

**ГЛУХІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
імені Олександра Довженка**



# **БУДОВА ПЕРСОНАЛЬНОГО КОМП'ЮТЕРА**

**НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК  
ДЛЯ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ ПРИРОДНИЧОЇ,  
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНОЇ ОСВІТИ  
ТА ІНФОРМАТИКИ**

**Кухарчук Р.П.  
Рябко А.В.**

**Глухів-2026**

**УДК 004.38 (075.8)**  
**К95**

*Рекомендовано до друку вченою радою Глухівського національного педагогічного університету імені Олександра Довженка  
(протокол № 9 від 25.03.2026 р.)*

**Рецензенти:**

**Луценко Г.В.** – доктор педагогічних наук, професор, проректор з науково-педагогічної роботи, Глухівський національний педагогічний університет імені Олександра Довженка;

**Луценко Г.В.** – доктор педагогічних наук, доцент, заступник директора з наукової роботи, Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького.

**Кухарчук Роман Павлович** – кандидат педагогічних наук, доцент, завідувач кафедри фізико-математичної освіти та інформатики;

**Рябко Андрій Вікторович** – кандидат педагогічних наук, доцент кафедри фізико-математичної освіти та інформатики.

**Кухарчук Р. П., Рябко А.В.**

**К95** Будова персонального комп'ютера. Навчальний посібник. Видання друге, перероблене. Глухів : ГНПУ ім. О. Довженка, 2026. 143 с.  
ISBN 978-966-376-145-9

У посібнику розглянуто сучасну будову персонального комп'ютера з урахуванням актуального стану розвитку апаратного забезпечення. Видання охоплює архітектуру ПК, принципи роботи центрального процесора, оперативної та постійної пам'яті, системної плати, накопичувачів даних, відеопідсистеми, периферійних пристроїв, мережевого обладнання та системи живлення.

Посібник спрямований на формування у здобувачів освіти цілісного розуміння принципів функціонування комп'ютерних систем, розвитку технічного мислення та підготовки до практичної діяльності у сфері інформаційних технологій.

Видання призначене для здобувачів освіти закладів вищої та фахової передвищої освіти, учнів профільних класів, а також усіх, хто прагне поглибити знання з апаратного забезпечення персонального комп'ютера.

**УДК 004.38 (075.8)**

ISBN 978-966-376-145-9

© Кухарчук Роман, Рябко Андрій, 2026  
© Глухівський НПУ ім. О. Довженка, 2026

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	4
<b>ТЕМА 1. ЗАГАЛЬНІ ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ ПЕРСОНАЛЬНОГО КОМП'ЮТЕРА</b> .....	5
<b>ТЕМА 2. МАТЕРИНСЬКА ПЛАТА ПЕРСОНАЛЬНОГО КОМП'ЮТЕРА ТА ЇЇ ОСНОВНІ КОМПОНЕНТИ</b> .....	19
.....	
<b>ТЕМА 3. СТАНДАРТНІ ПРИСТРОЇ ВВОДУ ІНФОРМАЦІЇ</b> .....	44
<b>ТЕМА 4. СТАНДАРТНІ ПРИСТРОЇ ВИВОДУ ІНФОРМАЦІЇ</b> .....	57
<b>ТЕМА 5. ДОВГОТРИВАЛІ НАКОПИЧУВАЧІ ДАНИХ</b> .....	68
<b>ТЕМА 6. ПЕРИФЕРІЙНІ ПРИСТРОЇ</b> .....	86
<b>ТЕМА 7. МЕРЕЖЕВІ ПРИСТРОЇ</b> .....	111
<b>ТЕМА 8. СИСТЕМА ЖИВЛЕННЯ ПЕРСОНАЛЬНОГО КОМП'ЮТЕРА</b> .....	132
<b>СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ</b> .....	142

Стрімкий розвиток інформаційних технологій, цифровізація освітнього процесу, автоматизація виробничих і наукових досліджень зумовлюють зростання ролі комп'ютерної техніки в усіх сферах суспільного життя. Сучасний персональний комп'ютер є складною апаратно-програмною системою, ефективне використання якої потребує не лише практичних навичок роботи з програмним забезпеченням, а й ґрунтовного розуміння принципів побудови та функціонування її апаратних складових. Саме тому вивчення будови персонального комп'ютера є важливою складовою підготовки фахівців природничого, технічного та інформаційного профілю.

Навчальний посібник «Будова персонального комп'ютера» спрямований на формування цілісного уявлення про архітектуру сучасних комп'ютерних систем, логіку їх організації та особливості взаємодії компонентів. У виданні систематизовано та узагальнено матеріал щодо структури персонального комп'ютера, будови та функціонального призначення материнської плати, центрального процесора, оперативної й постійної пам'яті, накопичувачів даних, відеопідсистеми, периферійних і мережевих пристроїв. Окрему увагу приділено сучасним інтерфейсам передавання даних, стандартам підключення, системам живлення й охолодження, а також питанням енергоефективності та надійності роботи комп'ютерної техніки.

У посібнику розкрито механізми обміну даними між компонентами комп'ютерної системи, принципи адресації та керування ресурсами, особливості функціонування шин, портів і контролерів. Матеріал подано з урахуванням сучасних тенденцій розвитку апаратного забезпечення, що дає змогу поєднати фундаментальні положення класичної архітектури з актуальними технологічними рішеннями.

Структура видання вибудована за принципом поступового ускладнення: від загальних засад побудови комп'ютера до детального аналізу його окремих вузлів і підсистем. Теоретичні положення доповнюються схемами, ілюстраціями та пояснювальними матеріалами, що сприяють глибшому розумінню змісту та формуванню системного бачення організації комп'ютерної техніки.

Посібник призначений для здобувачів вищої освіти природничих, фізико-математичних та інформаційних спеціальностей, може бути використаний в освітньому процесі під час вивчення дисциплін, пов'язаних з архітектурою комп'ютерних систем, апаратним забезпеченням та основами інформаційних технологій, а також стане корисним для всіх, хто прагне поглибити знання з будови персонального комп'ютера.

**План**

**1. ПОНЯТТЯ ПРО ПЕРСОНАЛЬНИЙ КОМП'ЮТЕР. ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ.**

**2. АРХІТЕКТУРА КОМП'ЮТЕРА.**

**3. СТРУКТУРА КОМП'ЮТЕРА.**

**1. ПОНЯТТЯ ПРО ПЕРСОНАЛЬНИЙ КОМП'ЮТЕР. ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ.**

Перехід до масового використання обчислювальної техніки, становлення інформатики та активна комп'ютеризація різних сфер діяльності людини спричинили глибокі суспільні зміни, які часто визначають як інформаційну революцію. Вона суттєво вплинула на характер праці, способи обробки даних і організацію життєдіяльності суспільства. Провідну роль у цих процесах відіграє комп'ютерна техніка.

**Комп'ютер** (від лат. *computo* — рахувати, обчислювати) — це електронний пристрій, призначений для приймання, зберігання, опрацювання та передавання інформації. Його функціонування ґрунтується на виконанні програм, що визначають послідовність обчислювальних і логічних операцій.

Еволюція комп'ютерної техніки безпосередньо пов'язана з досягненнями науково-технічного прогресу. Традиційно виділяють п'ять поколінь комп'ютерів — умовну класифікацію обчислювальних систем за рівнем розвитку їхньої елементної бази та програмних засобів.

**До першого покоління** належать **електронно-лампові машини** кінця 40-х — початку 50-х років ХХ століття. Їх елементною базою були вакуумні електронні лампи, кількість яких у деяких системах досягала десятків тисяч. Саме використання ламп визначало основні характеристики таких машин: значні габарити, високе енергоспоживання та потребу в потужних системах охолодження. Обчислювальні комплекси займали великі приміщення або цілі зали, а їх експлуатація вимагала спеціально підготовленого персоналу.

Швидкодія машин першого покоління становила від кількох тисяч до десятків тисяч операцій за секунду, що на той час вважалося значним досягненням. Програмування здійснювалося переважно в машинних кодах або з використанням найпростіших мов низького рівня. Підготовка програм була складною і трудомісткою, а процес налагодження — тривалим.

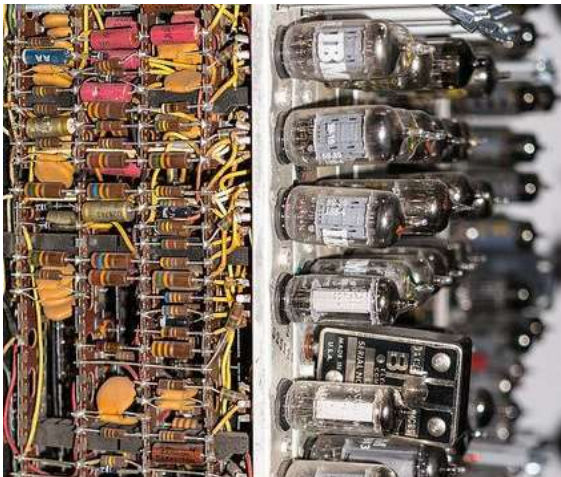
Для введення даних і програм використовувалися перфокарти та перфострічки, на яких інформація кодувалася у вигляді отворів. Виведення результатів здійснювалося за допомогою друкувальних пристроїв або спеціальних табуляторів. Запам'ятовуючі пристрої будувалися на основі

електростатичних трубок, ртутних ліній затримки або інших технічних рішень, що мали обмежену ємність і невисоку надійність.

Попри технічні обмеження, саме машини першого покоління заклали підґрунтя для подальшого розвитку обчислювальної техніки та стали важливим етапом становлення електронних обчислювальних систем.



**Рис. 1.** Перший електронний цифровий комп'ютер загального призначення **ENIAC** (Electronic Numerical Integrator and Computer)



**Рис. 2.** Внутрішній вигляд перших електронних комп'ютерів

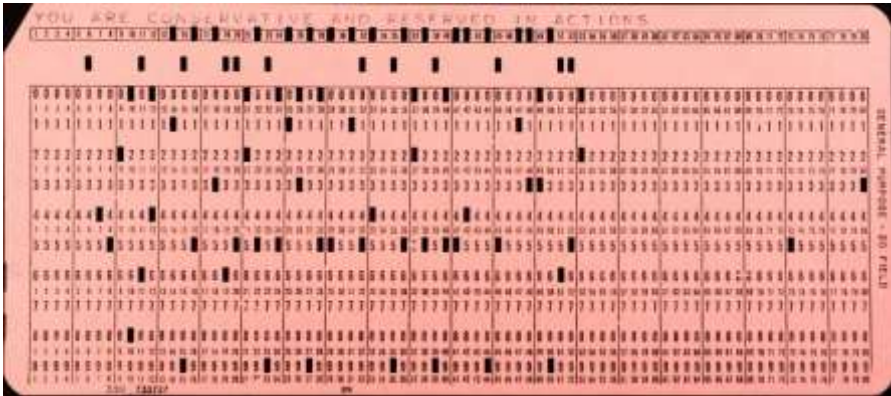


Рис. 3. Перфокартка

Друге покоління комп'ютерів (1955–1964 рр.) пов'язане із заміною електронних ламп напівпровідниковими елементами — **транзисторами**. Використання транзисторної технології стало якісним кроком уперед у розвитку обчислювальної техніки. Транзистори були значно меншими за розмірами, споживали набагато менше електроенергії, виділяли менше тепла та характеризувалися вищою надійністю й довговічністю. Унаслідок цього комп'ютери стали компактнішими, економічнішими в експлуатації та менш чутливими до збоїв.

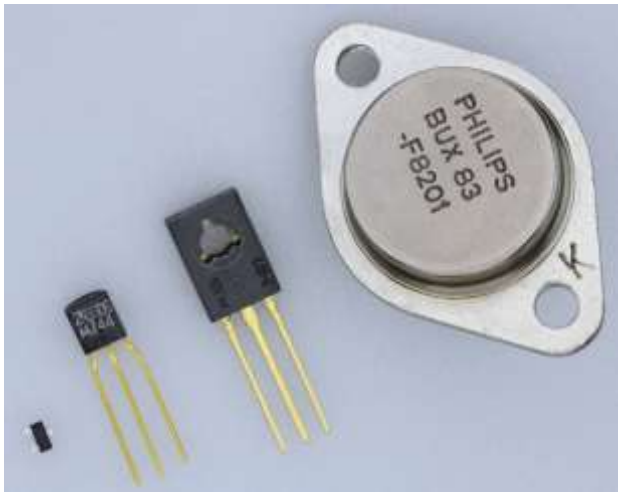


Рис. 4. Зовнішній вигляд ЕОМ II-го покоління

Застосування транзисторів сприяло зростанню швидкодії машин — до сотень тисяч операцій за секунду. Водночас розширилися їх функціональні можливості. У цей період почали активно розвиватися алгоритмічні мови програмування (FORTRAN, COBOL, ALGOL), що значно спростило процес створення програм і зробило обчислювальні системи доступнішими для наукових та інженерних задач.



**Рис. 5.** Репліка першого транзистора, винайденого в Bell Labs [3]



**Рис. 6.** Сучасні транзистори

Оперативна пам'ять комп'ютерів другого покоління будувалася на магнітних осердях (феритових кільцях), які забезпечували відносно високу на той час швидкодію та можливість зберігання даних без постійного оновлення сигналу. Паралельно вдосконалювалися технології зовнішнього зберігання інформації: широкого застосування набули магнітні стрічки та магнітні барабани, а згодом — магнітні диски, що стали прототипами сучасних жорстких дисків.



**Рис. 7.** Магнітна пам'ять на феритових осердях

Отже, друге покоління комп'ютерів стало важливим етапом переходу від експериментальних громіздких установок до більш надійних і практично орієнтованих обчислювальних систем.

**Поява інтегральних схем** ознаменувала початок **третього покоління** комп'ютерів (1965–1974 рр.). Інтегральна схема являла собою мініатюрний електронний модуль, виготовлений на кремнієвому кристалі, у межах якого розміщувалися сотні й тисячі транзисторів, діодів та інших елементів. Перехід від окремих дискретних компонентів до інтегрованих структур забезпечив істотне підвищення надійності, зменшення габаритів апаратури та збільшення щільності монтажу.

Завдяки впровадженню інтегральних схем швидкодія обчислювальних машин зросла до мільйонів операцій за секунду, що значно розширило сферу їх застосування. Комп'ютери стали використовуватися не

лише для складних наукових розрахунків, а й для обробки економічної, статистичної та управлінської інформації.

У цей період сформувалися операційні системи як спеціалізоване програмне забезпечення, призначене для організації взаємодії користувача з комп'ютером і керування його ресурсами. Операційні системи забезпечували розподіл процесорного часу, управління пам'яттю, роботу з пристроями введення та виведення інформації, а також підтримку багатопрограмного режиму. Розпочалося активне опрацювання не лише числових і текстових даних, а й графічної інформації, що стало передумовою подальшого розвитку комп'ютерної графіки та інтерактивних систем.

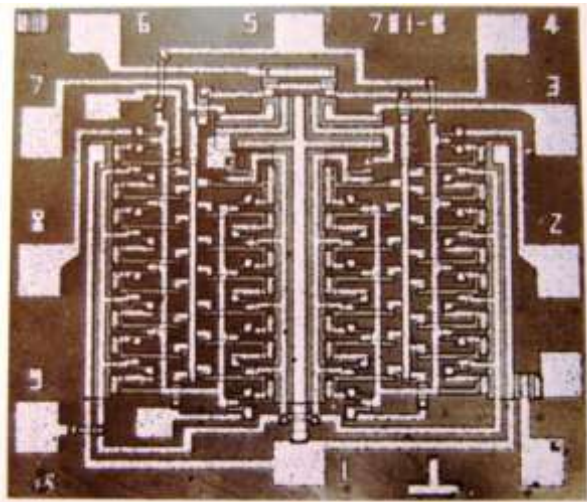


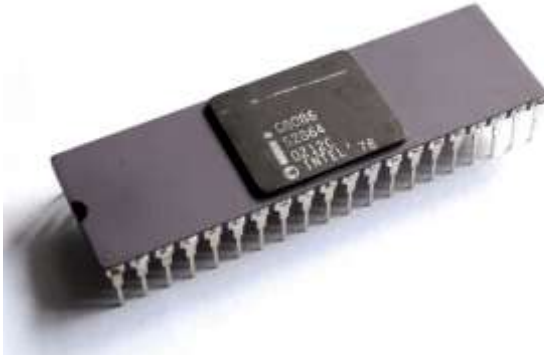
Рис. 8. Мікрофотографія (вид зверху) інтегральної схеми Hitachi HD701

**Четверте покоління** комп'ютерів (1975–1985 рр.) пов'язане з широким упровадженням **великих (LSI — Large Scale Integration) і надвеликих інтегральних схем (VLSI — Very Large Scale Integration)**. Подальший розвиток мікроелектроніки забезпечив істотне зростання щільності інтеграції елементів: на одному кремнієвому кристалі стало можливим розміщувати десятки тисяч, а згодом і сотні тисяч транзисторів. Це сприяло зменшенню габаритів електронних пристроїв, підвищенню їх надійності та зниженню вартості виробництва.

Найважливішим досягненням цього періоду стало створення мікропроцесора — інтегральної мікросхеми, що містила в собі центральний процесор комп'ютера. Вперше основні функції обчислювальної машини були зосереджені в одному компактному елементі. Поява мікропроцесорів дала можливість створювати відносно недорогі, компактні та доступні для

індивідуального використання обчислювальні системи.

Саме в цей час розпочалася епоха персональних комп'ютерів, що поступово витіснили великі централізовані обчислювальні комплекси з багатьох сфер діяльності. Комп'ютери стали використовуватися не лише у наукових установах і великих підприємствах, а й в освітніх закладах, офісах і побуті. З'явилися перші графічні інтерфейси користувача, розвивалися операційні системи та прикладне програмне забезпечення.



**Рис. 9.** Intel 8086 процесор

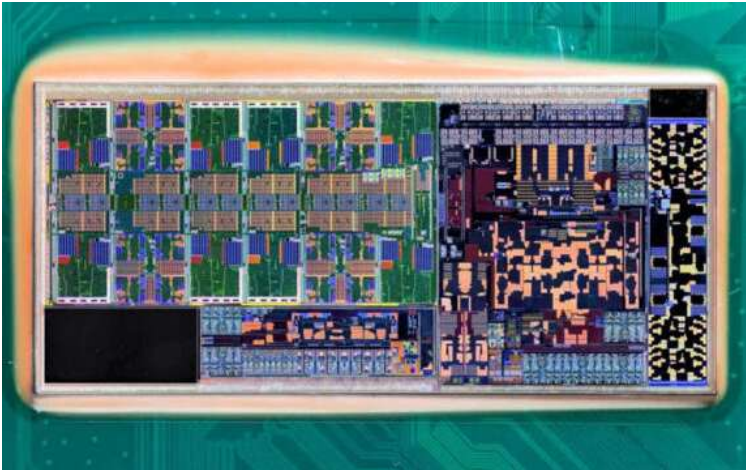
Швидкодія систем четвертого покоління зростає до десятків і сотень мільйонів операцій за секунду. Значно збільшилися обсяги оперативної та зовнішньої пам'яті, удосконалилися засоби зберігання інформації, розвинулися мережеві технології. Таким чином, четверте покоління стало етапом переходу від великих обчислювальних центрів до масового використання персональних комп'ютерів.



**Рис. 10.** Один із перших портативних комп'ютерів, сумісних з IBM PC (Compaq Portable)

**Сучасний етап розвитку обчислювальної техніки (п'яте покоління)**, що розпочався з середини 90-х років XX століття, пов'язаний із впровадженням **супервеликих інтегральних схем (VLSI та ULSI)**, подальшою мініатюризацією елементної бази та переходом до принципово нових підходів в організації обчислень. Для цього періоду характерне широке використання багатоядерних процесорів, паралельних і розподілених обчислень, високошвидкісних мережевих технологій, а також активне впровадження алгоритмів штучного інтелекту.

