансляцію адреси та передачу блоку. Чим швидше флеш-пам'ять, контролер і зовнішній інтерфейс, тим швидше доступ до даних.

А ось при зміні стирання даних в SSD накопичувачі не так все просто. Мікросхеми NAND флеш-пам'яті оптимізовані для секторного виконання операцій. Флеш-пам'ять пишеться блоками по 4 КБ, а стирається по 512 Кб. При модифікації декількох байт всередині деякого блоку контролер виконує наступну послідовність дій:

- зчитує блок, що містить модифікований блок у внутрішньому буфер-кеші;
- модифікує необхідні байти;
- виконує стирання блоку в мікросхемі флеш-пам'яті;
- обчислює нове місце розташування блоку відповідно до вимог алгоритму перемішування;
- записує блок на нове місце.

Але як тільки ви записали інформацію, вона не може бути переписана до тих пір, поки не буде очищена. Проблема полягає в тому, що мінімальний розмір записуваної інформації не може бути менше 4 КБ, а стерти

дані можна мінімум блоками по 512 Кб. Для цього контролер групує і переносить дані для звільнення цілого блоку.

Ось тут і позначається оптимізація ОС для роботи з HDD. При видаленні файлів операційна система не виробляє фізичне очищення секторів на диску, а тільки позначає файли як віддалені, і знає, що зайняте ними місце можна заново використовувати. Роботі самого накопичувача це ніяк не заважає, і розробників інтерфейсів це питання раніше не хвилювало. Якщо такий метод видалення допомагає підвищити продуктивність при роботі з HDD, то при використанні SSD стає проблемою. У SSD, як і в традиційних жорстких дисках, дані все ще зберігаються на диску після того, як вони були видалені операційною системою. Але справа в тому, що твердотільний накопичувач не знає, які з даних, що зберігаються, є корисними, а які вже не потрібні, і змушений усі зайняті блоки обробляти за довгим алгоритмом.

Прочитати, модифікувати й знову записати на місце, після очищення порушених операцією осередків пам'яті, які з точки зору ОС вже видалені. Отже, чим більше блоків на SSD містить корисні дані, тим частіше доводиться вдаватися до процедури читання> модифікація> очищення> запис, замість прямого запису. Ось тут користувачі SSD стикаються з тим, що швидкодія диска помітно знижується у міру їх заповнення файлами. Накопичувачу просто не вистачає задалегідь стертих блоків. Максимум продуктивності демонструють чисті накопичувачі, а ось у ході їх експлуатації реальна швидкість потроху починає знижуватися.

У таких випадках відновити накопичувач допомагає прошивка контролера з низькорівневим форматуванням, коли заново створюються службові структури даних. Виробники намагаються постійно допрацьовувати мікропрограму, виправляти помилки, оптимізувати роботу контролера. Тому рекомендується періодично оновлювати прошивку накопичувача для виключення можливих збоїв.

#### Переваги SSD:

- висока швидкість читання будь-якого блоку даних не залежно фізичного від розташування (більше 200 Мб / с);
- низьке енергоспоживання при читанні даних з накопичувача (приблизно на 1 Ват нижче, ніж у HDD);
- знижене тепловиділення (внутрішнє тестування в компанії Intel показало, що ноутбуки з SSD нагріваються на 12.2° менше ніж аналогічні з HDD, також тестуванням встановлено, що ноутбуки з SSD і 1 GB пам'яті в поширених бенчмарках не поступаються моделям з HDD і 4 GB пам'яті);
- безшумність і висока механічна надійність.

#### Недоліки SSD:

- високе енергоспоживання при запису блоків даних, енергоспоживання зростає з ростом обсягу накопичувача і інтенсивністю зміни даних;
- низька ємність і висока вартість за гігабайт в порівнянні з HDD;
- обмежена кількість циклів запису.

### 1.4.1.3 Гібридний жорсткий диск

**Гібридний жорсткий диск** (також відомий під аббревіатурою **SSHD**, англ. **Solid – state hard drive**) – це логічний або фізичний пристрій зберігання даних, який поєднує в собі технології зберігання даних на жорсткому диску (НЖМД) і в **NAND-пам'яті (SSD-накопичувач)** (рис. 1.35). У результаті збільшується продуктивність накопичувача при великому доступному об'ємі зберігання інформації. Твердотільна пам'ять гібридного диска використовується як кеш даних, що зберігаються на жорсткому диску, до яких йде найбільш часте звертання. Тим самим підвищується загальна продуктивність системи.

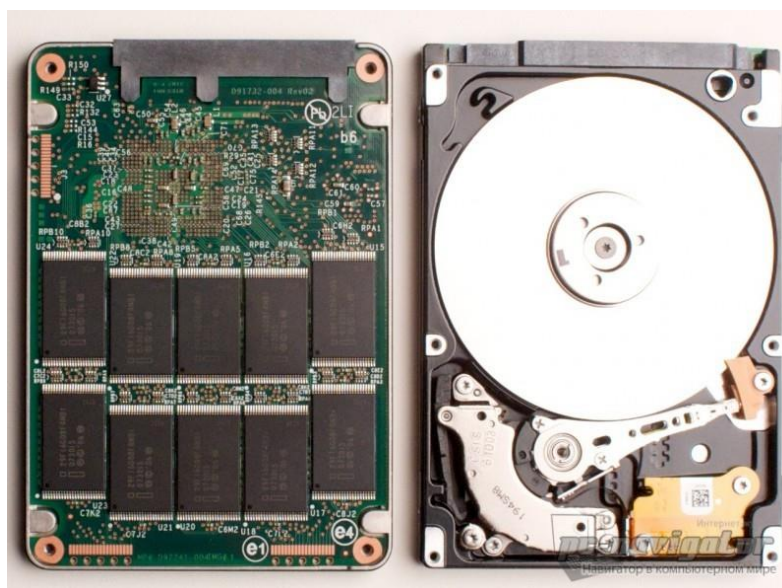
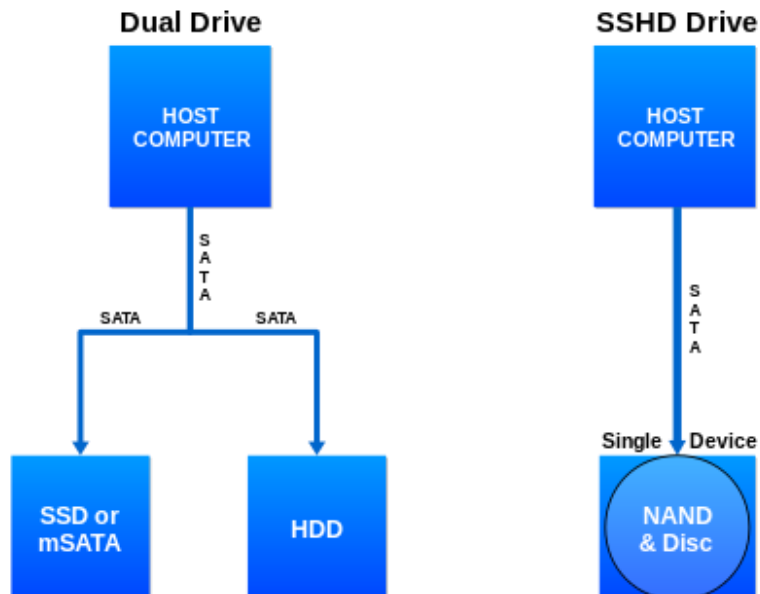


Рисунок 1.35 – Гібридний жорсткий диск

Існують дві основні технології, які використовуються для реалізації гібридних накопичувачів (рис. 1.36):

- системи з двома накопичувачами,
- гібридні накопичувачі.

У системі з двома накопичувачами використовується два фізичних пристрої, SSD і HDD (жорсткий диск), встановлених в одному комп'ютері; оптимізація розміщення даних проводиться або вручну користувачем, або автоматично за допомогою операційної системи через створення «гібридних» логічних пристроїв. У гібридних накопичувачах SSD і HDD об'єднані одним мікроконтролером, і, як правило, одним корпусом. Функціональні можливості кешування реалізовані шляхом додавання невеликої кількісної флеш-пам'яті до жорсткого диска і копіювання туди найбільш часто використовуваних секторів. Рішення про розміщення приймаються або самим пристроєм (режим *self-optimized*), або шляхом розміщення «підказок» операційною системою (режим *host-hinted*).



*Рисунок 1.36 – Порівняння гібридного накопичувача й двох накопичувачів FCM (Flash Cache Module) конструкції*

Гібридні накопичувачі виробляються, як для персонального комп'ютера, так і для ноутбука. Для ноутбука став «SSHD» більш затребуваний, ніж для ПК, оскільки в ноутбуці немає можливості встановити «SSD» і «HDD» одночасно. Гібридні вінчестери підвищують продуктивність комп'ютера, завантаження ОС проходить досить швидко. Швидкість «SSHD» може на пряму залежати від обсягу твердого накопичувача, чим більший об'єм пам'яті, тим вище швидкість, це говорить про те, що, купуючи «SSHD» з великим об'ємом, ви виграєте подвійно: більше місця і більша швидкість.

Завдяки тому, що гібридні диски споживають мало електроенергії, вони збільшують час автономної роботи ноутбука, заощаджений час складає близько двадцяти – тридцяти хвилин.

Спочатку гібридні вінчестери розроблялися для мобільних пристроїв, а також для портативних комп'ютерів. Найперші «SSHD» проводилися розміром у два з половиною дюйма. На даний момент вінчестер випускається розміром у три з половиною дюйма, що спрощує установку накопичувача на ПК.

Існує дві основних «гібридних» технології зберігання даних, які поєднують в собі NAND флеш-пам'ять, або SSD, з HDD технологією: Dual-приводу гібридних систем і гібридних твердотільних накопичувачів.

### **Гібридна система з двома накопичувачами**

Гібридні системи з двома накопичувачами поєднують в собі використання окремих SSD і HDD пристроїв, встановлених в одному комп'ютері. У цілому, оптимізація продуктивності керується або за допомогою користувача комп'ютера (ручне розміщення найбільш часто використовуваних даних на SSD), або за допомогою програмного забезпечення операційної



системи комп'ютера (шляхом об'єднання SSD і HDD в *гібридні томи (розділи)*, не помітні для кінцевих користувачів).

У ноутбуках, як правило, така система використовує *флеш-кеш модулі (FCM)*. FCM використовує окремий SSD-накопичувач (зазвичай mSATA SSD-модуль) і HDD, у той час як керуванням оптимізацією займається або ПЗ комп'ютера, драйвери пристрою або комбінації обох. Технологія *SRT (Smart Responce, розумний відгук)* від Intel – найбільш поширена реалізація FCM для гібридних систем на сьогодні.

Існують також системи для ноутбуків, які також використовують окремі SSD і HDD в одному 2,5-дюймовому корпусі, але заодно надають (на відміну від SSHD) у той же час (на відміну від гібридних твердотільних накопичувачів) роздільний доступ до обох накопичувачів. Таким чином, можна використовувати накопичувачі на свій розсуд.

### **Гібридний твердотільний диск**

Поняття *гібридний твердотільний накопичувач (SSHD)* відноситься до продукції, яка включає значну кількість NAND флеш-пам'яті в жорсткий диск. Основною відмінністю є інтегрована система кешування найбільш часто використовуваних секторів. Мікроконтролер пристрою сам копіює в швидку кеш-пам'ять найбільш часто використовувані області даних.

#### *1.4.1.4 Вибір жорсткого диска для ноутбука*

Жорсткий диск – це досить недовговічний пристрій. Зазвичай сучасний жорсткий диск «живе» до 5 років. Жорсткі диски в ноутбуках працюють ще менше. Можливо, це пов'язано з тим, що ноутбук багато пересувають з місця на місце, а значить, жорсткий диск постійно піддається мікроударам.

Тому заміна жорсткого диска на ноутбуці – це проблема, з якою користувачі стикаються дуже часто.

Вибираючи жорсткий диск для ноутбука ви повинні в першу чергу звернути увагу на 3 основних характеристики. Це форм-фактор, інтерфейс підключення і товщина жорсткого диска. Якщо ви проігноруєте ці показники, то можете купити жорсткий диск, який в подальшому не зможете встановити в ноутбук.

**1. Форм-фактор.** У ноутбуках використовуються виключно 2,5-дюймові жорсткі диски. Тому при виборі жорсткого диска для ноутбука, перше, що потрібно зробити, це відсіяти жорсткі диски з форм-фактором 3,5 дюйма (рис. 1.37).



*Рисунок 1.37 – Різниця в розмірах між 2,5 і 3,5-дюймовими жорсткими дисками*

3,5-дюймові жорсткі диски використовуються для настільних комп'ютерів, серверів, медіаплеєрів й інших пристроїв. Але практично ніколи – для ноутбуків.

**2. Інтерфейс підключення.** Наступний момент, на який потрібно звернути увагу при виборі жорсткого диска для ноутбука – це інтерфейс підключення. У ноутбуках використовується тільки SATA інтерфейс. Тоді як в продажу можна зустріти 2,5-дюймові жорсткі диски як з SATA інтерфейсом, так і з SAS (SCSI) (рис. 1.38).

Жорсткі диски з SAS (SCSI) інтерфейсом використовуються в серверах і для ноутбуків вони не підходять. Ви просто не зможете їх підключити. Тому моделі з цим інтерфейсом також потрібно відкинути.



*Рисунок 1.38 – SATA інтерфейс на 2,5-дюймовому жорсткому диску*

**3. Товщина жорсткого диска.** Також дуже важливо при виборі жорсткого диска для ноутбука звертати увагу на його товщину. Сучасні 2,5-дюймові жорсткі диски можуть дуже значно відрізнятися по товщині (рис. 1.39). Зараз використовуються жорсткі диски з товщиною 15 мм, 9,5мм і 7 мм. У теорії існують і інші розміри, але в продажу знайти їх нереально.



*Рисунок 1.39 – Різниця в товщині між різними 2,5-дюймовими жорсткими дисками*

Якщо ви купите товщий жорсткий диск, то він просто не поміститься в корпус ноутбука. Більш тонку модель ви, швидше за все, зможете встановити, але вона може «бовтатися» в корпусі, а це призведе до швидкої «смерті» накопичувача. Тому, на початку з'ясуйте, яка товщина жорсткого диска повинна бути на вашому ноутбуці, а потім уже приступайте до вибору потрібної моделі.

### **Контрольні питання**

1. Що називають жорстким диском?
2. З чого складається жорсткий диск?
3. Принцип роботи SSD-накопичувача.
4. Назвіть переваги SSD.
5. Що таке кеш-пам'ять?
6. Для чого потрібен вінчестер?

### **Тестові завдання**

1. З метою збереження інформації жорсткі магнітні диски необхідно оберігати від:
  - а) пониженої температури;
  - б) перепадів атмосферного тиску;
  - в) світла;
  - г) ударів при установці.
2. При повному форматуванні жорсткого диска:
  - а) стираються всі дані;
  - б) проводиться очищення каталогу диска;
  - в) диск стає системним;
  - г) проводиться фрагментація диска.
3. Вінчестер потрібен для:
  - а) зберігання інформації, що не використовується постійно на комп'ютері;

- б) постійного зберігання інформації, яка використовується при роботі на комп'ютері;
- в) підключення периферійних пристроїв до магістралі;
- г) керування роботою комп'ютера за заданою програмою.

4. Які пристрої використовуються при роботі з комп'ютером для зберігання інформації:

- а) дисковод;
- б) жорсткий диск;
- в) принтер?

5. SSD – це твердотільний накопичувач без рухомих механічних частин на базі використання флеш-пам'яті:

- а) вірно;
- б) невірно.

### ***1.4.2 Оцінювання і збільшення швидкодії ПК***

#### **План**

1.4.2.1 Основні способи збільшення продуктивності комп'ютера заміною складових.

1.4.2.2 Ремонт і чищення комп'ютера.

1.4.2.3 Причини й способи усунення перегріву комп'ютера.

*1.4.2.1 Основні способи збільшення продуктивності комп'ютера заміною складових*

Розглянемо основні складові, які найбільш часто замінюються.

**Процесор** замінювати варто в разі, якщо новий буде як мінімум на 30 % швидше встановленого. Інакше помітного приросту в продуктивності не буде, а коштів буде потрібно чимало. Можна також спробувати розігнати свій процесор. «Розгін» полягає в збільшенні штатних частот роботи центрального процесора, відеокарти або оперативної пам'яті. Ускладнено індивідуальними особливостями конкретної конфігурації і можливістю передчасного виходу його з ладу.

**Оперативна пам'ять.** Однозначно потрібно додати, якщо під час роботи вся пам'ять завантажена. Дивимось через «Диспетчер завдань», якщо в пік роботи (коли відкрито все, що може бути відкрито) завантажено до 80 % оперативної пам'яті, то краще її збільшити на 50–100 % (рис. 1.40).

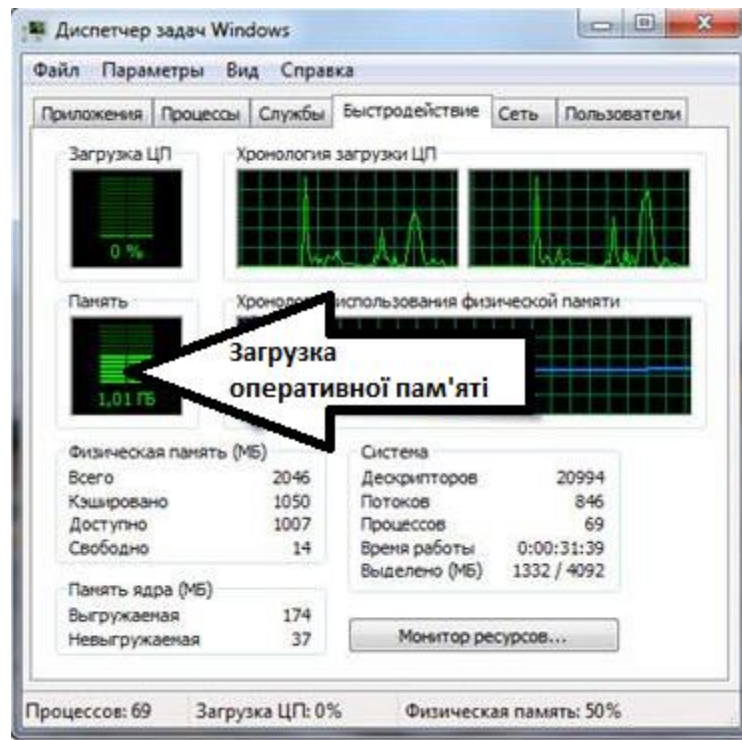


Рисунок. 1.40 – Завантаженість у диспетчері завдань

**Жорсткий диск.** Справа не в розмірі диска, а в його швидкості. Якщо у вас повільний жорсткий диск з економної серії зі швидкістю обертання шпинделя 5400 оборотів в секунду, то його заміна на більш дорогий зі швидкістю 7200 обертів і більш високою щільністю запису додасть продуктивності. Найбільшу продуктивність дає SSD-накопичувач.

**Відеокарта.** Тут зрозуміло, для ігор міняємо на більш продуктивну, але не забуваємо, що процесор повинен бути «під стать» потужній відеокарті.

#### 1.4.2.2 Ремонт і чищення комп'ютера

Комп'ютер може гальмувати через якісь несправності, і простий ремонт допоможе збільшити швидкість. Наприклад, при несправності системи охолодження процесора його тактова частота сильно знижується, і як наслідок – падає продуктивність.

#### Ознаки перегріву комп'ютера

1. **Показання датчиків.** Критичні температури на свідченнях датчиків означають перегрів. Для кожної частини є свої критичні температури. Температура до 70 градусів при навантаженні – це майже завжди нормально, за винятком жорстких дисків. Їх нагрівання краще не допускати до 50 градусів. Перегрівання жорсткого диска особливо небезпечний, тому що можна втратити всі свої дані. При загальному нагріванні корпусу комп'ю-

тера, при активній роботі з жорстким диском (наприклад, при копіюванні великого обсягу інформації або тривалій роботі з торрент-трекерами) жорсткий диск може нагріватися понад норми. Перевірити показники датчиків можна за допомогою ПЗ, що поставляється з материнською платою, або за допомогою сторонніх програм, наприклад AIDA64.

**2. Гальмування.** Якщо ваш комп'ютер раптом став повільніше працювати, то це не обов'язково означає, що треба встановлювати заново систему або шукати віруси, особливо, якщо уповільнення роботи співпало з потеплінням. Коли процесор або чипсет материнської плати перегріваються, то можливе зниження швидкості роботи. Тактова частота процесора знижується, він починає менше грітися і можна продовжувати роботу. Але можливі й зависання комп'ютера.

**3. Звучить сирена.** У налаштуваннях BIOS можна виставити, починаючи з якої температури буде видаватися противний звуковий сигнал. Правда, ви його не почуєте якщо до материнської плати не підключено «спікер». Але зазвичай він підключений або вбудований в материнську плату. Якщо сирена сповіщає, то комп'ютер краще швидко вимкнути і почати розбиратися, у чому справа.

**4. Комп'ютер сам вимикається або перезавантажується.** Через ті ж налаштування в BIOS комп'ютер може сам вимикатися в разі досягнення критичної температури. А може спочатку зазвучати сирена, а потім вимкнутися автоматично. Також при перегріванні комп'ютер може сам перезавантажуватися і зависати.

**5. Вентилятори стали сильніше крутитися і шуміти.** Швидкість деяких вентиляторів може контролюватися в залежності від температури. Це працює, якщо включена відповідна опція в BIOS і налаштоване спеціальне ПЗ. Таким чином, при перевищенні певного температурного порога вентилятори почнуть швидше крутитися і більше шуміти.

**6. «Артефакти» на екрані або зависання.** Якщо перегрівається відеокарта, то можливі «артефакти» на екрані або зависання. Якщо за комп'ютером не грати, а працювати, то відеокарта не повинна перегріватися.

### *1.4.2.3 Причини й способи усунення перегріву комп'ютера*

**1. Слабка або несправна система охолодження.** Для кожного процесора потрібна відповідна система охолодження, тобто не можна взяти якийсь відповідний за кріпленням радіатор з вентилятором і приєднати його до процесора. Для економних процесорів підходять невеликі радіатори, а для потужних, відповідно, потрібні радіатори побільше. Вся проблема може критися в одному непрацюючому або погано працюючому вентиляторі. Якщо вони ледве крутяться, то, можливо, їх пора замінити на нові. Як показала практика, змащувати вентилятори не має сенсу, тому що це допомагає ненадовго. Краще відразу купити новий, але якщо магазину поб-

лізу немає, то можна змастити наявний вентилятор. Добре для цього підходить трансмісійне масло, яке використовують для коробки передач в автомобілях. Звичайним машинним маслом теж можна змастити, але воно швидше розтікається через високі швидкостей обертання вентилятора в комп'ютері.

**2. Непродумана вентиляція корпусу.** Якщо система охолодження підходяща і працює справно, а комп'ютер перегрівається, то варто приділити увагу вентиляції корпусу. На шляху потоку повітря не повинно бути перешкод із товстих шлейфів. У сучасних комп'ютерах багатожильні шлейфи майже не використовуються, але все одно потрібно акуратно укладати дроти. Найгарніше якщо в корпусі два вентилятора: один на видув на задній стінці, і один на вдвух на передній панелі. Таким чином забезпечується хороший потік повітря від передньої частини корпусу до задньої. Нагріте повітря не застоюється. Не обов'язково ставити два вентилятора, адже може бути досить і одного. Тим більше, чим більше вентиляторів, тим більше шумить комп'ютер. Тому спочатку ставимо один вентилятор на видув на задній панелі й дивимося, що вийшло. У деяких системних блоках можна встановлювати два вентилятори на видув, або ставити вентилятор на бічну кришку. Для охолодження жорсткого диска можна використовувати спеціальні вентилятори з кріпленням на жорсткий диск. Або просто встановити жорсткий диск прямо над вентилятором на передній панелі, якщо він є. Вентилятор у блоці живлення також грає важливу роль у теплообміні всього комп'ютера.

### **3. Сильна запиленість.**

**4. Неналежне прикріплення радіатора.** Щоб пізнати неправильне кріплення радіатора, спробуйте його температуру на дотик. Якщо датчики температури зашкалюють, а радіатор тільки теплий, то все зрозуміло – він не щільно прилягає. Потрібно перевстановити радіатор або зачистити його площу зіткнення з процесором нульовою шкіркою до блиску (тільки якщо вона не дзеркальна) і змінити термопасту. *Термопаста* – це спеціальна в'язка речовина, яке згладжує шорсткості поверхні й добре проводить тепло від кристала до радіатора.

**5. Брак або зношеність процесора.** Рідко, але трапляється, що радіатор прилягає ідеально, але проблема залишається. Це може статися через процесор з браком або якщо процесор «зносився». Справа в тому, що в процесорах з металевою верхньою кришкою є спеціальна прокладка, яка виконує роль термопасту. Вона відводить тепло від кристала процесора до кришки, а кришка передає тепло до радіатора. Якщо кришка не щільно прилягає до процесора, то він буде перегріватися, а радіатор залишиться трохи теплим.

**6. Підвищена напруга.** При підвищеній напрузі з блока живлення жорсткий диск може сильно грітися. У цьому випадку правильним буде замінити блок живлення на нормальний, або застосувати спеціальний стабілізатор, який вставляється в розрив живлення HDD. Але таких стабілізаторів немає у відкритому продажі, та й застосовуються більше для захисту

даних. Через підвищеної напруги неякісного блока живлення може грітися не тільки жорсткий диск, але і що завгодно.

**7. Налаштування BIOS і операційної системи.** Це найпростіший спосіб вирішити питання з перегрівом комп'ютера. На щастя, давно вже розроблена технологія, що дозволяє знижувати частоту роботи процесора під час його простою. Для AMD процесорів технологія отримала назву Cool'n'Quite, а для Intel – Enhanced SpeedStep Technology. Технології енергозбереження повинні бути включені в BIOS. Зазвичай так і є, але якщо немає, то зайдіть в BIOS та завантажте за замовченням.

### **Контрольні питання**

1. Які складові найбільш часто замінюються в комп'ютері?
2. Чим відрізняється вбудована від інтегрованої відеокарти?
3. Ознаки перегріву комп'ютера.
4. Які програми для збільшення швидкості роботи комп'ютера ви знаєте?

### **Тестові завдання**

1. Основний елемент, що впливає на швидкість оброблення 3D-графіки, – це:
  - а) відеоадаптер;
  - б) монітор;
  - в) мікропроцесор;
  - г) відео процесор.
2. За кількість інформації, яку можна передати за один такт, відповідає:
  - а) розрядність шини;
  - б) частота;
  - в) пам'ять;
  - г) потужність.
3. До відеокарт серії NVidia не відносять:
  - а) GTX 1060;
  - б) GTX 1050 Ti;
  - в) Radeon;
  - г) GeForce.
4. У Bios можна подивитися температуру комп'ютера:
  - а) вірно;
  - б) невірно.
5. Відеопам'яті якого типу не існує:
  - А) DDR1;
  - Б) DDR2;



- в) DDR4;
- г) DDR5?

6. Наявність чи відсутність термопасти не впливає на роботу ПК:

- а) вірно;
- б) невірно.

7. За допомогою програми AIDA64 можна визначити температуру роботи вузлів ПК:

- а) вірно;
- б) невірно.

### ***1.4.3 Вибір оптимальної конфігурації комп'ютера***

#### **План**

1.4.3.1 Вибір основних складових.

1.4.3.2 Вибір комп'ютера для різних цілей.

#### ***1.4.3.1 Вибір основних складових***

##### ***Вибір процесора комп'ютера***

На сьогоднішній день значну роль почала відігравати архітектура процесора, кількість ядер, розміри буферної пам'яті та потужність інтегрованого відеоадаптера. Що не змінилося, то це політика ціноутворення компаній, що їх випускають: одна Intel, а інша AMD.

Надійність практично однакова у Intel і AMD. Брак менший за 0,3 %.

Немає сенсу задаватися питанням розгону під час виборів процесора. Приріст продуктивності буде не кратним, а стабільність роботи виявиться низькою.

Швидкість роботи комп'ютера залежить від процесора. В іграх залежить від відеокарти, при роботах із базами даних – від HDD (SSD). Варто подивитися на швидкість роботи процесора в різних тестах при різному навантаженні.

У деяких процесорах є вбудована відеокарта. Бюджетне рішення майже для всіх завдань, окрім ігор та спеціальних програм. Це інтегроване рішення дозволяє економити електроенергію і загалом підвищує надійність комп'ютера.

##### ***Вибір материнської плати комп'ютера***

Материнська, або системна, плата є об'єднувальним елементом для всіх складових комп'ютера. На системній платі розташовуються інтерфей-

си для підключення зовнішніх пристроїв і мережні конектори. Швидкість мережі залежить від характеристик материнської плати. Швидкість роботи материнської плати можна побачити лише у тестах.

**BIOS** – спеціальна програма «защита» в материнську плату. Обновляйте з обережністю або попросіть це зробити фахівця. Компанії, що поважають себе, продають комп'ютери з оновленими версіями BIOSy.

Якщо використовувати швидкий SSD диск, вибирайте материнську плату з SATA III. Наразі з'явилися мініатюрні SSD у вигляді плат формату M.2. Нехай такий роз'єм буде на вашій системній платі.

### ***Вибір жорсткого диска комп'ютера***

Основна частина всіх жорстких дисків виготовляється під торговими марками: Seagate, Western Digital (WD), Toshiba, HGST та Fujitsu. Твердотільні диски (SSD) випускають також компанії, що виробляють пам'ять (Micron, Kingston, Samsung, A-Data та ін.).

З SSD за надійністю найкращі – Intel. За швидкістю – Samsung. Досить-бюджетні – Kingston.

Зараз багато виробників випускають кілька лінійок жорстких дисків. Зазвичай це «зелена» серія – повільніше, тихіше й дешевше, звичайна серія – тобто для всіх, недорого, та спеціальні серії – для графічних станцій і серверів. З'явилися диски для відеоспостереження, але це окремий сегмент.

### ***Вибір корпусу та блока живлення комп'ютера***

Дуже важливий елемент корпусу – блок живлення.

Основна характеристика БП – потужність. Для більшості комп'ютерів вистачає 450 Вт, для ігрових знадобляться більш потужні: 500-800 Вт.

Хороші корпуси випускає Zalman, Aerocool, InWin та Thermaltake. Для офісного застосування цілком достатньо бюджетних InWin. Також зверніть увагу на шумність блока живлення. Для охолодження у ньому є вентилятор. Краще, якщо він буде діаметром не 8, а 12 см.

### ***Вибір охолодження комп'ютера***

Сучасні комп'ютери виділяють більше тепла. 10 років тому нормою вважався блок живлення потужністю 200 Ватт. Сьогодні значення стартують від 300 і сягають 600–800 Ватт для ігрових систем із двома відеокартами. Найчастіше «зависання» комп'ютера пов'язані саме з поганим охолодженням. Тут може бути такий аспект – неакуратно укладені з'єднувальні дроти всередині корпусу. У результаті вони можуть перекривати повітряні потоки, потрапляти в крильчатки вентиляторів, а можуть вискакувати з роз'ємів.