Сучасні мікропроцесори містять мільярди транзисторів, розміщених на кристалі площею лише кілька квадратних сантиметрів. Щільність інтеграції елементів вимірюється сотнями тисяч і мільйонами компонентів на одному квадратному сантиметрі, що стало можливим завдяки нанометровим технологічним нормам виробництва. Значно зросли тактові частоти, обсяги кеш-пам'яті, пропускна здатність шин та швидкість обміну даними між компонентами системи.



**Рис. 11.** Кристал процесора Intel Core Ultra 9 285K

Важливою ознакою сучасного етапу є орієнтація не лише на підвищення тактової частоти, а й на багатопоточність, енергоефективність та спеціалізацію обчислювальних модулів (графічні процесори, нейронні прискорювачі, тензорні ядра). Обчислювальні системи інтегруються у глобальні мережі, формуючи хмарні інфраструктури та високопродуктивні центри обробки даних.

Продуктивність сучасних комп'ютерних систем у тисячі й мільйони разів перевищує можливості перших електронних обчислювальних машин, що демонструє безперервний прогрес у розвитку електроніки та інформаційних технологій.

## 2. АРХІТЕКТУРА КОМП'ЮТЕРА

**Архітектура ЕОМ** — це сукупність принципів організації апаратних засобів і програмно-доступних характеристик обчислювальної системи, які є необхідними та достатніми для створення коректних програм на машинному рівні. Вона визначає логічну структуру комп'ютера та правила взаємодії його основних компонентів і не залежить від конкретної реалізації елементної бази чи технології виготовлення.

До базових операцій, що виконує комп'ютер, належать: введення інформації, її зберігання, опрацювання відповідно до заданої програми та виведення отриманих результатів у формі, зручній для сприйняття користувачем. Реалізація цих функцій забезпечується відповідними функціональними вузлами комп'ютера:

- *пристрої введення інформації* — забезпечують надходження даних і команд у систему;
- *центральний процесор* — здійснює обробку даних і керування виконанням програм;
- *пристрої запам'ятовування інформації* — призначені для тимчасового або тривалого зберігання програм і даних;
- *пристрої виведення інформації* — забезпечують відображення або передавання результатів роботи системи.

Архітектура комп'ютера відображає логіку побудови обчислювальної системи та розподіл функцій між її основними складовими.

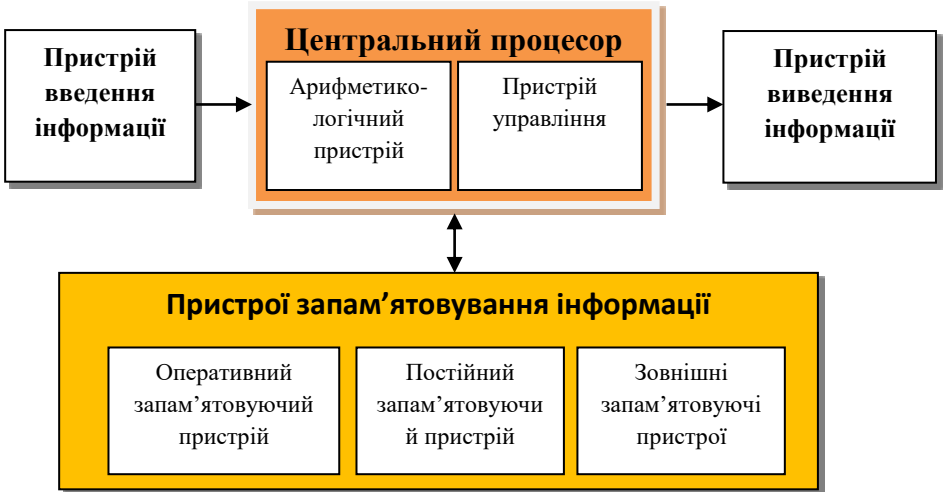


Рис. 12. Загальна структура комп'ютера

Загальна схема побудови сучасного комп'ютера ґрунтується на концепції, запропонованій Джоном фон Нейманом у 1945 році. Ця модель стала теоретичною основою для більшості універсальних обчислювальних машин і визначила принципи їх логічної організації. Вона описує комп'ютер як систему взаємопов'язаних функціональних блоків, що забезпечують автоматизоване виконання програм і обробку інформації.

Відповідно до цієї схеми комп'ютер складається з кількох основних частин.

### 1. Центральний процесор (ЦП).

Центральний процесор є ключовим компонентом комп'ютера, що здійснює обробку даних і керування всією системою. Саме він виконує команди програми, організовує обмін даними між пам'яттю та пристроями введення-виведення, а також координує роботу інших вузлів.

До складу центрального процесора входять:

- **Арифметико-логічний пристрій (АЛП, ALU).** Призначений для виконання арифметичних (додавання, віднімання, множення, ділення) та логічних операцій (порівняння, логічне «І», «АБО», «НЕ»). Крім того, АЛП здійснює операції з бітовими структурами, зсуви, перетворення кодів і формування ознак результату (прапорців стану).
- **Пристрій керування (ПУ, CU).** Організовує виконання програми. Він здійснює вибірку команд з оперативної пам'яті, їх декодування, визначає послідовність виконання операцій та формує керувальні сигнали для інших компонентів системи. Після виконання операцій пристрій керування забезпечує запис результатів у пам'ять або їх передавання до пристроїв виведення.

У сучасних процесорах також використовуються:

- реєстри для тимчасового зберігання даних;
- кеш-пам'ять для прискорення доступу до інформації;
- блоки передбачення переходів і паралельного виконання інструкцій.

### 2. Запам'ятовуючий пристрій (пам'ять)

Пам'ять призначена для зберігання програм, вхідних даних, проміжних і кінцевих результатів обчислень. У межах архітектури фон Неймана дані та команди зберігаються в одній спільній пам'яті.

Розрізняють:

- **оперативну пам'ять (RAM)** — забезпечує тимчасове зберігання інформації під час роботи комп'ютера;
- **постійну пам'ять (ROM)** — містить системні програми;
- **зовнішні запам'ятовуючі пристрої** — призначені для довготривалого зберігання даних.

Пам'ять має адресну організацію: кожна комірка має унікальну

адресу, за якою процесор може звертатися до потрібної інформації.

### **3. Пристрої введення та виведення інформації**

Ці пристрої забезпечують взаємодію комп'ютера з користувачем і зовнішнім середовищем.

- **Пристрої введення** забезпечують надходження даних і команд (клавіатура, миша, сканер тощо).

- **Пристрої виведення** відображають результати обробки (монітор, принтер, акустична система).

У сучасних системах між процесором і пристроями введення-виведення працюють спеціальні контролери, що координують обмін даними.

#### **Додаткові механізми сучасної архітектури**

У сучасних комп'ютерах для підвищення продуктивності використовуються:

- **канали прямого доступу до пам'яті (DMA)**, які дозволяють пристроям введення-виведення передавати дані без безпосередньої участі центрального процесора;

- **спеціалізовані процесори та контролери**, що виконують окремі функції (графічні процесори, мережеві контролери, контролери накопичувачів);

- **паралельна обробка даних**, багатоядерність і багатопоточність.

#### **Революційність концепції фон Неймана**

Головною новацією цієї архітектури стало зберігання в пам'яті не лише даних, а й програм, які визначають послідовність їх обробки. Це забезпечило універсальність комп'ютера: одна й та сама машина може виконувати різні завдання шляхом зміни програми без модифікації апаратної частини.

Таким чином, архітектура фон Неймана заклала теоретичні основи сучасних обчислювальних систем і залишається фундаментом побудови більшості персональних комп'ютерів.

### **3. СТРУКТУРА КОМП'ЮТЕРА**

Структура сучасного персонального комп'ютера визначається сукупністю його апаратних компонентів та характером їх взаємодії. Комп'ютер є модульною системою, у якій окремі вузли можуть замінюватися або доповнюватися без зміни загального принципу функціонування.

До складу сучасного персонального комп'ютера входять такі основні складові:

- системний блок;
- стандартні пристрої введення інформації;
- стандартні пристрої виведення інформації;

- додаткові периферійні пристрої.

### **Системний блок**

Системний блок є центральною частиною персонального комп'ютера, у межах якої розміщено основні апаратні компоненти. До його складу входять:

- **системна (материнська) плата** — базовий елемент, що забезпечує електричне та логічне з'єднання всіх компонентів;
- **центральный процесор (CPU)** — виконує обробку даних і керує роботою системи;
- **оперативна пам'ять (RAM)** — призначена для тимчасового зберігання програм і даних під час роботи комп'ютера;
- **накопичувачі даних** — забезпечують тривале зберігання інформації;
- **відеоадаптер (графічний процесор, GPU)** — відповідає за формування зображення;
- **блок живлення** — перетворює електричну енергію мережі на напруги, необхідні для роботи компонентів;
- **система охолодження** — підтримує допустимий температурний режим;
- **контролери та інтерфейси зв'язку.**

У сучасних комп'ютерах використовуються різні типи накопичувачів:

- твердотільні накопичувачі (SSD, зокрема NVMe);
- жорсткі магнітні диски (HDD);
- зовнішні USB-накопичувачі;
- мережеві сховища даних (NAS).

Накопичувачі на гнучких магнітних дисках та оптико-магнітні диски сьогодні практично не застосовуються і мають історичне значення.

Системна плата містить слоти розширення (PCI Express), роз'єми для оперативної пам'яті, інтерфейси підключення накопичувачів (SATA, M.2), а також порти для зовнішніх пристроїв (USB, HDMI, DisplayPort, Ethernet тощо).

### **Стандартні пристрої введення інформації**

До основних засобів введення належать:

- **клавіатура** — використовується для введення текстових даних і команд;
- **маніпулятор типу «миша»** — забезпечує керування графічним інтерфейсом.

У сучасних системах широко застосовуються також:

- сенсорні панелі (touchpad);
- сенсорні екрани;
- графічні планшети;

- вебкамери та мікрофони;
- біометричні пристрої (сканери відбитків пальців, розпізнавання обличчя).

### **Стандартні пристрої виведення інформації**

До пристроїв виведення належать:

- **монітор** — відображає текстову, графічну та відеоінформацію;
- **акустична система або навушники** — забезпечують відтворення звукових сигналів.

Сучасні монітори підтримують високі роздільні здатності (Full HD, 4K, 8K), високу частоту оновлення зображення та цифрові інтерфейси передачі даних.

### **Додаткові периферійні пристрої**

Периферійні пристрої розширюють функціональні можливості комп'ютера. До них належать:

- принтери та багатофункціональні пристрої (МФП);
- сканери;
- мережеві адаптери та маршрутизатори;
- зовнішні накопичувачі;
- вебкамери та гарнітури;
- пристрої віртуальної та доповненої реальності;
- ігрові контролери, джойстики;
- спеціалізовані вимірювальні або наукові модулі.

Сучасні комп'ютери можуть функціонувати не лише як автономні системи, а й як елементи глобальної інформаційної інфраструктури, взаємодіючи через локальні та глобальні мережі.

Структура сучасного комп'ютера є багаторівневою та модульною. Вона поєднує обчислювальні, запам'ятовуючі, комунікаційні та інтерфейсні компоненти, що забезпечують реалізацію повного циклу інформаційних процесів: введення, зберігання, опрацювання та виведення даних. Осучаснення комп'ютерних систем полягає у зростанні продуктивності, інтеграції компонентів, підвищенні енергоефективності та розширенні мережевих можливостей.

## ***КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ***

1. Що таке персональний комп'ютер і які його основні функції?
2. Які інформаційні процеси реалізує комп'ютер у ході своєї роботи?
3. Які етапи розвитку обчислювальної техніки виділяють у межах поколінь комп'ютерів?
4. Які технологічні особливості були характерними для комп'ютерів першого покоління?
5. У чому полягали переваги транзисторів порівняно з електронними лампами?

6. Які зміни відбулися в третьому поколінні комп'ютерів у зв'язку з використанням інтегральних схем?
7. Яке значення мало створення мікропроцесора для розвитку комп'ютерної техніки?
8. Які характерні риси сучасного етапу розвитку комп'ютерів?
9. Що таке архітектура комп'ютера?
10. У чому полягає принцип програмного керування?
11. Які основні компоненти архітектури фон Неймана?
12. Яку роль виконує центральний процесор у комп'ютерній системі?
13. Які функції виконують арифметико-логічний пристрій та пристрій керування?
14. Які види пам'яті використовуються в комп'ютері та яке їх призначення?
15. У чому полягає принцип зберігання програм і даних у спільній пам'яті?
16. Що таке структура комп'ютера і чим вона відрізняється від архітектури?
17. Які основні компоненти входять до складу системного блоку?
18. Які пристрої належать до стандартних засобів введення та виведення інформації?
19. Які сучасні периферійні пристрої розширюють функціональні можливості комп'ютера?
20. Яким чином взаємодіють між собою процесор, пам'ять і пристрої введення-виведення?

**ТЕМА 2.**

**МАТЕРИНСЬКА ПЛАТА ПЕРСОНАЛЬНОГО КОМП'ЮТЕРА  
ТА ЇЇ ОСНОВНІ КОМПОНЕНТИ**

---

**План**

- 1. БУДОВА МАТЕРИНСЬКОЇ ПЛАТИ.**
- 2. ЦЕНТРАЛЬНИЙ ПРОЦЕСОР.**
- 3. ВНУТРІШНЯ ПАМ'ЯТЬ ПК.**
- 4. НАБІР МІКРОСХЕМ СИСТЕМОЇ ЛОГІКИ.**
- 5. ШИНИ.**
- 6. СЛОТИ РОЗШИРЕННЯ.**
- 7. СИСТЕМНІ РЕСУРСИ.**

**1. БУДОВА МАТЕРИНСЬКОЇ ПЛАТИ.**

**Материнська плата (Motherboard, Mainboard)** — це основна друкована плата комп'ютера, що забезпечує електричне, логічне та програмне поєднання всіх його компонентів. Вона є центральною платформою для встановлення процесора, оперативної пам'яті, накопичувачів, відеоадаптера та інших пристроїв, а також організовує їх взаємодію через чіпсет і високошвидкісні інтерфейси.

Сучасні материнські плати виконуються у форм-факторах ATX, microATX, Mini-ITX, підтримують стандарти UEFI, багатоканальну пам'ять DDR4/DDR5, інтерфейси PCI Express 4.0/5.0, M.2 (NVMe), USB 3.2/USB-C та мережі 2.5G/10G Ethernet і Wi-Fi 6/7.

**Основні компоненти материнської плати**

**1. Центральний процесор (CPU).**

Встановлюється у спеціальний сокет (LGA/AM). Виконує обчислення та керує роботою системи. У сучасних архітектурах контролер пам'яті та частина ліній PCIe інтегровані безпосередньо в процесор.

**2. Внутрішня пам'ять.**

2.1. Оперативна пам'ять (RAM). Слоти DIMM (DDR4/DDR5) підтримують дво- або чотириканальний режим, що підвищує пропускну здатність.

2.2. Постійна пам'ять (ROM/Flash). Мікросхема Flash містить прошивку UEFI, яка ініціалізує апаратні компоненти під час запуску.

2.3. Кеш-пам'ять. Розміщується всередині процесора (L1, L2, L3) і забезпечує швидкий доступ до часто використовуваних даних.

2.4. Енергонезалежна пам'ять CMOS/RTC. Зберігає налаштування системи та підтримується батареєю (CR2032).

**3. Набір мікросхем системної логіки (чіпсет).**

У сучасних платах класична схема North Bridge / South Bridge замінена на єдиний контролер — PCH (Platform Controller Hub).

PCH керує портами USB, SATA, мережевими інтерфейсами,

аудіосистемою та іншими периферійними пристроями.

Частина функцій, які раніше виконувалися північним мостом (контролер пам'яті, PCIe x16), інтегровані в CPU.

Мікросхема Super I/O відповідає за керування вентиляторами, датчиками температури, портами низького рівня.

#### **4. Шини та інтерфейси.**

Шини забезпечують передавання даних між компонентами:

- PCI Express (PCIe) — основна високошвидкісна шина для відеокарт і NVMe SSD;
- DMI/Infinity Fabric — зв'язок між процесором і чіпсетом;
- SATA — підключення накопичувачів;
- USB 3.2 / USB-C / Thunderbolt — універсальні зовнішні інтерфейси.

#### **5. Слоти розширення.**

- PCI Express x16 — для відеоадаптера;
- PCIe x1/x4 — для мережевих або інших плат;
- Застарілі ISA, PCI, AGP нині не використовуються.

#### **6. Інтерфейси підключення накопичувачів.**

- M.2 (NVMe) — високошвидкісні SSD;
- SATA III — HDD та SATA SSD;
- Інтерфейси для гнучких дисків і PATA (IDE) мають історичне значення.

#### **7. Роз'єми живлення.**

- Основний 24-контактний ATX;
- 4/8-контактний роз'єм живлення процесора (EPS).

#### **8. Роз'єми фронтальної панелі.**

Підключення кнопок Power/Reset, індикаторів, портів USB і аудіо передньої панелі корпусу.

#### **9. Інтерфейси введення-виведення (задня панель I/O).**

Сучасні плати містять:

- USB 2.0 / 3.2 / USB-C;
- HDMI / DisplayPort;
- Ethernet 1G / 2.5G / 10G;
- аудіороз'єми;
- іноді — Wi-Fi антени.

Застарілі порти LPT (паралельний) і COM (послідовний) практично не застосовуються.

Материнська плата є центральним комунікаційним вузлом комп'ютера, що забезпечує інтеграцію процесора, пам'яті, накопичувачів та периферійних пристроїв. Осучаснення її архітектури полягає у:

- інтеграції контролерів у процесор;
- використанні високошвидкісних інтерфейсів PCIe 4.0/5.0;

- переході на DDR5 та NVMe;
- підтримці енергоефективності й багатоядерності;
- розширенні мережевих можливостей.



**Рис. 13.** Материнська плата Gigabyte B650 EAGLE AX (sAM5, AMD B650, PCI-Ex16)



розширені стандарти IEEE 754 і можуть працювати з подвійною та розширеною точністю.

- **Векторні та тензорні модулі.** Векторні блоки (SIMD — Single Instruction Multiple Data) дозволяють обробляти одразу декілька чисел однією інструкцією. Вони застосовуються у: мультимедійній обробці; шифруванні; обробці зображень; наукових розрахунках. Тензорні модулі або AI-прискорювачі оптимізовані для виконання матричних операцій, характерних для нейронних мереж.

- **Регістри** — це надшвидка внутрішня пам'ять процесора. Вони зберігають: поточні операнди; результати обчислень; адреси пам'яті; лічильник команд (Program Counter); регістр стану (Flags). Ширина регістрів у сучасних процесорах становить 64 біти або більше (для векторних операцій — 128, 256, 512 біт).

- **Кеш-пам'ять кількох рівнів.** Кеш компенсує різницю швидкостей між процесором і оперативною пам'яттю.

- **Контролер оперативної пам'яті.** Сучасні процесори мають інтегрований контролер пам'яті (IMC — Integrated Memory Controller), що керує доступом до RAM; підтримує багатоканальний режим; забезпечує високу пропускну здатність.

Інтеграція контролера в CPU зменшує затримки порівняно зі старими архітектурами.

- **Контролери шин PCI Express.** CPU містить лінії PCIe для підключення: відеокарт; NVMe SSD; високошвидкісних пристроїв. Версія PCIe визначає пропускну здатність (PCIe 4.0, 5.0).