Усередині корпусу має бути порядок. Зверніть увагу на шум, що створюється вентиляторами охолодження. Найгучніший із них на центральному процесорі. Штатні вентилятори, що йдуть у комплекті з процесором (Box), досить надійні та в міру галасливі. Компанії Thermaltake, Cooler Master, Zalman та ін. випускають малошумні вентилятори.

### ***Вибір відеокарти комп'ютера***

Виробників процесорів відеокарт, що заслуговують на увагу, всього два. Це компанія nVIDIA та AMD. Ціни у них приблизно однакові. nVIDIA популярніший, але багато і фанатів AMD.

Компанії, що виробляють материнські плати, як правило, виробляють і відеокарти, але є і спеціалізовані фірми. Оскільки в гібридних процесорах відеокарта вже вбудована, немає сенсу купувати її окремо. Її цілком вистачить для роботи в офісних програмах.

#### **На що звертати увагу при виборі відеоігри:**

- **обсяг пам'яті.** Мінімум 4Гб, бажано 8Гб. Тип пам'яті – DDR3, краще за DDR5. Чим вища частота – тим швидше працює пам'ять;
- **швидкість відеопроецесора.** Швидше означає дорожче та гаряче;
- **шум.** Швидкі відеокарти гріються сильніше за центральний процесор. Якщо на процесорі ви можете змінити систему охолодження на менш гучну, то на відеокарті це не вдасться зробити;
- **розгін.** Тут треба зазначити, що невміло розігнані відеокарти часто виходять з ладу. Розганяйте, але подбайте про гарне охолодження і змиритесь з підвищеним шумом.

### ***Вибір оперативної пам'яті комп'ютера***

Звичайна частота – 2133 МГц. Розігнана пам'ять менш надійна та продуктивність піднімає не сильно. Краще розганяти процесор та відеокарту. Вибирайте пам'ять попарно. Тобто краще поставити дві планки пам'яті по 4 Гб ніж одну 8 Гб. У цьому випадку ви отримаєте двоканальний доступ до пам'яті та трохи прискорите роботу з нею. Це особливо актуально для процесорів із вбудованою графікою. З іншого боку, якщо на платі всього два роз'єми під пам'ять, краще залишити один вільним під майбутні оновлення.

Для офісних машин достатньо 4 Гб, для сучасних ігор вистачає 8–16 Гб. Якщо у вашому комп'ютері буде більше 4 Гб, зверніть увагу на розрядність операційної системи. Вона має бути 64-х розрядною. Windows 32bit не побачить більше 3,5 Гб.

#### ***1.4.3.2 Вибір комп'ютера для різних цілей***

##### ***Комп'ютер для ігор***

**Мікропроцесор.** Ігри вимагають збалансованого процесора. Звертайте увагу на 4-ядерні 8-потоківі моделі із частотою від 3 ГГц (не менше). Оперативна пам'ять 8 Гб – це мінімум для ігрового комп'ютера. Але краще не розмінюватися на дрібниці й придбати оперативну пам'ять ємністю 16 Гб – цього вистачить для більшості завдань. Для ігрових комп'ютерів розроблена спеціальна ігрова пам'ять, наприклад, із лінійки Kingston HyperX.

**Відеокарти.** Геймери не обійтися без гарної відеокарти. Іграм потрібно не менше 3 Гб відеопам'яті. Найкращим вибором стане графічний процесор GeForce, оскільки більшість ігор оптимізовано саме під нього.

**Жорсткий диск.** Необхідний об'єм жорсткого диска для ігрового комп'ютера – 2 Тб для зберігання медіа-файлів та відеоконтенту. SSD – це диск невеликого об'єму, але високої швидкості. SSD необхідний для встановлення операційної системи та швидкого завантаження та роботи програм. Для ігор SSD необхідний, оскільки вони, як правило, дуже важкі. Геймеру слід звернути увагу на SSD ємністю від 240 Гб.

**Материнська плата.** Це «фундамент» комп'ютера. Найважливіший показник – це чипсет плати. Для ігор підійдуть Z370 (Intel) або B350 (AMD).

**Блок живлення.** Потужний блок живлення (від 600 Вт).

**Монітор.** Для ігор добре підходять монітори з діагоналлю щонайменше 20 дюймів, бажано – Full HD. Зверніть увагу на такий показник, як час відгуку. Шукайте монітор з часом відгуку не більше 5 мс, інакше об'єкти, що швидко рухаються, на екрані будуть виглядати дещо розмитими.

*Комп'ютер для розваг*

**Мікропроцесор.** Вибирайте машини з 2-ядерним процесором і частотою близько 2–3 ГГц. Такі процесори можуть бути як 2-, так і 4-потоківими.

**Оперативна пам'ять.** Необхідна та достатня ємність пам'яті в цьому випадку – 8 Гб і менше.

**Відеокарта.** Найімовірніше, відеокарта вам взагалі не буде потрібна, оскільки для серфінгу в Інтернеті та перегляду відео цілком вистачає інтегрованого відео на материнській платі.

**Жорсткий диск.** Для розваг цілком вистачить диска об'ємом 1 Тб. Цього достатньо для зберігання фільмів і музики, але якщо у вас дуже велика колекція, шукайте щось більше. Якщо ви використовуєте комп'ютер для мультимедіа, вистачить SSD ємністю 120 Гб.

**Материнська плата.** Для мультимедійного комп'ютера підійдуть B250/H270 (Intel) і A320 (AMD).

**Блок живлення.** 400 Вт – достатня потужність для домашнього комп'ютера. Якщо ви плануєте апгрейд, можна взяти блок живлення із запасом – 500 Вт.

**Монітор.** Якщо ви збираєтеся використовувати комп'ютер як домашній кінотеатр, вам знадобиться Full HD-монітор з діагоналлю від 23 дюймів і вище. Для перегляду фільмів краще вибрати широкоформатну матрицю (16:9). Якщо ж ви використовуватимете його переважно для виходу в Інтернет, то вистачить і 18–20 дюймів. Як і для ігор, для перегляду фільмів необхідний монітор із коротким часом відгуку, від 8 мс і менше.

### ***Комп'ютер для розв'язання базових офісних завдань***

**Мікропроцесор.** Для офісного комп'ютера потрібен такий самий процесор, як і для домашнього ПК для розваг, тобто 2-ядерний 2-потоківий з частотою 2–3 ГГц. Наприклад, AMD A8, A10 серії, Intel Pentium G4620.

**Оперативна пам'ять.** Для офісної роботи буде достатньо 4 Гб.

**Відеокарта.** Окрема відеокарта звичайному офісному комп'ютеру не потрібна, таким машинам вистачає материнської плати з інтегрованим відео.

**Жорсткий диск.** Вам не знадобиться диск об'ємом понад 1 Тб. SSD. Для офісного комп'ютера підійде SSD об'ємом 240 Гб, наприклад, Silicon Power S60.

**Материнська плата.** Досить простої материнської плати – B250/H270 (для Intel) та A320 (для AMD).

**Блок живлення.** Офісному комп'ютеру вистачить блок живлення потужністю 400 Вт.

**Монітор.** Недорогого матового монітора з діагоналлю 20 дюймів буде більше ніж достатньо.

### ***Робоча станція для розв'язання специфічних завдань***

**Мікропроцесор.** Вимоги до процесора для роботи з графічними та відеоредакторами схожі на вимоги до процесора для ігрового комп'ютера – вам потрібен 4-ядерний 8-потоківий процесор з частотою від 3 ГГц. У тому випадку, якщо вам необхідний максимально потужний процесор (наприклад, для серйозної роботи з 3D), можна звернути увагу на 6-ядерні та 8-ядерні процесори, проте вони вже відносяться до категорії hi-end і коштують значно дорожче. Наприклад, 8-ядерний процесор AMD Ryzen 7 із 16 потоками оброблення та 20 МБ кеш-пам'яті.

**Оперативна пам'ять.** Шукайте пам'ять ємністю 8–16 Гб. Графічні програми вимагають великих обсягів пам'яті та обробляються саме на «оперативці».

**Відеокарта.** Потужна відеокарта з пам'яттю не менше 3 Гб необхідна для роботи з 3D та відео. Якщо ж ви працюєте у програмах на зразок Photoshop, то в деяких випадках можна обійтися і інтегрованим відео.

**Жорсткий диск.** Для роботи з графікою вам знадобиться диск об'ємом 2 Тб та більше. SSD зі швидкістю 550 Мб/с та об'ємом 240 Гб – необхідність для професійного комп'ютера.

**Материнська плата.** Основна вимога до «материнки» для професійних машин – надійність.

**Блок живлення.** Потрібен хороший запас потужності, тому вибирайте блок живлення близько 600 Вт або потужніший.

**Монітор.** Якщо ви працюватимете з графікою, на моніторі заощаджувати не можна. Найкраще підійде монітор Full HD з діагоналлю від 23 дюймів і гарною IPS або PLS-матрицею, обов'язково матовою.

## Контрольні питання

1. Який із пристроїв у комп'ютері вважається найповільнішим?
2. На що слід звернути увагу під час вибору процесора?
3. Що таке інтегрована відеокарта?
4. Яких виробників відеокарт ви знаєте?
5. Що таке розгін процесора чи відеокарти?
6. Чим відрізняються монітори для різних завдань?

## Тестові завдання

1. Найважливішим фактором при виборі процесора є:
  - а) частота роботи;
  - б) кількість ядер;
  - в) кількість ядер і потоків у них;
  - г) наявність графічного процесора.
2. Напотужнішим елементом комп'ютера, що потребує максимальної кількості живлення, є:
  - а) процесор;
  - б) відеокарта;
  - в) материнська плата;
  - г) оперативна пам'ять.
3. Для оперативної пам'яті принципово те, яка операційна система встановлена:
  - а) так;
  - б) ні.
4. Пристрої, які можна розігнати, – це (оберіть кілька вірних):
  - а) материнська плата;
  - б) процесор;
  - в) оперативна пам'ять;
  - г) відеокарта;
  - д) HDD;
  - е) SSD.
5. Найповільнішим елементом комп'ютера частіше за все виступає:
  - а) оперативна пам'ять;
  - б) жорсткий диск;
  - в) процесор;
  - г) відео карта.

## 2 ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ

### 2.1 Лабораторна робота 1. Основи діагностики мережі

**Мета:** Використовуючи стандартні мережеві утиліти, проаналізувати конфігурацію мережі на платформі ОС Windows, тобто отримати свою IP-адресу, дізнатися ім'я домену, імена комп'ютерів, що входять у домен, переглянути і при необхідності підключити загальні ресурси, визначити причину можливих несправностей, також отримати інформацію про використання портів.

#### Теоретичні відомості

Моніторинг й аналіз мережі являють собою важливі етапи контролю роботи мережі. Для вирішення цих завдань регулярно проводиться збір даних, який дає базу для вимірювання реакції мережі на зміни і перевантаження. Щоб здійснити мережеву передачу, потрібно перевірити коректність підключення клієнта до мережі, наявність у клієнта хоча б одного протоколу сервера, знати IP-адресу комп'ютерів мережі тощо. Тому в мережевих операційних системах, і зокрема, в Windows, існує безліч потужних утиліт для пересилання текстових повідомлень, керування загальними ресурсами, діагностики підключення до мережі, пошуку й оброблення помилок. Утиліти запускаються з командного рядка або з сеансу MS DOS.

#### *Мережеві утиліти*

Для роботи з мережевими утилітами слід використовувати командний рядок. Для його виклику слід виконати команду *Пуск – Виконати* і набрати в рядку виклику *cmd* або *cmd.exe*. У викликаному командному рядку можна працювати з мережевими утилітами.

#### *Утиліта hostname*

Виводить ім'я локального комп'ютера (хоста). Вона доступна тільки після установки підтримки протоколу TCP / IP. Приклад виклику команди *host-name*:

```
G:\UTIL1>hostname  
14423-5
```

#### *Утиліта ipconfig*

Виводить діагностичну інформацію про конфігурацію мережі TCP/IP. Вона може містити наступні параметри:

*/all* – надає інформацію про ім'я хоста, DNS (Domain Name Service), тип вузла, IP-маршрутизацію та ін. Без цього параметра команда *ipconfig* виводить тільки IP-адреси, маску підмережі й основний шлюз;

*/renew* [адаптер] – оновлює параметри конфігурації DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol – автоматична настройка IP-адрес). Ця можливість доступна тільки на комп'ютерах, де запущено службу клієнта DHCP. Для завдання адаптера використовується ім'я, що виводиться командою *ipconfig* без параметрів;

**/release** [адаптер] – очищує поточну конфігурацію DHCP. Ця можливість відключає TCP / IP на локальних комп'ютерах і доступна тільки на клієнтах DHCP. Для завдання адаптера використовується ім'я, виведене командою ipconfig без параметрів. Ця команда часто використовується перед переміщенням комп'ютера в іншу мережу. Після використання утиліти ipconfig / release, IP-адреса стає доступною для призначення іншому комп'ютеру.

Запущена без параметрів, команда ipconfig виводить повну конфігурацію TCP / IP, включно з IP-адресою і маскою підмережі.

#### **Утиліта net view**

Переглядає список доменів, комп'ютерів або загальних ресурсів на даному комп'ютері. Синтаксис утиліти net view:

*net view [/комп'ютер | /domain[:домен]]; net view /network:nw [\\комп'ютер]* – використовується у мережах Novell NetWare,

де *\\комп'ютер* – задає ім'я комп'ютера для перегляду загальних ресурсів;

*/domain[:домен]* – задає домен, для якого виводиться список комп'ютерів. Якщо параметр не вказано, виводяться відомості про всі домени в мережі;

*/network:nw* – виводить усі доступні сервери в мережі Novell NetWare. Якщо вказано ім'я комп'ютера, виводиться список його ресурсів в мережі NetWare. За допомогою цього ключа можуть бути переглянуті ресурси і в інших локальних мережах.

Викликана без параметрів, утиліта виводить список комп'ютерів у поточному домені.

#### **Утиліта ping**

Перевіряє з'єднання з віддаленим комп'ютером або комп'ютерами. Ця команда доступна лише після установки підтримки протоколу TCP / IP. Синтаксис утиліти ping:

*ping [-t] [-a] [-n лічильник] [-l довжина] [-f [-i ttl] [-v тип] [-r лічильник] [/s число] [[-j списоккомп] / [-k списоккомп]] [-w інтервал] списокназн,*  
де *-t* – повторює запити до віддаленого комп'ютера, поки програму не буде зупинено;

*-a* – дозволяє ім'я комп'ютера в адресу;

*-n лічильник* – передається кількість пакетів ECHO, задана параметром. За замовчуванням – 4;

*-l довжина* – відправляються пакети типу ECHO, що містять порцію даних заданої довжини. За замовчуванням – 32 байта, максимум – 65527;

*-f* – відправляє пакети з прапором заборони фрагментації (Do not Fragment). Пакети не будуть розриватися при проходженні шлюзів на своєму маршруті;

*-i ttl* – встановлює час життя пакетів TTL (Time To Live);

*-v тип* – встановлює тип служби (Type Of Service) пакетів;

*-r лічильник* – записує маршрут відправлених і повернутих пакетів у поле запису маршруту Record Route. Параметр лічильник задає кількість комп'ютерів в інтервалі від 1 до 9;



*-s число* – задає кількість ретрансляцій на маршруті, де робиться відмітка часу;

*-j списоккомп* – направляє пакети за маршрутом, що задається параметром список\_комп. Комп'ютери у списку можуть бути розділені проміжними шлюзами (вільна маршрутизація). Максимальна кількість, що дозволяється протоколом IP, дорівнює 9;

*-k списоккомп* – направляє пакети за маршрутом, що задається параметром список\_комп. Комп'ютери у списку не можуть бути розділені проміжними шлюзами (обмежена маршрутизація). Максимальна кількість, що дозволяється протоколом IP, дорівнює 9;

*-w інтервал* – вказує проміжок часу очікування (в мілісекундах);

*списокназн* – показує список комп'ютерів, яким направляються запити;

### **Утиліта netstat**

Виводить статистику протоколу і поточних підключень мережі TCP/IP. Ця команда доступна тільки після установки підтримки протоколу TCP/IP. Синтаксис утиліти netstat:

*netstat [-a] [-e] [-n] [-s] [-p протокол] [-r] [інтервал],*

де *-a* – виводить усі підключення і мережеві порти. Підключення сервера зазвичай не відображаються;

*-e* – виводить статистику Ethernet. Можлива комбінація з ключем *-s*;

*-n* – виводить адреси й номери портів в шістнадцятиричному форматі (а не імена);

*-s* – виводить статистику для кожного протоколу. За замовчуванням виводиться статистика для TCP, UDP, ICMP (Internet Control Message Protocol) та IP. Ключ *-p* може бути використаний для зазначення підмножини стандартних протоколів;

*-p протокол* – виводить з'єднання для протоколу, що задається параметром. Параметр може мати значення *tcp* або *udp*. Якщо використовується з ключем *-s* для виведення статистики за окремими протоколами, то параметр може приймати значення *tcp*, *udp*, *icmp* або *ip*;

*-r* – виводить таблицю маршрутизації;

*інтервал* – оновлює виведену статистику з заданим у секундах інтервалом. Натискання клавіш CTRL+B зупиняє оновлення статистики. Якщо цей параметр пропущено, netstat інформує вас про поточну конфігурацію один раз.

### **Утиліта tracer**

Діагностична утиліта, призначена для визначення маршруту до точки призначення за допомогою послідовної послідовності ехо-пакетів протоколу ICMP з різними значеннями терміну життя (TTL, Time-To-Live). При цьому потрібно, щоб кожен маршрутизатор на шляху проходження пакетів зменшував цю величину принаймні на 1 перед подальшим пересиланням пакета. Це робить параметр TTL ефективним лічильником кількості ретрансляцій. Передбачається, що коли параметр TTL стає рівним 0, маршрутизатор посилає системі-джерелу повідомлення ICMP «Time Exceeded». Утиліта tracer визначає маршрут шляхом послідовної послідовності ехо-пакетів з параметром TTL, рів-

ним 1, і з подальшим збільшенням цього параметра на одиницю до тих пір, поки не буде отримана відповідь з точки призначення або не буде досягнуто максимальне допустиме значення TTL. Маршрут визначається перевіркою повідомлень ICMP «Time Exceeded», отриманих від проміжних маршрутизаторів. Однак деякі маршрутизатори скидають пакети з вичерпаним часом життя без надсилання відповідного повідомлення. Ці маршрутизатори невидимі для утиліти *tracert*. Синтаксис утиліти *tracert*:

*tracert* [-d] [-h макс\_узл] [-j список комп'ютерів] [-w інтервал] точка-призн,

де *-d* – забороняє імена комп'ютерів та адреси;

*-h макс\_вузл* – задає максимальну кількість ретрансляцій, що використовуються при пошуку точки призначення;

*-j список комп'ютерів* – задає список комп'ютерів для вільної маршрутизації;

*-w інтервал* – задає інтервал в мілісекундах, протягом якого буде очікуватися відповідь;

точкапризн – вказує ім'я кінцевого комп'ютера.

### **Утиліта net use**

Підключає загальні мережеві ресурси або виводить інформацію про підключення комп'ютера. Команда також керує постійними мережевими з'єднаннями. Синтаксис утиліти *net use*:

*net use* [пристрій / \*] [/комп'ютер \ресурс[\том]] [пароль / \*] [/user:[домен\]ім'я\_користувача] [/delete] [/persistent:{yes / no}]  
*net use* пристрій [/home[пароль / \*]] [/delete:{yes / no}] *net use* [/persistent:{yes / no}],

де *пристрій* – задає ім'я ресурсу при підключенні / відключенні. Існує два типи імен пристроїв: дисководи (від D: до Z :) і принтери (від LPT1: до LPT3:). Введення символу зірочки забезпечить підключення до наступного доступного імені пристрою;

*\\комп'ютер\ресурс* – вказує ім'я сервера і загального ресурсу. Якщо параметр *комп'ютер* містить прогалини, усе ім'я комп'ютера від подвійної зворотної рисочки (\\) до кінця повинна бути укладена в лапки (" "). Ім'я комп'ютера може мати довжину від 1 до 15 символів;

*\том* – задає ім'я тому системи Novell NetWare. Для підключення до серверів Novell NetWare має бути запущена служба клієнта мережі Novell NetWare (для Windows 2000 Professional) або служба шлюзу мережі Novell NetWare (для Windows 2000 Server);

*пароль* – задає пароль, необхідний для підключення до загального ресурсу;

*\** – виводить запрошення для введення пароля. При введенні з клавіатури символи пароля виводяться на екран;

*/user* – задає інше ім'я користувача для підключення до загального ресурсу;

*домен* – задає ім'я іншого домену. Якщо домен не вказано, використовується поточний домен;

*ім'якористувача* – вказує ім'я користувача для підключення;  
*/delete* – скасовує вказане підключення до мережі. Якщо підключення задано з символом зірочки, буде скасовано всі підключення до мережі;

*/home* – підключає користувача до його основного каталогу;

*/persistent* – керує постійними мережевими підключеннями. За замовчуванням береться останнє використане значення. Підключення без пристрою не є постійними;

*yes* – зберігає всі існуючі сполучення і відновлює їх при наступному підключенні;

*no* – не зберігає виконувани й наступні підключення. Існуючі підключення відновлюються при наступному вході в систему. Для видалення постійних підключень використовується ключ */delete*. Викликана без параметрів утиліта *net use* вилучає список мережесих підключень.

### **Утиліта net send**

Відправлення повідомлення іншому користувачеві, комп'ютеру або псевдоніму в мережі. Служба повідомлень повинна бути запущена на комп'ютері для отримання повідомлень. Синтаксис утиліти *net send*:

*net send* {ім'я / \* //domain[:ім'я] //users} повідомлення,

де *ім'я* – вказує ім'я користувача, ім'я комп'ютера або псевдонім, якому буде відправлено повідомлення. Якщо ім'я комп'ютера містить пробіли, воно має бути поміщено у лапки (" "). Довгі імена користувачів, введені в форматі NetBIOS, можуть привести до виникнення виняткових ситуацій. Імена NetBIOS обмежені 16 символами, але Windows 2000 резервує 16-й символ;

\* – відправляє повідомлення всім членам групи;

*/domain[:ім'я]* – відправляє повідомлення всім іменам в домені комп'ютера. Якщо параметр ім'я вказано, повідомлення буде відправлено всім іменам заданого домену або робочої групи;

*/users* – відправляє повідомлення всім користувачам, підключеним до серверу;

*повідомлення* – вказує текст повідомлення.

## **Завдання для лабораторної роботи**

Виконати перевірку стану своєї мережі. При виклику різних утіліт застосовуйте всі можливі параметри. Приведіть всі скриншоти отриманих результатів.

**Звіт повинен містити** таке:

1. Тема, мета і завдання.
2. Скриншоти виконаної роботи.
3. Висновки за роботою.

## Контрольні питання

1. виправити синтаксис утиліти. C:\Program Files\Far\>net view all.
2. Для чого потрібна утиліта net send? Описати її синтаксис?
3. Вкажіть невірний параметр C:\net use B: \\fit-s1\; install.
4. Чи можна утилітою tracert задати максимальну кількість ретрансляцій?
5. Який протокол необхідний для роботи з утилітою ping?
6. Який результат видасть утиліта net stat з параметрами -a s -r?
7. Для чого необхідна утиліта hostname?
8. Навіщо використовується параметр all в утиліті ipconfig?

## 2.2 Лабораторна робота 2. Системи числення

**Мета:** опанувати прийоми переведення чисел з однієї системи числення в іншу.

### Теоретичні відомості

Під **системою числення** розуміється спосіб представлення чисел за допомогою символів деякого алфавіту, які називаються цифрами, і відповідні йому правила дії над числами.

Системи числення поділяються на *позиційні* й *непозиційні*.

**Непозиційними системами числення** є такі системи, в яких кожна цифра зберігає своє значення незалежно від місця свого положення у числі. Прикладом непозиційних систем числення є римська, давньоєгипетська, вавилонська, слов'янська системи. До недоліків таких систем відносяться наявність великої кількості знаків і складність виконання арифметичних операцій.

Система числення називається **позиційною**, якщо одна й та сама цифра має різне значення, що визначається місцезнаходженням цієї цифри у запису числа. Це значення змінюється в однозначній залежності від позиції, яку займає цифра, за деяким правилом. Прикладом позиційних систем числення є десяткова, двійкова, вісімкова, шістнадцяткова системи. У позиційних системах чим більша основа системи, тим менша кількість розрядів (тобто цифр, що записуються) потрібна при записі числа.

Назва позиційної системи числення визначається кількістю різних цифр, що вживаються у даній системі числення, яке є **основою** системи числення ( $p$ ).

Будь-яке число  $X$  у позиційній системі числення може бути представлено у вигляді полінома від основи  $p$  (2.1):

$$X = a_k p^k + a_{k-1} p^{k-1} + \dots + a_1 p^1 + a_0 p^0 + a_{-1} p^{-1} + \dots + a_{-n} p^{-n} + \dots (2.1)$$

де  $X$  – дійсне число;

$a$  – коефіцієнти або цифри числа ( $0 \leq a_i < p$ );

$p$  – основа системи числення ( $p > 1$ );

$i = -n, \dots, -1, 0, 1, \dots, k$ ;  $n$  і  $k$  – цілі числа.

Подання числа у  $p$ -ковій системі числення у даному вигляді називається **розгорнутою формою** запису числа.

Будь-яке число у  $p$ -ковій системі числення можна записати у вигляді послідовності цифр, починаючи зі старшої і відокремлюючи комою (крапкою) цілу частину від дробової. Тобто поданню числа  $X$  у згорнутій формі відповідає запис (2.2):

$$X = a_k a_{k-1} \dots a_1 a_0 a_{-1} a_{-n} \dots \quad (2.2)$$

У апаратній основі комп'ютера лежать двопозиційні елементи, які можуть перебувати лише у двох станах; один з них позначається 0, а інший – 1. Тому основною системою числення, яка застосовується у комп'ютерній техніці, є двійкова система. З метою скорочення розрядів для запису числа при виведенні на екран комп'ютера використовують системи з основою, що є цілим ступеня числа 2: вісімкову і шістнадцяткову системи числення. Для представлення однієї цифри вісімкової системи числення використовується три двійкових розряди (тріада), шістнадцяткової – чотири двійкових розряди (тетрада) (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Системи числення

Двійкова ( $p = 2$ )	Вісімкова ( $p = 8$ )		Шістнадцяткова ( $p = 16$ )	
Цифри алфавіту	Цифри алфавіту	Тріади двійкових чисел	Цифри алфавіту	Тетради двійкових чисел
0	0	000	0	0000
1	1	001	1	0001
	2	010	2	0010
	3	011	3	0011
	4	100	4	0100
	5	101	5	0101
	6	110	6	0110
	7	111	7	0111
			8	1000
			9	1001
			A	1010
			B	1011
			C	1100
			D	1101
			E	1110
			F	1111

**Переведення цілого числа з  $p$ -кової системи числення у десяткову** здійснюється шляхом подання числа у вигляді ступеневого ряду з основою тієї системи, з якої число перекладається, тобто число записується у розгорнутій формі. Потім підраховується значення суми, причому всі арифметичні дії здійснюються у десятковій системі.

**Зауваження.** При обчисленні десяткового значення  $p$ -кового цілого числа за розгорнутою формою зручно використовувати **схему Горнера**, яка дозволяє мінімізувати арифметичні операції і виключити зведення у степінь.

Схема Горнера була насправді застосована англійцем Горнером (а ще раніше італійцем Руффіні) для обчислення коефіцієнтів многочлена  $p(x + c)$  і використовувалася для наближеного обчислення коренів многочленів. Ще одним застосуванням схеми Горнера є швидкий алгоритм перекладу з двійкової системи в десяткову, запропонований Соденом у 1953 році: старшу цифру множимо на основу, додаємо другу цифру, результат множимо на основу, додаємо третю цифру і так доти, поки не додамо останню цифру. Результатом буде десятковий запис числа.

*Приклад 1.*

*а) Перевести  $10101101_2 \rightarrow X_{10}$ .*

$$10101101_2 = 1 \cdot 2^7 + 0 \cdot 2^6 + 1 \cdot 2^5 + 0 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 173_{10}$$

Відповідь:  $10101101_2 = 173_{10}$ .

*б) Перевести  $703_8 \rightarrow X_{10}$ .*

$$703_8 = 7 \cdot 8^2 + 0 \cdot 8^1 + 3 \cdot 8^0 = 451_{10}$$

Відповідь:  $703_8 = 451_{10}$ .

*в) Перевести  $B2E_{16} \rightarrow X_{10}$ .*

$$B2E_{16} = 11 \cdot 16^2 + 2 \cdot 16^1 + 14 \cdot 16^0 = 2862_{10}$$

Відповідь:  $B2E_{16} = 2862_{10}$ .

Отримана рівність буде справедливою для будь-яких цілих  $p$ -кових чисел, а формулу можна записати у загальному вигляді (1.3):

$$(a_n a_{n-1} a_{n-2} \dots a_1 a_0)_p = (\dots (a_n \cdot p + a_{n-1}) \cdot p + a_{n-2}) \cdot p + \dots + a_1) \cdot p + a_0. \quad (1.3)$$

*Приклад 2.*

*а) Перевести  $10101101_2 \rightarrow X_{10}$ .*

$$10101101_2 = 1 \cdot 2^7 + 0 \cdot 2^6 + 1 \cdot 2^5 + 0 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = \\ = ((((((1 \cdot 2 + 0) \cdot 2 + 0) \cdot 2 + 1) \cdot 2 + 0) \cdot 2 + 1) \cdot 2 + 0) \cdot 2 + 1) \cdot 2 + 1 = 173_{10}$$

Відповідь:  $10101101_2 = 173_{10}$ .

*б) Перевести  $703_8 \rightarrow X_{10}$ .*

$$703_8 = (7 \cdot 8 + 0) \cdot 8 + 3 = 451_{10}$$

Відповідь:  $703_8 = 451_{10}$ .

в) Перевести  $B2E_{16} \rightarrow X_{10}$   
 $B2E_{16} = (11 * 16 + 2) * 16 + 14 = 2862_{10}$   
Відповідь:  $B2E_{16} = 2862_{10}$ .

**Переведення правильного кінцевого  $p$ -кового дробу в десяткову систему числення** здійснюється аналогічно перекладу цілого числа через розгорнуту форму подання числа.

**Зауваження.** При обчисленні десяткового значення  $p$ -кового дробу за розгорнутою формою з використанням калькулятора також доцільно користуватися схемою Горнера, що мінімізує кількість арифметичних дій і виключає зведення в степінь.

*Приклад 3.*

а) Перевести  $0.1101_2 \rightarrow X_{10}$ .  
 $0.1101_2 = 1 * 2^{-1} + 1 * 2^{-2} + 0 * 2^{-3} + 1 * 2^{-4} = 0.8125_{10}$   
Відповідь:  $0.1101_2 = 0.8125_{10}$

б) Перевести  $0.04_8 \rightarrow X_{10}$ .  
 $0.04_8 = 0 * 8^{-1} + 4 * 8^{-2} = 0.0625_{10}$   
Відповідь:  $0.04_8 = 0.0625_{10}$ .

в) Перевести  $0.C4_{16} \rightarrow X_{10}$ .  
 $0.C4_{16} = 12 * 16^{-1} + 4 * 16^{-2} = 0.765625_{10}$   
Відповідь:  $0.C4_{16} = 0.765625_{10}$ .