- **Блоки передбачення переходів і паралельного виконання.** Сучасні процесори використовують:

- **конвєрсіяцію** — розподіл виконання інструкції на етапи;
- **передбачення переходів** — прогнозування умовних операторів;
- **out-of-order execution** — виконання інструкцій поза порядком їх розташування;
- **speculative execution** — випереджальне виконання.

Сучасний процесор — це багатофункціональна обчислювальна система, що поєднує арифметичні, логічні, векторні та керувальні блоки з розвиненою ієрархією пам'яті та високошвидкісними інтерфейсами.

Його продуктивність визначається не лише тактовою частотою, а комплексом архітектурних рішень, що забезпечують паралельність, ефективність та оптимальне використання ресурсів.

## **Основні параметри сучасних процесорів**

### **1. Архітектура процесора (ISA — Instruction Set Architecture)**

**Архітектура** — це логічна модель процесора, яка визначає набір машинних команд; формат інструкцій; систему регістрів; способи адресації

пам'яті; типи даних; модель взаємодії з пам'яттю та пристроями.

Фактично архітектура — це те, що «бачить» програміст або компілятор. Вона забезпечує програмну сумісність між різними поколіннями процесорів.

Приклади архітектур:

- **x86-64** — використовується в більшості персональних комп'ютерів;
- **ARM** — мобільні, енергоефективні системи;
- **RISC-V** — відкрита архітектура.

Якщо процесори мають однакову архітектуру, вони можуть виконувати однакові програми незалежно від внутрішньої реалізації.

**Мікроархітектура** — це конкретна внутрішня реалізація архітектури. Вона визначає, яким саме чином фізично побудований процесор і як організовано виконання інструкцій.

До параметрів мікроархітектури належать: глибина конвеєра; кількість декодерів інструкцій; ширина вибірки та виконання; організація кеш-пам'яті; механізми передбачення переходів; реалізація позачергового виконання (out-of-order execution); тип між'ядерної взаємодії.

Наприклад, два процесори можуть мати архітектуру x86-64, але різну мікроархітектуру (наприклад, Intel Alder Lake і AMD Zen 4), що призводить до різної продуктивності навіть за однакової тактової частоти.

## 2. Тактова частота

**Тактова частота** — це кількість тактів (циклів синхронізації), які процесор виконує за одну секунду. Вона вимірюється в герцах (Гц), а в сучасних системах — у гігагерцах (ГГц).

$1 \text{ ГГц} = 10^9$  тактів за секунду.

Кожен такт відповідає одному імпульсу тактового генератора, що синхронізує роботу всіх внутрішніх блоків процесора. Під час кожного такту виконуються окремі етапи обробки інструкцій: вибірка, декодування, виконання, запис результату.

Проте в сучасних системах продуктивність залежить не лише від частоти, а й від: кількості ядер; кількості потоків; обсягу кеш-пам'яті; ефективності архітектури; енергоефективності.

У сучасних процесорах розрізняють:

- **базову частоту** — гарантовану частоту роботи при стандартному навантаженні;
- **максимальну (Turbo/Boost)** — частоту, яка автоматично підвищується при необхідності та за наявності теплового резерву.

## 3. Системна шина та інтеграція контролерів

У ранніх архітектурах процесор взаємодівав із пам'яттю та чіпсетом

через Front Side Bus (FSB) — спільну системну шину. Проте така схема створювала вузьке місце (bottleneck) через обмежену пропускну здатність і високі затримки.

У сучасних процесорах:

- контролер оперативної пам'яті (ІМС) інтегрований безпосередньо в CPU;
- частина ліній PCI Express також реалізована в самому процесорі;
- обмін із чіпсетом здійснюється через високошвидкісний інтерфейс.

Замість FSB використовуються:

- Intel DMI (Direct Media Interface) — канал зв'язку між CPU та чіпсетом (PCH);
- AMD Infinity Fabric — високошвидкісна внутрішня шина для зв'язку між ядрами, кешами та модулями chiplet-архітектури.

Переваги інтеграції контролерів: зменшення латентності доступу до пам'яті; підвищення пропускну здатності; зменшення енергоспоживання; масштабованість багатоядерних систем.

**Латентність** (від англ. *latency* — затримка) — це часова затримка між моментом запиту до пристрою або пам'яті та моментом отримання відповіді. У комп'ютерних системах латентність є одним із ключових показників швидкодії поряд із пропускну здатністю.

Сучасна архітектура передбачає розподілену та високопродуктивну систему з'єднань замість єдиної централізованої шини.

#### **4. Розрядність процесора**

Розрядність визначає кількість бітів, які процесор може обробляти за одну операцію, а також максимальний обсяг адресованої пам'яті.

Сучасні процесори є 64-розрядними, що створює можливість роботи з 64-бітовими числами; підтримки великого адресного простору пам'яті; підвищеної точності обчислень; розширеного набору регістрів.

Теоретично 64-розрядна система може адресувати до  $2^{64}$  байтів пам'яті, хоча фактичні обмеження визначаються апаратною реалізацією.

64-бітна архітектура дозволяє ефективніше працювати з великими масивами даних, що важливо для: наукових розрахунків; обробки відео; машинного навчання; серверних систем.

#### **5. Кількість ядер і потоків**

Одним із ключових параметрів сучасного процесора є кількість обчислювальних ядер.

**Фізичне ядро** — це повноцінний обчислювальний модуль із власними виконавчими блоками та кешем першого рівня.

У сучасних системах:

- масові процесори містять 4–24 ядра;
- продуктивні робочі станції — 16–64 ядра;
- серверні рішення — десятки й сотні ядер.

**Технології SMT (Simultaneous Multithreading) або Hyper-Threading** дозволяють одному фізичному ядру виконувати кілька потоків інструкцій одночасно.

Це забезпечує: ефективніше використання ресурсів ядра; зростання продуктивності в багатозадачному режимі; оптимізацію роботи з паралельними алгоритмами.

Переваги багатоядерності

- паралельне виконання декількох програм;
- розподіл навантаження між ядрами;
- прискорення обробки великих обсягів даних;
- підвищення стабільності системи при високому навантаженні.

Сучасні тенденції розвитку пов'язані з гібридною архітектурою (поєднання продуктивних і енергоефективних ядер) та масштабуванням багатоядерних структур.

Відмова від класичної FSB, перехід до інтегрованих контролерів, 64-розрядність і багатоядерність є ключовими рисами сучасних процесорів.

## 6. Кеш-пам'ять

**Кеш-пам'ять** — це високошвидкісна буферна пам'ять, розташована безпосередньо в процесорі або поряд із ним, яка призначена для зменшення затримок доступу до даних і команд. Вона компенсує різницю між дуже високою швидкістю CPU та значно повільнішою оперативною пам'яттю (RAM).

Основний принцип роботи кешу базується на **локальності доступу**:

- **просторова локальність** — якщо звернення відбулося до певної адреси пам'яті, ймовірно, наступні звернення будуть до сусідніх адрес;
- **часова локальність** — якщо дані були використані один раз, існує висока ймовірність їх повторного використання найближчим часом.

Сучасні процесори мають багаторівневу організацію кешу.

**Кеш L1 (першого рівня)** розташований безпосередньо в ядрі процесора; найменший за обсягом, але найшвидший; типовий обсяг: 32–64 КБ на ядро; мінімальна латентність (1–4 такти).

**Кеш L2 (другого рівня)** також розташований у межах ядра; має більший обсяг, ніж L1; повільніший за L1, але швидший за L3; типовий обсяг: 256 КБ – 2 МБ на ядро; використовується для зберігання менш «гарячих» даних.

**Кеш L3 (третього рівня)** зазвичай спільний для всіх ядер процесора; значно більший за обсягом; має більшу латентність; типовий обсяг: 8–64 МБ

і більше; забезпечує обмін даними між ядрами.

**Кеш L4 (за наявності)** використовується в окремих архітектурах; може бути реалізований як окремий кристал або модуль; має великий обсяг, але більшу затримку.

Кеш-пам'ять є ключовим механізмом прискорення роботи процесора. Її багаторівнева організація дозволяє поєднати високу швидкодію з достатнім обсягом зберігання.

У сучасних системах ефективність роботи кешу безпосередньо впливає на реальну продуктивність процесора, особливо в багатоядерному режимі.

## 7. Технологічний процес

**Технологічний процес** — це сукупність виробничих норм і методів, за якими виготовляються напівпровідникові мікросхеми. Його традиційно позначають числовим значенням у нанометрах (нм): 14 нм, 7 нм, 5 нм, 3 нм тощо.

Сучасні процесори виготовляються за нормами 7 нм, 5 нм, 4 нм, 3 нм, а в перспективі — 2 нм і менше.

Історично число нанометрів відповідало мінімальному розміру транзистора або довжині каналу. У сучасному виробництві це радше умовне покоління технології, яке характеризує: щільність розміщення транзисторів; рівень мініатюризації; енергоефективність; складність літографічних процесів.

### Сучасні технологічні рішення

**FinFET.** Тривимірна структура транзистора, що зменшує витоки струму та підвищує керованість.

**GAAFET (Gate-All-Around).** Нове покоління транзисторів, у яких затвор повністю оточує канал, що забезпечує ще більшу енергоефективність і масштабованість.

**EUV-літографія.** Використання екстремального ультрафіолету для формування надмалих структур.

Технологічний процес є одним із ключових чинників розвитку сучасних процесорів. Зменшення техпроцесу забезпечує збільшення щільності транзисторів, зниження енергоспоживання та зростання продуктивності.

Разом із архітектурними вдосконаленнями та багатоядерністю він визначає еволюцію обчислювальних систем у сучасних умовах.

### Принцип дії процесора

У процесі роботи процесор опрацьовує дані — команди, операнди та адреси, які розміщуються в його регістрах, кеш-пам'яті, оперативній пам'яті або надходять через інтерфейси введення-виведення. Сукупність усіх інструкцій, які здатен виконувати процесор, утворює систему команд

(Instruction Set Architecture, ISA). Вона визначає набір операцій, формат інструкцій, способи адресації пам'яті, систему реєстрів і типи підтримуваних даних. Саме система команд забезпечує програмну сумісність процесорів одного сімейства.

Історично розрізняли два підходи до побудови систем команд — CISC і RISC. Архітектура CISC (Complex Instruction Set Computing) передбачає велику кількість інструкцій змінної довжини, серед яких є складні команди, здатні виконувати багатокрокові операції. Класичним прикладом є архітектура x86, що використовується в процесорах Intel та AMD. Архітектура RISC (Reduced Instruction Set Computing), навпаки, орієнтується на обмежений набір простих інструкцій фіксованої довжини, що виконуються швидко та ефективно конвеєризуються. Такий підхід характерний для процесорів ARM і багатьох вбудованих систем.

Однак у сучасних процесорах чітка межа між CISC і RISC фактично стерта. Процесори архітектури x86 внутрішньо перетворюють складні інструкції на простіші мікрооперації, які виконуються RISC-подібним ядром. У свою чергу, RISC-процесори отримали розширені набори векторних, криптографічних та спеціалізованих інструкцій. Тому сучасні процесори є гібридними за своєю внутрішньою організацією.

Архітектура x86 бере початок із процесора Intel 8086. Надалі розвивалися 80286, 80386, 80486, Pentium, Pentium Pro, Pentium II–IV, Core, Core 2, а згодом сучасні серії Intel Core i3, i5, i7, i9 та серверні Xeon. Компанія AMD створила сумісні процесори Athlon, Opteron, а нині — Ryzen і EPYC. Сучасні процесори цих виробників підтримують 64-розрядну адресацію, багатоядерність, гібридні архітектури, високошвидкісні інтерфейси PCIe 4.0/5.0 та стандарти пам'яті DDR4/DDR5.

Система команд визначає функціональні можливості процесора та його сумісність із програмним забезпеченням, але реальна продуктивність сучасного CPU формується поєднанням архітектури, мікроархітектури, кількості ядер, обсягу кеш-пам'яті, техпроцесу та механізмів паралельного виконання інструкцій.

### Маркування процесорів

Маркування сучасних процесорів є стандартизованою системою позначень, що дозволяє визначити клас пристрою, його покоління, рівень продуктивності, архітектурні особливості та функціональні можливості. На відміну від ранніх моделей, де основним параметром була тактова частота, сучасне маркування відображає комплекс характеристик, оскільки частота більше не є єдиним показником швидкодії.

У процесорах **компанії Intel** назва зазвичай складається з бренду, серії, числового індексу та літерного суфікса. Наприклад, у позначенні **Intel Core i7-13700K** частина *Core i7* означає клас продуктивності (i3 — базовий рівень, i5 — середній, i7 — високий, i9 — ентузіастський сегмент). Перша

цифра після дефіса (13) вказує на покоління мікроархітектури. Наступні цифри (700) визначають позицію моделі всередині лінійки. Літерний індекс має додаткове значення:

K — розблокований множник (можливість розгону);

F — відсутність інтегрованого графічного ядра;

KF — поєднання двох попередніх ознак;

T — енергоефективна версія зі зниженим тепловиділенням;

H, HX, U, P — мобільні серії для ноутбуків різного класу продуктивності.

**Серверні процесори Intel** мають інше маркування, наприклад **Xeon Gold 6430**, де назва серії (Bronze, Silver, Gold, Platinum) визначає клас продуктивності, а числовий індекс — покоління та позицію в модельному ряду.

**Процесори AMD** використовують подібний підхід. У позначенні AMD Ryzen 7 7700X частина *Ryzen 7* вказує на сегмент продуктивності (Ryzen 3, 5, 7, 9). Перша цифра (7) позначає покоління архітектури, друга — рівень у серії, третя і четверта — конкретну модель. Суфікси також мають значення:

X — підвищені частоти;

G — наявність інтегрованої графіки;

X3D — наявність додаткового 3D-кешу;

U, HS — мобільні енергоефективні варіанти.

Серверні процесори AMD серії **EPYC** мають чотиризначний код, де перша цифра відповідає поколінню, а наступні — позиції моделі.

У мобільному сегменті маркування часто відображає тепловий пакет (TDP) та орієнтацію на енергоефективність. Наприклад, індекс U означає ультраекономічний режим, H — високу продуктивність, HX — максимальну продуктивність для мобільних робочих станцій.



Рис. 15. Intel Core i7-13700K



Рис. 16. Xeon Gold 6430



Рис. 17. AMD Ryzen 7 7700X

Окрім основної назви, в технічних характеристиках зазначаються такі параметри, як кількість ядер і потоків, обсяг кеш-пам'яті, базова та максимальна частота, підтримуваний стандарт пам'яті (DDR4, DDR5), кількість ліній PCI Express і тепловий пакет (TDP). Саме поєднання цих характеристик дозволяє коректно оцінити продуктивність процесора.

### 3. ВНУТРІШНЯ ПАМ'ЯТЬ ПК

Внутрішня пам'ять персонального комп'ютера охоплює сукупність запам'ятовуючих пристроїв, які безпосередньо взаємодіють із центральним процесором і забезпечують зберігання програм, даних та службової

інформації під час роботи системи. До внутрішньої пам'яті належать *оперативна пам'ять, постійна пам'ять, кеш-пам'ять та енергонезалежна пам'ять конфігурації*.

**Оперативний запам'ятовуючий пристрій (RAM** від англ. «Random Access Memory») – пам'ять з довільним доступом) – це масив електронних комірок, що здатні зберігати інформацію. Вона використовується для оперативного обміну інформацією (даними, адресами та командами) між процесором, зовнішньою пам'яттю та периферійними системами. З неї процесор бере програми та дані для обробки, до неї записуються отримані результати. Оперативна пам'ять має високу швидкодію. Цей вид пам'яті має таку назву тому, що дозволяє зчитувати та записувати інформацію з пам'яті за вказаними адресами будь-яку кількість разів. Оперативна пам'ять призначена для зберігання програм і даних, що опрацьовуються процесором у поточний момент часу. Вміст цього виду пам'яті не зберігається при вимкненні комп'ютера.

Оперативна пам'ять складається з певної кількості комірок пам'яті, кожна з яких має свою власну адресу чи просто номер у двійковому коді. Оперативна пам'ять призначена в основному для зберігання програм та даних протягом усього часу, поки комп'ютер працює.

#### **Основні характеристики оперативної пам'яті**

До ключових параметрів модулів оперативної пам'яті належать:

- **обсяг (ємність)** — вимірюється у гігабайтах (ГБ) і визначає кількість даних, які можуть одночасно зберігатися в пам'яті;
- **ефективна частота (швидкість передачі даних)** — вимірюється у мегатрансферах за секунду (MT/s);
- **латентність (затримка доступу)** — час, необхідний для звертання до комірки пам'яті, вимірюється в наносекундах або тактах (CL — CAS Latency);
- **пропускна здатність** — кількість даних, що передаються за одиницю часу;
- **кількість каналів пам'яті** (single, dual, quad channel).

#### **Типи оперативної пам'яті: SRAM і DRAM**

У сучасних обчислювальних системах використовуються два основні типи напівпровідникової пам'яті — статична та динамічна.

#### **Статична пам'ять (SRAM — Static RAM)**

Комірки SRAM побудовані на основі тригерів (транзисторних схем), які зберігають стан «0» або «1» без необхідності постійного оновлення.

Переваги: дуже висока швидкодія; мінімальна латентність; стабільність роботи.

Недоліки: складна технологія виготовлення; велика площа комірки; висока вартість; менша щільність зберігання.

Через високу ціну SRAM використовується переважно як **кеш-пам'ять процесора (L1, L2, L3)**.

### **Динамічна пам'ять (DRAM — Dynamic RAM)**

Комірки DRAM реалізовані у вигляді мікроконденсаторів, що накопичують електричний заряд. Через природне розрядження вони потребують періодичного оновлення (refresh).

Переваги: простіша структура; висока щільність розміщення; нижча вартість; можливість створення великих обсягів пам'яті.

Недоліки: більша латентність; потреба в постійному оновленні заряду; менша швидкодія порівняно з SRAM.

Саме DRAM використовується як **основна оперативна пам'ять (RAM)** у персональних комп'ютерах.

Розвиток ОЗП відбувався через удосконалення архітектури модулів та збільшення пропускну здатності.

Історична послідовність стандартів:

- SDRAM — синхронна динамічна пам'ять;
- DDR (Double Data Rate);
- DDR2;
- DDR3;
- DDR4;
- DDR5 (сучасний стандарт).

Головна відмінність поколінь полягає в збільшенні швидкості передачі даних; зниженні робочої напруги; покращенні внутрішньої архітектури; підвищенні енергоефективності.

Наприклад:

DDR передає дані двічі за такт;

DDR2 — удосконалена архітектура з вищою частотою;

DDR3 — зниження напруги та підвищення швидкості;

DDR4 — більша щільність і стабільність;

DDR5 — двоканальна внутрішня структура модуля, підвищена пропускну здатність, покращене керування живленням.

Сучасні системи використовують переважно **DDR4 та DDR5** з обсягами від 8 до 64 ГБ і більше.

### **Конструктивне виконання модулів пам'яті**

Оперативна пам'ять реалізується у вигляді змінних модулів, що встановлюються в слоти материнської плати.

Історично використовувалися:

- SIMM (Single In-line Memory Module) — модулі з одним рядом контактів (застаріли);
- DIMM (Dual In-line Memory Module) — модулі з двома незалежними рядами контактів;
- SO-DIMM — компактні модулі для ноутбуків.

Сучасні модулі DIMM: мають 288 контактів (DDR4/DDR5); підтримують багатоканальний режим; можуть оснащуватися радіаторами охолодження; у серверних системах підтримують ECC (корекцію помилок).