*Приклад 4.*

а) Перевести  $0.1101_2 \rightarrow X_{10}$ .  
 $0.1101_2 = 1 * 2^{-1} + 1 * 2^{-2} + 0 * 2^{-3} + 1 * 2^{-4} = (((1:2+0):2+1):2+1):2 = 0,8125_{10}$   
Відповідь:  $0.1101_2 = 0.8125_{10}$ .

б) Перевести  $0.04_8 \rightarrow X_{10}$ .  
 $0.04_8 = (4 : 8 + 0) : 8 = 0.0625_{10}$   
Відповідь:  $0.04_8 = 0.0625_{10}$ .

в) Перевести  $0.C4_{16} \rightarrow X_{10}$ .  
 $0.C4_{16} = (4:16 + 12) : 16 = 0.765625_{10}$   
Відповідь:  $0.C4_{16} = 0.765625_{10}$ .

**При перекладі неправильного кінцевого  $p$ -кового дробу в десяткову систему числення** необхідно перевести як цілу, так і дробову частини за допомогою розгорнутої форми подання чисел.

*Приклад 5.*

Перевести:  $1001101.1101_2 \rightarrow X_{10}$ .  
 $1001101.1101_2 = 2^6 + 2^3 + 2^2 + 2^0 + 2^{-1} + 2^{-2} + 2^{-4} = 77.8125_{10}$   
Відповідь:  $1001101.1101_2 = 77.8125_{10}$ .

**Зауваження.** Кінцевий  $p$ -ковий дріб не завжди можна представити у вигляді кінцевого десяткового дробу. Якщо знаходження значення десяткового дробу за допомогою розгорнутої форми подання числа буде ускладнено, то початковий дріб має бути подано у вигляді звичайного дробу, у чисельнику якого буде розгорнута форма числа, що стоїть після крапки (коми), а знаменником –  $p$  у відповідному степені.

*Приклад 6.*

*а) Перевести:  $0.1A_{15} \rightarrow X_{10}$ .*

$$0.1A_{15} = \frac{1 \cdot 15^1 + 10 \cdot 15^0}{15^2} = \frac{25}{225} = \frac{1}{9} = 0.(1)_{10}$$

Відповідь:  $0.1A_{15} = 0.(1)_{10}$

*б) Перевести:  $0.112_3 \rightarrow X_{10}$ .*

$$0.112_3 = \frac{1 \cdot 3^2 + 1 \cdot 3^1 + 2 \cdot 3^0}{3^3} = \frac{14}{27} = 0.(518)_{10}$$

Відповідь:  $0.112_3 = 0.(518)_{10}$

**Переведення правильного нескінченного періодичного  $p$ -кового дробу в десяткову систему числення** полягає в поданні початкового дробу у вигляді звичайного дробу, в чисельнику якого буде записаний період у розгорнутій формі, а знаменник –  $p$  у відповідному степені, зменшений на одиницю.

*Приклад 7.*

*а) Перевести:  $0.(1001)_2 \rightarrow X_{10}$ .*

$$0.(1001)_2 = \frac{1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^0}{2^4 - 1} = \frac{9}{15} = \frac{3}{5} = 0.6_{10}$$

Відповідь:  $0.(1001)_2 = 0.6_{10}$

*б) Перевести:  $0.00(1001)_2 \rightarrow X_{10}$ .*

$$0.00(1001)_2 = 2^{-2} \cdot \frac{1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^0}{2^4 - 1} = \frac{9}{4 \cdot 15} = \frac{3}{20} = 0.15_{10}$$

Відповідь:  $0.00(1001)_2 = 0.15_{10}$

*в) Перевести:  $0.10(101)_3 \rightarrow X_{10}$ .*

$$0.10(101)_3 = 0.1_3 + 0.00(101)_3 = \frac{1}{3} + 3^{-2} \cdot \frac{1 \cdot 3^2 + 1 \cdot 3^0}{3^3 - 1} = \frac{1}{3} + \frac{10}{9 \cdot 26} = \frac{88}{234}$$

$$= 0.(376068)_{10}$$

Відповідь:  $0.10(101)_3 = 0.(376068)_{10}$

**Переведення цілого числа з десяткової системи числення у  $p$ -кову** здійснюється послідовним цілочисловим діленням десяткового числа на основу тієї системи, в яку воно перекладається, доти, поки не вийде частка менша за цю основу. Число у новій системі числення записується у вигляді залишків від ділення в зворотному порядку, починаючи з останньої частки від ділення.



Приклад 8.

а) Перевести:  $181_{10} \rightarrow X_8$ .

$$\begin{array}{r|l} 181 & 8 \\ \hline 176 & 22 \quad 8 \\ \hline 5 & 16 \quad 2 \\ \hline & 6 \end{array}$$

Відповідь:  $181_{10} = 265_8$

б) Перевести:  $622_{10} \rightarrow X_{16}$ .

$$\begin{array}{r|l} 622 & 16 \\ \hline 48 & 38 \quad 16 \\ \hline 142 & 32 \quad 2 \\ \hline 128 & \\ \hline & 6 \\ \hline & 14 \end{array}$$

Відповідь:  $622_{10} = 26E_{16}$

**Переведення правильного кінцевого дробу з десяткової системи числення у  $p$ -кову здійснюється послідовним множенням на основу тієї системи, в яку вона перекладається до тих пір, поки дрібна частина добутку не стане рівною нулю, або не відокремиться період. При цьому множаться тільки дробові частини. Дріб у новій системі числення записується у вигляді послідовності цілих чисел добутків, починаючи з першого.**

Приклад 9.

а) Перевести:  $0.3125_{10} \rightarrow X_8$ .

$$\begin{array}{r|l} 0 & 3125 \times 8 \\ \hline 2 & 5000 \times 8 \\ \hline 4 & 0000 \end{array}$$

Відповідь:  $0.3125_{10} = 0.24_{16}$

б) Перевести:  $0.65_{10} \rightarrow X_2$ .

$$\begin{array}{r|l} 0 & 65 \times 2 \\ \hline 1 & 3 \times 2 \\ \hline 0 & 6 \times 2 \\ \hline 1 & 2 \times 2 \\ \hline 0 & 4 \times 2 \\ \hline 0 & 8 \times 2 \\ \hline 1 & 6 \times 2 \\ \hline & \dots \end{array}$$

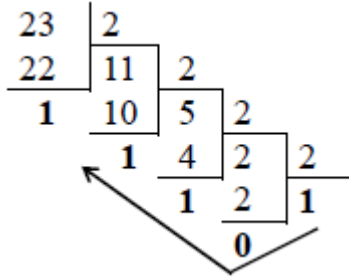
Відповідь:  $0.65_{10} \approx 0.10(1001)_2$

При перекладі неправильного кінцевого десяткового дробу у  $p$ -кову систему числення необхідно окремо перевести цілу частину й окремо дробову, а потім їх з'єднати.

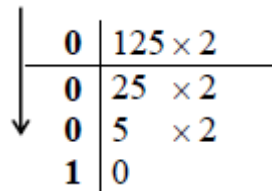
Приклад 10.

Перевести:  $23.125_{10} \rightarrow X_2$ .

Переведемо цілу частину:



Переведемо дробову частину:



Таким чином  $23_{10} = 10111_2$ ;  $0.125_{10} = 0.001_2$ .

Відповідь:  $23.125_{10} = 10111.001_2$ .

Слід відзначити, що цілі числа залишаються цілими, а правильні дробу – правильними в будь-якій системі числення.

**Переведення нескінченного періодичного десяткового дробу у  $p$ -ковий** полягає в тому, що періодичний дріб представляємо у вигляді звичайного (чисельником буде період, а знаменником –  $10$  в ступені, що відповідає кількості цифр періоду, зменшеною на одиницю), потім цілочислові чисельник і знаменник переводимо в  $p$ -кову систему, далі ділимо чисельник на знаменник й отримуємо  $p$ -ковий дріб.

Приклад 11.

а) Перевести:  $0.(3)_{10} \rightarrow X_2$ .

$$0.(3)_2 = \frac{3}{10^1 - 1} = \frac{3}{9} = \frac{1}{3} = 0.(01)_2$$

Відповідь:  $0.(3)_{10} = 0.(01)_2$ .

б) Перевести:  $4.(6)_{10} \rightarrow X_2$ .

$$\begin{aligned} 4.(6)_2 &= 4 + 0.(6) = 4 + \frac{6}{10^1 - 1} = 4 + \frac{6}{9} = 4 + \frac{2}{3} = 100_2 + \frac{10_2}{11_2} = 100_2 + 0.(10)_2 \\ &= 100.(10)_2 \end{aligned}$$

Відповідь:  $4.(6)_{10} = 100.(10)_2$ .

**Зауваження.** Кінцевому або нескінченному періодичному десятковому дробу завжди відповідає або кінцевий, або нескінченний періодичний дріб у  $p$ -ковій системі числення. Переведення нескінченного неперіодичного дробу (ірраціонального числа) можливо лише з певним ступенем точності.

Для **переведення вісімкового або шістнадцяткового числа у двійкову систему числення** достатньо замінити кожен цифру цього числа відповідним трирозрядним двійковим числом (тріадою) або чотирирозрядним двійковим числом (тетрадою) (таб. 1) і відкинути незначущі нулі у старших і молодших розрядах.

*Приклад 12.*

а) *Перевести:*  $305.4_8 \rightarrow X_2$ .

$$\begin{array}{cccc} \underline{3} & \underline{0} & \underline{5} & \underline{.4} \\ \underline{011} & \underline{000} & \underline{101} & \underline{100} \end{array} \quad 8 = 11000101.1_2$$

Відповідь:  $305.4_8 = 11000101.1_2$ .

б) *Перевести:*  $7B2.E_{16} \rightarrow X_2$ .

$$\begin{array}{cccc} \underline{7} & \underline{B} & \underline{2} & \underline{.E} \\ \underline{0111} & \underline{1011} & \underline{0010} & \underline{1110} \end{array} \quad 16 = 11110110010.111_2$$

Відповідь:  $7B2.E_{16} = 11110110010.111_2$ .

Для **переведення з двійкової у вісімкову або шістнадцяткову систему числення** роблять так: рухаючись від точки розділення цілої та дробової частини числа вліво і вправо, розбивають двійкове число на групи по три або чотири розряди, доповнюють при необхідності нулями крайні ліву і праву групи. Потім тріаду або тетраду замінюють відповідною вісімковою або шістнадцятковою цифрою.

*Приклад 13.*

а) *Перевести:*  $1101111001.1101_2 \rightarrow X_8$ .

$$\begin{array}{cccc} \underline{001} & \underline{101} & \underline{1100} & \underline{1101} \\ \underline{1} & \underline{5} & \underline{7} & \underline{1} \end{array} \quad 8 = 1571.64_8$$

Відповідь:  $1101111001.1101_2 = 1571.64_8$ .

а) *Перевести:*  $1111111011.100111_2 \rightarrow X_{16}$ .

$$\begin{array}{cccc} \underline{0111} & \underline{1110} & \underline{1100} & \underline{1100} \\ \underline{7} & \underline{F} & \underline{B} & \underline{9} \end{array} \quad 16 = 7FB.9C_{16}$$

Відповідь:  $1111111011.100111_2 = 7FB.9C_{16}$ .

**Переведення з вісімкової у шістнадцяткову систему і назад здійснюється через двійкову систему за допомогою тріад і тетрад.**

*Приклад 14.*

*Перевести:*  $175.24_8 \rightarrow X_{16}$ .

$$\begin{array}{ccccccc} \underline{1} & \underline{7} & \underline{5} & \underline{.} & \underline{2} & \underline{4} & \\ \text{00111101010100} & & & & & & \\ = & \underline{01111101} & \underline{.0101} & & & & \\ & \underline{7} & \underline{D} & \underline{5} & & & \end{array} = 1111101.0101_2 =$$

Відповідь:  $175.24_8 = 7D.5_{16}$ .

## Завдання для лабораторної роботи

### Частина 1

1. Перевести наступні числа у десяткову систему числення і перевірити результат за схемою Горнера:

- а)  $110111_2$ ; б)  $10110111.1011_2$ ; в)  $563.44_8$ ; г)  $721.35_8$ ;  
 д)  $1C4.A_{16}$ ; е)  $9A2F.B_5$ ; ж)  $0.13_{15}$ ; з)  $0.0(0011)_2$ ;  
 і)  $0.(001)_2$ ; к)  $0.(C)_{16}$ ; л)  $4.2(6)_8$ .

2. Перевести наступні числа з десяткової системи числення у двійкову, вісімкову, шістнадцяткову системи числення і перевірити результат за схемою Горнера:

- а) 463; б) 1209; в) 362; г) 3925; д) 11355.

3. Перевести наступні числа з десяткової системи числення у двійкову, вісімкову, шістнадцяткову системи числення з точністю 5-ти знаків після крапки:

- а) 0.0625; б) 0.345; в) 0.225; г) 0.725;  
 д) 217.375; е) 31.2375; ж) 725.03125; з) 8846.04.

4. Перевести десяткове число 20.45 у четверичну систему числення і знайти 1999-у цифру після крапки.

5. Перевести наступні числа з однієї системи числення в іншу:

- а)  $0.(7)_{10} \rightarrow X_{16}$ ; б)  $0.7(6)_{10} \rightarrow X_{12}$ ; в)  $0.13(18)_{10} \rightarrow X_8$ ;  
 г)  $0.(8)_{10} \rightarrow N_3$ .

6. Перевести наступні числа у двійкову систему числення:

- а)  $1725.326_8$ ; б)  $341.34_8$ ; в)  $7BF.52A_{16}$ ; г)  $3D2.C_{16}$ .

7. Перевести наступні числа з однієї системи числення в іншу:

- а)  $11011001.01011_2 \rightarrow X_8$ ; б)  $1011110.1101_2 \rightarrow X_8$ ;  
 в)  $110111101.0101101_2 \rightarrow X_{16}$ ; г)  $110101000.100101_2 \rightarrow X_{16}$ .

8. Перевести наступні числа з однієї системи числення в іншу:

- а)  $311.7_8 \rightarrow X_{16}$ ; б)  $51.43_8 \rightarrow X_{16}$ ; в)  $5B.F_{16} \rightarrow X_8$ ; г)  $D4.19_{16} \rightarrow N_8$ .

### Частина 2

1. Перевести задане число з десяткової системи числення у двійкову, вісімкову й шістнадцяткову системи числення.

2. Перевести задане число у десяткову систему числення.

**Варіант 1**

1. а) 777; б) 305; в) 153,25; г) 162,25; д) 248,46.
2. а)  $1100111011_2$ ; б)  $10000000111_2$ ; в)  $10110101,1_2$ ;  
г)  $100000110,10101_2$ ; д)  $671,24_8$ ; е)  $41A,6_{16}$ .

**Варіант 2**

1. а) 164; б) 255; в) 712,25; г) 670,25; д) 11,89.
2. а)  $1001110011_2$ ; б)  $1001000_2$ ; в)  $1111100111,01_2$ ;  
г)  $1010001100,101101_2$ ; д)  $413,41_8$ ; е)  $118,8C_{16}$ .

**Варіант 3**

1. а) 273; б) 661; в) 156,25; г) 797,5; д) 53,74.
2. а)  $1100000000_2$ ; б)  $1101011111_2$ ; в)  $1011001101,00011_2$ ;  
г)  $1011110100,011_2$ ; д)  $1017,2_8$ ; е)  $111, B_{16}$ .

**Варіант 4**

1. а) 105; б) 358; в) 377,5; г) 247,25; и) 87,27.
2. а)  $1100001001_2$ ; б)  $1100100101_2$ ; в)  $1111110110,01_2$ ;  
г)  $11001100,011_2$ ; д)  $112,04_8$ ; е)  $334, A_{16}$ .

**Варіант 5**

1. а) 500; б) 675; в) 810,25; г) 1017,25; д) 123,72.
2. а)  $1101010001_2$ ; б)  $100011100_2$ ; в)  $1101110001,011011_2$ ;  
г)  $110011000,111001_2$ ; д)  $1341,17_8$  (8); е)  $155,6C_{16}$  (16).

**Варіант 6**

1. а) 218; б) 808; в) 176,25; г) 284,25; д) 253,04.
2. а)  $111000100_2$ ; б)  $1011001101_2$ ; в)  $10110011,01_2$ ; г)  $1010111111,011_2$ ;  
д)  $1665,3_8$ ; е)  $FA,7_{16}$ .

**Варіант 7**

1. а) 306; б) 467; в) 218,5; г) 667,25; д) 318,87.
2. а)  $1111000111_2$ ; б)  $11010101_2$ ; в)  $1001111010,010001_2$ ;  
г)  $1000001111,01_2$ ; д)  $465,3_8$ ; е)  $252,38_{16}$ .

**Варіант 8**

1. а) 167; б) 113; в) 607,5; г) 828,25; и) 314,71.
2. а)  $110010001_2$ ; б)  $100100000_2$ ; в)  $1110011100,111_2$ ;  
г)  $10101110101110111_2$ ; д)  $704,6_8$ ; е)  $367,38_{16}$ .

**Варіант 9**

1. а) 342; б) 374; в) 164,25; г) 520,375; и) 97,14.
2. а)  $1000110110_2$ ; б)  $111100001_2$ ; в)  $1110010100,1011001_2$ ;  
г)  $1000000110,00101_2$ ; д)  $666,16_8$ ; е)  $1C7,68_{16}$ .

Варіант 10

1. а) 524; б) 222; в) 579,5; г) 847,625; д) 53,35.  
2. а)  $10111111_2$ ; б)  $1111100110_2$ ; в)  $10011000,1101011_2$ ; г)  $1110001101,1001_2$ ; д)  $140,22_8$ ; е)  $1DE,54_{16}$ .

Варіант 11

1. а) 113; б) 875; в) 535,1875; г) 649,25; д) 6,52.  
2. а)  $11101000_2$ ; б)  $1010001111_2$ ; в)  $1101101000,01_2$ ; г)  $1000000101,01011_2$ ; д)  $1600,14_8$ ; е)  $1E9,4_{16}$ .

Варіант 12

1. а) 294; б) 723; в) 950,25; г) 976,625; д) 282,73.  
2. а)  $10000011001_2$ ; б)  $10101100_2$ ; в)  $1101100,01_2$ ; г)  $1110001100,1_2$ ; д)  $1053,2_8$ ; е)  $200,6_{16}$ .

Варіант 13

1. а) 617; б) 597; в) 412,25; г) 545,25; д) 84,82.  
2. а)  $110111101_2$ ; б)  $1110011101_2$ ; в)  $111001000,01_2$ ; г)  $1100111001,1001_2$ ; д)  $1471,17_8$ ; е)  $3EC,5_{16}$ .

Варіант 14

1. а) 1047; б) 335; в) 814,5; г) 518,625; д) 198,91.  
2. а)  $1101100000_2$ ; б)  $100001010_2$ ; в)  $1011010101,1_2$ ; г)  $1010011111,1101_2$ ; д)  $452,63_8$ ; е)  $1E7,08_{16}$ .

Варіант 15

1. а) 887; б) 233; в) 8015; г) 936,3125; д) 218,73.  
2. а)  $1010100001_2$ ; б)  $10000010101_2$ ; в)  $1011110000,100101_2$ ; г)  $1000110001,1011_2$ ; д)  $1034,34_8$ ; е)  $72,6_{16}$ .

Варіант 16

1. а) 969; б) 549; в) 973,375; г) 508,5; д) 281,09.  
2. а)  $10100010_2$ ; б)  $1110010111_2$ ; в)  $110010010,101_2$ ; г)  $1111011100,10011_2$ ; д)  $605,02_8$ ; е)  $3C8,8_{16}$ .

Варіант 17

1. а) 163; б) 566; в) 694,375; г) 352,375; д) 288,61.  
2. а)  $1001101001_2$ ; б)  $110011101_2$ ; в)  $1000001101,01_2$ ; г)  $1010001001,11011_2$ ; д)  $247,1_8$ ; е)  $81,4_{16}$ .

Варіант 18

1. а) 917; б) 477; в) 74,5; г) 792,25; д) 84,33.  
2. а)  $1110011100_2$ ; б)  $1111101111_2$ ; в)  $111110100,101_2$ ; г)  $110011110,1000011_2$ ; д)  $1446,62_8$ ; е)  $9C,D_{16}$ .

### Варіант 19

1. а) 477; б) 182; в) 863,25; г) 882,25; д) 75,2.
2. а)  $101011100_2$ ; б)  $1000010011_2$ ; в)  $11100011,1_2$ ;  
г)  $100101010,00011_2$ ; д) 1762,7<sub>8</sub>; е)  $1B5,6_{16}$ .

### Варіант 20

1. а) 804; б) 157; в) 207,625; г) 435,375; д) 30,43.
2. а)  $10010000_2$ ; б)  $11001010_2$ ; в)  $1110101100,1011_2$ ;  
г)  $110110101,10111_2$ ; д) 1164,36<sub>8</sub>; е)  $1D5,C8_{16}$ .

### Варіант 21

1. а) 753; б) 404; в) 111,1875; г) 907,0625; д) 62,88.
2. а)  $11100011_2$ ; б)  $1111001111_2$ ; в)  $1011111111,01001_2$ ;  
г)  $1001011101,011_2$ ; д) 615,72<sub>8</sub>; е)  $3DA,5_{16}$ .

### Варіант 22

1. а) 571; б) 556; в) 696,25; г) 580,375; д) 106,67.
2. а)  $110011010_2$ ; б)  $111001010_2$ ; в)  $1000010011,00101_2$ ;  
г)  $11010110,00001_2$ ; д) 1343,66<sub>8</sub>; е)  $3C3,6_{16}$ .

### Варіант 23

1. а) 244; б) 581; в) 351,6875; г) 1027,375; д) 151,44.
2. а)  $1001100111_2$ ; б)  $1100010010_2$ ; в)  $1100110010,1101_2$ ;  
г)  $1001011,0101_2$ ; д) 171,3<sub>8</sub>; е)  $3A3,4_{16}$ .

### Варіант 24

1. а) 388; б) 280; в) 833,5625; г) 674,25; д) 159,05.
2. а)  $11001111_2$ ; б)  $101001101_2$ ; в)  $101001101,001001_2$ ;  
г)  $100101011,101_2$ ; д) 750,51<sub>8</sub>; е)  $90,8_{16}$ .

### Варіант 25

1. а) 386; б) 608; в) 398,6875; г) 270,25; д) 317,32.
2. а)  $11000001_2$ ; б)  $111111110_2$ ; в)  $1110100010,10101_2$ ;  
г)  $1001011001,011_2$ ; д) 1335,2<sub>8</sub>; е)  $18F,8_{16}$ .

### **Звіт повинен містити таке:**

1. Тема, мета й завдання.
2. Виконані завдання з детальним розв'язанням.
3. Висновки за роботою.

### **Контрольні питання**

1. Поняття системи числення.
2. Як виконується переведення з однієї системи числення в іншу?
3. Особливості систем числення.

## **2.3 Лабораторна робота 3. Архітектура персонального комп'ютера. Робота з BIOS**

**Мета:** вивчення принципів роботи з BIOS; вивчення основних блоків персонального комп'ютера й оцінювання його вартості.

### **Частина 1. Робота з BIOS**

#### **Теоретичні відомості**

**BIOS (Basic Input-Output System – базова система введення-виведення)** – невелика програма, яка знаходиться в постійному запам'ятовувальному пристрої (ПЗП) і відповідає за базові функції інтерфейсу та налаштування обладнання, на якому вона встановлена.

Найбільш широко серед користувачів комп'ютерів відома BIOS материнської плати, але BIOS присутні майже в усіх компонентах комп'ютера: у відеоадаптерів, мережевих адаптерів, модемів, дискових контролерів, принтерів. BIOS материнської плати відповідає за ініціалізацію (підготовку до роботи), тестування і запуск всіх її компонентів.

Операційна система і прикладні програми працюють з апаратним забезпеченням комп'ютера за допомогою BIOS, яка переводить зрозумілі користувачеві команди операційної системи на мову, зрозумілу комп'ютеру.

#### **BIOS материнської плати**

Фізично BIOS – це набір мікросхем постійної пам'яті (ROM, Read Only Memory – тільки для читання), що розташовані на материнській платі. Тому мікросхему іноді називають ROM BIOS.

Якщо заглянути під кришку системного блока, то на материнській платі можна виявити мікросхему з голографічною наклейкою з написом і логотипом, що означає виробника BIOS. Поруч обов'язково буде круглий акумулятор, що живить мікросхему CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor – енергозалежна пам'ять, використовується для зберігання установок BIOS).

#### **BIOS Setup Utility**

Серед програм, що містяться в BIOS є програма налаштування параметрів BIOS Setup Utility, яка дозволяє змінювати дані, що зберігаються в пам'яті CMOS, за допомогою системи меню.

Для забезпечення правильної роботи операційної системи і прикладних програм з допомогою BIOS Setup Utility вводяться параметри всіх компонентів комп'ютера, починаючи від оперативної пам'яті й робочої частоти процесора і закінчуючи режимом роботи принтера і інших периферійних пристроїв. Правильно налаштувавши вміст BIOS вашого комп'ютера, можна збільшити продуктивність його роботи до 30 %.

**Зауваження:** необережні дії користувача, як правило, не можуть призвести до фізичного ушкодження комп'ютера – він може лише перестати завантажуватися. Це легко виправити. Сучасні BIOS мають досить численні засоби автоконфігурування, тому роль користувача в установці «пра-



вильних» параметрів можна звести до мінімуму. Останнім часом у програмі установки параметрів з'явився пункт «Завантажити оптимізовані параметри». Вибір цього пункту дозволяє користувачеві встановити параметри «параметри за замовчуванням» для наявного обладнання.

Програма установки параметрів BIOS Setup Utility недоступна користувачеві під час роботи комп'ютера. Вхід до BIOS Setup Utility зазвичай виконується шляхом натиснення клавіші [Del] під час завантаження комп'ютера. Так само зустрічаються версії BIOS, вхід у налаштування якої виконується з використанням інших клавіш або їх комбінацій.

### **Принцип роботи й будова BIOS**

Усі програми, записані в мікросхемі BIOS, можна розділити за виконанням таких функцій:

- ініціалізація і початкове тестування всіх основних (стандартних) вузлів комп'ютера – розташованих на системній платі, підключених до шини IDE і вставлених у слоти розширення. Для цього використовується програма POST (Power On Self Test), також записана в мікросхемі BIOS. Відзначимо, що «нестандартні» плати розширення, наприклад, старі інтерфейси сканерів, не тестуються;

- завантаження операційної системи з зовнішнього пристрою – гнучкого диска, вінчестера, компакт-диска або ПЗУ мережевої карти. У самих перших персональних комп'ютерах був варіант, коли можна було завантажити інтерпретатор мови Basic, який перебував у додатковій мікросхемі ПЗУ;

- обслуговування апаратних переривань, наприклад, від клавіатури і таймера, оброблення програмних переривань BIOS, які призначені для керування обміном даними між операційною системою комп'ютера і підключеними до нього периферійними пристроями, виконання базових функцій, наприклад, вивід на екран монітора символів і робота з дисковими пристроями;

- налагодження та конфігурування вузлів системної плати і пристроїв, підключених до неї, що виконується за допомогою програми BIOS Setup.

На сайтах виробників системних плат доступні оновлення BIOS, які користувач може скачати й самостійно встановити. Але слід сказати, що подібну операцію слід робити тільки в тому випадку, коли це життєво необхідно, наприклад, потрібна підтримка нового процесора або інтерфейсу, або треба виправити помилку BIOS (фактично, це означає, що неможлива експлуатація системної плати з тим набором елементів, які є в наявності у користувача). В інших випадках дана операція більш ніж ризикована, тому що існує велика імовірність неправильної прошивки BIOS, що не завжди можливо виправити без допомоги сервісного центру виробника.

### **Ініціалізація**

Після включення живлення або натискання кнопки Reset у комп'ютера на адресній шині системної плати встановлюється апаратно адреса точ-

ки входу до програми BIOS, яка у момент старту знаходиться в самих старших клітинках адресної пам'яті. Наприклад, у процесорах 8086/8088 з виникненням сигналу RESET припиняються всі поточні процедури, а по закінченні дії цього сигналу керування передається інструкції за адресою 0FFFF0h, у процесорах 386 – за адресою 0FFFFFF0h і т. д.

Слід зауважити, що початкова адреса завантаження штучно формується чипсетом системної плати, який примусово встановлює всі адресні лінії, крім перших чотирьох, в одиничний стан. Після передачі керування BIOS точка входу стає доступною за стандартною адресою 0FFFF0h, де нею може скористатися будь-яка програма.

Розкриємо зміст вищесказаного – розробники IBM PC сумісних комп'ютерів завжди змушені озиратися на самий перший персональний комп'ютер IBM PC. У ньому стандартне місце BIOS, як і у всіх інших нащадків, знаходиться в області за адресами від 0F0000h до 0FFFFFFh. Відповідно, доводиться вимушено створювати умови, щоб образ BIOS відображався у двох місцях – у стандартному для IBM PC і в кінці можливої фізичної пам'яті. (У ряді BIOS є можливість вказати, що він знаходиться під кордоном 16 Мбайт, що призводить до неможливості використання понад 16 Мбайт ОЗП.)

Сама точка входу являє собою займає п'ять комірок пам'яті (один байт – команда і 4 байти – адреса) команду далекого безумовного переходу JMP-адреса) на підпрограму початкового запуску комп'ютера.

Крім стандартної точки старту системи, у BIOS визначено ще кілька комірок пам'яті, в яких завжди записується певна інформація (табл. 2.2). З них найбільш важливі осередки знаходяться в самому початку і кінці BIOS – ознаки коректних даних в ПЗУ. На початку йдуть два байти з вмістом 55AAh, а в кінці – число 0, яке повинно вийти, якщо скласти значення байтів в ПЗУ (по модулю 256). Точно такими ж ознаками повинні володіти та інші ПЗУ, які можуть бути встановлені на платах розширення, наприклад, відеоадаптера та мережевої плати.

*Таблиця 2.2 – Фіксовані осередки BIOS*

Адреса	Розмір, байт	Призначення
P000:0000	1	55h, ознака ПЗУ AAh, ознака ПЗУ
F000:0001	1	
F000:FFF0	5	команда переходу на POST по скиданню – FAR JMP
F000:FFF5	8	Дата випуску BIOS, наприклад "08/01/95"
F000:FFFE	1	Тип PC (OFFh – для оригінального PC, 0FEh – XT, 0FCh – AT)
F000:FFFF	1	Додаток до 0 контрольної суми BIOS

Наприклад, після початку роботи програм BIOS перевіряється наявність ПЗУ відеоадаптера (встановлений відеоадаптер), і, якщо воно є, керування передається програмі, що знаходиться в ньому. Після ініціалізації відеопідсистеми керування знову повертається програмами BIOS. При наявності ПЗУ на мережевій платі дискової станції після відпрацювання всіх стартових програм керування передається програмі, записаній у цьому ПЗУ. Причому присутність ПЗУ і можливість передачі керування перевіряються за першими двома байтами й нульовою контрольною сумою.

**Примітка.** Стандартна статична пам'ять CMOS має 64 регістри, до яких звертаються за адресами введення/виводу від 0 до 3Fh. При виключенні живлення комірки пам'яті живляться від батареї напругою 3 В, яка встановлена на системній платі. У CMOS зберігається конфігурація комп'ютера і поточний системний час.

Оскільки мікросхеми постійної пам'яті, які призначені для зберігання коду BIOS, відрізняються неспішністю, то для збільшення швидкодії комп'ютера користувач може дозволити використання тіньової пам'яті (Shadow RAM) – при цьому код BIOS переписується в ОЗП, і всі подальші звернення до мікросхеми BIOS перенаправляються до відповідної області ОЗП (для програм адреси комірок пам'яті в BIOS залишаються незмінними, але сам код переміщується за межі 1 Мбайт).

### **Програма POST**

При включенні комп'ютера і при перезавантаженні операційної системи BIOS перевіряє прапори умов, при яких сталася ця подія. Якщо стан прапорів говорить про те, що робиться початковий старт комп'ютера, то першою з комплексу BIOS запускається програма POST (Power On Self Test), яка ініціалізує і тестує апаратні засоби комп'ютера, визначаючи його конфігурацію і справність всіх основних вузлів.

Обов'язкові та найбільш важливі етапи – це тестування регістрів процесору й оперативної пам'яті (особливо перших 64 Кбайт, де розміщуються службові регістри), тому що при помилках роботи процесора або службової зони пам'яті інше тестування вузлів комп'ютера не має сенсу. Після цього тестуються інші ресурси. Для прикладу нижче наведено короткий перелік кроків програми POST:

1. Перевірка регістрів процесору.
2. Перевірка контрольної суми BIOS.
3. Перевірка таймеру.
4. Перевірка контролерів DMA.
5. Перевірка регенерації пам'яті та тестування перших 64 Кбайт.
6. Перевірка інтерфейсу клавіатури.
7. Ініціалізація контролеру переривань і установка векторів.
8. Перевірка батареї і контрольної суми CMOS.
9. Перевірка захищеного режиму.
10. Отримання конфігурації зі CMOS.
11. Перевірка відеоадаптеру.
12. Перевірка контролера переривань.

13. Перевірка клавіатури.
14. Тест пам'яті від 64 до 640 Кбайт.
15. Тест пам'яті понад 1 Мбайт.

При виявленні будь-якої помилки при тестуванні апаратури BIOS інформує користувача про неприємну подію звуковим сигналом або виводом текстового повідомлення. Традиційно, якщо ще не активізований і не протестований відеоадаптер, користувач інформується про помилку набором звукових сигналів, які видає динамік, встановлений у корпусі системного блоку. Якщо виявлена помилка не є фатальною, наприклад, сіла батарейка живлення CMOS, після видачі звукового сигналу процес тестування продовжується.

Якщо до моменту виявлення помилки відеоадаптер працює, то на екран монітора виводяться код помилки, наприклад 101 або 1791, і короткий опис англійською мовою. Зазвичай це помилки, пов'язані з проблемами, які не дозволяють завантажити операційну систему, наприклад, не детектується вінчестер, хоча можливі і фатальні помилки, пов'язані з несправністю блоків на системній платі. Оскільки привести навіть короткий перелік повідомлень про основні помилки неможливо через його обсяг, то користувачеві рекомендується уважно прочитати повідомлення, записати його на папері, і, якщо самотійно не вдасться вирішити проблему, звернутися до фахівців.

Коли процес тестування обладнання доходить до моменту виведення на екран монітора повідомлень, за допомогою яких користувач може стежити за процесом роботи програми POST, внизу екрана монітору з'являється рядок, в якій міститься підказка про те, як перейти в режим BIOS Setup (програми конфігурації обладнання і BIOS), наприклад:

Press <DEL> if you want to run Setup

АБО

Press <Ctrl><Alt><Esc> if you want to run Setup

### **Налаштування BIOS**

Перший крок, який треба зробити користувачу, коли він включає тільки що зібраний комп'ютер, це в програмі BIOS Setup вказати конфігурацію тих пристроїв, які зазвичай не можуть бути автоматично налаштовані BIOS. До таких пристроїв, як мінімум, відносяться дисковод гнучких дисків і вінчестер. Дисковод із причини малої «інтелектуальності», а вінчестер – через величезну кількість моделей. Інші параметри BIOS, особливо в нових комп'ютерах, завжди можна залишити за замовчуванням, оскільки будь-які зміни в налаштуваннях BIOS вимагають ясного розуміння наслідків.

Програму BIOS Setup також доводиться запускати, коли встановлюється новий вінчестер або виникли проблеми із завантаженням комп'ютера (особливо після «важкого» збою живлення).

Найчастіше для входу в меню програми BIOS Setup після включення живлення або натискання кнопки Reset треба натиснути клавішу <Del>, але, скажімо, для Award BIOS слід використовувати комбінацію клавіш

<Ctrl>+<Alt>+ +<Esc>. Один з варіантів головного меню програми BIOS Setup показаний на рис. 2.1.

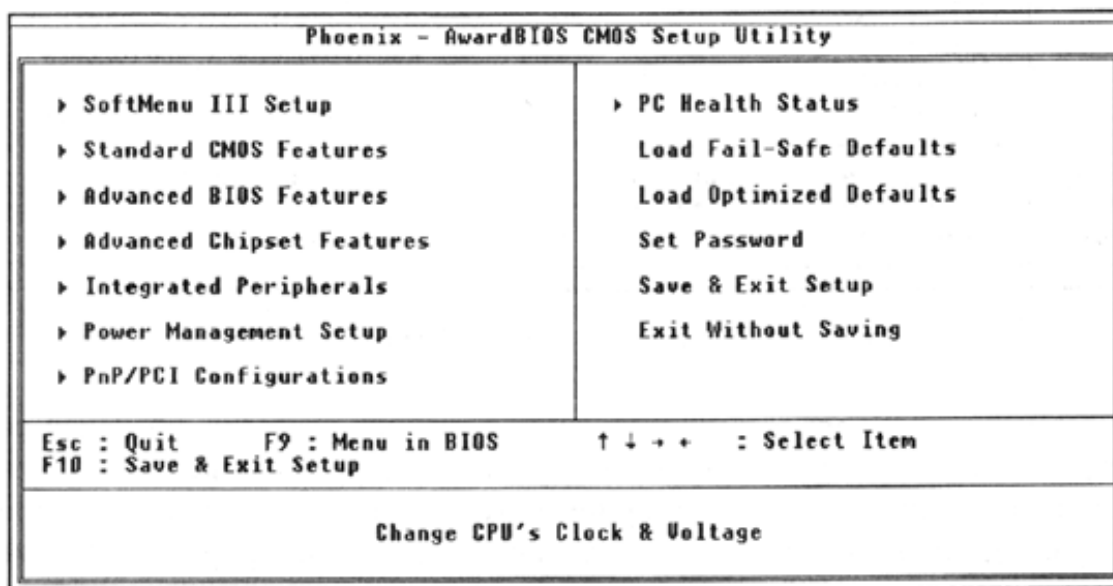


Рисунок 2.1 – Головне меню програми BIOS Setup

Із головного меню програми BIOS Setup доступні допоміжні меню, призначені для зміни конфігурації комп'ютера, і кілька системних функцій:

- **Standard CMOS Features** – це меню відповідає за стандартні налаштування апаратних засобів і встановлення системної дати та часу. При поганій батареї CMOS користувачеві регулярно доводиться відкривати це меню і відновлювати поточну конфігурацію;

- **Advanced BIOS Features** – встановлення стартової конфігурації комп'ютера і ряду параметрів BIOS. Найбільш популярний пункт у даному меню – це вибір порядку завантаження комп'ютера. Зміни інших пунктів можуть як покращити швидкодію комп'ютера, так і викликати зворотний ефект. Особливо нашкодити собі при неправильних діях у цьому меню користувач може лише з великими труднощами;

- **Advanced Chipset Features** – меню служить для налаштування параметрів чипсету. Досвідчений користувач може істотно поліпшити роботу комп'ютера, але при цьому повинен відмінно знати «залізо» і розуміти, що він змінює. Початківцю не рекомендується «гратися» з параметрами в цьому меню, особливо, коли настаюється сучасна системна плата;

- **Integrated Peripherals** – зміна параметрів периферійних пристроїв. Будь-які зміни в цьому меню рекомендується робити тільки при проблемах зі старим обладнанням;

- **Power Management Setup** – налаштування параметрів енергозбереження. Для настільних комп'ютерів в більшості випадків це меню не актуально;

- **PnP/PCI Configurations** – зміна конфігурації шини PCI. Інтерес до цього меню може виникнути, швидше за все, коли використовується більше чотирьох PCI-карт;

- **Load Fail-Safe Defaults і Load Optimized Defaults** – ці пункти дозволяють відновити налаштування BIOS. Нажаль, для тих конфігурацій комп'ютерів, які зазвичай створюються користувачем самостійно, використання цих функцій може привести до некоректної завантаженні комп'ютера, що потребує кропіткого налаштування параметрів у різних меню;

- **Set Password** – установка пароля на BIOS. Пункт може зацікавити тих користувачів, які стурбовані з приводу доступу до комп'ютера сторонніх, але, на жаль, якщо витягнути батарейку або закоротити контакти, призначені для скидання CMOS, то парольний захист зникне;

- **Save & Exit Setup** – вибір цього пункту призводить до запису в CMOS нової конфігурації і до перезапуску комп'ютера;

- **Exit Without Saving** – скористайтеся цим пунктом, якщо не хочете вносити які-небудь зміни в конфігурацію комп'ютера;

- **SoftMenu III Setup** – цей пункт меню з'явився в комп'ютерах з сучасними процесорами і системними платами, що дозволяють виставляти параметри процесора без використання джамперів;

**Попередження.** Невірну установку параметрів у меню SoftMenu III Setup може призвести до виходу з ладу процесора!

- **PC Health Status** – це меню призначене для моніторингу температури вузлів сучасного комп'ютера. Періодично рекомендується сюди заглядати, щоб дізнатися стан вашого комп'ютера. Крім того, у цьому меню можуть бути пункти для налаштування оповіщення про перегрів й аварійного вимикання комп'ютера. Ряд дешевих системних плат мають спрощену версію BIOS, де немає цього меню.

В інших версіях BIOS кількість пунктів у головному меню і їх призначення можуть бути іншими, особливо для старих комп'ютерів. Наприклад, дуже популярний пункт IDE HDD AUTO DETECTION, що дозволяє запустити процедуру автоматичної ідентифікації вінчестера. У дуже старих комп'ютерів взагалі можливо тільки одне меню для налаштування стандартної конфігурації.

### **Стандартна конфігурація**

Вікно меню Standard CMOS Features, показане на рис. 2.2, дозволяє встановити системну дату і час, якщо з допомогою курсора вибрати потрібний пункт і натиснути на певні клавіші на клавіатурі (про призначення клавіш завжди є інформація в останніх рядках вікна).

Чотири пункти, що відносяться до вінчестера з IDE інтерфейсом, дозволяють вручну виставити геометрію вінчестера. Але бажано використовувати функцію автовизначення вінчестера. (Для варіанту, наведеного на рис. 2.2, виклик меню налаштування параметрів вінчестера здійснюється натисканням клавіші <Enter> при виборі відповідного каналу IDE.)

Phoenix - AwardBIOS CMOS Setup Utility Standard CMOS Features		
Date (mm:dd:yy)	Mon, Jan 21 2002	Item Help Menu Level >
Time (hh:mm:ss)	14 : 28 : 34	
> IDE Primary Master	ST32122A	Change the day, month, year and century
> IDE Primary Slave	Auto	
> IDE Secondary Master	Auto	
> IDE Secondary Slave	Auto	
Drive A	1.44M, 3.5 in.	
Drive B	None	
Floppy 3 Mode Support	Disabled	
Video	EGA/UGA	
Halt On	All , But Keyboard	
Base Memory	640K	
Extended Memory	65472K	
Total Memory	1024K	
↑↓:Move Enter:Select +/-/PU/PD:Value F10:Save ESC:Exit F1:General Help F5: Previous Values F6: Fail-Safe Defaults F7: Optimized Defaults		

Рисунок 2.2 – Меню Standard CMOS Features

Меню налаштування процесора показано на рис. 2.3. Рекомендується уважно прочитати документацію на системну плату, перш ніж змінювати коефіцієнти множення і коригувати напруги живлення. Початківцям настійно не рекомендується що-небудь змінювати в цьому меню, особливо, для процесорів гігагерцового діапазону!

Phoenix - AwardBIOS CMOS Setup Utility SoftMenu III Setup		
CPU Name Is	AMD Athlon(tm)	Item Help Menu Level >
CPU Operating Speed	1500+(133)	
x - CPU FSB Clock(MHz)	100	
x - Ratio (FSB:AGP:PCI)	3:2:1	
x - Multiplier Factor	x7.5	
x - Speed Error Hold	Disabled	
CPU Power Supply	CPU Default	
x - Core Voltage	1.450V	
x - I/O Voltage	3.50V	
x - DDR Voltage	2.55V	
CPU Fast Command Decode	Normal	
↑↓:Move Enter:Select +/-/PU/PD:Value F10:Save ESC:Exit F1:General Help F5: Previous Values F6: Fail-Safe Defaults F7: Optimized Defaults		

Рисунок 2.3 – Установка параметрів процесора

Меню моніторингу температури показано на рис. 2.4. Також у цьому меню є інформація про напруги живлення системної плати й ряду пристроїв.

У меню Advanced BIOS Features, показаному на рис. 2.5, можна встановити варіант процедури завантаження комп'ютера. На відміну від старих BIOS, тут користувачу надаються більш широкі можливості – пункти First

Boot Device, Second Boot Device, Third Boot Device і Boot Other Device дозволяють підібрати найкращий варіант. Інші пункти можна залишити за замовчуванням. Щодо пункту Virus Warnihg – захист від запису нульової доріжки вінчестера – можна сказати, що активізувати його, встановивши опцію Enable, при наявності традиційної антивірусної програми не має великого сенсу, а от проблеми при установці операційної системи виникнуть.

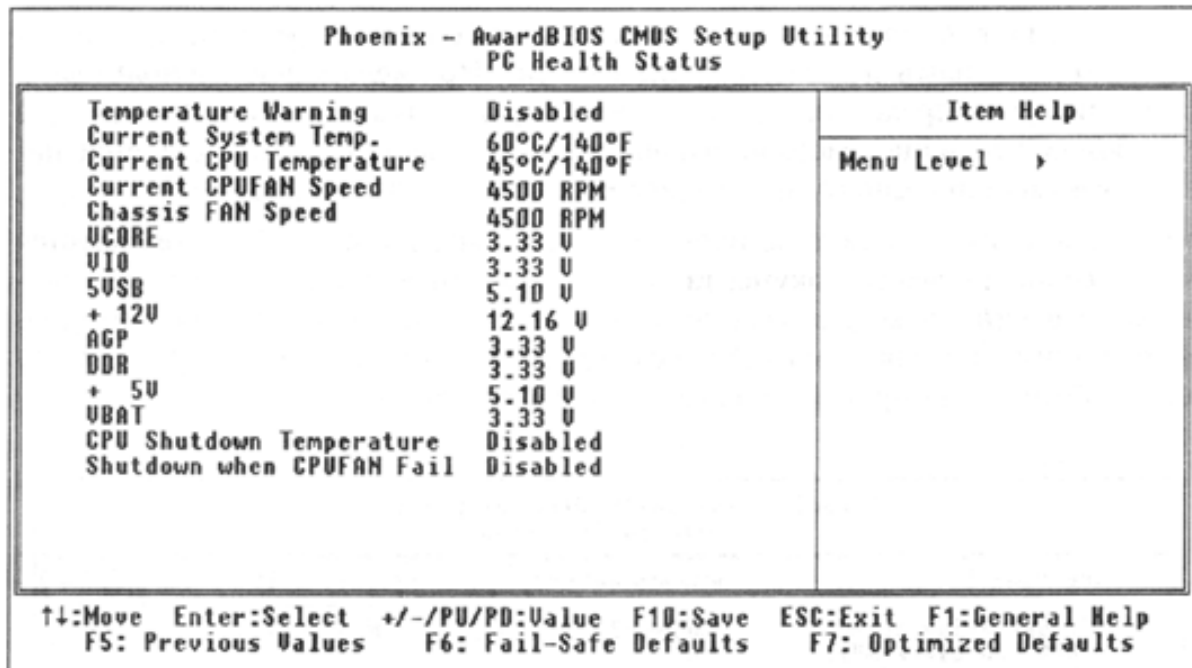


Рисунок 2.4 – Меню контролю температурного режиму

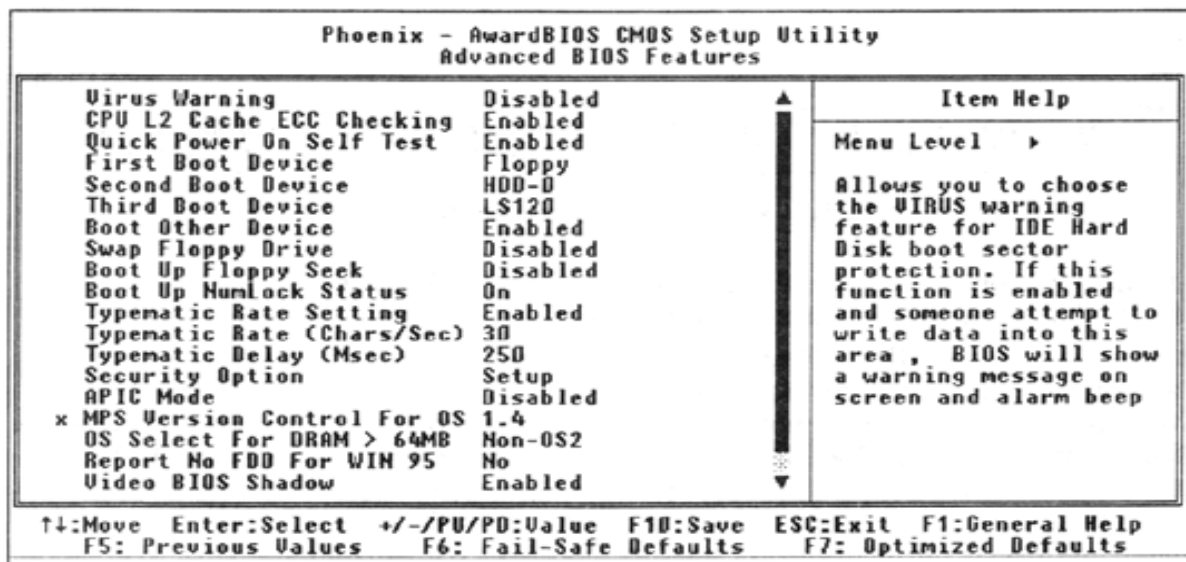


Рисунок 2.5 – Меню Advanced BIOS Features

Усі інші меню програми BIOS Setup призначені для просунутих користувачів й інженерів технічної підтримки.



### Хід виконання роботи

У цій лабораторній роботі для входу в BIOS буде використаний найбільш поширений варіант (клавіша [Del]).

Для вивчення основ роботи в CMOS Setup Utility ми будемо використовувати вільно поширюване програмне забезпечення від Microsoft Virtual PC (<http://www.microsoft.com/downloads/details.aspx?displaylang=en&FamilyID=04d26402-3199-48a3-afa2-2dc0b40a73b6>). Вибір даної віртуальної машини не випадковий: саме в ній емуляція BIOS Setup реалізована практично повноцінно (версія AMIBIOS 2.10), хоча і не має широких можливостей налаштування, реалізованих для реального BIOS.

Програма Microsoft Virtual PC призначена для створення повністю віртуального комп'ютера. Вона дозволяє виділити частину місця на жорсткому диску, створити в цій області так звану віртуальну машину, встановити на неї окрему операційну систему і необхідні програми й сміливо експериментувати з цим комп'ютером, не завдаючи шкоди основним реальним комп'ютером.

При підготовці до виконання лабораторної роботи ми додамо в Virtual PC нову віртуальну машину, але не будемо встановлювати на неї операційну систему, оскільки для доступу до BIOS Setup Utility не потрібно додаткове програмне забезпечення

Запустити програму Virtual PC (рис. 2.6).

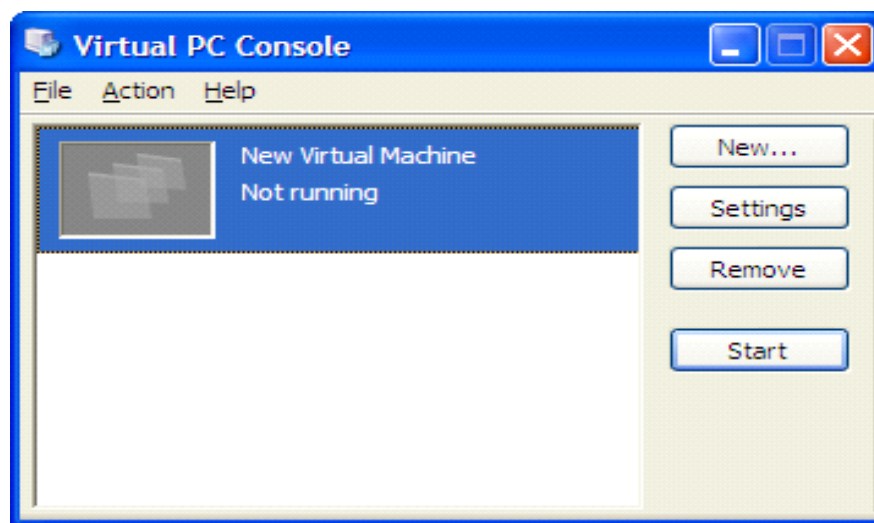
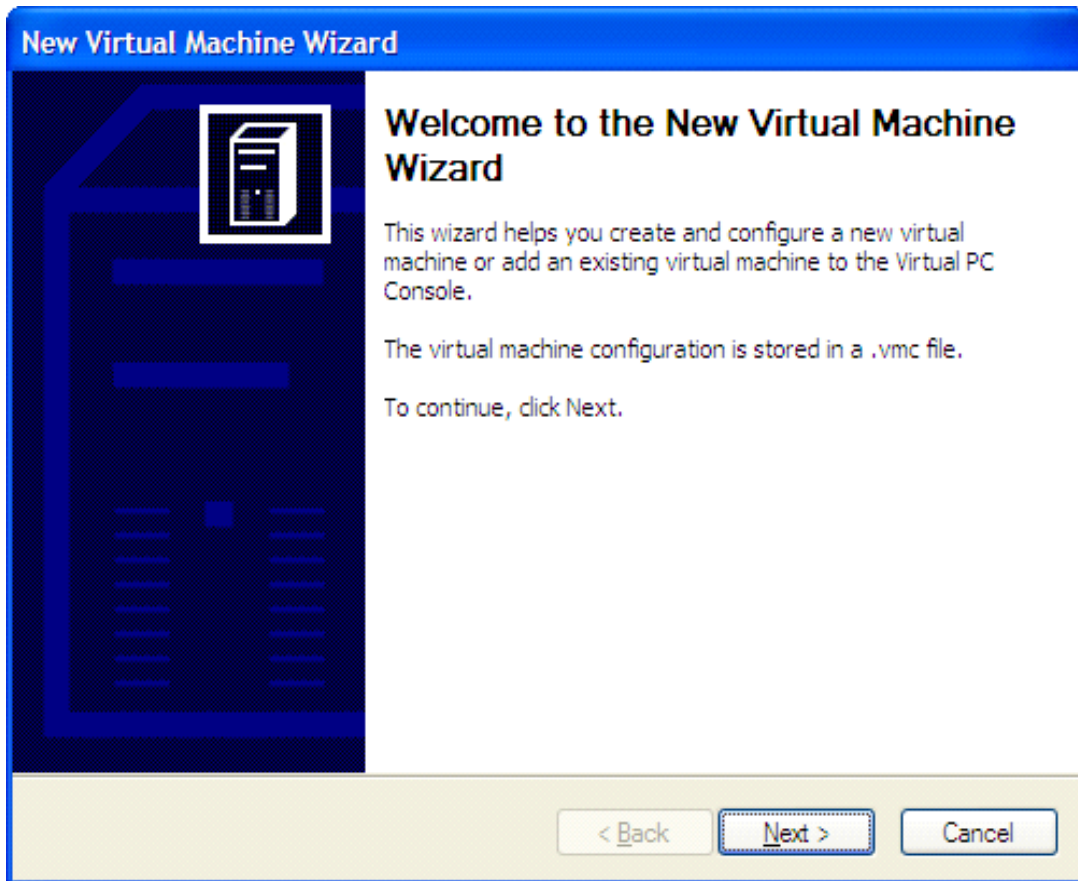


Рисунок 2.6 – Інтерфейс віртуальної машини Virtual PC

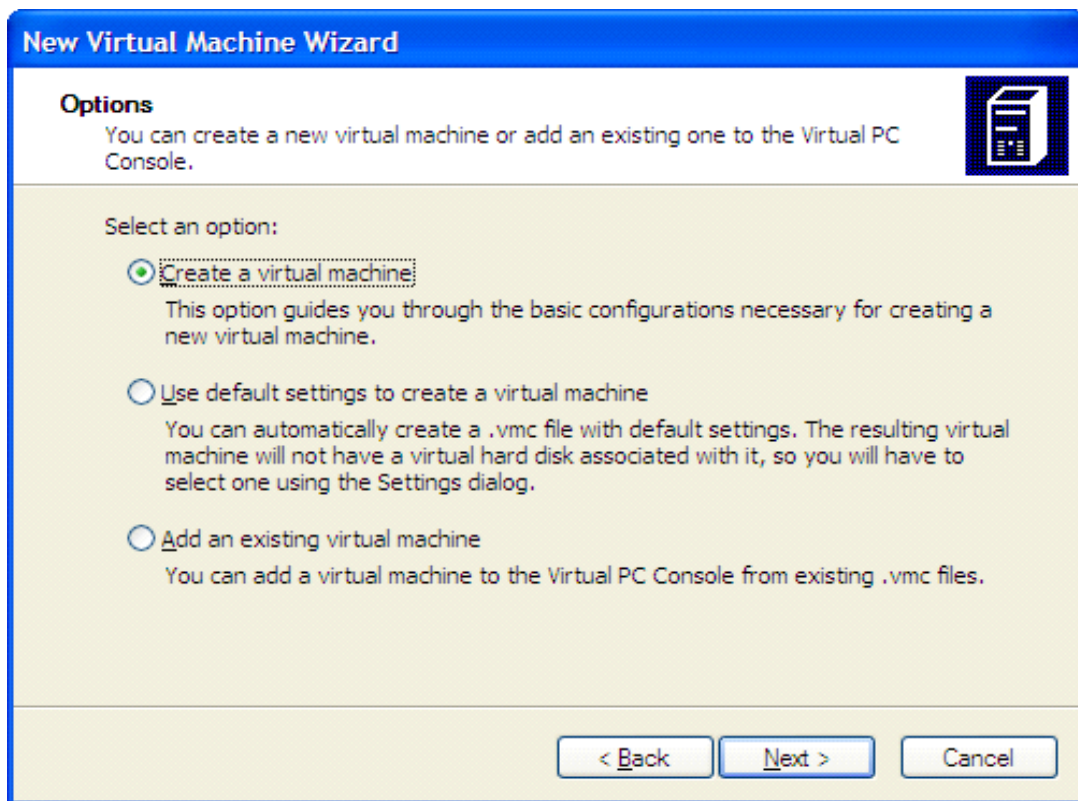
Додати нову віртуальну машину. Для цього натиснути на кнопку «New...». З'явиться майстер створення віртуальної машини.

Натиснути кнопку «Next» («Далі») (рис. 2.7).

Вибрати «Create a virtual machine». Натиснути «Next» (рис. 2.8).



*Рисунок 2.7 – Майстер створення та конфігурування віртуальної машини*



*Рисунок 2.8 – Майстер створення та конфігурування віртуальної машини*

Ввести назву віртуальної машини. Наприклад, «For BIOS ONLY». Натиснути кнопку «Next» (рис. 2.9).

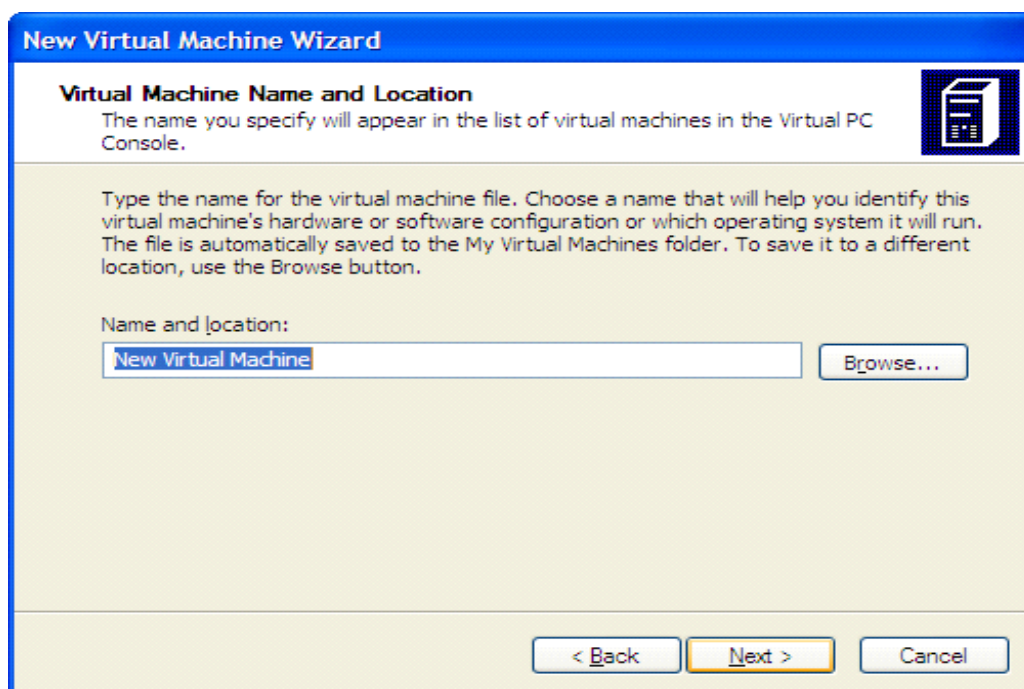


Рисунок 2.9 – Майстер створення та конфігурування віртуальної машини

Тип операційної системи залишити «Other». Натиснути кнопку «Next» (рис. 2.10).