Сучасний розвиток оперативної пам'яті спрямований на підвищення пропускної здатності, зменшення затримок, збільшення щільності зберігання та покращення енергоефективності.

**Таблиця 1.**

**Порівняльна характеристика стандартів оперативної пам'яті**

Параметр	SDRAM	DDR	DDR2	DDR3	DDR4	DDR5
Рік появи	~1996	~2000	~2003	~2007	~2014	~2020
Принцип передачі даних	1 раз за такт	2 рази за такт	2 рази за такт	2 рази за такт	2 рази за такт	2 рази за такт (внутрішньо 2 підканали)
Ефективна швидкість (MT/s)	66–133	200–400	400–1066	800–2133	1600–3200+	4800–8400+
Робоча напруга	3,3 В	2,5 В	1,8 В	1,5 В (1,35 В)	1,2 В	1,1 В
Тип модуля	DIMM	DIMM	DIMM	DIMM	DIMM	DIMM
Кількість контактів	168	184	240	240	288	288
Максимальний обсяг модуля	до 512 МБ	до 1 ГБ	до 4 ГБ	до 16 ГБ	32–64 ГБ	64–128+ ГБ
Архітектурні особливості	Синхронна пам'ять	Подвійна швидкість передачі	Покращений буфер	Зменшена напруга	Вища щільність	Два незалежні підканали, покращене керування живленням
Сучасний статус	Застаріла	Застаріла	Застаріла	Частково використовується	Широко використовується	Актуальний стандарт



**Рис. 18.** Оперативна пам'ять у вигляді модуля SIMM

**Постійний запам'ятовуючий пристрій (ROM — Read Only Memory)** — це енергонезалежна пам'ять, призначена для зберігання службових програм і даних, необхідних для запуску та базової ініціалізації комп'ютерної системи. На відміну від оперативної пам'яті, інформація в ПЗП зберігається навіть після вимкнення живлення.

Історично ROM дійсно була пам'яттю «тільки для читання», тобто запис інформації здійснювався лише на етапі виробництва мікросхеми. Проте сучасні реалізації використовують перепрограмовувані типи пам'яті (Flash-ROM, EEPROM), що дозволяє оновлювати вміст мікросхеми без її фізичної заміни.





Рис. 19. Оперативна пам'ять у вигляді модулів DIMM: SDRAM, DDR, DDRII, DDRIII, DDRIV, DDRV (зверху вниз).



Рис. 20. Оперативна пам'ять у вигляді модуля SO-DIMM

У ПЗП зберігається системне мікропрограмне забезпечення, яке:

- ініціалізує апаратні компоненти після подачі живлення;
- проводить самотестування системи (POST — Power-On Self-Test);
- визначає конфігурацію пристроїв;
- забезпечує базову взаємодію з клавіатурою, дисплеєм, накопичувачами;
- передає керування операційній системі.

Це програмне забезпечення традиційно називалося **BIOS (Basic Input/Output System)**.

У сучасних комп'ютерах класичний BIOS майже повністю замінений системою **UEFI (Unified Extensible Firmware Interface)**.

UEFI забезпечує:

- графічний інтерфейс налаштування;
- підтримку великих накопичувачів (GPT);
- швидший запуск системи;

- підтримку Secure Boot;
- розширену систему драйверів.

Сучасна «ПЗП» фактично є мікросхемою флеш-пам'яті, у якій зберігається прошивка UEFI.

Існують різні типи ROM:

- Mask ROM — програмується на етапі виробництва;
- PROM — програмується один раз;
- EPROM — стирається ультрафіолетом;
- EEPROM — електрично стирається;
- Flash ROM — сучасний тип, що використовується в материнських платах.

У ПК застосовується саме Flash-ROM.

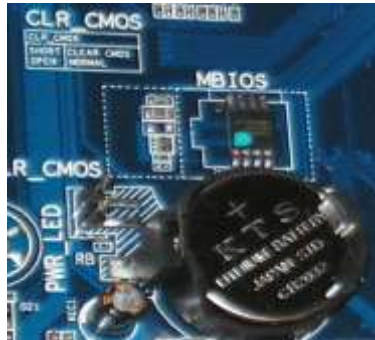
**Енергонезалежна пам'ять конфігурації.** Окремо від ПЗП використовується невеликий обсяг пам'яті CMOS (RTC), у якій зберігаються: системна дата та час; параметри завантаження; налаштування обладнання.

Ця пам'ять підтримується батареєю на материнській платі.

Постійний запам'ятовуючий пристрій є ключовим елементом внутрішньої пам'яті комп'ютера, що забезпечує початкове завантаження та базу конфігурацію системи. У сучасних ПК традиційний BIOS замінено прошивкою UEFI, яка зберігається в енергонезалежній флеш-пам'яті та може оновлюватися.



**Рис. 21.** Розміщення ОЗП на материнській платі



**Рис. 22.** Постійний запам'ятовуючий пристрій і енергонезалежна пам'ять в одній мікросхемі MBIOS та акумулятор

#### 4. НАБІР МІКРОСХЕМ СИСТЕМНОЇ ЛОГІКИ (ЧІПСЕТ)

**Чіпсет** — це сукупність мікросхем системної логіки, що забезпечують взаємодію центрального процесора з оперативною пам'яттю,

накопичувачами, відеоадаптером і периферійними пристроями. Він визначає функціональні можливості материнської плати, підтримувані інтерфейси, кількість портів, тип пам'яті та інші апаратні характеристики.

У традиційній архітектурі чіпсет складався з двох мікросхем:

**Північний міст (Northbridge)** — відповідав за взаємодію процесора з оперативною пам'яттю та відеосистемою.

**Південний міст (Southbridge)** — керував накопичувачами, портами USB, аудіо, мережею та іншими периферійними пристроями.

Північний міст з'єднувався з процесором через системну шину (FSB), а з південним мостом — через внутрішню магістраль.

У сучасних комп'ютерах більшість функцій північного мосту інтегровані безпосередньо в процесор. Контролер оперативної пам'яті та лінії PCI Express для відеокарти тепер розташовані в самому CPU.

Сучасний чіпсет фактично представлений однією мікросхемою — **PCN (Platform Controller Hub)**, яка відповідає за роботу портів USB; підтримку SATA та NVMe; мережеві інтерфейси; аудіопідсистему; додаткові лінії PCIe; керування енергоспоживанням.

Зв'язок між процесором і чіпсетом здійснюється через високошвидкісний інтерфейс (наприклад, Intel DMI або AMD Infinity Fabric).

Чіпсет визначає кількість підтримуваних накопичувачів; максимальний обсяг і тип оперативної пам'яті; підтримку розгону процесора і пам'яті; кількість і тип портів USB; можливості підключення додаткових пристроїв.

Наприклад, у платформах Intel різні серії чіпсетів (B, H, Z) мають різні можливості: серія Z зазвичай підтримує розгін, тоді як серія B орієнтована на масовий сегмент.

Сучасні тенденції розвитку чіпсетів включають: зменшення кількості окремих мікросхем; інтеграцію контролерів у процесор; підвищення пропускної здатності інтерфейсів; підтримку стандартів PCIe 4.0/5.0; впровадження швидкісних мережевих контролерів (2.5G, Wi-Fi 6/7).

Завдяки інтеграції значна частина функцій системної логіки виконується безпосередньо процесором, що зменшує затримки та підвищує продуктивність.

Чіпсет є ключовим елементом материнської плати, який забезпечує взаємодію між центральним процесором і периферійними пристроями. Сучасна архітектура характеризується інтеграцією основних контролерів у процесор та використанням єдиного контролера платформи (PCN), що підвищує швидкодію та енергоефективність системи.

## 5. ШИНИ

Обмін даними між центральним процесором, оперативною пам'яттю та пристроями введення-виведення здійснюється через систему магістралей, які називаються шинами. **Шина** — це сукупність електричних ліній і

логічних протоколів, що забезпечують передавання даних, адрес і керувальних сигналів між компонентами комп'ютера.

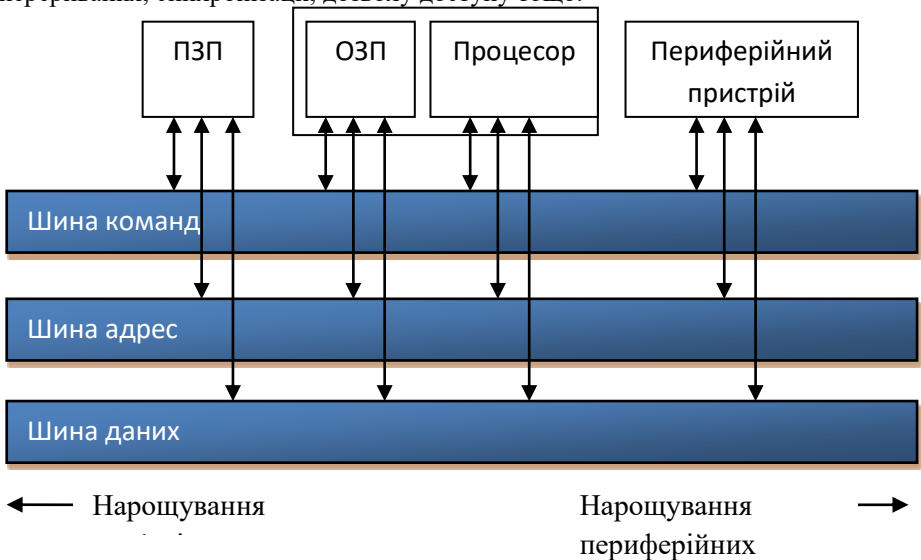
У класичній архітектурі системна шина складалася з паралельних провідників, якими одночасно передавалася група бітів. Кількість провідників визначала розрядність шини. Чим більша розрядність, тим більший обсяг даних можна передати за один такт. Проте в сучасних системах паралельні шини значною мірою замінені високошвидкісними послідовними інтерфейсами (PCI Express, SATA, USB), що працюють за диференціальним принципом передавання сигналів.

Традиційно розрізняли три основні типи шин: адресну, даних і керування (іноді її називали шиною команд).

**Адресна шина** використовується для передавання адрес пам'яті або портів введення-виведення. Кількість бітів адресної шини визначає максимальний обсяг адресованої пам'яті. Наприклад, 32-розрядна адресація дозволяє адресувати до 4 ГБ пам'яті, тоді як сучасні 64-розрядні процесори підтримують значно більший адресний простір.

**Шина даних** призначена для передавання безпосередньо інформації — числових значень, команд, результатів обчислень. Її розрядність визначає, скільки бітів може бути передано одночасно. У сучасних процесорах внутрішні шини можуть мати ширину 64, 128, 256 і більше біт (для векторних операцій).

**Шина керування** забезпечує передавання службових сигналів, що координують роботу системи: сигнали читання/запису, підтвердження, переривання, синхронізації, дозволу доступу тощо.



**Рис. 23.** Магістрально-модульний принцип відкритої побудови ЕОМ

У сучасних комп'ютерах класичне поняття єдиної системної шини практично втратило актуальність. Замість неї використовується багаторівнева система взаємозв'язків:

- між процесором і оперативною пам'яттю — через інтегрований контролер пам'яті;
- між процесором і чіпсетом — через високошвидкісний інтерфейс (Intel DMI, AMD Infinity Fabric);
- для підключення відеокарт і швидких накопичувачів — шина PCI Express;
- для накопичувачів — інтерфейси SATA або NVMe;
- для периферії — USB різних поколінь.

PCI Express, на відміну від старих паралельних шин (PCI, AGP), є послідовною двонаправленою магістраллю з масштабованою кількістю ліній (x1, x4, x8, x16). Кожне покоління PCIe подвоює пропускну здатність.

Передавання даних до зовнішніх пристроїв відбувається через порти введення-виведення. Процесор формує адресу пристрою, контролер або чіпсет декодує її, після чого здійснюється передавання даних через відповідний інтерфейс. У сучасних системах значну частину цієї роботи виконують спеціалізовані контролери, що зменшує навантаження на центральний процесор.

Сучасна система шин є складною багаторівневою структурою, яка забезпечує високошвидкісний обмін даними між усіма компонентами комп'ютера. Її розвиток спрямований на збільшення пропускну здатності, зменшення латентності та підвищення енергоефективності.

## 6. СЛОТИ РОЗШИРЕННЯ

**Слоти розширення** — це спеціальні роз'єми на материнській платі, призначені для встановлення додаткових плат (відеоадаптерів, мережевих карт, контролерів, звукових карт тощо). Вони забезпечують підключення пристроїв до внутрішніх шин комп'ютера та дозволяють змінювати або розширювати його конфігурацію.

Відкрита архітектура персонального комп'ютера передбачає можливість модернізації системи шляхом встановлення нових плат розширення без заміни основних компонентів.

Перші комп'ютери сімейства IBM PC використовували 8-розрядну шину XT-Bus, яка згодом була замінена стандартом ISA (Industry Standard Architecture). ISA була 16-розрядною шиною з частотою 8 МГц і пропускну здатністю до 5,5 Мбайт/с. Вона застосовувалася для підключення модемів, звукових карт, мережевих адаптерів. Сьогодні цей стандарт має лише історичне значення.

Подальшим розвитком стала шина EISA, що забезпечувала більшу пропускну здатність, але також згодом була витіснена сучаснішими

рішеннями.

Шина VLB (VESA Local Bus) дозволила підключати відеоадаптери безпосередньо до локальної шини процесора, що значно підвищило швидкість роботи графічної підсистеми. Проте вона була нестабільною при підключенні кількох пристроїв і швидко втратила актуальність.

Шина **PCI (Peripheral Component Interconnect)** стала універсальним стандартом для підключення внутрішніх пристроїв. Вона підтримувала механізм Plug-and-Play, що дозволяв автоматично конфігурувати підключене обладнання. PCI працювала на частоті до 66 МГц і забезпечувала пропускну здатність до 264 Мбайт/с.

Пізніше з'явилася PCI-X — розширена версія для серверних систем із підвищеною частотою та 64-розрядною архітектурою.

**AGP (Advanced Graphics Port)** був спеціалізованим інтерфейсом для підключення відеокарт. Він забезпечував більшу пропускну здатність, ніж PCI, і мав кілька режимів (1x, 2x, 4x, 8x). Проте згодом був повністю витіснений новішим стандартом PCI Express.

**PCI Express** — це сучасний високошвидкісний послідовний інтерфейс, який є основною внутрішньою шиною сучасних комп'ютерів. Він повністю замінив застарілі стандарти PCI та AGP і використовується для підключення відеокарт, NVMe-накопичувачів, мережевих адаптерів, RAID-контролерів та інших високопродуктивних пристроїв.

На відміну від паралельних шин минулих поколінь, PCIe працює за принципом точка-точка (point-to-point), тобто кожен пристрій має власний виділений канал зв'язку з процесором або чіпсетом. Це усуває конкуренцію між пристроями за пропускну здатність.

PCIe використовує лінії (lanes), кожна з яких складається з двох диференціальних пар для приймання і передавання сигналів. Кількість ліній визначає пропускну здатність слота: x1, x4, x8, x16. Найпоширеніший слот для відеокарт — PCIe x16.

Кожне нове покоління PCIe подвоює швидкість передачі даних:

- PCIe 3.0 — приблизно 1 ГБ/с на лінію;
- PCIe 4.0 — приблизно 2 ГБ/с на лінію;
- PCIe 5.0 — приблизно 4 ГБ/с на лінію;
- PCIe 6.0 — ще більше, із застосуванням нових методів кодування сигналу.

Наприклад, слот PCIe 4.0 x16 може забезпечувати пропускну здатність понад 30 ГБ/с.

Сучасні процесори інтегрують частину ліній PCIe безпосередньо в CPU, що зменшує затримки доступу до відеокарти та швидких накопичувачів. PCI Express (PCIe)

Сьогодні PCI Express є основним стандартом для підключення: дискретних відеокарт; NVMe-накопичувачів; мережевих адаптерів; спеціалізованих контролерів.

**USB (Universal Serial Bus)** — універсальна послідовна шина для підключення зовнішніх пристроїв. Вона підтримує гаряче підключення та автоматичне визначення обладнання.

USB розвивався від версій 1.0 і 2.0 до сучасних стандартів:

- USB 2.0 — до 480 Мбіт/с;
- USB 3.0 / 3.2 Gen1 — до 5 Гбіт/с;
- USB 3.2 Gen2 — до 10 Гбіт/с;
- USB 3.2 Gen2x2 — до 20 Гбіт/с;
- USB4 — до 40 Гбіт/с (а в нових реалізаціях — до 80 Гбіт/с).

Сучасні інтерфейси USB часто використовують роз'єм Type-C, який є симетричним і підтримує: передавання даних; подачу живлення (Power Delivery до 240 Вт); передачу відеосигналу (режим DisplayPort Alt Mode).

USB4 частково базується на технології Thunderbolt і забезпечує високу універсальність підключення.

**PCMCIA (PC Card)** застосовувалася в ноутбуках попередніх поколінь. Сьогодні її заміною стандартами ExpressCard та M.2.

**M.2 та NVMe SSD.** M.2 — це компактний роз'єм на материнській платі, призначений для підключення твердотільних накопичувачів та інших модулів (Wi-Fi, Bluetooth).

Форм-фактор M.2 має різні типорозміри (2242, 2260, 2280, 22110), де перші дві цифри — ширина (22 мм), а наступні — довжина в міліметрах.

Сучасні накопичувачі M.2 можуть працювати у двох режимах:

- SATA — обмежені швидкістю до приблизно 550 МБ/с.
- PCIe + NVMe — використовують шину PCI Express та протокол NVMe.

**NVMe (Non-Volatile Memory Express)** — це спеціалізований протокол для твердотільних накопичувачів, оптимізований для паралельної роботи з флеш-пам'яттю. Він значно зменшує затримки та підтримує тисячі черг команд.

Швидкість сучасних NVMe SSD:

- PCIe 3.0 x4 — до 3500 МБ/с;
- PCIe 4.0 x4 — до 7000 МБ/с;
- PCIe 5.0 x4 — понад 12 000 МБ/с.

Переваги NVMe SSD: надзвичайно висока швидкість читання і запису; низька латентність; компактні розміри; відсутність кабелів підключення.

Через високу швидкість роботи накопичувачі PCIe 4.0 і 5.0 часто оснащуються радіаторами для відведення тепла.

Слоти розширення забезпечують модульність та гнучкість комп'ютерної системи. Еволюція від ISA та PCI до PCI Express відображає загальну тенденцію розвитку комп'ютерної техніки — перехід до високошвидкісних послідовних інтерфейсів із великою пропускнуою здатністю та низькою латентністю. Сьогодні PCI Express є домінуючим

стандартом внутрішнього підключення пристроїв у персональних комп'ютерах.

## 7. Системні РЕСУРСИ

Сучасний комп'ютер є складною багатокомпонентною системою, у якій процесор, пам'ять, накопичувачі та периферійні пристрої повинні узгоджено взаємодіяти між собою. Для цього використовуються системні ресурси — апаратні механізми адресації, сигналізації та обміну даними, які забезпечують координацію роботи всіх вузлів.

**Системні ресурси** — це комунікаційні канали, адресні простори та сигнальні лінії, що використовуються компонентами комп'ютера для взаємодії через внутрішні шини та контролери.

До основних системних ресурсів належать:  
запити переривань (IRQ);

- канали прямого доступу до пам'яті (DMA);
- адреси портів введення-виведення;
- адресні області оперативної пам'яті (memory-mapped I/O).

Головний принцип використання ресурсів — унікальність. Кожен пристрій повинен мати власний набір системних ресурсів. Якщо два пристрої намагаються використовувати один і той самий ресурс, виникає конфлікт, що призводить до нестабільної роботи системи.