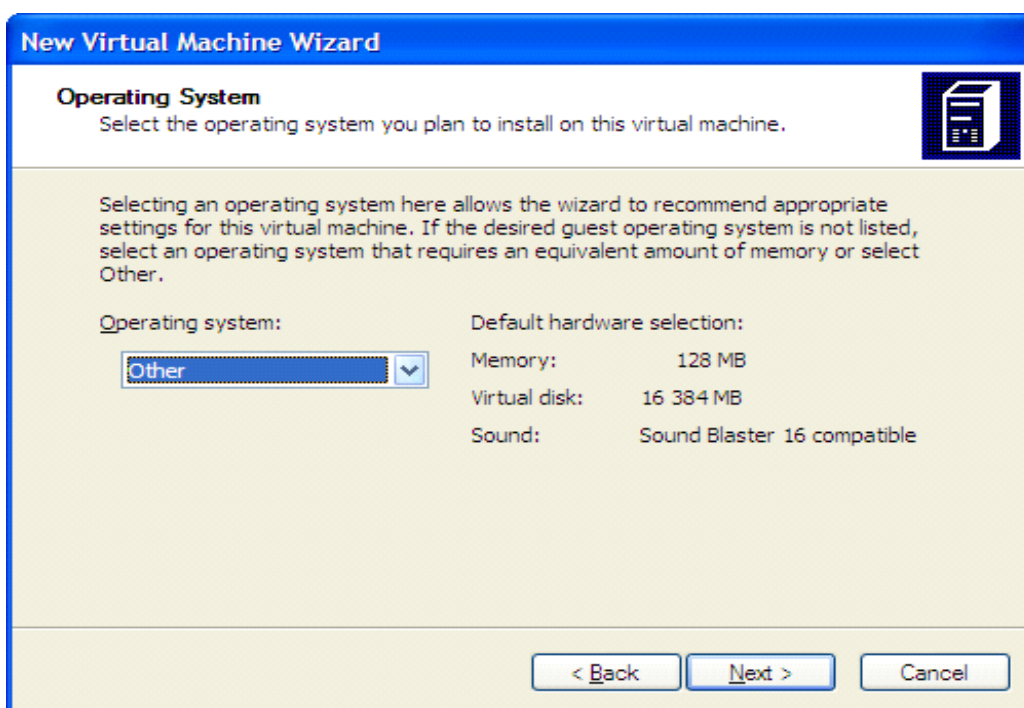


Рисунок 2.10 – Майстер створення та конфігурування віртуальної машини

Вибрати «Use the recommended RAM». Натиснути кнопку «Next» (рис. 2.11).

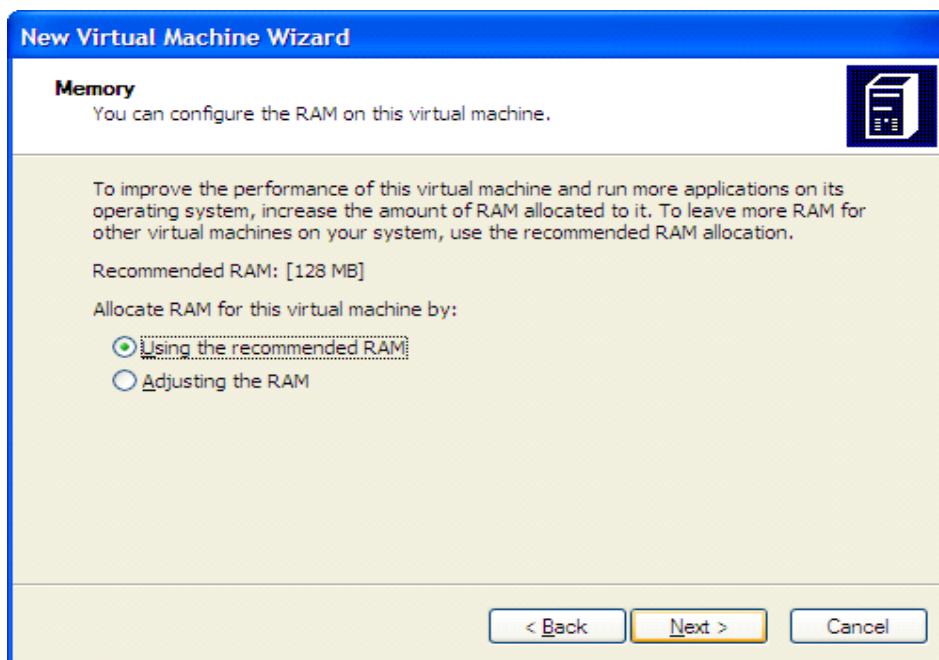


Рисунок 2.11 – Майстер створення та конфігурування віртуальної машини

Вибрати «A new virtual hard disk», що означає створення нового віртуального жорсткого диска. Натиснути «Next» (рис. 2.12).

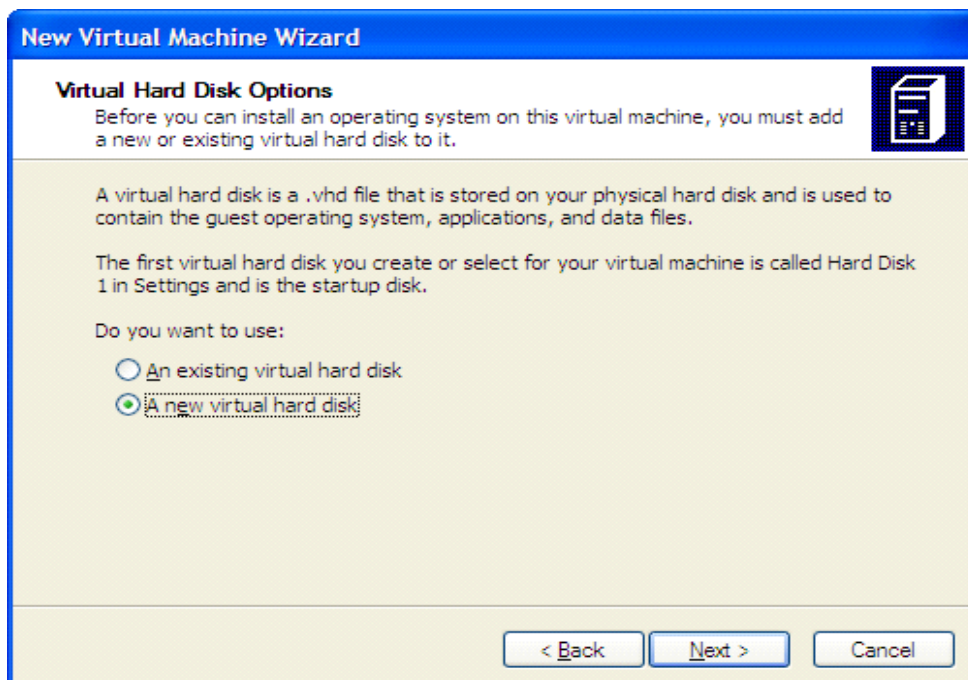


Рисунок 2.12 – Майстер створення та конфігурування віртуальної машини

Залишити запропоновані параметри, натиснути «Next» (рис. 2.13).

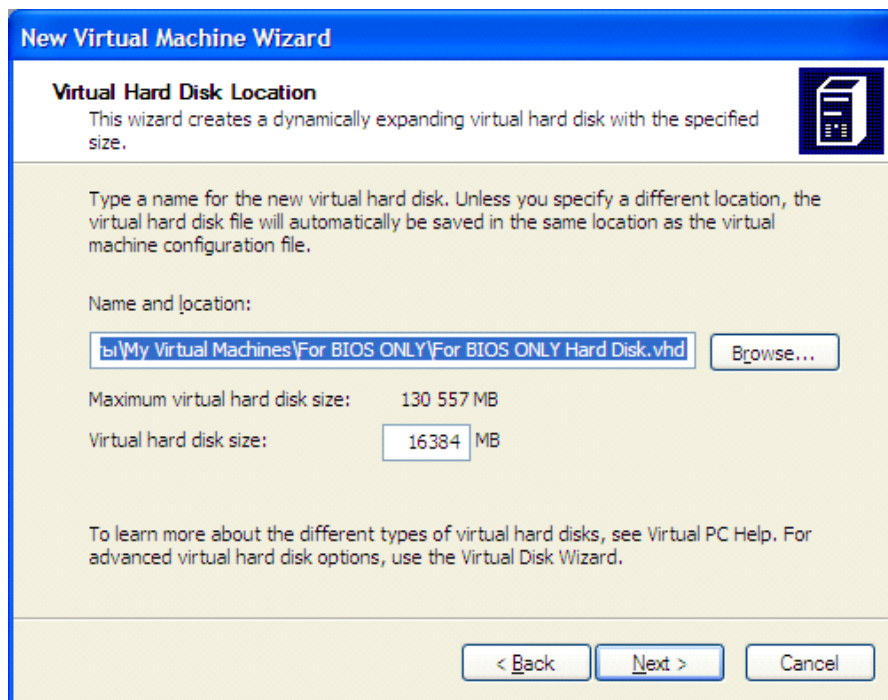


Рисунок 2.13 – Майстер створення та конфігурування віртуальної машини

Натиснути «**Finish**».. Таким чином, у списку віртуальних машин з'явиться нова – «For BIOS ONLY» (рис. 2.14).

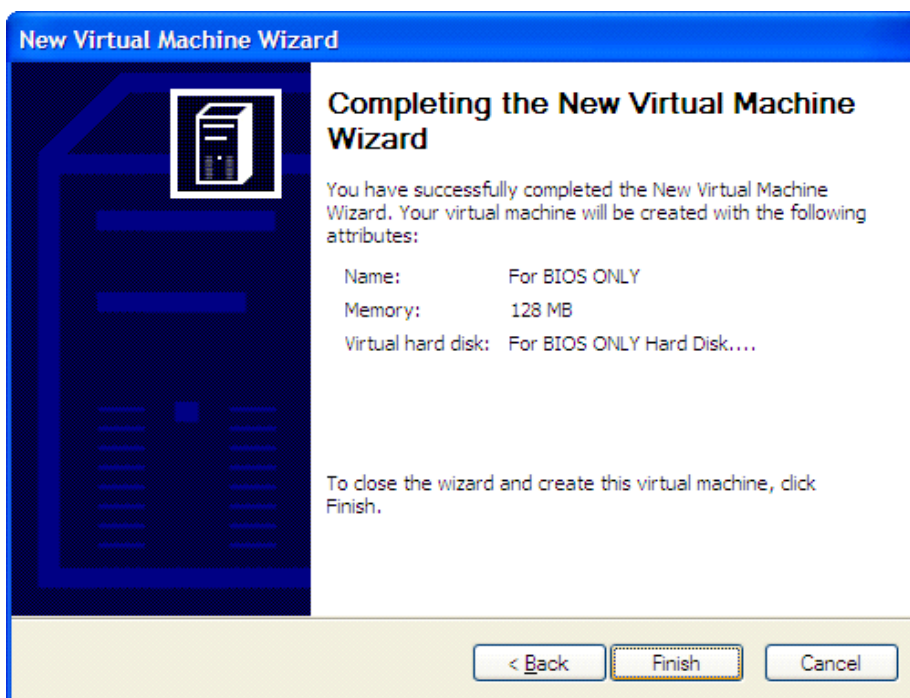


Рисунок 2.14 – Майстер створення та конфігурування віртуальної машини

Щоб запустити віртуальну машину слід натиснути на кнопку «Start» (рис. 2.15). Як тільки почнеться завантаження, натисніть на кнопку «Delete» на клавіатурі. Зазвичай при завантаженні комп'ютера після натискання саме цієї клавіші відбувається вхід у налаштування BIOS.

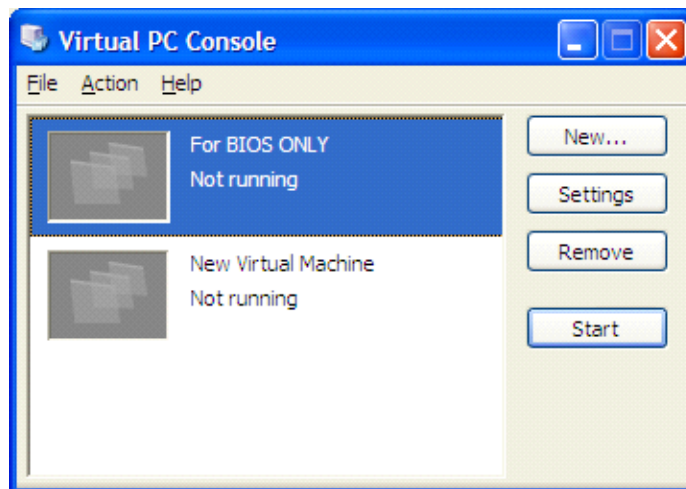


Рисунок 2.15 – Список віртуальних машин

Після завантаження BIOS Setup Utility екран набуде такого вигляду (рис. 2.16):

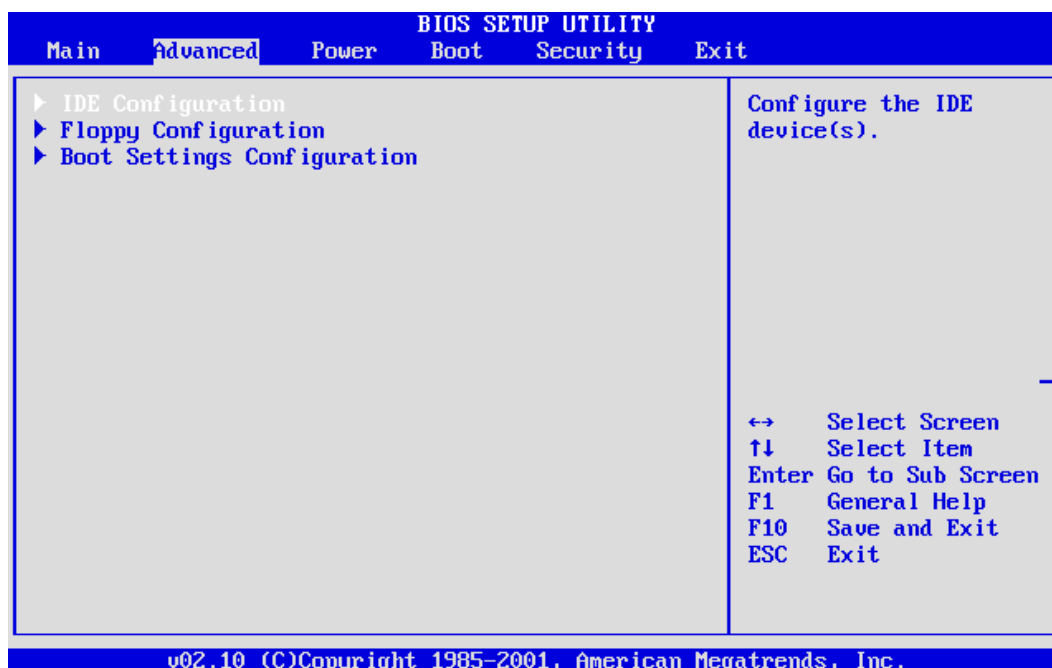


Рисунок 2.16 – Інтерфейс BIOS Setup Utility після запуску

### Завдання для лабораторної роботи

За допомогою віртуальної машини виконати такі дії.

1. Дізнатися тип і версію BIOS.
2. Дізнатися дату створення BIOS.

3. Встановлений і максимально підтримуваний розмір пам'яті.
4. Визначити параметри накопичувачів, підключених до каналів стандартного IDE-контролера.
5. Визначити поточний порядок опитування накопичувачів при завантаженні.
6. Змінити порядок опитування накопичувачів при завантаженні так, щоб у першу чергу опитувався dvd-rom, потім жорсткий диск. Інші носії не опитуються.
7. Встановити пароль на BIOS Setup Utility.
8. Дізнатися і записати робочі температурні режими всіх пристроїв. За допомогою довідкових даних по моделям обладнання, встановленого на аналізованому комп'ютері, перевірити, які з пристроїв працюють з підвищенням температурного режиму.

### **УВАГА!**

Не рекомендується, щоб уникнути несправностей, змінювати параметри BIOS на своїх реальних робочих комп'ютерах!!!!

## **Частина 2. Вивчення комплектації робочої станції**

### **Теоретичні відомості**

Архітектура комп'ютера зазвичай визначається сукупністю її властивостей, істотних для користувача. Основну увагу приділяють структурі й функціональним можливостям машини, що можна розділити на основні й додаткові.

*Основні функції* визначають призначення ЕОМ: оброблення і зберігання інформації, обмін інформацією із зовнішніми об'єктами. Додаткові функції підвищують ефективність виконання основних функцій: забезпечують ефективні режими її роботи, діалог із користувачем, високу надійність й інші названі функції ЕОМ реалізуються за допомогою її компонентів: апаратних і програмних засобів.

Структура комп'ютера – це деяка модель, що встановлює склад, порядок і принципи взаємодії вхідних у неї компонентів.

Персональний комп'ютер – це настільна або переносна ЕОМ, що задовольняє вимогам загальнодоступності і універсальності застосування.

Перевагами ПК є:

- мала вартість, яка знаходиться в межах доступності для індивідуального покупця;
- автономність експлуатації без спеціальних вимог до умов навколишнього середовища;
- гнучкість архітектури, що забезпечує її адаптивність до різноманітних застосувань у сфері керування, науки, освіти, у побуті;

- «дружність» операційної системи й іншого програмного забезпечення, що зумовлює можливість роботи з нею користувача без спеціальної професійної підготовки;
- висока надійність роботи (понад 5 тис. год напрацювання на відмову).

### Структура персонального комп'ютера

Розглянемо склад і призначення основних блоків ПК (рис. 2.17).



Рисунок 2.17 – Склад основних блоків ПК

Зазвичай персональний комп'ютер складається з трьох частин:

- системного блока;
- клавіатури, що дозволяє вводити символи в комп'ютер;
- монітора (чи дисплея) – для зображення текстової або графічної інформації.

Комп'ютери випускаються і в портативному варіанті (як дипломат) або блокнотному (ноутбук) виконанні. Тут системний блок, монітор і клавіатура укладені в один корпус: системний блок захищений під клавіатурою, а монітор зроблений як кришка до клавіатури.

Хоча з цих частин комп'ютера системний блок виглядає найменш ефектно, саме він є в комп'ютері «головним» (рис. 2.18). У ньому розташовуються всі основні вузли комп'ютера:

- електронні схеми, що керують роботою комп'ютера (мікропроцесори, оперативна пам'ять, контролери пристроїв);
- блок живлення, що перетворює електроживлення мережі на постійний струм низької напруги, який подається до електронної схеми комп'ютера;
- накопичувачі (чи дисководи) для гнучких магнітних дисків, що використовуються для читання і запису на гнучкі магнітні диски (дискети);



– накопичувач на жорстких магнітних дисках, призначений для читання і запису на незнімні жорсткі магнітні диски (вінчестер).

Мікропроцесор – найважливіший елемент комп'ютера, тому що ним визначається швидкість виконання машиною програм користувача. З часу появи персональних комп'ютерів (ПК) змінилося кілька поколінь процесорів, що становить такий ряд у порядку збільшення швидкості: 8088, 486, Pentium1-4, AMD Athlon XP, Pentium D, E, AthlonX2 й інші.



Рисунок 2.18 – Склад системного блока

Параметри процесора:

– розрядність – ширина «такту», за яким передається комп'ютерна інформація: 8, 16, 32 або 64 біта;

– тактова частота, що характеризує кількість команд, які виконуються процесором за одну секунду, вимірюється в мегагерцах (МГц)

Мікропроцесор включає:

– арифметико-логічний пристрій (АЛП), що виконує операції (мікрооперації), необхідні для виконання команд мікропроцесора;

– пристрій керування (ПрК) – керує всіма частинами комп'ютера за допомогою принципів програмного керування;

– мікропроцесорну пам'ять (МПП). У мікропроцесорі є кілька комірок пам'яті, що називаються регістрами. Деякі з них призначені для зберігання операндів – величин, які беруть участь у поточній операції. Такі регістри називаються регістрами загального призначення (RON).

Регістр команд (РК) призначений для зберігання поточної команди. У регістрі – лічильнику команд (ЛК) зберігається поточна адреса. Перед

виконанням програми необхідно задати її початкову адресу – записати її до лічильника команд.

Через інтерфейсну систему, основу якої становить системна шина персонального комп'ютера, мікропроцесор з'єднується з:

1) основною пам'яттю комп'ютера:

– оперативний запам'ятовувальний пристрій (ОЗП) зберігає працюючу програму і дані;

– постійний запам'ятовувальний пристрій (ROM) – зберігає інформацію, яка необхідна для постійної роботи.

RAM і ROM розбиті на комірки, кожній з яких присвоєно порядковий номер (адреса);

2) зовнішньої пам'яттю:

– накопичувачі на жорстких магнітних дисках – пристрої з незнімними носіями (вінчестери). Жорсткі диски служать для постійного зберігання в комп'ютері програм і даних.

Виконання багатьох сучасних прикладних програм без них неможливо. Більшість жорстких дисків, на відміну від дискет, що мають меншу ємність, не можна зняти, тому їх іноді називають незнімними дисками. Можна, однак, придбати й знімні жорсткі диски. Вони цінні, коли потрібно зберігати конфіденційність інформації і як засіб перенесення великих обсягів даних між комп'ютерами. Ємність сучасних накопичувачів на жорстких магнітних дисках може досягати декількох Гбайт.

Більш популярні накопичувачі на оптичних дисках завдяки великій ємності та надійності.

Неперезаписні лазерно-оптичні диски зазвичай називають компакт-дисками ROM – Compact disc (CD/DVD) ROM. Вони мають ємність від 700 Мбайт до 9 Гбайт, час доступу – від 30 до 300 мс.

### **Завдання для лабораторної роботи**

Для виконання завдання можна використовувати прайс-листи будь-яких фірм із продажу комп'ютерних складових, а також інформацію з інтернет-магазинів.

1. На основі отриманої раніше інформації з BIOS запропонуйте 2 варіанти модернізації вашої діючої комп'ютерної техніки: 1) з орієнтацією на високу продуктивність; 2) з орієнтацією на низьку вартість.

2. Запропонуйте мінімальну конфігурацію для робочого місця секретаря. Письмово обґрунтуйте ваші пропозиції. Конфігурацію оформити у вигляді наведеної нижче таблиці 2.3.

3. Запропонуйте мінімальну конфігурацію для робочого місця в ігровому залі. Письмово обґрунтуйте ваші пропозиції. Конфігурацію оформити у вигляді таблиці 2.3.

При формуванні таблиць слід також врахувати вартість програмного забезпечення.

**Примітка.** 1. При виконанні роботи слід урахувати, що базове ПЗ для комп'ютера повинно бути ліцензійним.

2. При виконанні роботи слід врахувати, що ноутбуки й нетбуки багатьох фірм-виробників не підлягають модернізації.

### **Зміст звіту**

1. Тема, мета й завдання.
2. Виконана робота в BIOS, екранні форми.
3. Три таблиці з розрахунком вартості ПК для секретаря, для ігрового залу (табл. 2.3), модернізація власного ПК.
4. Висновки.

*Таблиця 2.3 – Мінімальна конфігурація для робочого місця в ігровому залі*

Ваша модель		
Найменування	Модель	Ціна
Монітор		
Корпус		
Блок живлення		
Материнська плата		
Жорсткий диск		
Процесор		
Оперативна пам'ять		
CD/DVD – rom		
Клавіатура		
миша		
Відеокарта		
ПЗ (операційна система + потрібне програмне забезпечення)		
<b>Разом:</b>		

### **Контрольні питання**

1. Розшифруйте абрєвіатуру BIOS.
2. Для чого призначена система BIOS?
3. Яким чином виконується настроювання BIOS?
4. Чи можна за допомогою BIOS контролювати роботу пристроїв?
5. Наведіть приклади використання BIOS при установці операційної системи.
6. З чого складається персональний комп'ютер?
7. Як необхідно вибирати складові для ПК?
8. Чи повинен мікропроцесор при купівлі узгоджуватися з материнською платою?

## 2.4 Лабораторна робота 4. Аналіз продуктивності персонального комп'ютера. Прискорення роботи

**Мета:** вивчення принципів аналізу продуктивності персонального комп'ютера; вивчення основних способів збільшення продуктивності.

### Теоретичні відомості

#### *Поліпшення продуктивності в системі Windows 8, 10*

##### 1. Відключення анімації.

Windows 8, як і Windows 7, відображає анімацію, коли ви звертаєте, розвертаєте, відкриваєте або закриваєте вікна застосунків. Ця анімація приємна для очей, але вона викликає деякі затримки. Ви можете повністю відключити анімацію, і переходи між вікнами почнуть відбуватися миттєво, без затримок.

Для того щоб відключити анімацію, натисніть на кнопку «Windows», наберіть «параметри продуктивності» і натисніть «Enter». Зніміть галочку з пункту «Анімація вікон під час згортання і розгортання». Ви також можете відключити деякі інші анімації, наприклад «ефекти загасання і ковзання при зверненні до меню» і «ефекти загасання і ковзання при появі підказок». Це дозволить зробити меню і підказки більш спрощеними, що позитивно позначиться на швидкодії (рис. 2.19).

##### 2. Виявлення застосунків, що використовують велику кількість ресурсів.

Новий менеджер завдань в Windows 8 дозволяє легко визначати програми, що уповільнюють роботу комп'ютера. Щоб викликати диспетчер задач, клацніть правою кнопкою миші на панелі завдань і виберіть «диспетчер завдань» (рис. 2.20). Натисніть «більше», якщо хочете побачити повний інтерфейс диспетчера.

Програми, що використовують багато ресурсів, будуть спеціально виділені, щоб ви легко могли побачити, які програми використовують ресурси вашого комп'ютера. У цьому списку також є спрощений лист застосунків, який більш інтуїтивний і зрозумілий, ніж старомодний список процесів (якщо ви хочете повернути назад старий список процесів, то він, як і раніше, доступний у вкладці «деталі»).

##### 3. Керування програмами з автозапуску.

Диспетчер завдань у Windows дозволяє вам легко відключити програми, які запускаються одночасно з комп'ютером. Натисніть на вкладку «автозавантаження» в диспетчері завдань для переходу до цих параметрів (рис. 2.21). Windows також аналізує, як довго кожна програма запускається і відображає цю інформацію в спеціальній колонці вкладки «автозапуск». Виберіть потрібну програму і натисніть кнопку «відключити», щоб видалити програму з автозапуску. Це допоможе прискорити процес запуску вашого комп'ютера.

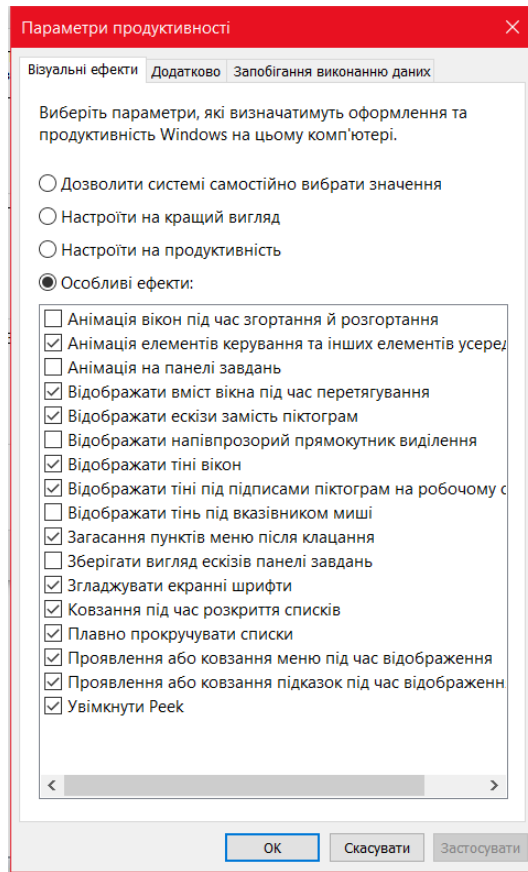


Рисунок 2.19 – Відключення анімації

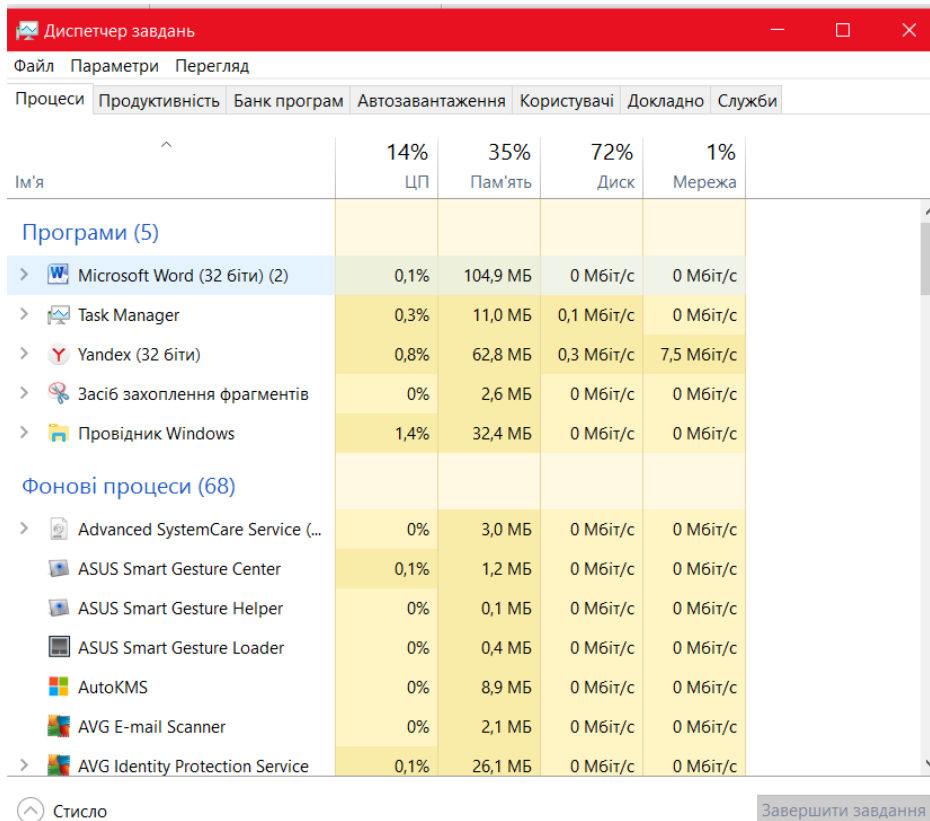


Рисунок 2.20 – Диспетчер завдань. Вкладка «Процеси»

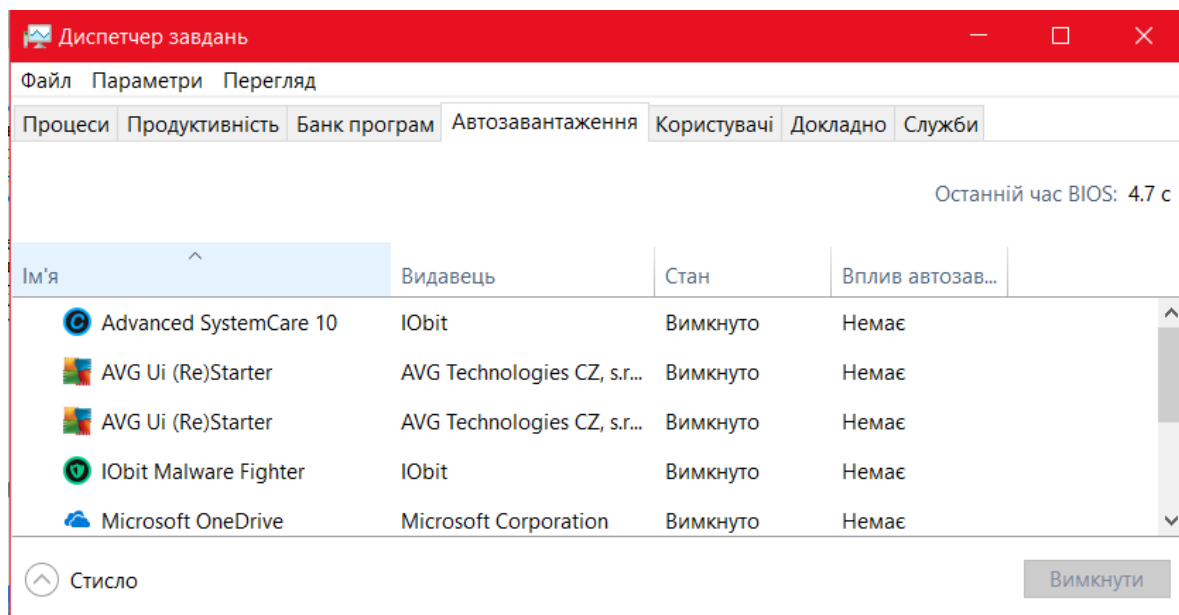


Рисунок 2.21 – Диспетчер завдань. Вкладка «Автозавантаження»

#### 4. Зміна налаштувань живлення.

Для користувачів Windows 8 визначення автономної роботи й продуктивності є пріоритетними, як втім, і в попередніх версіях Windows. Для перегляду ваших параметрів живлення, натисніть на кнопку Windows, надрукуйте «електроживлення», оберіть «налаштування» і натисніть «Enter».