**IRQ (Interrupt Request)** — це сигнал від пристрою до процесора, який повідомляє про необхідність негайної обробки події. При надходженні переривання процесор тимчасово призупиняє виконання поточної програми та передає керування спеціальній процедурі обробки.

У класичних ПК було доступно 16 ліній IRQ, частина з яких резервувалася для системних пристроїв (таймер, клавіатура, контролери дисків).

У сучасних системах використовується розширений контролер переривань APIC (Advanced Programmable Interrupt Controller), який підтримує значно більшу кількість переривань, оптимізований для багатоядерних і багатопроцесорних систем, розподіляє навантаження між ядрами процесора.

Завдяки APIC та сучасним механізмам керування ресурсами конфлікти IRQ практично не виникають.

**DMA (Direct Memory Access)** — це механізм передавання даних між пристроями та оперативною пам'яттю без безпосередньої участі процесора.

У режимі DMA пристрій надсилає запит контролеру DMA, контролер самостійно здійснює обмін із пам'яттю, процесор звільняється від рутинних операцій копіювання.

Це суттєво підвищує продуктивність системи, особливо при роботі з мережевими адаптерами, аудіо- та відеопристроями, накопичувачами.

У сучасних системах механізм DMA інтегрований у контролери PCI

Express та NVMe і реалізується на значно вищому рівні продуктивності, ніж у старих архітектурах.

**Порти введення-виведення** — це спеціальні адресовані області, через які програмне забезпечення взаємодіє з апаратними пристроями.

У класичних ПК існувало 65 536 можливих портів (від 0000h до FFFFh). Драйвер пристрою повинен знати, які порти використовує обладнання, щоб здійснювати з ним обмін даними.

У сучасних системах активно застосовується механізм memory-mapped I/O, при якому пристрої відображаються безпосередньо в адресний простір оперативної пам'яті. Це пришвидшує обмін і спрощує програмну взаємодію.

Технологія **Plug and Play** автоматично призначає пристроям ресурси, запобігаючи конфліктам.

### **Адресні області пам'яті**

Деякі пристрої резервують окремі ділянки оперативної пам'яті для обміну даними. Такі області можуть використовуватися відеоадаптерами, мережевими контролерами, контролерами зберігання даних.

У сучасних 64-розрядних системах великий адресний простір дозволяє ефективно розподіляти пам'ять між пристроями без суттєвих обмежень.

Сучасні операційні системи автоматично розподіляють системні ресурси, запобігають конфліктам, оптимізують обробку переривань, балансують навантаження між ядрами процесора.

Завдяки цьому користувач практично не стикається з ручним налаштуванням IRQ чи DMA, як це було в ранніх версіях ПК.

Системні ресурси є механізмом організації взаємодії між компонентами комп'ютера. Їх правильний розподіл забезпечує стабільну та ефективну роботу системи. Сучасні апаратні платформи та операційні системи автоматизують керування ресурсами, що значно підвищує надійність і продуктивність комп'ютера.

## ***КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ***

1. Що належить до внутрішньої пам'яті персонального комп'ютера?
2. У чому полягає призначення оперативної пам'яті (RAM)?
3. Чим відрізняється SRAM від DRAM за принципом роботи та сферою застосування?
4. Які основні характеристики модулів оперативної пам'яті?
5. Що таке латентність пам'яті та як вона впливає на продуктивність системи?
6. У чому полягають відмінності між стандартами SDRAM, DDR, DDR4 та DDR5?
7. Що таке постійний запам'ятовуючий пристрій (ROM) і яке його

- призначення?
8. У чому різниця між BIOS та UEFI?
  9. Яке призначення чіпсета материнської плати?
  10. Чим відрізняється класична схема «північний/південний міст» від сучасної архітектури РСН?
  11. Що таке системна шина та які її основні складові?
  12. Яке призначення адресної шини, шини даних і шини керування?
  13. Чому в сучасних комп'ютерах відмовилися від класичної FSB?
  14. Які основні стандарти слотів розширення використовувалися історично (ISA, PCI, AGP)?
  15. Які переваги має шина PCI Express порівняно з PCI та AGP?
  16. Що таке M.2 і чим відрізняються накопичувачі SATA та NVMe?
  17. У чому полягає принцип роботи механізму DMA?
  18. Що таке IRQ і яку роль відіграє контролер переривань APIC?
  19. Що розуміють під системними ресурсами комп'ютера?
  20. Які наслідки можуть виникнути при конфлікті системних ресурсів?

**План**

- 1. КЛАВІАТУРА**
- 2. МАНІПУЛЯТОР ТИПУ «МИША»**
- 3. ІНШІ КООРДИНАТНО-ВКАЗІВНІ МАНІПУЛЯТОРИ**

**1. КЛАВІАТУРА**

**Клавіатура** – клавiшний пристрій керування персональним комп'ютером. Служить для введення *алфавітно-цифрових (знакових)* даних, а також команд керування.

Незважаючи на те, що такі периферійні пристрої, як маніпулятори, комп'ютерні миші, трекбол, світлове перо, планшет одержали широке поширення, але вони не зможуть повноцінно замінити клавіатуру у функціях введення текстової інформації і керування інтерфейсами.

Зовнішній вигляд клавіатур відрізняється в залежності від індивідуального дизайну і виконання. Багато виробників розробляють власні ергономічні стандарти на дизайн і конструкцію клавіатури і її окремих частин.

Клавіатура – комплексний пристрій, основним елементом якого є клавiші. Клавiша являє собою керований механічний чи сенсорний елемент, що приймає два стани (натиснутий і вільний) і два генеруючих сигнали (натискання і відпускання клавiші).



**Рис. 24.** Види клавіатур

**Будова клавіатури**

Усередині клавіатури знаходиться плата з інтегральними мікросхемами і матриця контактів.

Основна мікросхема клавіатури – це **мікроконтролер** (однокристальний мікрокомп'ютер) типу i8048 або i8049, до складу якого входять наступні компоненти:

- кварцевий тактовий генератор;
- мікропроцесор, що виконує арифметичні, логічні та інші операції, командами, що направляються із системи;
- ОЗП невеликого обсягу;
- регістри загального призначення;
- програмований запам'ятовуючий пристрій (ПЗП) з алгоритмом роботи мікропрограмного забезпечення процесора і таблицею кодів сканування.

Мікроконтролер постійно сканує матрицю контактів, перевіряючи стан кожної клавіші. При натисканні формується спеціальний код — **скан-код**, який передається до комп'ютера через інтерфейс підключення.

Операційна система або драйвер клавіатури перетворює скан-код у відповідний символ або команду з урахуванням активної розкладки та натиснутих модифікаторів (Shift, Ctrl, Alt).

### **Конструкції клавіш**

Конструкція клавіш визначає тактильні відчуття, рівень шуму, довговічність і швидкість спрацювання клавіатури. Із розвитком технологій класичні герконові та жорсткі механічні рішення практично вийшли з ужитку, поступившись сучаснішим типам перемикачів.

У ранніх моделях клавіатур застосовувалися механічні контакти або геркони (герметичні магнітні контакти). Такі клавіші мали пружинний механізм і відзначалися значною жорсткістю натискання, високою надійністю, але великими габаритами та вартістю.

Найпоширенішими сьогодні є **мембранні клавіатури**. У них використовується багатошарова гнучка мембрана з нанесеними струмопровідними доріжками. При натисканні гумовий або силіконовий купол замикає контакт між шарами. Переваги мембранної технології — низька собівартість, тиха робота, невелика вага. Недоліком є менший ресурс натискань та менш виражений тактильний відгук порівняно з механічними клавіатурами.

**Механічні клавіатури** сучасного типу використовують індивідуальні перемикачі під кожною клавішею. Вони складаються з корпусу, пружини та контактного механізму. Різні типи перемикачів (лінійні, тактильні, з клацанням) забезпечують різні відчуття при натисканні. Такі клавіатури мають великий ресурс роботи (до 50–100 мільйонів натискань), чіткий хід клавіш і популярні серед програмістів та геймерів.

**Ємнісні клавіатури** працюють без класичного механічного контакту. При натисканні змінюється ємність між електродами, і електронна схема фіксує спрацювання. Такі рішення відзначаються високою надійністю,

довговічністю та плавністю ходу клавіш. Подібна технологія використовується в преміальних моделях клавіатур.

Окремо слід відзначити **оптичні** та **магнітні** (Hall-ефект) перемикачі. В оптичних клавіатурах спрацювання фіксується перериванням світлового променя, що забезпечує високу швидкість реакції та довговічність. Магнітні перемикачі визначають зміну магнітного поля при натисканні клавіші й дозволяють навіть регулювати глибину спрацювання.

Сучасні конструкції клавіш поєднують механічну точність, електронну чутливість і високу надійність. Вибір технології залежить від призначення клавіатури — офісна робота, програмування, ігрові задачі або професійне введення тексту.

### **Принцип дії клавіатури**

Клавіатура відноситься до стандартних засобів вводу інформації персонального комп'ютера. Її основні функції не потребують підтримки спеціальними системними програмами (драйверами). Необхідне програмне забезпечення для початку роботи з комп'ютером є в ПЗП в складі базової системи вводу-виводу (*BIOS*), і тому комп'ютер реагує на натискання клавіш відразу після ввімкнення.

Після натискання клавіші клавіатура посилає процесору сигнал переривання і змушує процесор призупинити свою роботу і переключитися на програму обробки переривання клавіатури. При цьому клавіатура у своїй власній спеціальній пам'яті запам'ятовує, яка клавіша була натиснута (в пам'яті клавіатури може зберігатися до 20 кодів натиснутих клавіш, якщо процесор не встигає відповісти на переривання). Після передачі коду натиснутої клавіші процесору ця інформація з пам'яті клавіатури зникає. Крім натискання клавіатура відзначає також і відпускання кожної клавіші, посылаючи процесору свій сигнал переривання з відповідним кодом.

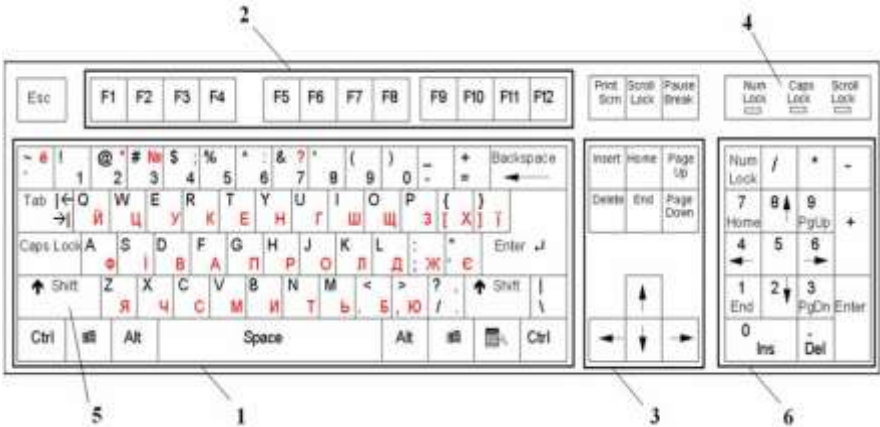
### **Структура розміщення клавіш**

Стандартна клавіатура має більш 100 клавіш, функціонально розподілених по групах:

1. Алфавітно-цифрові клавіші.
2. Функціональні клавіші.
3. Клавіші управління курсором.
4. Службові клавіші.
5. Клавіші режимів.
6. Додаткова цифрова клавіатура.

**Алфавітно-цифрові клавіші** призначені для введення знакової інформації і команд, що набираються по буквах. Кожна клавіша може працювати в кількох режимах (*регістрах*) і, відповідно, може використовуватися для введення кількох символів. Переключення між

нижнім регістром (для введення рядкових символів) і верхнім регістром (для введення прописних символів) здійснюють утриманням клавіші SHIFT (нефіксоване переключення). При необхідності фіксовано переключити регістр використовують клавішу CAPS LOCK. Якщо клавіатура використовується для введення даних, абзац закривають натисканням клавіші ENTER. При цьому автоматично починається введення тексту з нового рядка. Якщо клавіатуру використовують для введення команд, клавішею ENTER завершують введення команди і починають її виконання.



**Рис. 25.** Групи клавіш стандартної клавіатури

Для різних мов існують різні схеми закріплення символів національних алфавітів за конкретними алфавітно-цифровими клавішами. Такі схеми називаються *розкладками клавіатури*. Переключення між різними розкладками виконуються програмним чином – це одна з функцій операційної системи. Відповідно, спосіб переключення залежить від того, у якій операційній системі працює комп'ютер.

Загальноприйняті розкладки клавіатури мають свої корені в розкладках клавіатур друкарських машинок. Для персональних комп'ютерів *IBM PC* типовими вважаються розкладки QWERTY (англійська) і ЙЦУКЕНГ (російська). Розкладки прийнято іменувати по символах, закріплених за першими клавішами верхнього рядка алфавітної групи.

**Група функціональних клавіш** включає дванадцять клавіш (від F1 до F12), розміщених у верхній частині клавіатури. Функції, закріплені за даними клавішами, залежать від властивостей конкретної працюючої в даний момент програми, а в деяких *випадках*, і від властивостей операційної системи. Загальноприйнятим для більшості програм є угода про те, що клавіша F1 викликає довідкову систему, у якій можна знайти довідку про дію інших клавіш.

Дві групи *клавіш керування курсором* розташовані праворуч від алфавітно-цифрової панелі. *Курсором* називається екранний елемент, що вказує місце введення знакової інформації. Курсор використовується з програмами, що виконують введення даних і команд із клавіатури. Клавіші керування курсором дозволяють керувати позицією введення.

Чотири клавіші зі стрілками виконують зміщення курсора в напрямку, зазначеному стрілкою.

**Page Up/Page Down** – перехід курсора на одну сторінку вгору чи вниз. Поняття «сторінка» звичайно відноситься до фрагмента документа, видимому на екрані. У графічних операційних системах (наприклад Windows) цими клавішами виконують «прокручування» вмісту в поточному вікні. Дія цих клавіш у багатьох програмах може бути модифікована за допомогою службових реєстрових клавіш, у першу чергу **Shift** і **Ctrl**. Конкретний результат модифікації залежить від конкретної програми і операційної системи.


Клавіші **Home** і **End** переводять курсор у початок чи кінець поточного рядка, відповідно. Їхня дія також модифікується реєстровими клавішами.

Традиційне призначення клавіші **Insert** складається в переключенні режиму введення даних (переключення між режимами *вставки* і *заміни*). Якщо текстовий курсор знаходиться усередині існуючого тексту, то в режимі вставки відбувається введення нових знаків без заміни існуючих символів (текст як би розсовується). У режимі заміни нові знаки замінюють текст, що був раніше в позиції введення.

Клавіша **Delete** призначена для видалення знаків, що знаходяться праворуч від поточного положення курсора. При цьому положення позиції введення залишається незмінним.

*Службові клавіші* розташовуються поруч із клавішами алфавітно-цифрової групи. У зв'язку з тим, що ними необхідно користуватися часто, вони мають збільшений розмір.

- **<Shift>** – зміна верхнього і нижнього регістрів алфавітно-цифрових клавіш, перехід у режим символів рядкових і прописних букв;
- **<Ctrl>** – використовується в комбінації з іншими клавішами (наприклад, **<Ctrl+Shift>** часто застосовується для заміни режиму введення російських і латинських символів);
- **<Alt>** – додаткова клавіша, використовується в комбінації з деякими іншими функціональними клавішами (наприклад, **<Ctrl>**, **<Delete>**);
- **<Caps Lock>** – фіксація режиму символів прописних букв, при одночасному натисканні на **<Shift>** друкуються символи прописних букв;
- **<BACKSPACE>** – використовується для видалення символу, що

- знаходиться ліворуч від курсора;
- **<Enter>** – клавіша введення команди або переходу на новий абзац (у текстовому редакторі);
- **<Tab>** – використовується для переходу до наступної позиції табуляції при редагуванні текстів чи для переходу між полями в діалогових вікнах, також для виконання інших функцій, часто в сполученні з іншими клавішами;
- **<Esc>** – універсальна клавіша, призначена для скасування яких-небудь дій чи виходу з програми.
- **<PrintScreen>** (а також комбінація **<Shift+PrintScreen>**) – використовується для друкування інформації, що відображена на екрані, чи копіювання зображення екрана в буфер обміну;
- **<Break>** (а також комбінація **<Ctrl+Break>**) – скасовує команду чи програму, що виконується на даний момент.
-  – клавіша відкриття головного меню;

-  – клавіша виклику контекстного меню.

**Клавішні режими** – це клавіші **<Num Lock>**, **<Caps Lock>**, **<Scroll Lock>**. У правому верхньому кутку клавіатури кожній з клавіш відповідає свій індикатор режиму.

- **<Num Lock>** – включає/відключає режим цифрової клавіатури.
- **<Caps Lock>** – включає/відключає режим прописних букв.
- **<Scroll Lock>** – включає/відключає режим блокування прокручування екрана.

**Група клавіш додаткової панелі** дублює дію цифрових і деяких знакових клавіш основної панелі.

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 уведення використовують додаткову панель.

*Порядок уведення символів по відомому ALT-кодi.*

1. Натиснути й утримувати клавішу ALT.
2. Переконатися в тому, що включено 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.

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

Засоби настроювання клавіатури відносяться до системних і входять до складу операційної системи. Крім параметрів режиму повтору настроюванню підлягають також розкладки й органи керування, що використовуються для переключення розкладок.

### Роз'єми клавіатури

Роз'єм клавіатури визначає спосіб її підключення до комп'ютера та тип інтерфейсу обміну даними. У процесі розвитку комп'ютерної техніки використовувалися різні стандарти підключення.

**DIN (5-pin).** Один із перших стандартів підключення клавіатур у ПК. Використовувався у ранніх моделях IBM PC та AT. Мав круглий 5-контактний роз'єм великого розміру.

Нині повністю вийшов з ужитку.

**PS/2.** Інтерфейс PS/2 став наступником DIN і широко застосовувався з 1990-х років. Має круглий 6-контактний роз'єм малого діаметра. На материнській платі часто використовувалися два порти PS/2 — окремо для клавіатури (фіолетовий) та миші (зелений).

Переваги PS/2: стабільне з'єднання, підтримка апаратного переривання, мінімальна затримка.

Недолік — відсутність повноцінного «гарячого» підключення (у старих системах підключення при увімкненому комп'ютері могло призвести до пошкодження порту).

У сучасних материнських платах PS/2 майже не використовується, хоча іноді зберігається для сумісності.

**USB** є основним стандартом підключення клавіатур у сучасних комп'ютерах. Найпоширеніший варіант — USB Type-A.

Переваги USB: підтримка гарячого підключення, автоматичне визначення пристрою (Plug and Play), універсальність, сумісність із більшістю операційних систем.

Клавіатури можуть працювати як пристрої класу HID (Human Interface Device) без необхідності встановлення спеціальних драйверів.

**USB Type-C.** У нових пристроях дедалі частіше використовується роз'єм USB Type-C. Він є компактним, симетричним і підтримує сучасні стандарти передачі даних та живлення.

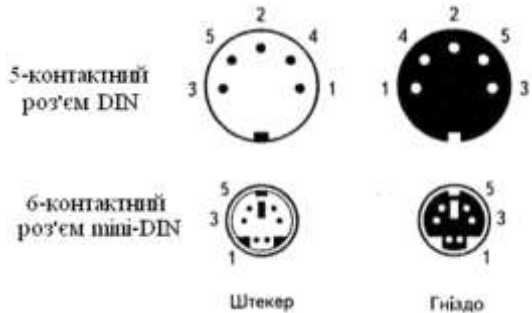


Рис. 26. Роз'єми клавіатур

**Бездротове підключення.** Сучасні клавіатури можуть працювати без дротів:

- **Радіоканал 2.4 ГГц** — через USB-приймач (донгл).
- **Bluetooth** — без окремого приймача, підключення безпосередньо до модуля Bluetooth комп'ютера або ноутбука.

Бездротові моделі мають вбудований акумулятор або змінні батареї та підтримують енергоощадні режими.

Еволюція роз'ємів клавіатури від DIN і PS/2 до USB та бездротових технологій відображає загальну тенденцію розвитку інтерфейсів — універсальність, зручність підключення та мобільність. Сьогодні основним стандартом є USB та бездротові рішення на базі Bluetooth або радіоканалу.

## 2. МАНПУЛЯТОР ТИПУ «МИША»

**Миша** — це координатно-вказівний пристрій маніпуляційного типу, призначений для керування графічним інтерфейсом користувача. Вона забезпечує переміщення курсора (покажчика) на екрані та виконання команд шляхом натискання кнопок.

Переміщення миші по поверхні перетворюється на відповідне переміщення курсора на екрані. Вибір об'єктів, запуск програм, відкриття меню та виконання інших операцій здійснюється шляхом натискання кнопок миші. Сучасні моделі мають дві основні кнопки (ліва та права), колесо прокручування (scroll wheel), яке також часто виконує функцію середньої кнопки, а в розширених моделях — додаткові програмовані клавіші.

Сучасні миші переважно є **оптичними** або **лазерними**. У середині пристрою розташований сенсор, який освітлює поверхню світлодіодом або лазером; фіксує зміну зображення поверхні; обчислює вектор переміщення; передає цифрові дані до комп'ютера.

Ранні моделі використовували механічний кульковий механізм, але сьогодні такі пристрої практично не застосовуються.

На відміну від старих архітектур, у сучасних комп'ютерах миша є стандартним пристроєм класу HID (Human Interface Device). Операційні системи мають вбудовану підтримку миші, тому встановлення окремого драйвера зазвичай не потрібне (виняток — спеціалізовані ігрові моделі).

Миша працює за подійним принципом. Переміщення, натискання кнопок, прокручування колеса формують події, які обробляються операційною системою та передаються активним програмам. Програма аналізує тип події (рух, натискання, подвійне натискання); координати курсора; стан кнопок.

Сучасні миші використовують такі інтерфейси підключення:

- USB — основний дротовий інтерфейс;
- Bluetooth — бездротове підключення;
- радіоканал 2.4 ГГц через USB-приймач.

Підключення здійснюється в режимі Plug and Play.

Основні характеристики:

- DPI (Dots Per Inch) — чутливість сенсора; визначає, наскільки точно фіксується переміщення.
- Polling Rate — частота опитування (125–1000 Гц і більше).
- Час відгуку — затримка між рухом і відображенням на екрані.
- Тип сенсора — оптичний або лазерний.
- Ергономіка — форма корпусу для правої або лівої руки.

Миша є основним координатно-вказівним пристроєм сучасного персонального комп'ютера. Вона працює за подійним принципом, підтримується операційною системою на рівні стандартного пристрою HID та забезпечує інтуїтивне керування графічним інтерфейсом. Сучасні моделі характеризуються високою точністю, малою латентністю та широкими можливостями налаштування.

### 3. ІНШІ КООРДИНАТНО-ВКАЗІВНІ МАНІПУЛЯТОРИ

**Трекбол (trackball)** – це різновид комп'ютерної миші, однак кулька трекбола не доторкається по поверхні, а знаходиться зверху. Таким чином, приводиться в рух не сам корпус маніпулятора, а лише кулька, що дозволяє істотно підвищити точність керування курсором.

Сучасні трекболи використовують оптичну або лазерну систему зчитування руху. Світловий промінь освітлює поверхню кульки, а сенсор аналізує зміну відбитого зображення. Такий принцип забезпечує високу точність позиціонування, стійкість до пилу та забруднення, менший знос механічних елементів.

Трекбол може бути окремим пристроєм або вбудованим у клавіатуру чи ноутбук. Він часто використовується у сфері графічного дизайну, медичних системах, диспетчерських центрах і в умовах обмеженого робочого простору. Керування може здійснюватися пальцями або долонею, що зменшує навантаження на зап'ястя.

Альтернатива вибору між мишею і трекболом може бути обґрунтована вимогами до точності, а також зручністю роботи. У деяких випадках трекбол дозволяє розширити можливості керування.

Вам може бути зручно керувати кульовим маніпулятором долонею, вказівним або великим пальцем, розташувавши цей пристрій не тільки на столі, але і на руці.

**Сенсорна панель (touch pad)** – це також різновид координатно-вказівних маніпуляторів. Панель дозволяє керувати покажчиком на екрані монітора за допомогою дотику до краю панелі пальця (fingertip) чи електромагнітного пера-шило (stylus). Існує кілька технологій сенсорних панелей – *емнісного та індуктивного* типу.

*Панелі емнісного типу* працюють таким чином. Дотик до панелі

пальця, рівносильний внесенню ємності, що сприймається спеціальною чутливою до зміни ємнісного опору сіткою чи резистивною мембраною. Мембрана виготовляється з ламінованої, чутливої до тиску пластини зі структурованим растром із сплаву індію з оксидом олова на передній поверхні. При натисканні на визначену ділянку екрана в прямокутній системі координат X-Y формується аналоговий сигнал. Даний сигнал стосовно початку координат має визначений потенціал. Аналогові сигнали передаються із сітки в адаптер, де перетворюються контролером у цифрові сигнали. Отримана інформація оброблюється прикладним програмним забезпеченням.



**Рис 27.** Маніпулятори типу «трекбол»

*Сенсорна панель індуктивного типу (планшет).* За екраном планшета розташована система, чутлива до електромагнітного пера. Вона складається з електрочутливої решітки і магнітного екрана, що утворюють контури, чутливі до зміни магнітного поля. Від початку системи координат X-Y уздовж решітки поширюються електромагнітні хвилі з високою частотою.

Коли ви тримаєте перо поблизу поверхні сенсорного екрана (з натиснутою кнопкою введення, що формує електромагнітний імпульс), за поверхнею екрана на контурах індукується напруга. У результаті такої взаємодії параметри хвилі змінюються, що дозволяє при досягненні хвилею кінця решітки констатувати введення. Система відзначає час між натисканням на кнопку і досягненням хвилею кінця решітки, визначаючи тим самим координату точки введення на екрані планшета. Точність залежить від

частоти проходження імпульсів і інших параметрів чутливої решітки.

Планшети, а також планшетні пера і миші (mouse tablets, stylus pen) – різновиди координатно-вказівних пристроїв,

Планшетні пера можуть бути самих різних конструкцій – від звичайних пристроїв вводу до повнофункціональних інструментів, що поєднують функції комп'ютерної миші, трекбола з високою роздільною здатністю і цифрової ручки для запису чи малювання. Існують навіть ручки-перекладачі текстів.



**Рис. 28.** Сенсорна панель з Visu+ 10.1", Pheonix Contact

**Графічний планшет (digitizer tablet)** — це координатно-вказівний пристрій, призначений для точного введення графічної інформації за допомогою електронного пера (стилуса). Він дозволяє користувачеві вводити координати, виконувати малювання, креслення та редагування зображень із високою точністю, що значно перевищує можливості звичайної миші.

У більшості сучасних планшетів застосовується електромагнітна індукційна технологія. Під робочою поверхнею розташована спеціальна сітка провідників, яка створює електромагнітне поле. Стилус взаємодіє з цим полем, а контролер визначає точні координати пера в системі X–Y. Додатково фіксується сила натискання, кут нахилу та іноді навіть обертання пера. Це дає змогу відтворювати природну динаміку ручного письма чи малювання.

Сучасні планшети характеризуються високою роздільною здатністю позиціювання, великою кількістю рівнів чутливості до натискання (до

кількох тисяч) і малою латентністю. Завдяки цьому штрих на екрані з'являється практично без затримки, що створює відчуття роботи зі звичайним олівцем або пензлем.

Існують моделі без власного дисплея, у яких зображення відображається на моніторі комп'ютера, а також планшети з вбудованим екраном, що дозволяють малювати безпосередньо на поверхні дисплея. У професійних сферах застосовуються великі планшети з розширеними функціями, тоді як у навчальному процесі часто використовуються компактні моделі.



Рис 29. Графічний планшет UGEE S640

Основні характеристики:

- **Роздільна здатність** (lpi — lines per inch) — визначає точність позиціонування.
- **Рівні чутливості до натискання** (наприклад, 2048, 4096, 8192 рівнів).
- **Частота опитування** — швидкість передавання координат.
- **Робоча площа** — активна зона планшета.
- **Підтримка нахилу пера** — важливо для художніх застосувань.

Типи планшетів:

- **Безекранні (Pen Tablet)** — зображення відображається на

**моніторі, а малювання відбувається на окремій поверхні планшета.**

- Екранні (Pen Display) — мають вбудований дисплей, що дозволяє малювати безпосередньо на екрані.
- Мобільні графічні планшети — автономні пристрої з власною операційною системою.

Графічні планшети широко застосовуються в цифровому мистецтві, дизайні, архітектурному та інженерному проектуванні, анімації, обробці фотографій, а також в освітньому процесі для створення рукописних пояснень і схем. Вони поєднують точність цифрових технологій із природністю ручного введення, що робить їх незамінним інструментом у багатьох професійних галузях.

### ***КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ***

1. Що належить до стандартних пристроїв введення інформації?
2. Яке призначення клавіатури в комп'ютерній системі?
3. З яких основних блоків складається стандартна клавіатура?
4. Який принцип роботи клавішної матриці?
5. Які існують типи клавішних перемикачів (мембранні, механічні, оптичні, ємнісні)?
6. Що таке скан-код клавіші та як він обробляється операційною системою?
7. Які сучасні інтерфейси підключення клавіатури використовуються?
8. Що таке маніпулятор типу «миша» та до якого класу пристроїв він належить?
9. У чому полягає принцип роботи оптичної та лазерної миші?
10. Що таке DPI та як цей параметр впливає на точність роботи миші?
11. Які події формує миша в процесі роботи?
12. Які параметри миші можна налаштувати засобами операційної системи?
13. Що таке трекбол і в чому його відмінність від миші?
14. У яких випадках доцільно використовувати трекбол?
15. Який принцип роботи сенсорної панелі (touchpad)?
16. Що таке мультитач і які можливості він забезпечує?
17. Що таке графічний планшет і яке його призначення?
18. Які параметри визначають точність роботи графічного планшета?
19. У чому полягають переваги стилуса порівняно з мишею?
20. Які координатно-вказівні пристрої найчастіше використовуються в професійній діяльності (дизайн, інженерія, освіта)?

## План

- 1. ВІДЕОМОНІТОРИ.**
- 2. ВІДЕОАДАПТЕРИ.**

### **1. ВІДЕОМОНІТОРИ.**

**Відеосистема** сучасного комп'ютера складається з двох основних компонентів: **відеоадаптера** (графічного процесора) та **відеомонітора**. Відеоадаптер формує цифрове зображення, а монітор перетворює електричний (цифровий) сигнал у візуальне зображення, доступне для сприйняття людиною.

**Монітор** — це електронний пристрій відображення інформації, який формує зображення з великої кількості елементів — пікселів (pixel — picture element). Кожен піксель містить інформацію про яскравість і колір певної точки екрана. Сучасні монітори мають мільйони пікселів, а розмір одного пікселя вимірюється десятими або сотими частками міліметра.

Більшість дисплеїв є кольоровими. Колір формується за адитивною моделлю RGB — шляхом поєднання трьох базових кольорів: червоного (Red), зеленого (Green) і синього (Blue). Кожен піксель складається з трьох субпікселів відповідних кольорів. Зміна інтенсивності світіння кожного субпікселя дозволяє відтворювати мільйони відтінків.

За принципом дії монітори історично поділялися на:

- монітори з електронно-променевою трубкою (CRT — Cathode Ray Tube);
- рідкокристалічні монітори (LCD — Liquid Crystal Display);
- плазмові панелі (PDP — Plasma Display Panel).

#### **CRT-монітори**

Монітори з електронно-променевою трубкою використовували електронний промінь, який сканував екран рядок за рядком, утворюючи растр. Потік електронів збуджував люмінофор, що спричиняло світіння відповідних точок. Такі монітори забезпечували природну передачу кольорів, однак мали значні габарити, високе енергоспоживання та електромагнітні випромінювання. Сьогодні технологія CRT практично повністю витіснена.

#### **LCD-монітори**

Рідкокристалічні монітори стали основним стандартом у комп'ютерній техніці. Їхня робота базується на властивості рідких кристалів змінювати поляризацію світла під дією електричного поля. Підсвічування

(раніше — люмінесцентне CCFL, нині — LED) проходить через матрицю рідких кристалів, яка регулює ступінь пропускання світла.

У сучасних LCD-панелях з активною матрицею кожен субпіксель керується окремим тонкоплівковим транзистором (TFT — Thin Film Transistor). Це забезпечує високу чіткість, стабільність зображення та швидкий час відгуку.

Сучасні типи LCD-матриць включають:

- TN (Twisted Nematic) — швидкі, але з обмеженими кутами огляду;
- IPS (In-Plane Switching) — точна передача кольорів і широкі кути огляду;
- VA (Vertical Alignment) — висока контрастність.

Переваги LCD/LED-моніторів: невелика товщина, мала вага, відсутність мерехтіння, низьке енергоспоживання, ергономічність і безпечність для користувача.

### **OLED та Mini-LED (сучасний етап розвитку)**

Сучасні високоякісні монітори дедалі частіше використовують технологію OLED (Organic Light Emitting Diode). У таких дисплеях кожен піксель випромінює світло самостійно, без підсвічування, що забезпечує глибокий чорний колір; дуже високу контрастність; мінімальний час відгуку; точну передачу кольорів.

**Mini-LED** — це вдосконалена система підсвічування LCD-дисплеїв із великою кількістю зон локального затемнення, що покращує контрастність і яскравість.

### **Плазмові панелі**

Плазмові дисплеї працюють на основі газового розряду в осередках, заповнених інертним газом (неон, ксенон). Під дією напруги виникає ультрафіолетове випромінювання, яке збуджує люмінофор і створює світіння. Плазмові панелі забезпечували високу яскравість, насичені кольори та великі кути огляду.

Головною **перевагою** плазмових панелей є технологічна можливість виготовити дуже широкі екрани, при цьому використовуючи дуже тонкі матеріали. Оскільки кожний піксель підсвічується окремо, то зображення створюється дуже яскравим та насиченим і не спотворюється передача кольорів при кутах огляду до 160°. Плазмові панелі не створюють шкідливих для здоров'я людини електромагнітних полів, не страждають від вібрації, мають невеликий час відгуку (час між пересиланням сигналу на зміну яскравості пікселя і його фактичною зміною), не мерехтять. Відсутність спотворень, проблем зведення електронних променів і їхнього фокусування властиві всім плоскопанельним дисплеям. Плазмові панелі дуже універсальні, що дозволяє використовувати їх не тільки в якості телевізора, але і як дисплею

персонального комп'ютера з великим розміром екрана. Це робить плазмові панелі гідною заміною традиційних з електронно-променевою трубкою.

Проте високе енергоспоживання, значне тепловиділення та економічна недоцільність виробництва малих екранів призвели до поступового витіснення плазмової технології LCD та OLED-дисплеями.



**Рис.30.** Монітор з електронно-променевою трубкою



**Рис.31.** Рідкокристалічний монітор

### **Основні характеристики моніторів**

**Розмір екрана** монітора визначається довжиною його діагоналі, яка вимірюється в дюймах (1 дюйм = 2,54 см). Якщо раніше поширеними були моделі 17–22 дюйми, то сьогодні стандартом для настільних комп'ютерів є монітори з діагоналлю 23–27 дюймів, а для професійної роботи та мультимедіа — 32 дюйми і більше. У сучасних дисплеях майже повністю домінує формат 16:9, хоча також використовуються 16:10 (для професійної роботи) та ультраширокі формати 21:9 і 32:9.

**Роздільна здатність** визначає кількість пікселів по горизонталі та вертикалі, які екран здатний відобразити. Чим більше пікселів, тим детальнішим є зображення. Застарілі режими 640×480 або 800×600 нині не



**Рис. 32.** Плазмова панель

використовуються. Поширеними стандартами є:

- Full HD (1920×1080),
- QHD (2560×1440),
- 4K UHD (3840×2160),
- 5K та 8K у професійних системах.

Якість зображення залежить не лише від роздільної здатності, а й від **щільності пікселів (PPI — pixels per inch)**. Чим вища щільність, тим чіткішим виглядає зображення на екрані.

**Кольорова глибина** (палітра кольорів) визначає кількість відтінків, які може відобразити дисплей. Сучасні монітори зазвичай підтримують 24-бітну глибину кольору (True Color — приблизно 16,7 млн кольорів). Професійні моделі можуть працювати з 10-бітною глибиною кольору (понад 1 млрд відтінків) для точнішої передачі кольорів. Додатково враховується покриття колірних просторів sRGB, Adobe RGB або DCI-P3.

**Час відгуку** — це час, за який піксель змінює свій стан. Для сучасних LCD та OLED-моніторів цей показник становить від 1 до 5 мс. Малий час відгуку важливий для відео та ігрових застосувань, оскільки зменшує ефект розмиття рухомих об'єктів.

**Частота оновлення** (refresh rate) визначає, скільки разів за секунду екран оновлює зображення. Вона вимірюється в герцах (Гц). Якщо для офісної роботи достатньо 60–75 Гц, то сучасні ігрові монітори підтримують 120, 144, 165, 240 Гц і більше. Для LCD та OLED дисплеїв поняття мерехтіння, характерне для CRT-моніторів, вже не є актуальним, проте висока частота оновлення покращує плавність руху.

**Кути огляду** визначають, під яким максимальним кутом відносно перпендикуляра до екрана зображення залишається чітким і контрастним. Для сучасних IPS- і OLED-матриць кути огляду досягають 178° по горизонталі та вертикалі, тоді як TN-матриці мають менші кути та гіршу стабільність кольорів.

**Яскравість** вимірюється в канделах на квадратний метр (кд/м<sup>2</sup>). Стандартні офісні монітори мають яскравість 250–350 кд/м<sup>2</sup>, а моделі з підтримкою HDR можуть досягати 600–1000 кд/м<sup>2</sup> і більше.

**Контрастність** — це співвідношення максимальної яскравості білого до мінімальної яскравості чорного. Для типових LCD-дисплеїв вона становить приблизно 1000:1, для VA-матриць — 3000:1 і вище, а для OLED контрастність практично нескінченна завдяки можливості повного вимкнення пікселів.

Сучасні характеристики моніторів визначаються не лише розміром і роздільною здатністю, а й технологією матриці, частотою оновлення, якістю кольоропередачі та рівнем контрастності. Саме сукупність цих параметрів формує комфорт і якість роботи користувача.

## 2. ВІДЕОАДАПТЕРИ.

**Відеоадаптер** (графічний адаптер, відеокарта) — це пристрій, що відповідає за формування зображення та його передавання на монітор. Він виконує обробку графічних даних, рендеринг двовимірної та тривимірної графіки, декодування відео і взаємодіє з дисплейними інтерфейсами.

У сучасних комп'ютерах відеоадаптер може бути інтегрованим (вбудованим у центральний процесор) або дискретним (окремою платою розширення, що підключається через PCI Express). Інтегровані рішення достатні для офісних задач і мультимедіа, тоді як дискретні відеокарти застосовуються для ігор, професійної графіки, 3D-моделювання, відеомонтажу та обчислювальних задач.