За замовчуванням стоїть збалансований режим, у ньому Windows автоматично знижує швидкість вашого процесора, коли максимальна швидкість від нього не вимагається (рис. 2.22). Це зберігає енергію. Щоб вичавити максимальну продуктивність із вашого пристрою, ви можете спробувати встановити високу продуктивність. У режимі високої продуктивності швидкість вашого процесора ніколи не впаде. Він буде працювати на повній швидкості весь час.

Тим не менш, це не завжди добре. Навіть високопродуктивні ігрові комп'ютери іноді використовують для серфінгу в Інтернеті, і немає абсолютно ніякого сенсу використовувати процесор на повну потужність при роботі в мережі. Через це витрачається лише енергія і генерується додаткове тепловиділення.

Який би план ви не обрали, переконайтеся, що ви не використовуєте економію енергії. Ця опція корисна тільки тоді, коли ви намагаєтеся зберегти заряд вашої батареї на максимально можливий час.

#### 5. Оптимізація жорстких дисків.

Windows 8 включає в себе стандартний Disk Defragmenter, що називається тепер інструмент оптимізації дисків (Optimize Drives). Щоб його відкрити, натисніть на клавішу Windows, наберіть слово «дефрагментація». Оберіть налаштування і потім натисніть «Enter» (рис. 2.23).

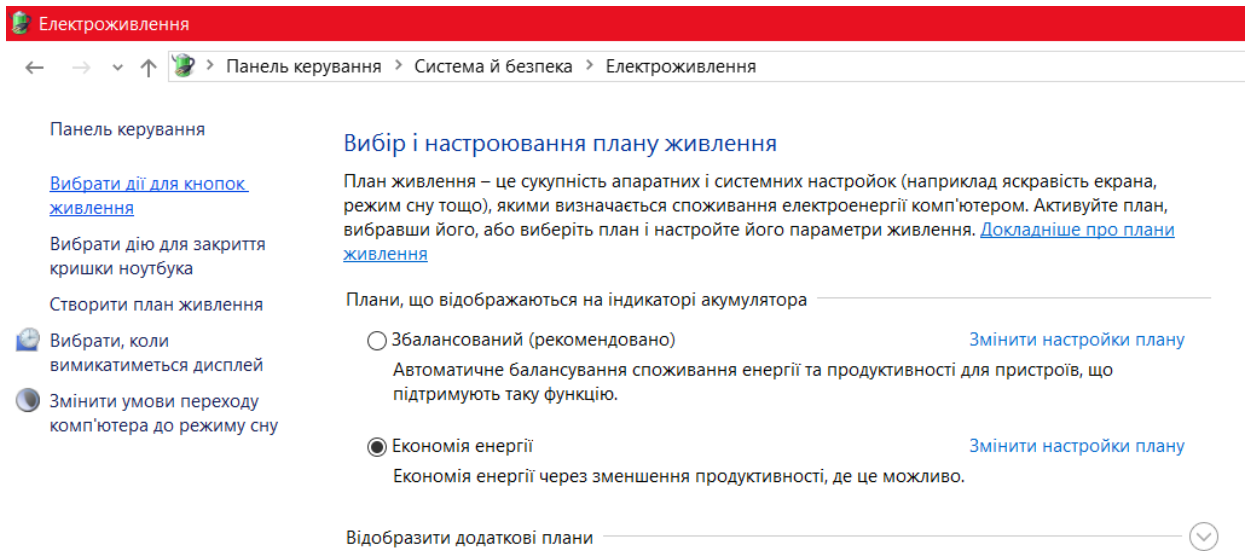


Рисунок 2.22 – Вікно «Електроживлення»

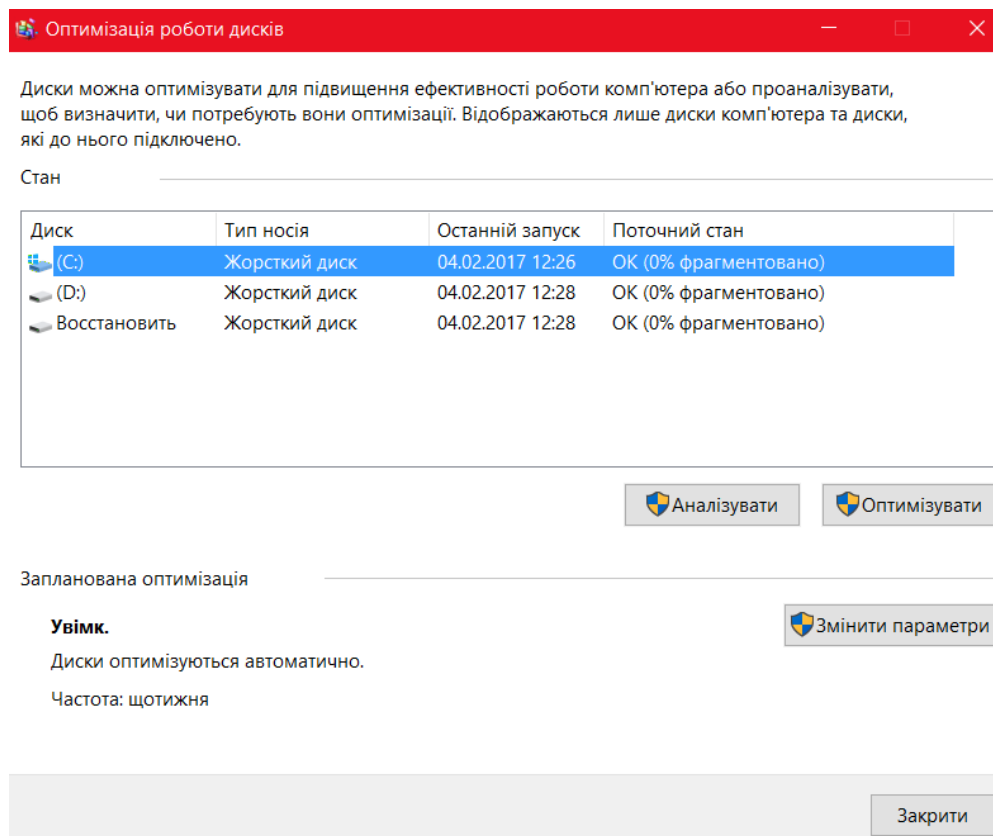


Рисунок 2.23 – Вікно «Оптимізація роботи дисків»

## 6. Контроль індексування Windows.

Служба індексування Windows автоматично сканує файли на вашому комп'ютері й відстежує їхні зміни, що дозволяє швидко знаходити необхідні файли практично без очікування. Індексція використовує деякі потужності процесора, тому відключення цього механізму допоможе вам

знизити завантаження процесора. Майте на увазі, що індексація прискорює пошук файлів. Якщо ви регулярно використовуєте функцію пошуку на екрані «пуск» або користуєтеся пошуковими можливостями провідника Windows, то вам не слід відключати індексацію файлів. Її варто відключати тільки тоді, коли ви практично не користуєтеся функцією пошуку на комп'ютері. Щоб відключити пошук Windows, натисніть на кнопку «пуск», введіть `services.msc` і потім натисніть «Enter». Прокрутіть список вниз, знайдіть службу «пошук Windows», клацніть правою кнопкою миші і виберіть «властивості» (рис. 2.24).

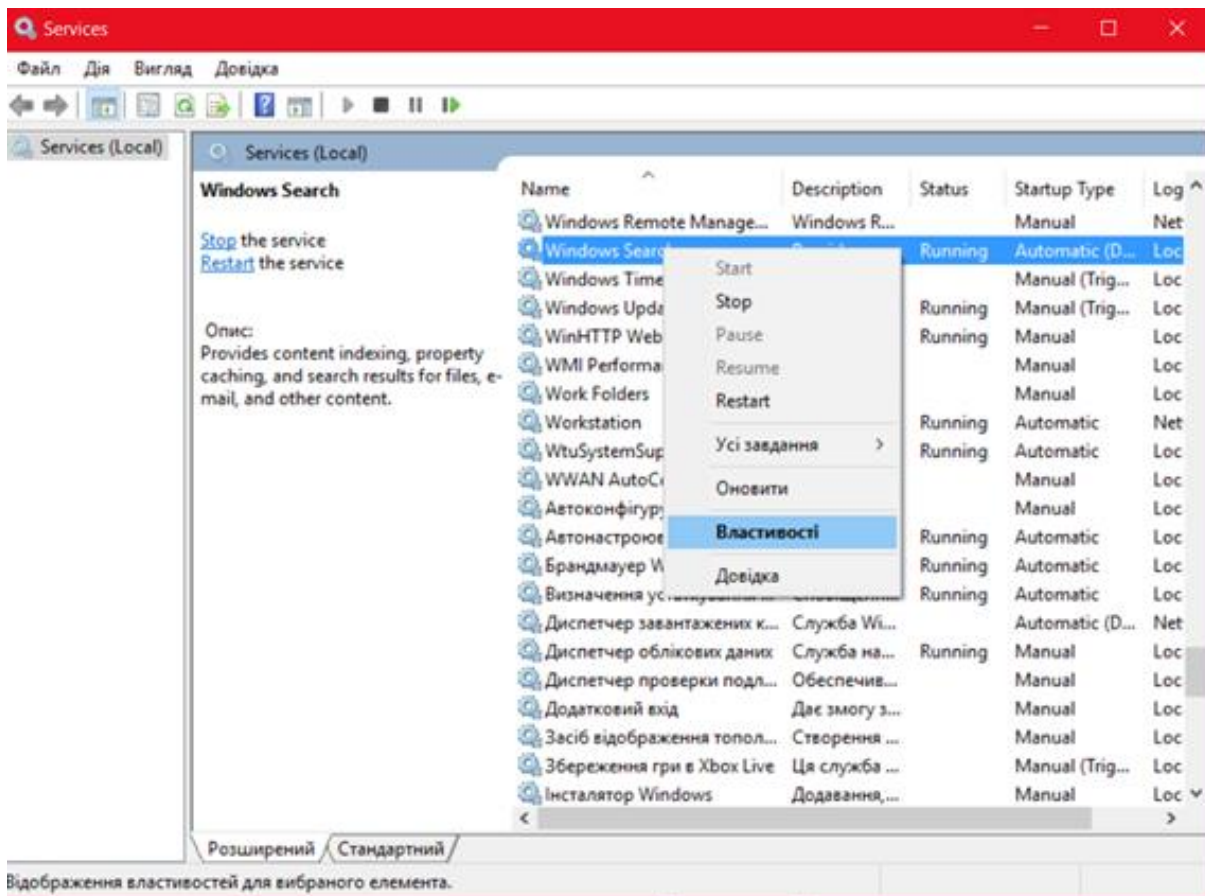


Рисунок 2.24 – Вікно Services

Встановіть тип запуску на «відключено», натисніть на кнопку «стоп» для зупинки роботи служби, а потім натисніть «Ок» (рис. 2.25).

Замість того щоб відключати службу індексування файлів повністю, ви можете самостійно обрати, які папки варто індексувати. За замовчуванням, служба індексує всі папки користувача. Якщо у вас є кілька папок із файлами, і ви не хочете в них щось шукати, ви можете просто виключити їх з індексації. Для керування цими параметрами, натисніть на клавішу «Windows», наберіть «індексування», натисніть на «параметри» і потім клацніть на «Enter» (рис. 2.26).



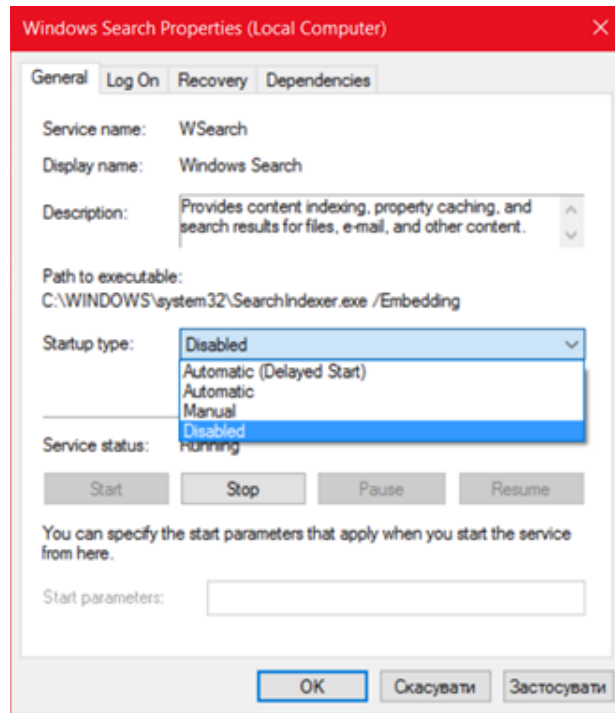


Рисунок 2.25 – Контроль індексування Windows

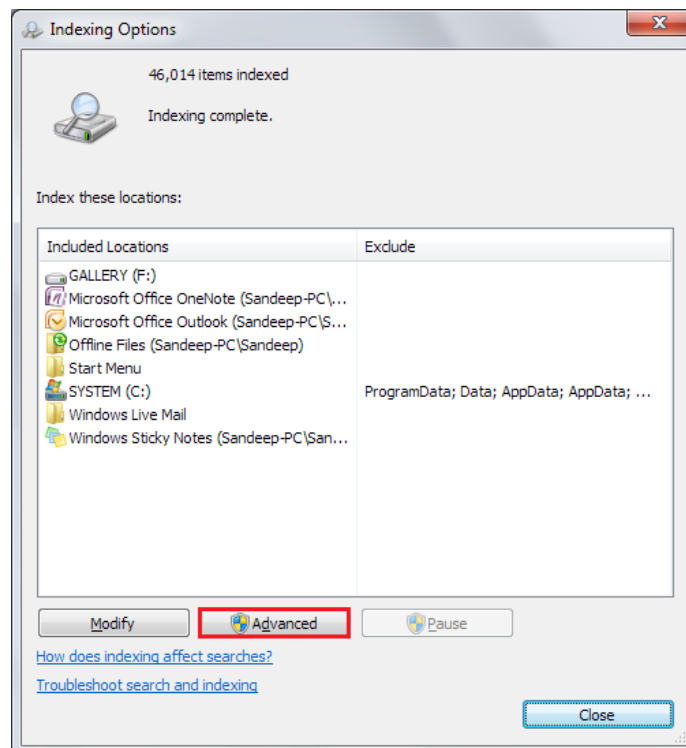


Рисунок 2.26 – Опції індексування

### ***Прискорення роботи планшета Android***

Зношуючись, пристрій починає працювати повільніше, а виконання простих завдань займає більше години.

**Перезавантаження.** Для початку потрібно спробувати вимкнути пристрій і включити його знову. Швидке перезавантаження Android-

планшета – це гарний спосіб очистити кеш, фонові застосунки й звільнити пам'ять процесора. Натисніть й утримуйте кнопку живлення, поки не з'явиться опція «перезавантажити» або «вимкнути». Ці дії допоможуть лише на якийсь час відкласти проблему, хоча якщо з моменту останнього перезавантаження пройшло кілька місяців, то ця дія допоможе тимчасово збільшити швидкість планшета.

**Оновлення.** Ще один ефективний спосіб збільшення швидкості планшета Android, це перевірка ПЗ планшета на оновлення. Для цього треба зайти в Налаштування> Про планшетний ПК> Оновлення системи, де ви побачите, чи є якісь доступні оновлення, оскільки вони часто приходять із додаванням нових функцій, підвищенням продуктивності й виправленнями помилок. Розробники постійно оптимізують і покращують свої застосунки, тому оновлення застосунків потрібно виконувати з Google Play.

**Збереження потужності.** Зайдіть в Налаштування> Акумулятор> Використання і якщо тут побачите, що якісь програми або ігри витрачають багато заряду батареї, то, швидше за все, вони також витрачають чимало процесорних ресурсів, так що може бути доцільно їх видалити і тим самим прискорити роботу планшета Андроїд (рис. 2.27).



Рисунок 2.27 – Вікно заряду батареї

**Віджети.** Одним із переваг Android-пристроїв перед їхніми «яблучними» конкурентами є підтримка віджетів. Віджети виводять таку інформацію, як час, погода й інші корисності. Деякі з них регулярно оновлюються, у результаті чого вони можуть використовувати якусь частину пам'яті й обчислювальної потужності вашого планшета, впливаючи, таким чином, на його загальну продуктивність.

**Налаштування анімації.** Щоб скоротити час анімації, оберіть Установки > Про планшетний ПК і натисніть на «номер збірки» сім разів, щоб розблокувати режим розробника. Поверніться в Налаштування та відкрийте режим розробника, а потім перейдіть, поки не побачите налаштування тривалості анімації (Window animation scale, Transition animation scale, and Animator duration scale). Виберіть animation scale .5x. Після цих налаштувань ваш планшет з укороченою анімацією буде працювати швидше (рис. 2.28).



Рисунок 2.28 – Вікно налаштування анімації

**Заміна карти.** Використовуйте швидкісний клас карти пам'яті (карту SD). Якщо ваш планшет Андроїд підтримує MicroSD карти, то цим варто скористатися. Якщо ви хочете поміняти карту, то в першу чергу зробіть резервне копіювання даних. Найпростіший спосіб – це купити USB-адаптер, який підключається до вашого ноутбука або комп'ютера через порт USB. Вставте карту MicroSD в адаптер, відкрийте її в файловому менеджері на комп'ютері, а потім скопіюйте та викладіть весь вміст на робочий стіл або в спеціальну папку. Виконайте те ж саме в зворотному порядку з новою картою, після чого вставте її в планшет.

**Настроюваний лаунчер.** Нині існують два найпопулярніших лаунчери: це Nova і Google Now, які можна завантажити та встановити на будь-який пристрій. Лаунчери змінюють анімації, стилі іконок і шрифтів. Такі зміни можуть здатися поверхневими, але в залежності від того, який лаунчер ви встановлюєте, вони можуть мати великий вплив на продуктивність планшета.

**Очищення кешу.** У міру користування пристроєм дані, що зберігаються в кеші й використовувані програмами для своїх потреб, забивають внутрішню пам'ять і можуть почати уповільнювати програмне забезпечення планшета. Тому кеш потрібно періодично чистити. Це можна робити через меню застосунків у налаштуваннях, але зручніше це робити за допомогою таких популярних і безкоштовних застосунків, як Clean Master, CCleaner або Cache Cleaner, які можна завантажити з Плей Маркета.

**Скидання до заводських налаштувань.** Це крайня міра і вдаватися до неї варто лише в тому випадку, якщо всі попередні дії не принесли результатів і ви усвідомили для себе, що кращий варіант – це обнуління. У першу чергу зробіть резервне копіювання даних, після чого зробіть скидання налаштувань, перейшовши в *Установки > Резервування і Скидання > Скидання налаштувань*.

### **Завдання**

1. Виконайте аналіз стану свого персонального комп'ютера. Оцініть за допомогою стандартних засобів Windows. Виконайте аналіз заповнювання жорстких дисків. Наведіть скриншоти початкового стану комп'ютера.

2. Здійсніть перевірку жорстких дисків, дефрагментацію та очищення від зайвої інформації і «сміття». Порівняйте результат.

3. Здійсніть оптимізацію і підвищення продуктивності комп'ютера всіма можливими й доступними варіантами з описаних вище теоретичних відомостей. Наведіть скриншоти.

4. Проаналізуйте отримані результати.

5. Оберіть додатково будь-яку програму для оптимізації роботи комп'ютера і проведіть додаткову оптимізацію. Наведіть скриншоти результатів.

### **Зміст звіту**

1. Тема, мета й завдання.
2. Хід роботи.
3. Екранні форми помилок, їхнє виправлення.
4. Висновки.

### **Контрольні питання**

1. Назвіть основні причини «гальмування» комп'ютера.
2. Через що може статися перегрів персонального комп'ютера?
3. На що впливає відключення необов'язкових анімаційних ефектів екрану?
4. Що таке індекс продуктивності і як його можна змінити?
5. Що таке тимчасові файли і чи можна їх видаляти?

## 2.5 Лабораторна робота 5. Програми діагностики персонального комп'ютера

**Мета:** вивчити методику аналізу й діагностики апаратної частини персонального комп'ютера за допомогою використання спеціальних діагностичних програм.

### Теоретичні відомості

#### Призначення програм діагностики персонального комп'ютера

Для діагностики персонального комп'ютера розробили цілий ряд різноманітних програм. Вони можуть являти собою діагностичний комплекс широкого спектру застосування, наприклад *Everest* або *SiSoftware Sandra*. Поряд із діагностичними пакетами присутні й цілеспрямовані програми, призначені для діагностики одного з компонентів комп'ютерної системи, наприклад програма тестування оперативної пам'яті *MemTest*. Подібні програми найчастіше називають *утилітами діагностики*.

Програми діагностики призначені для виявлення деяких можливих проблем апаратної і програмної частини персонального комп'ютера, що призводять до його нестійкої роботи або навіть непрацездатності в цілому. Вони також дозволяють визначати склад обладнання, його характеристики й продуктивність системи в цілому або її окремих компонентів.

При використанні програм аналізу та діагностики слід враховувати, що вони не призначені й не можуть проводити ремонт апаратної частини ПК. Дефекти апаратних засобів, в принципі, неможливо виправити за допомогою цих програм, однак з їх допомогою можна визначити, в чому саме полягають проблеми. Для цього в діагностичні утиліти включені спеціальні тести, які перевіряють або всю систему в цілому або її окремі компоненти. Наприклад, якщо комп'ютер весь час зависає, то причина може бути в несправності оперативної пам'яті і слід виконати її перевірку відповідним тестом. Якщо в результатах тесту оперативної пам'яті виявляться помилки, то рекомендується замінити зіпсований модуль пам'яті. При цьому програми діагностики дозволяють визначити необхідний тип модуля пам'яті й максимально можливий підтримуваний обсяг.

Якщо в процесі діагностики виявляються проблеми з жорстким диском, то в більшості випадків потрібна його заміна.

При виникненні незначних проблем деякі програми пропонують поради щодо їх вирішення: наприклад, повідомляють, що потрібно виконати установку нових версій драйверів тощо.

#### *Визначення службової інформації про платформу комп'ютера*

При знайомстві з вмістом комп'ютера деякі деталі конфігурації не завжди можна визначити візуально, наприклад практично ніколи не вказується *stepping* процесора або таблиця *SPD* для модулів пам'яті. Тим часом найчастіше буває, що ці параметри є визначальними в продуктивності і

стабільності системи. І, як наслідок, на вигляд два ідентичних комп'ютери за основними параметрами, які відрізняються за технологією виробництва або іншим технічним параметрам, мають істотну різницю в продуктивності.

Тому для отримання більш детальної інформації про технічні характеристики процесора, оперативної пам'яті, материнської плати тощо слід застосовувати спеціальні діагностичні утиліти. Однією з таких утиліт, яка має хорошу технічну підтримку в оновленні, що не вимагає інсталяції, простою у роботі і при цьому здатною дати досить докладну інформацію про основні компоненти, що впливають на продуктивність системи, є утиліта *CPU-Z*. Дана утиліта здатна працювати з процесорами як різних моделей, так і різних виробників. Тому найчастіше використовується для надання детальної інформації про нові процесори на сторінках технічних сайтів Інтернету. Утиліта *CPU-Z* тільки подає інформацію, але не дозволяє її змінювати, тим самим оберігаючи недосвідчених користувачів від зміни критичних параметрів системи. Робоче вікно програми містить шість інформаційних вкладок. Вигляд вікна представлений на рис. 2.29.

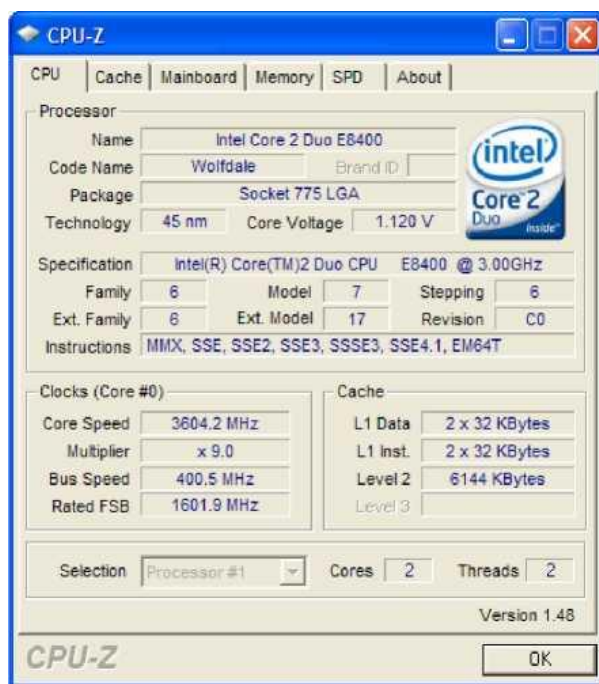


Рисунок 2.29 – Робоче вікно CPU-Z

На першій вкладці *CPU* відображається інформація про процесор. Виводиться його маркетингове ім'я (*Intel Core 2 Duo E8400*), під яким продається товар, назва ядра (*Wolfdale*), роз'єму (*Socket 775 LGA*), технологія виробництва (*45 nm*), напруга живлення (*1.120 v*). Далі виводиться детальна інформація про параметри мікросхеми: її сімейство, модель, степінг і ревізія. Також представлений повний список розширених інструкцій (*MMX, SSE, SSE2, SSE3, SSE, SSSE3, SSE4.1, EM64T*), підтримуваних процесором і призначених для організації групового оброблення даних. Ці інструкції є розширенням до *x86* інструкцій процесора і називаються *SIMD*

(*Single Instruction Multiple Data* перекладається як *одна інструкція – безліч даних*).

Під *SIMD* розширенням розуміється програмне апаратне рішення, що представляє собою сукупність додаткових реєстрів і наборів інструкцій процесора, призначених для групового оброблення даних. При розробленні програмного забезпечення для використання можливостей *SIMD* необхідна наявність відповідних компіляторів, які «вміють» працювати з *SIMD* інструкціями і здатні оптимізувати під них код.

У нижній частині робочого вікна програми відображається реальна частота процесора (3604.2 MHz), множник (x9.0), швидкість роботи системної шини (400.5 MHz). Праворуч від цього блоку виводиться загальна інформація про кешпам'яті, а в нижній частині інформаційного вікна показано кількість ядер і потоків процесора.

Друга вкладка *Cache* представляє більш детально інформацію про кешпам'яті. За кожною з них виводиться додатковий опис, а також підкреслюється кількість блоків, яка може бути відмінною від одиниці на процесорах із декількома ядрами.

На *Mainboard* представлена інформація про материнську плату із зазначенням її виробника, моделі, ревізії. Крім того, виводиться інформація про мікросхеми чипсета, південного моста і датчика температури. Також виводяться відомості про виробника *BIOS*, версії і датою прошивки. У кінці показуються тип графічного інтерфейсу, актуальна й максимальна швидкість обміну даними у вигляді множника, аналогічно опису швидкості оптичних пристроїв.

Вкладки *Memory* та *SPD* слугують для подання інформації про оперативну пам'ять. На вкладці *Memory* виводиться тип пам'яті, її сумарний обсяг, а також таблиця затримок (таймінгів). Вкладка *SPD* відображає службову інформацію, заштиту в *SPD*-блоки модулів пам'яті. Тут також представлена таблиця затримок, що показує рекомендації щодо того, як повинна працювати пам'ять. Крім того, за кожним модулем виводяться обсяг, максимальна пропускна здатність, виробник і серійний номер. Вказується інформація про зайняті слоти, що дозволяє, не розкриваючи комп'ютера, визначити можливість установалення додаткових модулів пам'яті.

Таким чином, утиліта *CPU-Z* дозволяє широко познайомитися з основними характеристиками комп'ютерної системи, за винятком інформації про характеристики відеоадаптера.

Для отримання детальної технічної інформації про відеоадаптер можна використовувати утиліту *GPU-Z*, яка подібна *CPU-Z*. Вона допоможе визначити модель відеокарти, дізнатися інтерфейс підключення, представити інформацію про використаний графічний процесор (версія *BIOS*, номер ревізії чипа, частота в *2D*, *JD*- режимах і при розгоні, відомості про підтримку *DirectX*), типі й обсяги відеопам'яті, версії встановлених драйверів тощо. *GPU-Z* дозволяє визначити характеристики практично всіх відеоадаптерів, у тому числі й сучасних. Робоче вікно програми представлено на рис. 2.30.

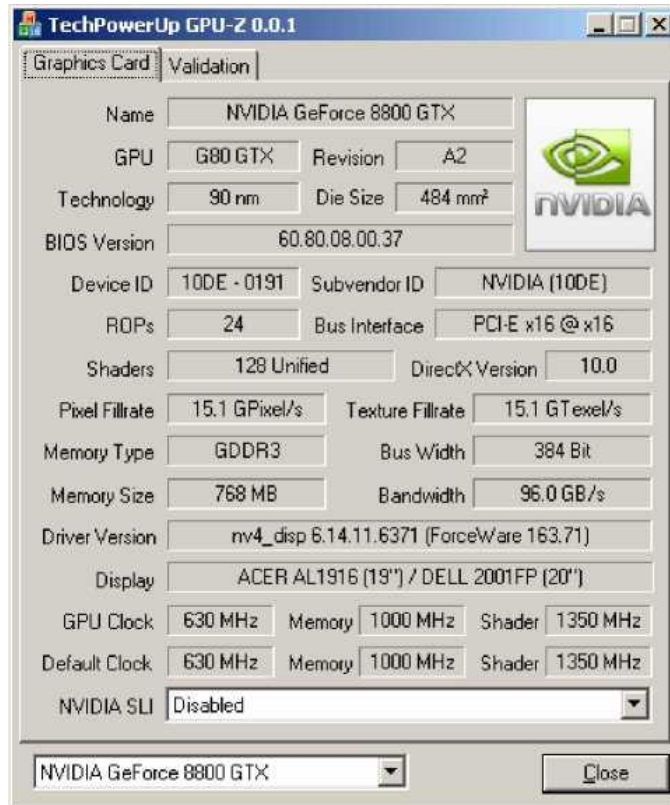


Рисунок 2.30 – Робоче вікно GPU-Z

### Діагностика монітора

Присутність спотворень зображення на моніторі можна класифікувати наступним чином:

- порушення передачі кольору;
- нечітке зображення;
- геометричні спотворення (порушення пропорцій елементів зображення).