Сучасний відеоадаптер містить:

- графічний процесор (GPU — Graphics Processing Unit);
- відеопам'ять;
- контролери дисплеїв;
- систему живлення;
- систему охолодження;
- інтерфейс PCI Express.

Раніше відеокарта перетворювала цифрові сигнали в аналогові (через RAMDAC) для CRT-моніторів. Сьогодні більшість інтерфейсів є цифровими (HDMI, DisplayPort, USB-C), тому класичні цифро-аналогові перетворювачі втратили актуальність.

Графічний процесор (GPU) є спеціалізованим обчислювальним пристроєм із великою кількістю паралельних ядер. Він виконує обробку геометрії та текстур, шейдерні обчислення, рендеринг зображення, апаратне прискорення відео, обчислення для задач штучного інтелекту.

Тактова частота сучасних GPU вже не вимірюється сотнями мегагерц, як у попередніх поколіннях, а становить 1,5–3 ГГц і більше. Продуктивність визначається не лише частотою, а й кількістю обчислювальних блоків та архітектурою.

Технологічний процес виробництва сучасних графічних процесорів становить 7 нм, 5 нм, 4 нм і менше. Зменшення техпроцесу дозволяє збільшити кількість транзисторів, зменшити енергоспоживання та підвищити ефективність.

Відеопам'ять призначена для зберігання текстур, буферів кадру, геометричних даних та інших графічних ресурсів. Сучасні відеокарти використовують високошвидкісну пам'ять типу GDDR6 або GDDR6X, а в професійних рішеннях — HBM (High Bandwidth Memory). Об'єм відеопам'яті сучасних моделей становить 4, 8, 12, 16, 24 ГБ і більше.

Важливими параметрами відеопам'яті є:

- об'єм;
- ефективна частота;

- ширина шини пам'яті (128, 192, 256, 384 біт);
- пропускна здатність (вимірюється в ГБ/с).

Шина відеопам'яті визначає, скільки даних може передаватися між GPU та пам'яттю за один такт. Чим ширша шина і вища частота пам'яті, тим більша пропускна здатність і продуктивність у графічних задачах.

Сучасні відеоадаптери підтримують новітні графічні стандарти та API, зокрема DirectX, Vulkan, OpenGL, а також технології трасування променів (Ray Tracing) та апаратного масштабування з використанням алгоритмів штучного інтелекту.

Найбільшими розробниками графічних процесорів сьогодні є компанії NVIDIA та AMD, а інтегровані рішення активно розвиває Intel. Комерційні відеокарти виготовляють різні партнери (ASUS, MSI, Gigabyte, Sapphire та інші), використовуючи графічні чіпи цих компаній.

Сучасний відеоадаптер є високопродуктивним спеціалізованим процесором із власною пам'яттю, який виконує складні паралельні обчислення та забезпечує формування зображення високої роздільної здатності з великою частотою оновлення.

**Слот підключення** — це тип інтерфейсу взаємодії між материнською платою та відеоадаптером. Він визначає пропускну здатність каналу обміну даними та функціональні можливості відеокарти.

Раніше використовувалися інтерфейси AGP (Accelerated Graphics Port), однак сьогодні фактично єдиним стандартом є PCI Express (PCIe). Сучасні відеокарти підключаються через слот PCIe x16. Покоління PCIe (3.0, 4.0, 5.0) відрізняються пропускну здатністю, яка вимірюється десятками гігабайт за секунду. PCIe забезпечує двосторонню високошвидкісну передачу даних між GPU та центральним процесором.

### **Інтерфейси підключення моніторів**

Типи інтерфейсів (конекторів) визначають спосіб з'єднання відеокарти із зовнішніми пристроями відображення. Сучасні відеоадаптери підтримують цифрові інтерфейси високої пропускну здатності.

**VGA** (D-Sub, 15-контактний) — аналоговий інтерфейс, що використовувався для CRT-моніторів. Нині практично не застосовується через низьку якість сигналу та обмеження роздільної здатності.

**DVI** (Digital Visual Interface) — цифровий інтерфейс, що підтримував передачу як цифрового (DVI-D), так і аналогового (DVI-I) сигналу. Використовував технологію TMDS для високошвидкісної передачі даних. Сьогодні поступово витіснений HDMI та DisplayPort.

**HDMI** (High-Definition Multimedia Interface) — універсальний цифровий інтерфейс, який передає відео та багатоканальний аудіосигнал одним кабелем. Підтримує високі роздільні здатності (4K, 8K), HDR та захист контенту HDCP. Широко застосовується у моніторах і телевізорах.

**DisplayPort (DP)** — сучасний високопродуктивний цифровий інтерфейс, що активно використовується в комп'ютерних системах.

Підтримує високу частоту оновлення (144–240 Гц і більше), великі роздільні здатності, багатомоніторні конфігурації (MST) та передачу аудіо.

**USB-C / Thunderbolt** — сучасні універсальні інтерфейси, що дозволяють передавати відео (DisplayPort Alt Mode), дані та живлення одним кабелем.

Аналогові інтерфейси TV-out та S-Video сьогодні практично не використовуються.

### **Графічний акселератор**

Сучасні відеокарти містять графічний процесор (GPU), який виконує функції графічного прискорювача. Він знімає навантаження з центрального процесора та виконує обробку 2D і 3D-графіки, рендеринг сцен, накладання текстур, апаратне декодування та кодування відео, обчислення для задач штучного інтелекту.

Ранні технології, такі як 3Dfx, мали історичне значення у розвитку 3D-графіки. Сьогодні основними API є DirectX, Vulkan та OpenGL, а сучасні GPU підтримують трасування променів (Ray Tracing) та обчислення з використанням нейронних мереж.

### **Особливості сучасних відеокарт та перспективи розвитку**

Сучасні відеокарти є високопродуктивними обчислювальними системами, які виконують не лише функції відображення графіки, а й складні паралельні обчислення. Вони стали універсальними прискорювачами для різноманітних задач — від ігор і 3D-моделювання до машинного навчання та наукових досліджень.

**1. Висока паралельність обчислень.** Графічні процесори (GPU) містять тисячі обчислювальних ядер, що дозволяє виконувати одночасно велику кількість операцій. Це робить їх ефективними для роботи з графікою, відео та штучним інтелектом.

**2. Підтримка трасування променів (Ray Tracing).** Сучасні GPU мають спеціалізовані блоки для апаратного трасування променів, що забезпечує фотореалістичне освітлення, тіні та відображення в реальному часі.

**3. Використання технологій штучного інтелекту.** Відеокарти оснащуються тензорними або матричними обчислювальними блоками, які застосовуються для масштабування зображення (DLSS, FSR тощо), покращення якості відео, нейромережових обчислень.

**4. Високошвидкісна відеопам'ять.** Застосовується пам'ять типу GDDR6, GDDR6X або HBM із великою пропускну здатністю (сотні ГБ/с). Об'єм пам'яті сучасних моделей становить 8–24 ГБ і більше.

**5. Підтримка високих роздільних здатностей.** Відеокарти забезпечують роботу з дисплеями 4K та 8K, а також із частотою оновлення 144–240 Гц.

**6. Енергоефективність і складні системи охолодження.** Зменшення техпроцесу (5–4 нм) підвищує енергоефективність. Потужні

моделі використовують багатовентиляторні або рідинні системи охолодження.

**7. Розширені інтерфейси підключення.** Підтримуються сучасні стандарти PCIe 4.0 / 5.0, HDMI 2.1, DisplayPort 1.4 / 2.1.

### **Перспективи розвитку відеокарт**

**1. Подальше зменшення техпроцесу.** Перехід до 3 нм і менших технологій дозволить підвищити продуктивність при зниженні енергоспоживання.

**2. Інтеграція AI-обчислень.** Зростатиме роль відеокарт у задачах штучного інтелекту, обробки великих даних і генеративних моделей. **Штучний інтелект (ШІ)** активно використовує можливості відеокарт для навчання та роботи нейронних мереж. GPU ефективно обробляють великі матриці даних, що є основою алгоритмів машинного навчання. Сучасні відеокарти мають спеціалізовані блоки (тензорні ядра), оптимізовані для AI-обчислень. Вони застосовуються у розпізнаванні зображень, обробці мови, генерації текстів і зображень, наукових дослідженнях.

**3. Розвиток трасування променів.** Очікується підвищення ефективності Ray Tracing та поява нових алгоритмів глобального освітлення в реальному часі.

**4. Зростання ролі GPU в універсальних обчисленнях (GPGPU).** GPU дедалі активніше використовуються у наукових розрахунках, криптографії, медичних дослідженнях, моделюванні фізичних процесів.

**5. Об'єднання CPU та GPU.** Розвиваються гібридні архітектури, де графічний і центральний процесори інтегруються в єдину систему з високошвидкісною спільною пам'яттю.

**6. Підтримка нових форматів зображення.** Очікується масове поширення 8K-дисплеїв, HDR нового покоління, технологій доповненої та віртуальної реальності.

Сучасні відеокарти перетворилися з пристроїв виводу зображення на потужні паралельні обчислювальні системи. Їх розвиток спрямований на підвищення продуктивності, енергоефективності, підтримку штучного інтелекту та реалістичної графіки. У перспективі GPU відіграватимуть дедалі важливішу роль не лише у візуалізації, а й у загальнообчислювальних задачах.



**Рис. 33.** Відеоадаптер 3D Rage з 16 Мб ОЗП інтерфейсом шини PCI



**Рис.34.** Відеоадаптер GeForce з 128 Мб ОЗП інтерфейсом шини AGP



**Рис.35.** Відеоадаптер ATI Radeon HD3870 з 512 Мб ОЗП інтерфейсом шини PCI-Express 2.0 16x



**Рис. 36.** Відеоадаптер Gigabyte GeForce RTX 5090 Gaming OC 32GB GDDR7 DLSS4

## **КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ**

1. З яких основних компонентів складається відеосистема комп'ютера?
2. Що таке відеомонітор і яке його призначення?
3. Що таке піксель і субпіксель?
4. За якою моделлю формується кольорове зображення на моніторі?
5. Які технології дисплеїв використовуються в сучасних моніторах?
6. У чому полягають відмінності між LCD, OLED та Mini-LED?
7. Що таке роздільна здатність екрана і як вона впливає на якість зображення?
8. Що таке частота оновлення та як вона впливає на комфорт роботи?
9. Що таке час відгуку монітора?
10. Які основні інтерфейси підключення моніторів застосовуються сьогодні?
11. Що таке відеоадаптер і які його основні функції?
12. Чим відрізняється інтегрована відеокарта від дискретної?
13. Що таке графічний процесор (GPU)?
14. Яке призначення відеопам'яті та які її сучасні типи?
15. Що таке PCI Express і яку роль він відіграє у роботі відеокарти?
16. Які параметри визначають продуктивність сучасної відеокарти?
17. Що таке графічний акселератор?
18. У чому полягає суть технології трасування променів (Ray Tracing)?
19. Яку роль відеокарти відіграють у задачах штучного інтелекту?
20. Які перспективи розвитку сучасних відеоадаптерів?

## План

- 1. КЛАСИФІКАЦІЯ НАКОПИЧУВАЧІВ ДАНИХ.**
- 2. НАКОПИЧУВАЧІ НА МАГНІТНІЙ СТРІЧЦІ.**
- 3. НАКОПИЧУВАЧІ НА ЖОРСТКИХ МАГНІТНИХ ДИСКАХ.**
- 4. НАКОПИЧУВАЧІ НА ГНУЧКИХ МАГНІТНИХ ДИСКАХ.**
- 5. НАКОПИЧУВАЧІ НА ОПТИЧНИХ ДИСКАХ.**
- 6. ЗОВНІШНІ НАКОПИЧУВАЧІ ТА МОБІЛЬНІ НОСІЇ**
- 7. ХМАРНІ СХОВИЩА**

### **1. КЛАСИФІКАЦІЯ НАКОПИЧУВАЧІВ ДАНИХ.**

Сучасні накопичувачі даних (довготривалі запам'ятовуючі пристрої) призначені для зберігання інформації незалежно від наявності живлення. Вони використовуються для зберігання операційної системи, програм, документів, мультимедійних файлів, баз даних та резервних копій.

Класифікацію накопичувачів доцільно здійснювати за кількома ознаками: фізичним принципом зберігання інформації, способом підключення, форм-фактором, сферою застосування та функціональним призначенням.

#### **1. За фізичним принципом зберігання інформації**

**1.1. Магнітні накопичувачі.** Інформація записується шляхом зміни магнітного стану поверхні носія. Характерні особливості: велика місткість, відносно низька вартість за 1 ГБ, наявність механічних рухомих частин (крім стрічкових бібліотек із роботизованим доступом).

До них належать:

- жорсткі диски (HDD);
- стрічкові накопичувачі (Tape Storage — використовуються переважно для архівування у дата-центрах).

**1.2. Твердотільні накопичувачі (SSD).** Побудовані на основі флеш-пам'яті NAND. Не містять рухомих частин. Особливості: дуже висока швидкість доступу, низька латентність, енергоефективність, обмежена кількість циклів перезапису (залежить від типу пам'яті: SLC, MLC, TLC, QLC).

**1.3. Оптичні накопичувачі.** Інформація записується та зчитується лазерним променем (CD; DVD; Blu-ray). Сьогодні використовуються обмежено — переважно для архівування або спеціалізованих задач.

**1.4. Мережеві та хмарні сховища.** Інформація фізично зберігається на віддалених серверах. Особливість — доступ через мережу. До них

належать:

- NAS (Network Attached Storage);
- хмарні сервіси зберігання даних.

## 2. За способом підключення

### 2.1. Внутрішні накопичувачі

- SATA (HDD, SATA SSD);
- NVMe через PCI Express;
- U.2, M.2.

### 2.2. Зовнішні накопичувачі

- USB (USB 3.2, USB-C);
- Thunderbolt;
- зовнішні корпуси для SSD/HDD.

### 2.3. Мережеві накопичувачі

- підключення через Ethernet або Wi-Fi.

## 3. За форм-фактором

- 3.5" — переважно HDD для настільних ПК;
- 2.5" — ноутбучні HDD та SSD;
- M.2 — компактні твердотільні модулі;
- PCIe-карти розширення;
- портативні корпуси.

## 4. За функціональним призначенням

**4.1. Системні накопичувачі.** Містять операційну систему та програми (найчастіше SSD).

**4.2. Архівні накопичувачі.** Призначені для зберігання великих обсягів інформації (HDD, стрічкові системи).

**4.3. Мобільні носії.** USB-флеш-накопичувачі, карти пам'яті.

**4.4. Серверні та корпоративні рішення.** Накопичувачі з підвищеною надійністю, підтримкою RAID, високою швидкістю доступу.

## 5. За продуктивністю та призначенням

- споживчі (домашні ПК);
- професійні (робочі станції);
- серверні (центри обробки даних);
- спеціалізовані (для відеоспостереження, баз даних, AI).

## 2. НАКОПИЧУВАЧІ НА МАГНІТНІЙ СТРИЧЦІ.

**Стример** (англ. tape streamer) – це пристрій для резервного копіювання більших обсягів інформації. Як носій тут застосовуються касети з магнітною стрічкою ємністю 1 – 2 Гбайта й більше.

Стримери дозволяють записати на невелику касету з магнітною стрічкою величезну кількість інформації. Вбудовані в стример засоби

апаратного стискування дозволяють автоматично ущільнювати інформацію перед її записом і відновлювати після зчитування. Недоліком стримерів є їх порівняно низька швидкість запису, пошуку й зчитування інформації.

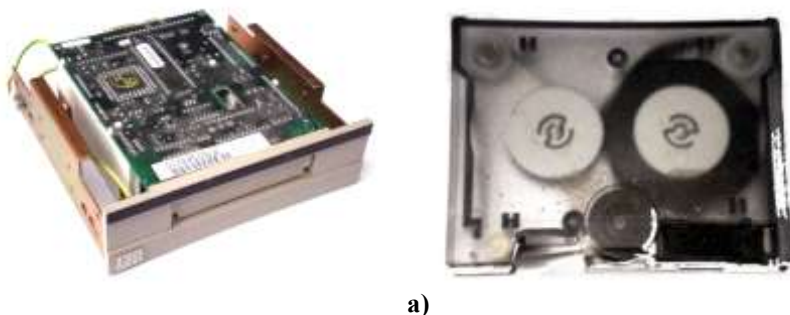


Рис.38. Стример (а) і касета з магнітною стрічкою (б)

### 3. НАКОПИЧУВАЧІ НА ЖОРСТКИХ МАГНІТНИХ ДИСКАХ.

**Накопичувач на жорстких магнітних дисках (HDD — Hard Disk Drive)** — це пристрій довготривалого зберігання даних на основі магнітного запису. Його основне призначення — збереження великих обсягів інформації: операційної системи, програм, архівів, відеофайлів, резервних копій тощо. Сьогодні жорсткі диски частіше використовуються як місткі сховища даних, тоді як у ролі системного диска їх дедалі частіше замінюють твердотільні накопичувачі (SSD).

Конструктивно жорсткий диск складається з герметичного корпусу (гермоблока) та плати керування. Усередині гермоблока розміщені магнітні пластини (одна або кілька), які виготовляються з алюмінію або скла й покриваються тонким феромагнітним шаром. Саме на цьому шарі зберігається інформація у вигляді намагнічених ділянок. Пластини закріплені на шпинделі й обертаються з великою швидкістю — найчастіше 5400 або 7200 обертів за хвилину, а в серверних моделях — до 10000–15000 об/хв.

Над поверхнею кожної пластини розташовані магнітні головки зчитування/запису. Вони не торкаються поверхні диска, а «пливуть» на надзвичайно малій відстані завдяки повітряному потоку, що створюється під час обертання. Переміщення головок здійснюється за допомогою спеціального електромагнітного механізму — актуатора, який забезпечує дуже точне позиціонування.

Сучасні моделі HDD можуть бути заповнені не повітрям, а гелієм. Це зменшує внутрішній опір, нагрівання та дозволяє розмістити більше пластин у корпусі, що збільшує загальну місткість накопичувача.

Зовні до гермоблока приєднана плата електроніки. На ній

розташовані контролер (вбудований мікропроцесор), кеш-пам'ять, інтерфейсні модулі (SATA або SAS), а також мікропрограмне забезпечення (firmware), яке керує роботою накопичувача. Частина службової інформації, наприклад таблиці дефектних секторів і параметри моніторингу (SMART), зберігається у спеціальній службовій області диска.

Запис інформації відбувається шляхом зміни магнітного стану ділянок поверхні пластини під впливом магнітного поля головки. Під час зчитування намагнічені ділянки індують слабкий електричний сигнал у головці, який підсилюється та перетворюється на цифрові дані. Для підвищення надійності використовуються алгоритми корекції помилок.

Поверхня диска логічно поділяється на концентричні доріжки, а доріжки — на сектори. Сучасний стандарт фізичного сектора становить 4096 байт (технологія Advanced Format), хоча для сумісності система може відображати їх як 512 байт. Доріжки з однаковими номерами на різних пластинах утворюють циліндри.

Основними характеристиками сучасних HDD є **місткість** (від сотень гібайтів до десятків терабайтів), **швидкість обертання**, **обсяг кеш-пам'яті**, **інтерфейс підключення** та **середній час доступу до даних**. Попри те, що HDD поступаються SSD за швидкістю та латентністю, вони залишаються економічно вигідним рішенням для зберігання великих масивів інформації.