Причина цих спотворень може полягати як у проблемі з монітором, так і в його неправильному налаштуванні.

Для діагностики й налаштування монітора можна використовувати найбільш популярну програму *Nokia Monitor Test* (рис. 2.31). Вона дозволяє наочно побачити спотворення, що виникають на моніторі, наприклад проблеми в фокусуванні та зведенні променів, порушення передачі кольору і т. д.

Після запуску програми користувачеві надається зрозуміле графічне меню інструментів для роботи з тестовими і налагоджувальними таблицями (рис. 2.32).

У робочому вікні програми на рис. 2.31 представлено зображення з декількома колами і меню програми, яке також відображено окремо на рис. 2.32 з розшифровкою призначень пунктів цього меню. Дане тестове зображення широко поширене в системі телебачення і часто транслюється телевізійними станціями перед початком і після завершення роботи телевізійного каналу для налаштування телевізійного приймача.



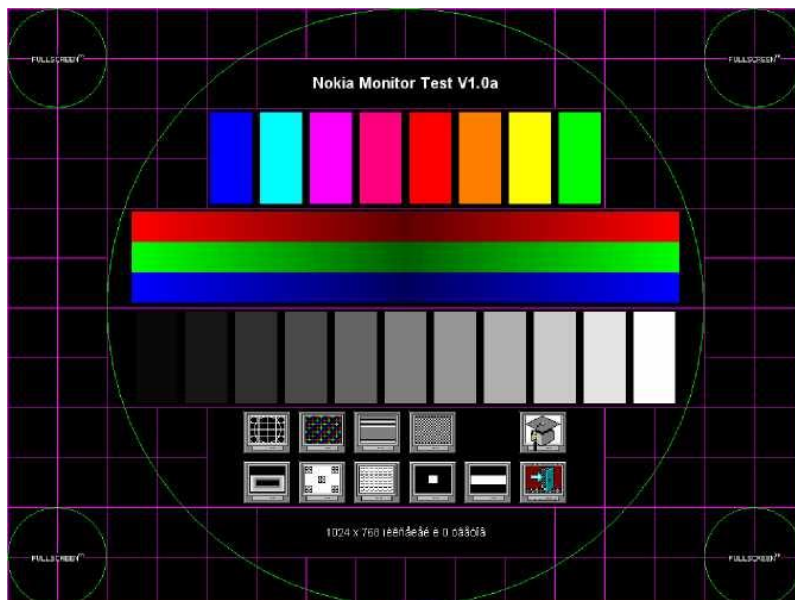


Рисунок 2.31 – Робоче вікно програми Nokia Monitor Test



Рисунок 2.32 – Меню програми Nokia Monitor Test

Якщо на екрані присутні спотворення у вигляді «подушки», «трапеції» або спостерігаються спотворення пропорцій будь-якого з кіл, то слід здійснити всі необхідні налаштування монітора. Налаштування виконується за допомогою кнопок керування налаштуванням монітора, розташованих на самому моніторі, шляхом регулювання розміру по вертикалі й горизонталі, а також інших параметрів. Якщо за допомогою регулювань не вдається встановити правильні пропорції, то це ознака апаратної несправності. Наприклад, це може бути пов'язано з системою розгортки й відхилення в моніторах з електронно-променевою трубкою. Для усунення подібного роду несправності слід звернутися до сервісного центру.

Якщо зображення на екрані нечітке (спостерігається розмитість ліній візерунка), то причиною може бути порушення фокусування або неправильне зведення променів. Для перевірки якості фокусування рекомендується натиснути кнопку *Focus* (фокусування), що призведе до виклику тесту з п'ятьма візерунками, розташованими в центрі й кутах екрана. Деякі моні-

тори містять пункт меню, що дозволяє усунути цю проблему, але в більшості випадків це є свідченням апаратної несправності монітора або старінні його електронно-променевої трубки.

Якщо на екрані спостерігаємо поділ вертикальних і горизонтальних ліній на складові лінії (червону, зелену і синю), то це свідчить про неправильне зведення променів. Дана проблема виникла відхиляючою системою монітора, і для її усунення краще звернутися в сервісний центр.

Для РК-дисплеїв частіше властива наявність «битих» пікселів. Цей дефект полягає в наявності білих точок, які постійно світяться, або чорних точок, які постійно погашені (не світяться). Подібна несправність не може бути усунена, оскільки є результатом згорілих транзисторів нерозбірної матриці монітора. Для виявлення подібного дефекту слід скористатися пунктом меню *Colors* (Кольори). Змінюючи кольори шляхом виконання клацання лівої кнопки миші, слід уважно оглядати екран по всій поверхні. Якщо, наприклад, на зеленому кольорі ви спостерігаєте чорну точку, якої немає на всіх інших кольорах, значить ви виявили зелений «битий» піксель. А якщо на чорному кольорі присутня кольорова або біла точка, то це ознака того, що одна з кольорових точок або всі три (червона, зелена і синя) не вимикаються і такий піксель буде світитися завжди.

**Примітка.** Залежно від класу монітора допустимо деяка кількість битих пікселів навіть на новому моніторі, при якому пристрій не вважається бракованим. Ця кількість зазвичай регламентується виробником. Якщо при використанні монітора кількість битих пікселів постійно зростає і заважає в роботі, то такий монітор рекомендується замінити.

### Тестування оперативної пам'яті

Оперативна пам'ять (ОЗУ) складається з  $n$ -ої кількості осередків пам'яті, які в процесі роботи використовуються для запису і читання інформації. Зважаючи на це, несправність пам'яті у вигляді несправних комірок може проявлятися тільки в разі звернення до них. Тому справна, на перший погляд, пам'ять іноді може призводити до появи різних помилок і збоїв у роботі комп'ютера.

Існує ряд програм, призначених для діагностики та оптимізації ОЗУ, серед яких розглянемо *MemTest*. Розробники даної утиліти рекомендують її використання для тестування оперативної пам'яті з метою виявлення відхилень і нестабільності роботи комп'ютера після розгону системи або зміни будь-яких параметрів пам'яті в *BIOS*. Принцип роботи *MemTest* заснований на записі даних в осередку пам'яті з подальшим їх зчитуванням через різні проміжки часу. Цей спосіб дозволяє виявляти збійні осередки пам'яті як при короткочасному зберіганні в них інформації, так і при тривалому.

Порядок тестування:

Запустіть програму *MemTest*. У результаті з'явиться вікно, представлене на рис. 2.33.



Рисунок 2.33 – Вікно програми MemTest

Залиште текст *All unused RAM* у полі *Enter magabytes of RAM to test* для тестування всього вільного простору пам'яті або змініть його на необхідний обсяг тестованого ОЗП в мегабайтах. Наприклад, введіть в діалоговому вікні число 250 для тестування 250 Мбайт оперативної пам'яті.

Натисніть кнопку *Start Testing* для початку тестування пам'яті.

У діалоговому інформаційному вікні про готовність програми до тестування натисніть кнопку ОК.

Залиште працювати програму приблизно хвилин на 20 (у залежності від обсягу ОЗУ), після чого натисніть *Stop Testing* для зупинки роботи програми.

**Примітка.** На практиці для отримання достовірного результату потрібно проводити тестування протягом декількох годин.

Проаналізуйте результат тестування, що відображається в нижній частині вікна програми.

Тестовий модуль пам'яті можна вважати працездатним, якщо кількість виявлених помилок дорівнює нулю. У разі присутності помилок рекомендується провести заміну несправного модуля пам'яті.

При наявності декількох модулів пам'яті необхідно проводити тестування кожного модуля окремо, для чого перед початком тестування слід витягти всі модулі, залишивши лише один в нульовому слоті. Після перевірки модулів окремо бажано виконати тестування всіх модулів разом.

**Примітка.** Виймання та встановлення модулів пам'яті слід виконувати лише при вимкненому живленні комп'ютера.

### Діагностика жорсткого диска

Жорсткий диск – це складний і високотехнологічний пристрій, що складається з обертових магнітних дисків, головок читання і запису, двигуна приводу дисків і схеми керування. Для забезпечення його коректної роботи використовуються системи позиціонування магнітних головок, стабілізації швидкості обертання магнітних дисків, керування струмом записи даних й ін. Керування всіма системами виробляє мікроконтролер, розта-

шований на платі керування. Мікроконтролер також виробляє самодіагностику, виправляє виникаючі помилки і забезпечує доступ до даних, що зберігаються на диску.

До жорсткого диска висуваються високі вимоги щодо його надійності, оскільки від його працездатності залежать не тільки працездатність операційної системи й застосунків, але й збереження даних на ньому. Усі сучасні жорсткі диски забезпечені технологією *S.M.A.R.T.* (*Self Monitoring, Analysis and Reporting Technology* – технологія самодіагностики, аналізу та звітності). Ця технологія призначена для підвищення надійності та безпеки даних на жорсткому диску. Сутність самодіагностики полягає в тому, що сам жорсткий диск відстежує стан своєї працездатності і здатний заздалегідь попередити користувача про своє перед аварійному стані. Це дозволить користувачеві своєчасно зробити резервну копію даних і підготуватися до заміни накопичувача.

Стан працездатності жорсткого диска оцінюється за кількома параметрами його роботи, які називаються атрибутами надійності (*attributes*). Кожен атрибут має свій номер – *ID* (ідентифікатор) і оцінюється за своїм кількісним значенням (*value*). Значення можуть змінюватися від 0 до 100 (для окремих параметрів – до 255). Чим вище поточне значення атрибута надійності, тим менше ймовірність відмови за контрольованим їм параметру.

Виробники жорстких дисків визначають мінімальне значення атрибута надійності, при якому гарантується його нормальна робота (*Threshold* – межа, поріг). При цьому атрибути діляться на критично важливі і некритично важливі. Досягнення некритично важливих атрибутів значення *Threshold* означає погіршення працездатності жорсткого диска, наприклад зменшення швидкодії. Але якщо значення критично важливих атрибутів стає нижче значення *Threshold*, то це фактично означає вихід із ладу всього накопичувача.

Для включення функції *S.M.A.R.T.* в налаштуваннях *BIOS* сучасних материнських плат присутня опція *S.M.A.R.T.*, яку потрібно перевести в значення *Enable*. При цьому слід враховувати, що включення моніторингу стану жорсткого диска вимагає витрат системних ресурсів і тому в більшості випадків цей режим за замовчуванням відключений (*Disable*).

Незважаючи на включення опції *S.M.A.R.T.*, користувач не має можливості переглядати значення атрибутів надійності, оскільки в даному випадку можна тільки отримувати попереджувальні повідомлення від системи. Для можливості перегляду значень атрибутів можна скористатися спеціальною програмою, наприклад *smartudm.exe*, яка виводить в наочному вигляді значення всіх атрибутів надійності.

Як і більшість програм, що працюють безпосередньо з апаратним забезпеченням, *smartudm.exe* працює під керуванням операційної системи *MS-DOS*, і для її запуску потрібно виконати завантаження з завантажувального диска. В якості завантажувального диска може виступати дискета або CD / DVD-диск.

Для роботи з програмою потрібно встановити завантажувальний диск і включити комп'ютер. При цьому в налаштуваннях *BIOS* в якості

першого пристрою, з якого буде проводитися завантаження, повинен бути привод читання гнучких магнітних дисків або CD / DVD-привод відповідно до типу завантажувального диска.

Після завантаження комп'ютера і запуску програми *smartud.exe* на екрані буде виведено інформацію про всі виявлені жорсткі диски в системі. Меню вибору виявлених у системі жорстких дисків представлено на рис. 2.34. Інформація про диски представлена в табличному вигляді, де *HDD Model* – модель жорсткого диска, *Size* (розмір) – місткість жорсткого диска, *Serial Number* – серійний номер, *Location* (розташування) – місце контролера, на якому підключений інтерфейсний кабель жорсткого диска (*Primary* або *Secondary*) і статус накопичувача (*Master* або *Slave*).

Використовуючи клавіші керування, слід вибрати диск, інформацію про який потрібно переглянути, і натиснути клавішу *Enter*. На екран буде виведена детальна інформація про вибраний диск, його налаштування і поточний режим роботи. Вікно результату представлено на рис. 2.35.



Рисунок 2.34 – Меню вибору дисків

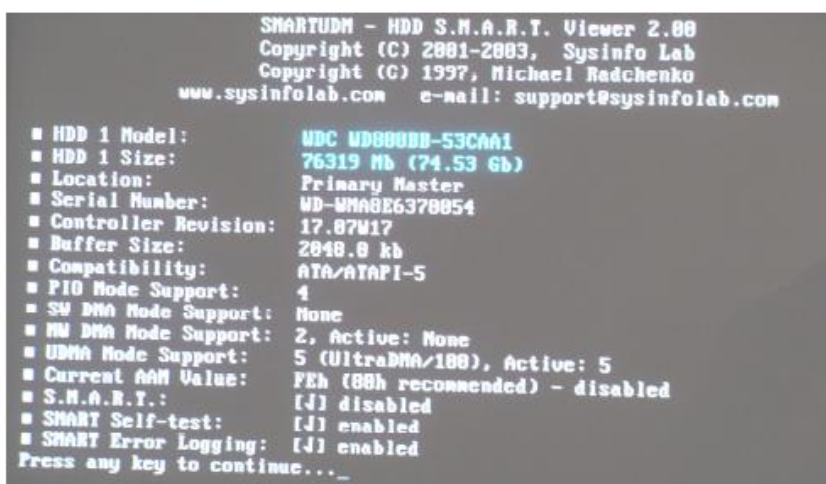


Рисунок 2.35 – Детальна інформація про диск

Усі відстежувані параметри представлені в таблиці на рисунку 2.37 із зазначенням назви атрибута (*Attribute*), його ідентифікаційного номера (*ID*), порогового значення (*Threshold*), поточного значення (*Value*), графічного індикатора поточного значення (*Indicator*), динаміки зміни атрибута в умовних одиницях на місяць (*1 / Month*) і приблизну дату досягнення атрибутом порогового значення (*TEC* – *Threshold Exceeded Condition*)

(рис. 2.36). Критично важливі атрибути відзначені символом \*. Слід зазначити, що при першому запуску програми параметр *T.E.C.* має значення *Unknown* (невідомо) і залишається таким до зміни атрибута в гірший бік. Також зустрічаються ситуації, коли для нового жорсткого диска виводиться повідомлення про його можливості виходу з ладу найближчим часом. Це пов'язано з тим, що на початковому етапі роботи жорсткого диска деякі параметри можуть різко змінювати своє значення. Але з часом значення нормалізується і дата *T.E.C.* поступово відсувається в майбутнє. Зважаючи на це, ніколи не слід покладатися на зазначення дати виходу з ладу, а краще відстежувати наближення значень атрибутів до порогового значення.

```

* T.E.C. prediction monitoring started at: 09-12-09, 13:51:04
Attribute          ID Threshold Value Indicator  1/Month  T.E.C.
-----
* Raw Read Error Rate      1    51    200  ██████████  0.0  Unknown
* Spin Up Time             3    21    98   ██████████  0.0  Unknown
Start/Stop Count         4    40    94   ██████████  0.0  Unknown
* Reallocated Sector Count 5   140   196  ██████████  0.0  Unknown
* Seek Error Rate          7    51   100  ██████████  0.0  Unknown
Power On Hours Count     9     0    81   ██████████  0.0  Unknown
* Spin Retry Count        10   51   100  ██████████  0.0  Unknown
* Recalibration Retries   11   51   98   ██████████  0.0  Unknown
Drive Power Cycle Count  12     0    95   ██████████  0.0  Unknown
Reallocation Events Count 196     0   181  ██████████  0.0  Unknown
Current Pending Sector   197     0   200  ██████████  0.0  Unknown
Uncorrectable Sector     198     0   200  ██████████  0.0  Unknown
UltraDMA CRC Error Rate  199     0   200  ██████████  0.0  Unknown
* Write Error Rate        200   51   200  ██████████  0.0  Unknown

NOTE: "*" means life-critical attribute
* T.E.C. not detected.
Press any key to continue..._

```

Рисунок 2.36 – Інформація про атрибути надійності, включені виробником до *S.M.A.R.T.*

Натискання будь-якої клавіші призводить до виведення на екран таблиці з інформацією про нормалізовані значення атрибутів (рис. 2.37). У цій таблиці в графі *Worst* (найгірший) міститься найгірше значення атрибута за весь час експлуатації. Графа *Raw* (вихідне) – нормалізоване значення атрибута. Воно обчислюється для кожного параметра по-різному, наприклад для *Reallocated Sector Count* (кількість перепризначених секторів) воно визначається в шістнадцятковому вигляді. У графі *Type* (тип) відображається тип атрибута, де:

*PR* (*Performance-related*) – атрибут, що відображає швидкісні характеристики накопичувача;

*ER* (*Error rate*) – атрибут, що враховує кількість помилок;

*EC* (*Events count*) – атрибут, що відображає кількість будь-яких подій;

*SP* (*Self-preserve*) – атрибут змінюється автоматично, незалежно від включення або виключення *S.M.A.R.T.* у налаштуваннях *BIOS*.

Attribute	ID	Threshold	Value	Worst	Raw	Type
* Raw Read Error Rate	1	51	200	165	000000000000h	ER
* Spin Up Time	3	21	98	92	00000000105Fh	PR
Start/Stop Count	4	40	94	94	0000000010F2h	EC SP
* Reallocated Sector Count	5	140	196	196	000000000038h	EC SP
* Seek Error Rate	7	51	100	253	000000000000h	ER
Power On Hours Count	9	0	01	01	000000003738h	EC SP
* Spin Retry Count	10	51	100	97	000000000000h	EC
* Recalibration Retries	11	51	98	95	000000000006h	EC
Drive Power Cycle Count	12	0	95	95	000000001616h	EC SP
Reallocation Events Count	196	0	101	101	000000000013h	EC SP
Current Pending Sector	197	0	200	200	000000000004h	EC
Uncorrectable Sector	198	0	200	200	000000000003h	EC
UltraDMA CRC Error Rate	199	0	200	253	000000000003h	ER
* Write Error Rate	200	51	200	200	000000000000h	ER

NOTE: "\*" means life-critical attribute  
Attribute types:  
PR - Performance-related      ER - Error rate  
EC - Events count                SP - Self-preserve  
Press any key to continue...

Рисунок 2.37 – Таблиця нормалізованих значень атрибутів

Для завершення роботи з програмою слід натиснути будь-яку клавішу, що призведе до виведення на екрані інформації про кількість переміщених секторів із пошкоджених областей (*Reallocated Sectors*), температуру жорсткого диска (*Current Temperature*), кількості циклів живлення (*Drive Power Cycle Count*) і пропозиції створити звіт або вийти з програми. У наведеному на рис. 2.38 прикладі, *Reallocated Sectors* = 56, *Current Temperature* – визначення температури не підтримує пристроєм і *Drive Power Cycle Count* = 5654.

```

■ Reallocated Sectors:      56
■ Current Temperature:    Not Supported
■ Drive Power Cycle Count: 5654

Warning: SMART database is not updated
Press 'R' to write report or any key to exit
_

```

Рисунок 2.38 – Пропозиція програми створити звіт і вийти з системи

Для виходу з програми можна натиснути будь-яку клавішу, крім клавіші «R». Натискання клавіші «R» призведе до запису звіту на дискету в файл з ім'ям *smartudm.rpt*, який в подальшому можна переглянути за допомогою будь-якого текстового редактора.

### Аналіз споживаної потужності ПК

Блок живлення є однією з найважливіших складових будь-якого комп'ютера. У разі якщо потужність блока живлення виявиться недостатньою, система буде працювати нестабільно. При виборі блока живлення слід враховувати такі фактори, як тип процесора, відеокарти, кількість і

тип модулів пам'яті, кількість жорстких дисків, кількість оптичних приводів, додаткових вентиляторів охолодження в корпусі й багато іншого. Однак не слід обирати блок живлення простим зіставленням зазначеної його потужності з сумарною потужністю використовуваних пристроїв. Слід звертати увагу і на допустимі межі навантаження за кожним з його виходів окремо, наприклад за гілками, що забезпечують вихідні напруги +3.3 В, +5 В, +12 В. Так, якщо в сильно розігнаний процесор, встановлено велику кількість корпусних вентиляторів, жорстких дисків й оптичних приводів, це може призвести до перевантаження виходу за напругою 12 В.

Для оцінювання споживаної потужності комп'ютерної системи і перевірки, чи підходить той чи інший блок живлення, можна використовувати програму Power Supply Calculator. Вона дозволяє виконати розрахунок споживаної потужності комп'ютера і провести правильний підбір блока живлення для певної системи. Правильний підбір блока живлення гарантує як стабільність роботи системи, так і запобігає виходу з ладу його апаратної частини. Використання програми також дозволить виявити дисбаланс навантажень на виходах блока живлення, що приводить до перекосу його вихідних напруг і виходу їх за допустимі стандартом межі.

Послідовність роботи з програмою:

1) запустити програму і натиснути в лівому нижньому кутку кнопку «+», що призведе до появи двох додаткових кнопок і інших компонентів, (вікно програми представлено на рис. 2.39);

2) натиснути кнопку *Detect CPU and Video card* для визначення типу використовуваного процесора, відеоадаптера та їхніх параметрів;

3) у розділі *Motherboard* вказати встановлену кількість модулів пам'яті, жорстких дисків, *CD / DVD-приводів*, вентиляторів і їхні споживані потужності;

4) у *Summary power* переглянути інформацію про спільну споживану потужність для зазначеної системи, а також сумарне значення струмів за кожною з напруг окремо (+3.3 В, +5 В, +12 В), у прикладі на рис. 2.39 загальна споживана потужність 166 Вт і струми 10 А, 20 А і 2 А відповідно;

5) у розділі *Power supply comparison* обрати модель встановленого в системі блока живлення і переглянути відповідність його параметрів отриманим розрахунковим. При цьому звернути увагу на виставлену програмою оцінку відповідності обраного блока живлення даній системі, що відображається у віконці поруч із назвою моделі блока живлення. Якщо для встановленого блока живлення отримана незадовільна оцінка (*Bad*), то в цьому ж списку можна підібрати відповідний блок живлення для даної системи, який дозволить отримати від програми добру оцінку (*Good*).

Програма Power Supply Calculator також дозволяє виробляти діагностику вихідних напруг у працюючій системі, яка полягає в вимірюванні напруги в режимі простою (*Under idle*) і під навантаженням процесора (*Under load*).



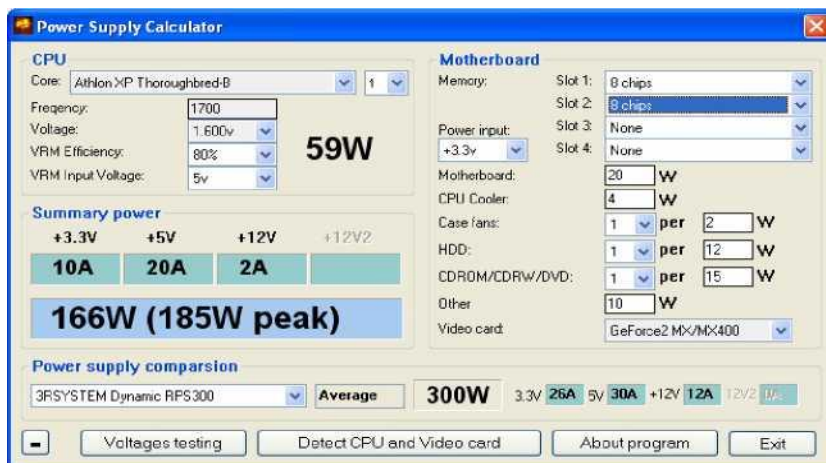


Рисунок 2.39 – Робоче вікно програми Power Supply Calculator

### Завдання

Провести діагностику й налаштування монітора, виконавши при цьому такі дії:

- 1) запустити утиліту Nokia Monitor Test;
- 2) використовуючи довідкову систему, вивчити пункти меню і їхні призначення;
- 3) викликати меню налаштування монітора, вивчити його пункти;
- 4) провести діагностику монітора й відобразити у звіті наявні спотворення;
- 5) описати послідовність дій для усунення наявних спотворень;
- 6) виконати налаштування монітора без використання опції – установка параметрів за замовчуванням.

Провести визначення службової інформації про платформу комп'ютера:

- 1) запустити утиліту CPU-Z;
- 2) вивчити подану інформацію про процесор і відобразити її у звіті у вигляді таблиці;
- 3) вивчити подану інформацію про материнську плату й оперативну пам'ять. Відобразити отримані відомості у вигляді таблиці;
- 4) запустити утиліту CPU-Z;
- 5) вивчити подану інформацію про відеосистему й відобразити її у звіті у вигляді таблиці аналогічно процесору.

Провести діагностику оперативної пам'яті:

- 1) запустити утиліту MemTest;
- 2) запустити перевірку всієї вільної пам'яті;
- 3) зупинити перевірку після закінчення п'яти хвилин і відобразити у звіті отримані результати.
- 4) виконати аналіз результатів і зробити висновки щодо працездатності оперативної пам'яті.

Провести перевірку на відповідність комп'ютерної системи встановленого блока живлення:

- 1) запустити програму Power Supply Calculator;
- 2) визначити встановлений у системі процесор і відеоадаптер;
- 3) вказати наявну в системі кількість модулів пам'яті, процесорів, жорстких дисків, CD / DVD-приводів, вентиляторів;
- 4) занести до звіту отримані результати за вихідними струмами і загальною потужністю споживання системи;
- 5) провести підбір блока живлення і виконати тестування вихідних напруг.

Результати відобразити у звіті.

### **Зміст звіту**

1. Тема, мета й завдання.
2. Хід роботи.
3. Екранні форми помилок, їх виправлення.
4. Висновки.

### **Контрольні питання**

1. Для чого необхідна діагностика основних систем персонального комп'ютера?
2. Яким чином можна визначити несправності в роботі монітора?
3. На що впливає некоректна робота відеокарти?
4. Чи впливає на продуктивність комп'ютера переповнення ОЗУ?
5. Чи можна очистити оперативну пам'ять?
6. Що впливає на енергоспоживання персонального комп'ютера?

## **2.6 Лабораторна робота 6. Розроблення програм користувача для діагностики деяких параметрів персонального комп'ютера**

**Мета:** познайомитися з можливістю розроблення програм користувача, що дозволяють виконувати аналіз і діагностику персонального комп'ютера.

### **Теоретичні відомості**

Для розроблення програмного забезпечення, що виконує аналіз працездатності персонального комп'ютера, можна використовувати будь-яку мову і будь-яке середовище розроблення, у тому числі *C++ Builder*, *Delphi* тощо. Для отримання відомостей про комп'ютерну систему можна використовувати як стандартні функції *Win API*, так і дані, що зберігаються в реєстрі.

Розглянемо приклади створення програмного забезпечення, що дозволяє виконувати аналіз і діагностику деяких параметрів персонального комп'ютера. Як середовище розроблення використовуватимемо *C++ Builder*.

### Визначення параметрів BIOS

Розглянемо приклад програми, яка визначає дату і версію *BIOS*. Продемонструємо в цьому прикладі роботу з системним реєстром, зокрема, виконаємо читання цікавої для нас інформації з відповідних ключів реєстру.

Відомості про *BIOS* материнської плати і відеокарту зберігаються в ключах реєстру розділу *HKEY\_LOCAL\_MACHINE\HARDWARE\DESCRIPTION\System*. У цьому розділі, зокрема, зберігаються параметри, представлені в табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Параметри розділу реєстру

Параметр	Тип даних	Опис
<i>SystemBiosDate</i>	Строковий (один рядок)	дата <i>BIOS</i>
<i>SystemBiosVersion</i>	Строковий (декілька рядків)	версія <i>BIOS</i>
<i>VideoBiosDate</i>	Строковий (один рядок)	дата відеоадаптера
<i>VideoBiosVersion</i>	Строковий (декілька рядків)	версія <i>BIOS</i> відеоадаптера

Запустимо *C++ Builder* і розмістимо на формі чотири компоненти *Label*, встановивши їхні властивості відповідно до табл. 2.5.

Таблиця 2.5 – Значення властивостей компонентів

Ім'я компонента	Властивість	Значення
<i>Form1</i>	<i>Caption</i>	Інформація про <i>BIOS</i>
<i>Label1</i>	<i>Caption</i>	Дата:
<i>Label2</i>	<i>Caption</i>	Версія:
<i>Label3</i>	<i>Caption</i>	?
<i>Label4</i>	<i>Caption</i>	?

Вікно форми проєкту набуде такого вигляду (рис. 2.40).

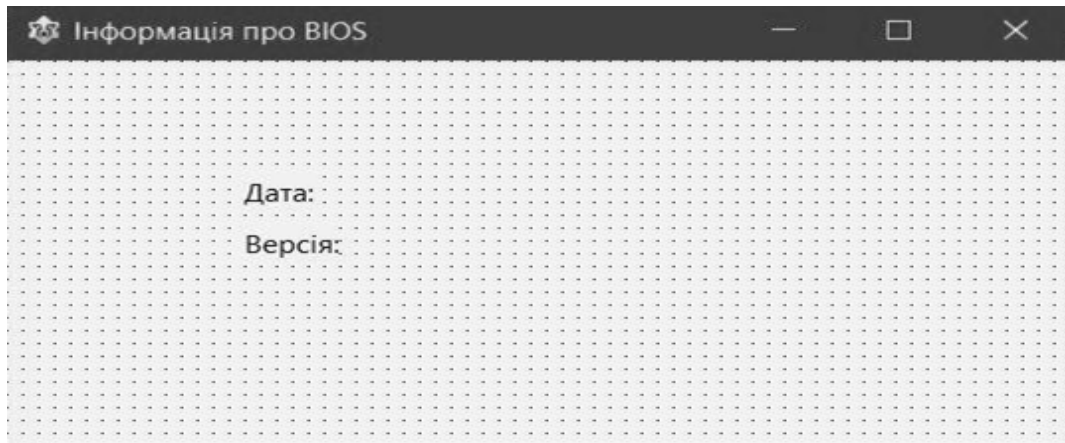


Рисунок 2.40 – Вікно форми проєкту визначення параметрів BIOS

Створимо обробник події для методу *FormCreate*, що дозволить виконувати визначення параметрів у процесі запуску даної програми. Приклад вихідного коду має такий вигляд:

```
void fastcall TForm1::FormCreate(TObject *Sender)
{
    TRegistry *reg; // вказівник для роботи з ключами реєстру
    AnsiString S = "Unknown";
    char buff[255];
    int nchar, i;
    reg = new TRegistry;
    // обираємо цікавий кореневий розділ reg->RootKey =
    HKEY_LOCAL_MACHINE;
    // відкриваємо цікавий для нас ключ обраного кореневого розділу if
    (reg->OpenKey("HARDWARE\\DESCRIPTION\\System",false))
    {
        // виконуємо читання цікавих для нас параметрів
        Label3->Caption = reg->ReadString("SystemBiosDate");
        nchar = reg->ReadBinaryData("SystemBiosVersion", buff, 256)-1;
        S = "";
        for (i=0; i<=nchar; i++) if (buff[i]!=0) S = S + " ";
        else S = S + buff[i];
        Label4->Caption = S;
        // закриваємо відкритий раніше ключ reg->CloseKey();
    }
    delete reg;
}
```

У наведеному прикладі для читання даних із системного реєстру використовувався клас *TRegistry*, для роботи якого необхідно підключити відповідну бібліотеку (`#include <registry.hpp>`). Вікно робочого проєкту представлено на рис. 2.41.



Рисунок 2.41 – Вікно параметрів системи BIOS

Слід зазначити, що розглянутий приклад визначення параметрів BIOS буде працювати тільки з *Windows NT/2000/XP/2003* і вище. Для роботи з більш ранніми версіями ОС *Windows 9.x* потрібно виконувати читання відомостей безпосередньо з BIOS.

Для програмного визначення версії ОС *Windows* можна використовувати функцію *GetVersion*, приклад використання якої наведено в наступному фрагменті коду:

```
if (GetVersion() < 0x80000000) ShowMessage("ОС Windows NT"); else
ShowMessage("ОС Windows 9.x");
```

### Визначення параметрів відеосистеми

Створимо новий проєкт у *C++ Builder* і розмістимо на формі чотири компоненти *Label*, за допомогою яких відобразимо цікаву для нас інформацію.

Створимо оброблювач події *FormCreate* такого вигляду:

```
voidfastcall TForm1::FormCreate(TObject *Sender)
{
long int BPP,CP,VR; double TC;
AnsiString sBPP;
OSVERSIONINFO OV; // структура, що зберігає інформацію про версії ОС
// визначення роздільної здатності екрану
Label1->Caption = "Роздільна здатність екрану: "+IntToStr(Screen->Width)+
" x " + IntToStr(Screen->Height) ;
// визначення якості передачі кольору
BPP=GetDeviceCaps(Form1->Canvas->Handle,BITSPIXEL);
CP=GetDeviceCaps(Form1->Canvas->Handle,PLANES);
TC=pow(pow(2,BPP),CP);
switch (BPP)
case 4: sBPP = " (16 Color)"; break;
case 8: sBPP = " (256 Color)"; break;
case 16: sBPP = " (High Color)"; break; case 24, 32: sBPP = " (True
Color)"; break;
```

```

}
Label2->Caption="^MT на піксель: "+IntToStr(BPP)+sBPP; if (TC<3)
{
Label3->Caption=" Монохромний дисплей ";
}
else
{
Label3->Caption=" Кількість кольорів:"+FloatToStr(TC);
}
// визначення частоти оновлення екрану
OV.dwOSVersionInfoSize=sizeof(OV);
GetVersionEx(&OV);
if (OV.dwPlatformId==VER_PLATFORM_WIN32_NT)
{
VR=GetDeviceCaps(Form1->Canvas->Handle,VREFRESH);    Label4-
>Caption="Частота розгортки:"+IntToStr(VR)+" Гц";
}
else
{
Label4->Caption="Частота розгортки не визначається в даній ОС";
}
}
}

```

Після запуску програми вікно програми буде мати вигляд, представлений на рис. 2.42.



Рисунок 2.42 – Вікно проєкту з інформацією про відеосистему

Для отримання роздільної здатності екрану використовується глобальна змінна *Screen*. Вона являє собою вказівник на екземпляр класу *TScreen* і надає доступ до властивостей *Width* і *Height*. Значення властивості *Width* містить ширину екрану в пікселях, а значення властивості *Height* – його висоту в пікселях.

```

Label1->Caption = IntToStr(Screen->Width) + " x " +
IntToStr(Screen->Height);

```

Визначення якості передачі кольору і частоти кадрової розгортки виконується за допомогою *Windows API* функції *GetDeviceCaps*, що використовує в якості вхідного параметра контекст графічного пристрою (яким є екран). У даному прикладі ми скористалися звичайною формою *VCL* для доступу до цього контексту, використовуючи її властивість *Canvas*.

В якості другого параметра цієї функції використовується іменована ціла константа, у залежності від значення якої повертається одне зі значень, пов'язаних із параметрами графічного пристрою. У даному випадку нас цікавить кольорова роздільна здатність у бітах на піксель і кількість підтримуваних системою кольорів. Останнє залежить від кількості відтінків кольору. Кількість відтінків дорівнює 2 у степені, що дорівнює кольоровій роздільній здатності в бітах на піксель. Кількість же підтримуваних системою кольорів дорівнює кількості відтінків, зведеної у степінь, рівний кількості колірних площин. Отже, для обчислення кількості підтримуваних кольорів, ми двічі викликали функцію *GetDeviceCaps*. Один раз для отримання інформації про кольорову роздільну здатність, інший – про кількість кольорових площин.

Функція *GetDeviceCaps* має такий вигляд:

```
int GetDeviceCaps (  
    HDC hdc,    // дескриптор DC  
    int nIndex // індекс дії  
);
```

Для розв'язання нашої задачі в якості індексу дії використовувалися такі параметри:

*BITSPIXEL* – кількість суміжних кольорових бітів для кожного пікселя;  
*PLANES* – кількість кольорових площин;  
*VREFRESH* – частота кадрової розгортки в герцах (Гц).

Для ознайомлення з повним списком параметрів функції можна скористатися довідковою системою.

### Інформація про диски

Інформація про стан диска досить актуальна для користувачів персонального комп'ютера. Брак дискового простору – одна з проблем, які найбільш часто зустрічаються і з якою стикаються користувачі. З огляду на те, що під час роботи *ОС Windows* створює тимчасові файли на диску, а також вивантажує інформацію з оперативної пам'яті на диск у файл підкачки, недостатній обсяг вільного простору може призводити як до уповільнення в роботі системи, так і до її збоїв. Крім інформації про обсяг, існують й інші параметри, наприклад серійний номер тому, використовувана файлова система тощо.

Створимо проєкт, що виконує читання інформації про диски. На формі застосунку встановимо компонент *DriveComboBox* із закладки *Win 3.1*, а також кілька компонентів *Label* для відображення отриманої інформації

про диск. Створимо подію *OnChange* компонента *DriveComboBox1*, де здійснюється виклик функції *UpdateDisk*:

```
voidfastcall TForm1::DriveComboBox1Change(TObject *Sender)
{
UpdateDisk();
}
```

Функція *UpdateDisk* оголошена в розділі *public* класу *TForm1* таким чином:

```
public: // User declarations
voidfastcall UpdateDisk();
```

За допомогою цієї функції і визначаються цікаві для нас параметри обраного диска: ім'я тому, серійний номер і т. д. (див. рис. 2.43). Функція має такий вигляд:

```
voidfastcall TForm1::UpdateDisk()
{
DWORD VolSN,MaxCompLen,FSFlags, FC,SPC,BPS,NC; char
VolName[255],FSName[100];
// формування імені диска
AnsiString S=UpperCase(DriveComboBox1->Drive)+":\\"; Label1-
>Caption=S;
// виклик функції для читання інформації про диск
if
(GetVolumeInformation(S.c_str(),VolName,255,&VolSN,&MaxCompLen,
&FSFlags,FSName,100))
{
// виведення відомостей про диск
Label2->Caption="ММН тому: "+AnsiString(VolName); Label3-
>Caption="Серійний номер:"+IntToHex(HIWORD(VolSN),4)+'-'
+IntToHex(LOWORD(VolSN),4);
Label4->Caption="^a^noBaH система: "+AnsiString(FSName);
// виклик функції для отримання інформації про кластери і сектори
if(GetDiskFreeSpace(S.c_str(), &SPC,&FC,&BPS,&NC))
{
// розрахунок і виведення відомостей про вільний простір диска
Label5->Caption=" Вільно:"+IntToStr(SPC*FC*BPS)+ " байт ("
+IntToStr((SPC*FC*BPS)/1024/1024)+"]ffi)"; Label6->Caption=" Кі-
лькість байтів у секторі: "+IntToStr(FC); Label7->Caption=" Кількість
секторів у кластері:"
+IntToStr(SPC);
}
}
```



```

else
{
// реакція програми в разі неготовності диска Label2-
>Caption="МСК не готовий"; Label3->Caption=""; Label4->Caption="";
Label5->Caption=""; Label6->Caption=""; Label7->Caption="";
}
}

```

Для отримання інформації про диск використовується *Windows API* функція *GetVolumeInformation*. Ця функція повертає інформацію про ім'я тому, серійний номер, а також характеристики його файлової системи і має такі параметри:

змінна *S* – ім'я диска, інформацію про який потрібно отримати;

*VolName* – буфер, в який буде поміщено ім'я тому диска (мітка диска);

255 – розмір буфера для імені тому диска;

*&VolSN* – адреса змінної, в яку буде записаний серійний номер;

*&MaxCompLen* – адреса змінної, в яку буде записано максимальне значення шляху, підтримуване файловою системою диска;

*&FSFlags* – адреса змінної, в якій знаходяться прапори файлової системи. Може бути присутня будь-яка комбінація прапорів, що дозволяють визначити деякі властивості файлової системи (чутливість до реєстру імен файлів, підтримка імен в *UNICODE*, підтримка компресії на рівні файлів тощо);

*FSName* – буфер, в який буде поміщено ім'я файлової системи;

100 – розмір буфера для імені файлової системи.

Після виведення отриманої інформації викликається ще одна функція – *GetDiskFreeSpace*. Вона повертає інформацію про кількість кластерів і секторів, а також про їхні розміри, для зазначеного диска. Функція має такі параметри:

— змінна *s* – ім'я диска, інформацію про який треба отримати;

— *&SPC* – адреса змінної, в яку буде записано кількість секторів у кластері;

— *&FC* – адреса змінної, в яку буде записано кількість байтів у кластері;

— *&BPS* – адреса змінної, в яку буде записано кількість вільних кластерів;

— *&NC* – адреса змінної, в яку буде записано загальна кількість кластерів.

На основі отриманої інформації можна зробити розрахунок наявного вільного простору на диску. Робоче вікно програми представлено на рис. 2.43.

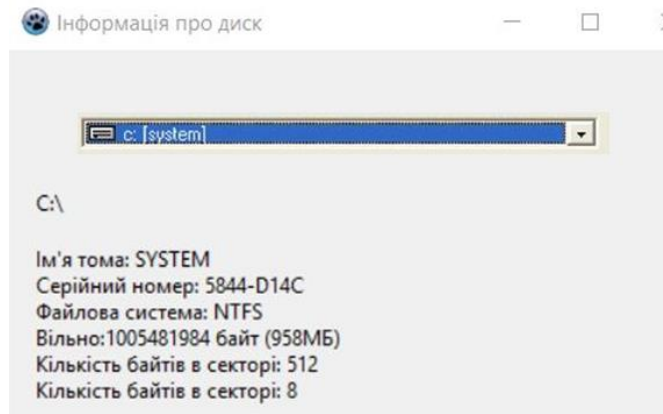


Рисунок 2.43 – Вікно робочого проєкту з інформацією про диск

У робочому застосунку можемо обирати пристрій із списку доступних пристроїв і отримувати інформацію про його параметри.

### Оперативна пам'ять системи

Будь-яке програмне забезпечення, запущене на комп'ютері, вимагає для своєї роботи певну кількість пам'яті. Зважаючи на це обсяг оперативної пам'яті відіграє велику роль, і його нестача може погано відбиватися на продуктивності комп'ютера в цілому. Тому при установленні програм слід звертати увагу на їхні вимоги до мінімально доступного обсягу оперативної пам'яті.

Для збільшення доступного обсягу оперативної пам'яті ОС Windows використовує дисковий простір, вивантажуючи на нього не використовуваний в даний момент блоки оперативної пам'яті. Це дозволяє звільнити програмі необхідні мегабайти. Вивантажена оперативна пам'ять називається віртуальною, а область на жорсткому диску, яка використовується для зберігання віртуальної пам'яті, називається файлом підкачки.

Розробимо програму, що дозволяє визначати загальний і вільний обсяг як оперативної, так і віртуальної пам'яті, які може виділити ОС Windows.

У новому проєкті розмістимо на формі дев'ять компонентів *Label*, три компоненти *Bevel* із закладки *Additional*, два *CGauge* – із закладки *Samples* і один *Timer* із закладки *System*. Розташуємо *Bevel* таким чином, щоб вони організували дві смуги для візуального розділення інформації про оперативну пам'ять і про файли підкачки. Інші компоненти розмістимо так, щоб в кожній з смуг знаходилося по чотири *Label* і одному *CGauge*. Значення властивостей компонентів зведемо в таблицю (табл. 2.6).

Перейдемо до редактора коду й створимо функцію *GetMemoryInfo*, яка буде визначати стан оперативної пам'яті. Код функції має такий вигляд:

```
voidfastcall TForm1::GetMemoryInfo()
{
    TMemoryStatus MemInfo;
    MemInfo.dwLength = sizeof(MemInfo);
    GlobalMemoryStatus(&MemInfo);
}
```

```

// загальний обсяг фізичної пам'яті Label6->Caption =
IntToStr(MemInfo.dwTotalPhys / 1024) + " К"; // доступний обсяг фізичної
пам'яті Label7->Caption = IntToStr(MemInfo.dwAvailPhys / 1024) + " К"; //
загальний обсяг файлу підкачки
Label8->Caption = IntToStr(MemInfo.dwTotalPageFile/1024) + " К";
//доступний обсяг файлу підкачки Label9->Caption =
IntToStr(MemInfo.dwAvailPageFile/1024) + " К"; // графічне відображення
використання фізичної пам'яті CGauge1->Progress =
MemInfo.dwAvailPhys / (MemInfo.dwTotalPhys / 100);
// графічне відображення використання файлу підкачки CGauge2-
>Progress =
MemInfo.dwAvailPageFile / (MemInfo.dwTotalPageFile / 100); // якщо
значення доступної пам'яті занадто мале (критично), то змінюємо колір
на червоний
if (CGauge1->Progress < 5) CGauge1->ForeColor = clRed;
else CGauge1->ForeColor = clActiveCaption; if (CGauge2->Progress < 20)
CGauge2->ForeColor = clRed; else CGauge2->ForeColor = clActiveCaption;
}

```

Розмістимо виклик даної функції в обробнику *Timer*, для того щоб програма виконувала постійне стеження за зміною стану оперативної пам'яті. Код обробника має вигляд:

```

voidfastcall TForm1::Timer1Timer(TObject *Sender)
{
GetMemoryInfo();
}

```

Функцію *GetMemoryInfo* зробимо методом класу *TForm1*, для чого заголовок цієї функції розмістимо в розділі *public*:

```

public: // User declarations voidfastcall GetMemoryInfo();

```

Таблиця 2.6 – Значення властивостей компонентів

Ім'я компонента	Властивість	Значення
<i>Form1</i>	<i>Caption</i>	Пам'ять персонального комп'ютера
<i>Bevell, Bevel2, Bevel3</i>	<i>Shape</i>	<i>bsTopLine</i>
<i>CGaugel, CGauge2</i>	<i>Kind</i>	<i>gkPie</i>
<i>LabelN1</i>	<i>Caption</i>	Інформація про використання пам'яті
<i>LabelN2</i>	<i>Caption</i>	Повна фізична пам'ять
<i>LabelN3</i>	<i>Caption</i>	Доступна фізична пам'ять
<i>LabelN4</i>	<i>Caption</i>	Загальний розмір файлу підкачки
<i>LabelN5</i>	<i>Caption</i>	Доступний розмір файлу підкачки

Вікно форми проєкту набуде вигляду, зображеного на рис. 2.44.



Рисунок 2.44 – Вікно макета проєкту роботи з пам'яттю

Слід зазначити, що в розглянутому прикладі знову продемонстровано використання *Windows* API-функцій, які широко застосовуються в розробках діагностичного програмного забезпечення. Зокрема, для визначення стану пам'яті використовується API-функція *GlobalMemoryStatus*.

У другому рядку нашої програми заповнюється властивість *dwLength* структури *MemInfo*, яка має тип *TMemoryStatus*. Після цього викликається *Windows* API-функція *GlobalMemoryStatus*, якій потрібно передати адресу структури. Функція заповнює всі поля структури оперативною інформацією. У результаті цього ми маємо в структурі *MemInfo* всю необхідну інформацію про стан пам'яті (в байтах): *dwTotalPhys* – фізична оперативна пам'ять всього комп'ютера; *dwAvailPhys* – доступна оперативна пам'ять; *dwTotalPageFile* – загальний розмір файлу підкачки; *dwAvailPageFile* – доступний розмір файлу підкачки.

Вікно робочої програми з визначення стану оперативної пам'яті системи представлено на рис. 2.45.



Рисунок 2.45 – Вікно програми, що відображає стан ОЗУ

## Визначення частоти процесора в режимі реального часу

Розглянемо приклад програми, здатної визначати частоту роботи процесора. Для цього створимо в *C++ Builder* новий проєкт. На формі встановимо два компоненти *Label* і дві кнопки *Button*. Значення властивостей компонентів наведені в табл. 2.7, а вікно робочого проєкту – на рис. 2.46.

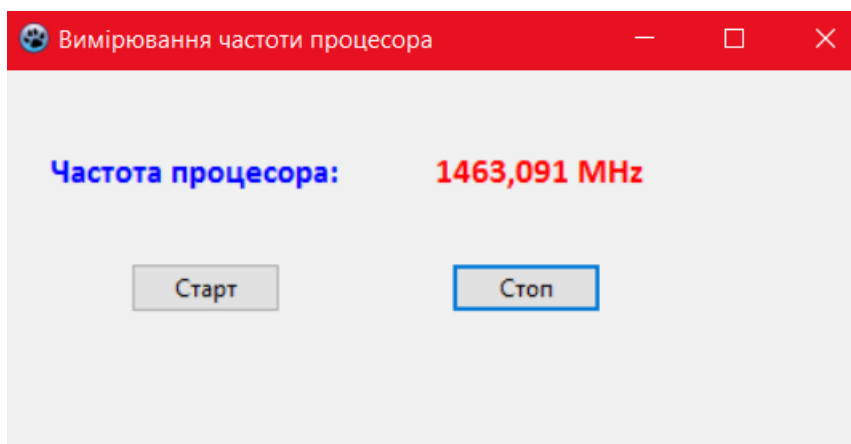


Рисунок 2.46 – Вікно програми вимірювання частоти процесора

Таблиця 2.7 – Значення властивостей компонентів

Ім'я компонента	Властивість	Значення
<i>Form1</i>	<i>Caption</i>	Вимірювання частоти процесора
<i>Label1</i>	<i>Caption</i>	Частота процесора:
<i>Label2</i>	<i>Caption</i>	?MHz
<i>Button1</i>	<i>Caption</i>	Старт
<i>Button2</i>	<i>Caption</i>	Стоп
	<i>Enabled</i>	<i>false</i>

У обробнику події натискання кнопки Старт введемо такий код:

```
bool Stop;// глобальна змінна керування запуском і зупинкою
voidfastcall TForm1::Button1Click(TObject *Sender)
{
    Button1->Enabled = false;
    Button2->Enabled = true;
    Stop = false; while (!Stop)
    {
        Label2->Caption = FormatFloat("0.000",GetCPUSpeed())+" MHz";
Application->ProcessMessages();
    }
    Button1->Enabled = true;
    Button2->Enabled = false;
}
```

Для запуску визначення частоти процесора слід натиснути кнопку *Старт*, а для зупинки – кнопку *Стоп*, обробник події якої має такий вигляд:

```
voidfastcall TForm1::Button2Click(TObject *Sender)
{
    Stop = true;
}
```

Цикл *while*, в *Button1Click*, виконується до тих пір, поки глобальна змінна *Stop* не набуде значення *true*. У середині даного циклу розташовані два рядки операторів. У першому викликається функція *GetCPUSpeed*, за допомогою якої і визначається частота процесора. У другому рядку викликається метод *ProcessMessages*, який дозволяє перехоплювати події, зокрема натискання кнопки *Стоп*.

Уявімо програмний код функції *GetCPUSpeed*:

```
double GetCPUSpeed()
{
    const DelayTime = 500; // час вимірювання в мілісекундах
    DWORD TimerHi, TimerLo;
    int PriorityClass, Priority;
    // отримання вихідних значень пріоритетів PriorityClass =
    GetPriorityClass(GetCurrentProcess);
    Priority = GetThreadPriority(GetCurrentThread);
    // зміна значень пріоритетів
    SetPriorityClass(GetCurrentProcess,    REALTIME_PRIORITY_CLASS)
    SetThreadPriority(GetCurrentThread,
        THREAD_PRIORITY_TIME_CRITICAL
    Sleep(10);
    {
        dw 310Fh
        mov TimerLo, eax mov TimerHi, edx
    }
    Sleep(DelayTime);
    asm
    {
        dw 310Fh sub eax, TimerLo sbb edx, TimerHi mov TimerLo, eax mov
    TimerHi, edx
    }
    // установка пріоритетів у початкове значення
    SetThreadPriority(GetCurrentThread,    Priority);
    SetPriorityClass(GetCurrentProcess, PriorityClass);
    return TimerLo / (1000.0 * DelayTime);
}
```

На самому початку записуються поточні пріоритети потоків за допомогою функцій *GetPriorityClass* і *GetThreadPriority*. Потім значення пріоритетів змінюються на максимальні за допомогою функцій *SetPriorityClass* і *SetThreadPriority*. Для одного з них встановлюємо пріоритет реального часу – *REALTIME\_PRIORITY\_CLASS*, а для іншого – критичний до часу пріоритет *THREAD\_PRIORITY\_TIME\_CRITICAL*. Ці дії необхідні для отримання нашою програмою всіх ресурсів комп'ютера.

Після встановлення пріоритетів виконується затримка в 10 мс за допомогою виклику функції *Sleep*, з тим щоб змінені пріоритети вступили в силу.

Потім починається сам процес вимірювання частоти, він виконується за допомогою двох вставок асемблерного коду, між якими відбувається затримка на період, зазначений у константі *DelayTime*. За допомогою асемблерних вставок вимірюється робота таймера процесора за інтервал часу, зазначений у *DelayTime*.

Після вимірювання роботи таймера значення пріоритету класу і потоку відновлюються в вихідні значення. Це необхідно у зв'язку з тим, що критичний до часу пріоритет і пріоритет реального часу віддають програмі усі ресурси, а за замовчуванням на такому пріоритеті працює тільки ядро ОС *Windows* і деякі особливо критичні застосунки. Якщо програма буде постійно працювати з такими високими пріоритетами, то вона може конфліктувати з ядром і викликати збій в роботі операційної системи. Саме тому бажано отримувати всі ресурси ОС *Windows* тільки на короткий проміжок часу.

У процесі роботи програми при виконанні вимірювань може спостерігатися деяка зміна частоти. Це явище нормальне і пояснюється тим, що багато процесорів можуть самі регулювати свою частоту в залежності від температури та інших параметрів.

### **Визначення завантаження процесора**

Для визначення завантаження процесора скористаємося середовищем розроблення *Delphi*. Створимо в ньому проєкт і встановимо на формі компонент *Chart* із закладки *Additional* і *Timer* із закладки *System*. На *Chart* додамо вісім *Series*, а у таймера встановимо властивість *Enable* рівною *true*, щоб після старту програми він одразу ж почав виконувати код, що знаходиться обробнику. Форма проєкту набуде такого вигляду (рис. 2.47).

Створимо оброблювач події *OnTimer* для компонента *Timer*:

```
procedure TForm1.Timer1Timer(Sender: TObject); var
i:Integer;
begin
CollectCPUData; for i:=0 to GetCPUCount-1 do begin
if Chart1.Series[i].Count>20 then
```

```

Chart1.Series[i].Delete(0);
GetCPUUsage(i)*100,
Format('%5.2f%%',[GetCPUUsage(i)*100]));
end;
end;

```

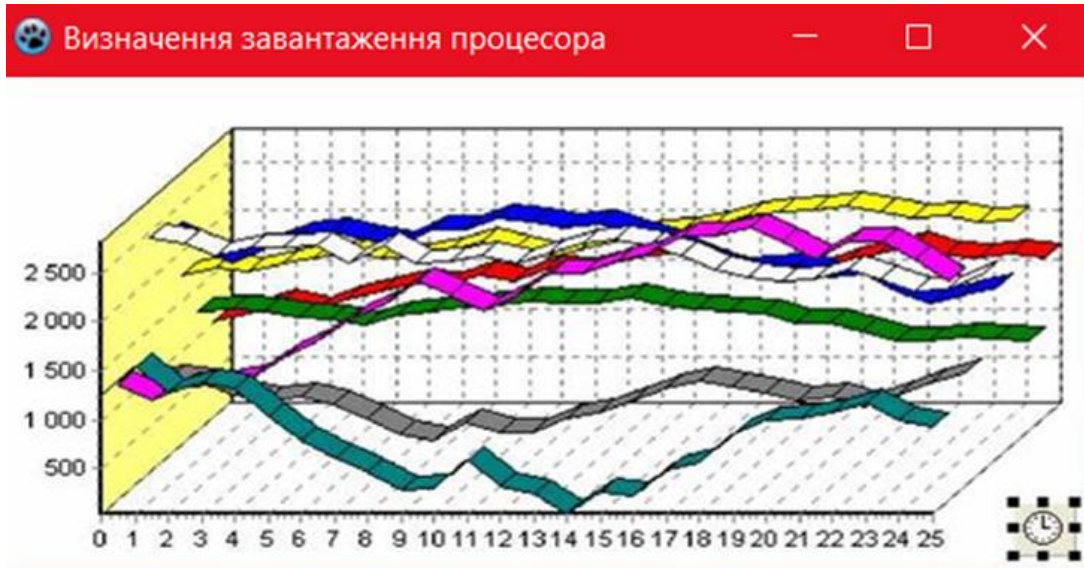


Рисунок 2.47 – Форма проєкту визначення завантаження процесора

Код процедури виробляє виклик трьох функцій *CollectCPUData*, *GetCPUCount* і *GetCPUUsage*. Дані функції описані в модулі *adCpuUsage*, і для звернення до них потрібно додати даний модуль у розділ *uses*.

На самому початку процедури викликається функція *CollectCPUData*, яка отримує дані про завантаження процесора, після чого відбувається запуск циклу від 0 до кількості процесорів, встановлених на комп'ютері. У більшості стандартних конфігурацій на комп'ютері встановлений тільки один процесор, але цей приклад більш універсальний і здатний працювати на серверах, де процесорів може бути два і більше.

У циклі контролюється тільки двадцять поточних значень завантаження процесора. Це значення дається нам в частках (від нуля до одиниці), тому потрібно помножити на 100, щоб отримати відсоткове співвідношення.

На рис. 2.48 представлено вікно форми робочого проєкту.

Після запуску програми на графіку буде відображатися поточна завантаженість процесора. Щоб побачити реакцію процесора на події в системі, виконайте наприклад, швидке переміщення курсору маніпулятора миші, на графіку тут же відбудеться відображення реакції процесора на ваші дії у вигляді догляду кривої вгору. Для збільшення завантаження процесора можна провести запуск деяких застосунків, наприклад *Microsoft Word*, *C++ Builder* тощо.





Рисунок 2.48 – Визначення завантаження процесора

Цей приклад, на відміну від попередніх, реалізований у *Delphi*, що зайвий раз підкреслює можливість написання програм діагностики практично в будь-якій сучасній середовищі програмування.

Усі представлені приклади можна об'єднати в єдине ціле, створивши новий застосунок. У новому проєкті розмістимо на формі *PageControl* з закладки *Win32* і додамо на ньому кілька вкладок (*New Page*). Реалізуємо на кожній із вкладок один із розглянутих застосунків. Таким чином створимо власний програмний комплекс для діагностики деяких найбільш важливих характеристик персонального комп'ютера. Приклад робочого варіанту програми представлений на рис. 2.49.



Рисунок 2.49 – Програмний комплекс діагностики ПК

### Завдання

Розробити програмне забезпечення, яке виконує аналіз і діагностику персонального комп'ютера відповідно до завдання табл. 2.8. Як номер варіанта використовувати порядковий номер журналу групи.

Таблиця 2.8 – Індивідуальне домашнє завдання

№ варіанта	Завдання
1–8	Визначення параметрів BIOS (дата і версія) Визначення частоти процесора
9–16	Визначення параметрів відеосистеми Аналіз завантаження процесора
17–24	Отримання відомостей про диск Визначення частоти процесора
25–30	Отримання відомостей про оперативну пам'ять Аналіз завантаження процесора

### Зміст звіту

1. Тема, мета і завдання.
2. Хід роботи.
3. Розрахунок вартості програмного продукту.
4. Екранні форми й зміст слайдів.
5. Висновки.

### Контрольні питання

1. Де в ОС Windows зберігаються відомості про систему?
2. Як називається набір Windows функцій, за допомогою яких можна отримати відомості про деякі компоненти комп'ютерної системи?
3. Призначення функції GlobalMemoryStatus.
4. Параметри функції GetVolumeInformation і її призначення.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Матвієнко, М. П. Архітектура комп'ютера : навчальний посібник / М. П. Матвієнко, В. П. Розен, О. М. Закладний. – К. : Ліра, 2013. – 264 с.
2. Мельник, А. О. Архітектура комп'ютера: підручник / А. О. Мельник. – Луцьк : Волинська обласна друкарня, 2008. – 470 с.
3. Нортон, П. Внутрішній світ персональних комп'ютерів ; пер. з англ. / П. Нортон, Д. М. Гудмен. – К. : Діасофт, 2003.
4. Палагин, А. В. Системна інтеграція засобів комп'ютерної техніки : монографія / А. В. Палагин, Ю. С. Яковлев. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2005. – 680 с.
5. Рябенський, В. М. Цифрова схемотехніка : навч. посібник / Рябенський В. М., Жуйков В. Я., Гулий В. Д. – Львів : Новий світ – 2000, 2009. – 736 с.
6. Валецька, Т. М. Комп'ютерні мережі. Апаратні засоби : навчальний посібник / Валецька Т. М. – К. : Центр навчальної літератури, 2007. – 208 с.
7. Поворознюк, А. И. Архитектура компьютеров. Архитектура микропроцессорного ядра и системных устройств : учеб. пособие / Поворознюк А. И. – Ч. 1. – Харьков : Торнадо, 2004. – 355 с.
8. Тарарака, В. Д. Основы вычислительной техники и программирование. – Ч. 2. Основы вычислительной техники : учебное пособие / Тарарака В. Д. – Житомир : ЖВУРЭ ПВО, 1992. – 500 с.
9. Тарарака, В. Д. Обчислювальна техніка. – Ч. I. Основи побудови ЕОМ : навчальний посібник / Тарарака В. Д. – Житомир : ЖВІРЕ, 2003. – 348 с.
10. Тарарака В. Д. Обчислювальна техніка. – Ч. II. Апаратні засоби персональних комп'ютерів : навчальний посібник / Тарарака В. Д. – Житомир : ЖВІРЕ, 2004. – 308 с.

*Навчальне видання*

**НЕЧВОЛОДА Людмила Володимирівна,  
РЕШЕТНЯК Тетяна Вікторівна,  
Сташкевич Ігор Ігорович**

# **АРХІТЕКТУРА ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ**

**Навчальний посібник**

**для здобувачів вищої освіти спеціальностей**

**124 «Системний аналіз», 126 «Інформаційні системи та технології»**

Редагування, комп'ютерне верстання

Я. О. Бершацька

6/2023. Формат 60 × 84/16.

Ум. друк. арк. 11,78. Обл.-вид. арк. 17,19.

Тираж 50 прим. Зам. № 6.

Видавець і виготовник

Донбаська державна машинобудівна академія  
84313, м. Краматорськ, вул. Академічна, 72.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи

ДК № 1633 от 24.12.2003