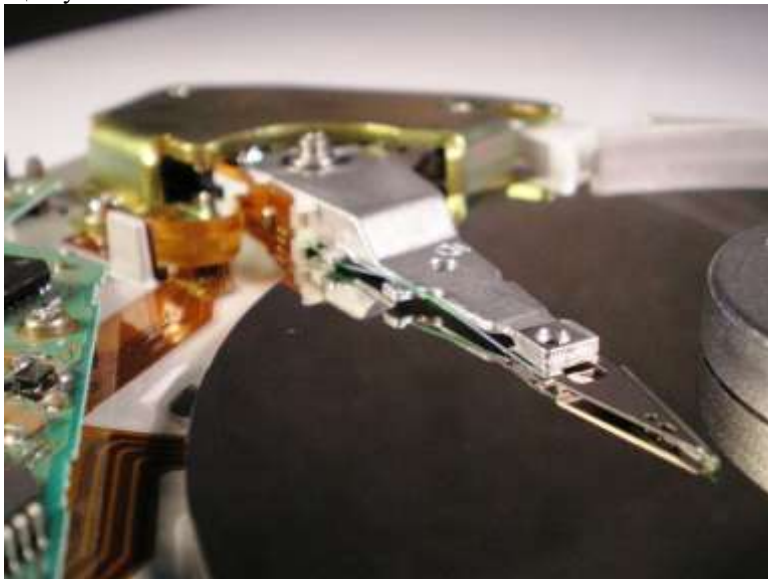
У сучасних комп'ютерних системах жорсткі диски найчастіше застосовуються як додаткові накопичувачі для архівування, у мережевих сховищах (NAS), серверах та системах резервного копіювання. Їх розвиток спрямований на підвищення щільності запису, енергоефективності та довговічності зберігання даних.



**Рис. 39.** Внутрішня будова накопичувача на жорстких магнітних дисках

**Інтерфейс накопичувача** — це апаратно-програмний засіб, який забезпечує обмін даними між жорстким диском і материнською платою комп'ютера. Він визначає фізичний роз'єм, електричні параметри сигналів, протокол передавання даних та максимальну пропускну здатність.

З розвитком комп'ютерної техніки інтерфейси HDD суттєво еволюціонували.



**Рис. 40.** Позиціонер та магнітна головка накопичувача на жорстких магнітних дисках

### **SCSI та його розвиток**

Інтерфейс **SCSI** (Small Computer System Interface) історично застосовувався у високопродуктивних робочих станціях і серверах. Його особливістю була можливість підключення кількох пристроїв до однієї шини та підтримка складної системи команд керування.

Подальшим розвитком стали: Ultra SCSI, SCSI-3, серверний стандарт SAS (Serial Attached SCSI).

Сучасний інтерфейс SAS використовується в корпоративних системах зберігання даних. Він забезпечує високу надійність, можливість багатоканального підключення та підтримку RAID-масивів.

У персональних комп'ютерах класичний SCSI сьогодні майже не застосовується.

### **ATA / IDE / EIDE (PATA)**

**Інтерфейс ATA (AT Attachment)**, відомий також як **IDE (Integrated Drive Electronics)** або пізніше EIDE, тривалий час був основним стандартом для настільних ПК. Його особливістю було розміщення контролера

безпосередньо на платі накопичувача. До одного кабелю можна було підключити два пристрої (режими Master/Slave).

Паралельний варіант цього інтерфейсу отримав назву PATA (Parallel ATA). Максимальна швидкість останніх версій (Ultra ATA/133) становила 133 МБ/с.

Сьогодні PATA повністю витіснений більш сучасними технологіями.

### **SATA — сучасний стандарт для HDD**

Найпоширенішим інтерфейсом жорстких дисків у персональних комп'ютерах є **SATA (Serial ATA)** — послідовний інтерфейс передавання даних.

Його основні переваги порівняно з PATA: менша кількість провідників, вузький і зручний кабель, краща перешкодостійкість, підтримка «гарячого» підключення, вища пропускна здатність.

Розвиток стандарту SATA:

- SATA I (1,5 Гбіт/с) — до 150 МБ/с;
- SATA II (3 Гбіт/с) — до 300 МБ/с;
- SATA III (6 Гбіт/с) — до 600 МБ/с;

Сьогодні SATA III є базовим стандартом для HDD і SATA-SSD.

### **Параметри, що впливають на продуктивність HDD**

Окрім інтерфейсу, швидкодію жорсткого диска визначають такі характеристики:

**Швидкість обертання пластин.** Сучасні моделі працюють на 5400 або 7200 об/хв. Серверні — до 15000 об/хв. Чим більша швидкість, тим менша затримка доступу.

**Обсяг кеш-пам'яті.** Кеш-буфер використовується для тимчасового зберігання часто запитуваних даних. У сучасних HDD його обсяг зазвичай становить 64–512 МБ.

**Середній час доступу.** Визначає час переміщення головок до потрібної доріжки (зазвичай 8–15 мс).

**Час обертальної затримки.** Час очікування, поки потрібний сектор опиниться під головкою.

**Режим передавання даних.** Сучасні накопичувачі використовують режим DMA (Direct Memory Access), що дозволяє передавати дані без безпосередньої участі центрального процесора.

Фактична швидкість читання сучасних HDD зазвичай становить 100–250 МБ/с залежно від моделі та щільності запису.

Інтерфейс SATA сьогодні залишається основним для жорстких дисків у настільних системах і NAS-сховищах. У серверному середовищі використовується SAS. Водночас для твердотільних накопичувачів дедалі частіше застосовується інтерфейс NVMe через PCI Express, який значно перевищує SATA за швидкістю.

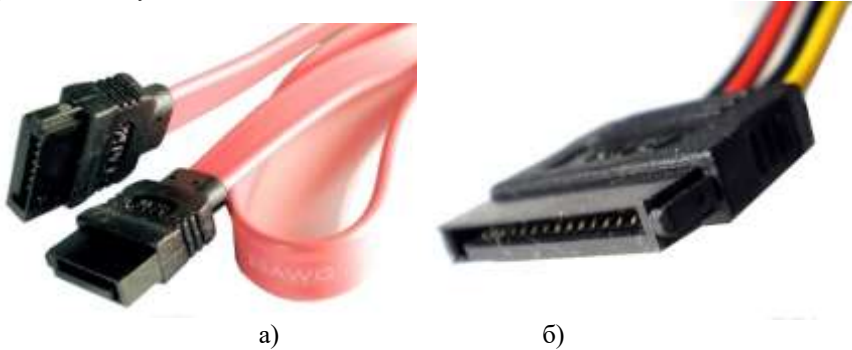
Отже, хоча технологія HDD поступово поступається SSD за

швидкодією, завдяки інтерфейсу SATA та великій місткості жорсткі диски залишаються важливою складовою сучасних систем зберігання даних.

### **Накопичувачі на змінних жорстких дисках**

З середини 90-х років почали використовуватися накопичувачі на змінних дисках, які дозволяли не тільки збільшувати обсяг збереженої інформації, але й переносити інформацію між комп'ютерами. Обсяг змінних дисків – від сотень Мбайт до декількох Гігабайт.

Саме у березні 1995 р. фірма Iomega випустила накопичувач Zip, на змінних дисках якого розміщувалося до 100 Мбайт інформації. Накопичувач Zip став найдорожчим засобом для переносу даних і збільшення об'єму інформації, що зберігалася. Іноді його навіть називають накопичувачем на гнучких дисках наступного покоління. Накопичувач Zip працює на 3,5-дюймових змінних магнітних картриджах і поєднує швидкодію вінчестера із зручністю дискети (об'єм диска – 100 Мбайт, швидкість обертання – близько 3000 об/хв, час доступу – не більше 30 мс). Дискковод може бути підключений до комп'ютера через інтерфейс SCSI або паралельний порт, причому в останньому випадку залишається додатковий транзитний вихід для принтера. З накопичувачем поставляється власне програмне забезпечення Zip Tools для резервного копіювання даних і каталогізації дисків. Пристрій працює в різних ОС, буде то DOS, Windows або OS/2.



**Рис. 41.** Інтерфейсні роз'єми SATA  
а) інформаційний кабель; б) кабель живлення

Накопичувачі Jaz – це нове втілення ідеї змінного магнітного диска і ефективний спосіб необмеженого нарощування дискового простору ПК. Підключивши накопичувач Jaz до SCSI-адаптера, можна отримати ще один змінний жорсткий диск об'ємом 1 Гбайт. Накопичувач Jaz використовує магнітні носії і працює за тим же принципом, що і жорсткий диск. Час доступу до даних (17 мс) і час пошуку (12 мс) пристрою Jaz. На копіювання 1 Гбайта інформації потрібний близько п'яти хвилин, тому дискковод дуже зручний для архівації даних. Подібно до накопичувача Zip, пристрій Jaz поставляється з власним програмним забезпеченням Jaz Tools, яке сумісне з

Windows, дозволяє оптимально використовувати дисковий простір, створювати багатогігабайтні архіви на декількох дисках.

#### 4. НАКОПИЧУВАЧІ НА ГНУЧКИХ МАГНІТНИХ ДИСКАХ.

**НГМД** або **дисковод** вмонтований у системний блок. Гнучкі носії для НГМД випускають у вигляді дискет (флопі-диск). Власне носій – це плоский диск зі спеціальної, достатньо міцної плівки, покритий феромагнітним шаром і поміщений у захисний конверт із рухомою засувкою у верхній частині (рис.42).

Дискети використовуються, в основному, для оперативного перенесення невеликих об'ємів інформації з одного комп'ютера на інший. Дані, записані на дискеті можна захистити від стирання чи перезапису.

Лицьова панель дисководу введена на передню панель системного блоку, на якій розташовані кишенька, закрита шторкою, куди вставляють дискету, кнопка для виймання дискети та лампочка-індикатор.

На відміну від жорсткого диска, диск у НГМД приводиться в обертання тільки за командою на читання або запис, в інший час він перебуває у спокої. Головка читання-запису під час роботи механічно контактує з поверхнею дискети, що призводить до швидкого зношування дискет.

Як і у випадку жорсткого диску, поверхня гнучкого диску розбивається на доріжки, які у свою чергу розбиваються на сектори. Сектори й доріжки утворюються під час форматування дискети. Зараз дискети поставляються відформатованими.

Основними параметрами дискети є технологічний розмір (у дюймах), щільність запису та повна ємність.

За розмірами розрізняють 3,5-дюймові дискети та 5,25-дюймові дискети. Щільність запису може бути простою SD (Single Density), подвійною DD (Double Density) та високою HD (High Density). Стандартна ємність 3,5-дюймової дискети – 1,44 Мбайт, можливим є використання дискет ємністю 720 Кбайт. На теперішній час стандартом є дискети розміром 3,5 дюйма, високої щільності HD, що мають ємність 1,44 Мбайта.

Основні внутрішні елементи дисководу – *дискетна рама, шпіндельний двигун, блок головок з приводом і плата електроніки.*

**Шпіндельний двигун** – плоский багатополюсний, з постійною швидкістю обертання 300 об/хв. Двигун приводу блоку головок – кроковий, з черв'ячною, зубчатою або стрічковою передачею.

Для розпізнавання властивостей дискети на платі електроніки біля переднього торця дисководу встановлене три механічних натискних датчика: два – під отвором захисту і щільності запису, і третій – за датчиком щільності – для визначення моменту опускання дискети.

Поступово дискети виходять із обігу і їх замінюють іншими

засобами накопичення інформації.



Рис. 42. Дискета 3,5'' у розібраному вигляді

## 5. НАКОПИЧУВАЧІ НА ОПТИЧНИХ ДИСКАХ.

**CD-ROM (Compact Disk Read Only Memory)** – постійний запам'ятовуючий пристрій на основі компакт-дисків. Принцип дії цього пристрою полягає у зчитуванні цифрових даних за допомогою лазерного променя (780 нм), що відбивається від поверхні диска.

Компакт-диски виготовляють із прозорого пластику діаметром 120 мм і товщиною 1,2 мм. Складається із трьох шарів: підкладка з полікарбоната, на якій відштампований рельєф диска, напилене на неї покриття, що складається із алюмінію, золота, срібла або іншого сплаву, і більш тонкий захисний шар полікарбоната або лаку, на що наносяться надписи і малюнки.

Інформаційний рельєф диска являє собою з спіральну доріжку, що іде від центру до периферії, вздовж якої розміщені заглиблення (pit – піт) та поверхня (land – ленд). Логічний нуль може бути представлений як пітом, так і лендом. Логічна одиниця кодується переходом між пітом та лендом. Інформація кодується чергуванням пітів і проміжків між ними.

Поверхня диска розбита на три ділянки. Початкова (Lead-In) розташована в центрі диска і зчитується першою. В ній записано вміст диска, таблиця адрес всіх записів, мітка диска й інша службова інформація. Середня ділянка містить основну інформацію і займає більшу частину диска. Кінцева ділянка (Lead-Out) містить мітку кінця диску.

Типовий привід складається із плати електроніки, шпиндельного двигуна, системи оптичної зчитувальної головки і системи завантаження диску.

На платі електроніки розміщені всі керуючі схеми приведення, інтерфейс з контролером комп'ютера, роз'єми інтерфейсу і виходу звукового сигналу.

Шпиндельний двигун служить для приведення диску в обертання з

постійною або змінною лінійною швидкістю.

Система оптичної головки складається з самої головки і системи її переміщення. В головці розміщені лазерний випромінювач, на основі інфрачервоного лазерного світлодіода, система фокусування, фотоприймач і попередній підсилювач.

До складу накопичувача CD-ROM входять:

- оптична система, яка складається з лазерного випромінювача, оптичних лінз та датчиків і призначена для зчитування інформації з поверхні диска;
- електродвигун, що обертає диск;
- покроковий двигун, що переміщує оптичну систему відносно диска;
- мікроконтролер, що керує механікою привода, оптичною системою і декодує прочитану інформацію у двійковий код.

Компакт-диск розкручується електродвигуном. На поверхні диска за допомогою приводу оптичної системи фокусується промінь із лазерного випромінювача. Промінь відбивається від поверхні диска і скрізь призму подається на датчик. Світловий потік перетворюється в електричний сигнал, який поступає у мікропроцесор, де він аналізується й перетворюється у двійковий код.

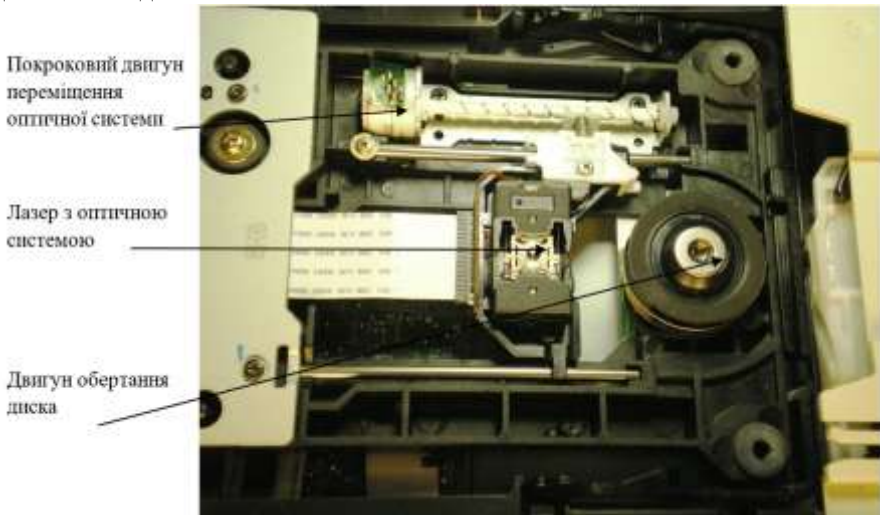


Рис. 43. Внутрішня будова накопичувача на оптичних дисках

Основними характеристиками CD-ROM є:

- **швидкість передачі даних** (data-transfer rate) – вимірюється в кратних долях швидкості програвача аудіо компакт-дисків (150 Кбайт/сек) і характеризує максимальну швидкість з якою накопичувач пересилає дані в

оперативну пам'ять комп'ютера. Наприклад, 12-швидкісний CD-ROM (12x CD-ROM) буде зчитувати дані зі швидкістю 1800 Кбайт/с, 52-швидкісний (52x) – 7800 Кбайт/с;

- **час доступу** (access time) – час, необхідний для пошуку інформації на диску. Більшість сучасних пристроїв мають час доступу 0,3 мс;
- **розміром блоку даних** (data block size) – мінімальна кількість байт, які передаються на комп'ютер через інтерфейсну карту, тобто це одиниця інформації, з якою оперує контролер приводу. Мінімальний розмір блоку даних відповідно до специфікації MPC дорівнює 16 Кбайт.
- **Розмір буфера** – розмір внутрішнього буфера (кеш-пам'яті), в який прочитуються файли перед їх передачею. Розмір буфера може бути від 64 Кбайт до 1 Мбайта.

Основний недолік стандартних CD-ROM – неможливість записування даних, але існують пристрої однократного записування CD-R та багаторазового записування CD-RW.

**Накопичувач CD-R (CD-Recordable)** зовні схожий на накопичувач CD-ROM і сумісний з ним за розмірами диска та форматами запису. Особливістю є те, що CD-R надає можливість виконати одноразовий запис і необмежену кількість зчитувань. Запис даних здійснюється за допомогою спеціального програмного забезпечення, наприклад, за допомогою програми Nero. Швидкість запису сучасних накопичувачів CD-R складає 40x-52x.

**Накопичувач CD-RW (CD-ReWritable)** використовуються для багаторазового запису даних, причому можна як просто дописати нову інформацію на вільний простір, так і повністю перезаписати диск новою інформацією (попередні дані знищуються). Як і у випадку з накопичувачами CD-R, для запису даних необхідно встановити в системі спеціальні програми, причому формат запису сумісний зі звичайним CD-ROM. Швидкість запису сучасних накопичувачів CD-RW складає 10x-12x.

### **Накопичувач DVD (Digital Versatile Disk)**

Пристрій для читання цифрових багатофункціональних дисків. Зовні DVD-диск схожий на звичайний CD-ROM (діаметр – 120 мм, товщина 1,2 мм).

Зменшення довжини хвилі до 650 нм (у деяких моделях до 635 нм) дає можливість збільшити об'єм записаної інформації у порівнянні з CD дисками.

Швидкість передачі інформації становить 1.3 Мбіт/с для швидкості 1x. максимальна швидкість передачі інформації становить 16x або близько 21 Мбіт/с.

Поряд з використанням нових методів стиснення інформації велика ємність DVD-диска дозволяє одночасно записувати цифрове зображення високої чіткості, об'ємний звук з можливостями відтворення до восьми мов, субтитри на кількох мовах (до 32-х) та інтерактивну програму.

У залежності від інформаційної ємності DVD-диски поділяють на DVD-5 (одношаровий односторонній), DVD-9 (односторонній двошаровий), DVD-10 (двосторонній одношаровий). Ємність інформації, що міститься на таких дисках відповідно складає 4,7; 8,7 і 9,4 Гбайта. У разі використання двошарової схеми запису на обох сторонах ємність диска сягає близько 17 Гбайт. Двошаровість досягається за рахунок внесення напівпрозорого шару, який є прозорим для світла однієї довжини хвилі і відбиває світло іншої довжини хвилі.

DVD-диски допускають також перезапис інформації, тобто існують DVD-R та DVD-RW диски.

### **Накопичувач HD DVD (High Definition DVD)**

Технологія запису оптичних дисків високої щільності для збереження даних та відео високої чіткості використовує диски стандартних розмірів (120 і 80 мм в діаметрі) і голубий лазер з довжиною хвилі 405 нм. Одношаровий диск HD DVD має ємність 15 Гбайт, двошаровий – 30 Гбайт, трьохшаровий – 45 Гбайт, одношаровий HD DVD-RAM – 20 Гбайт. Швидкість передачі інформації з диска HD DVD дорівнює потроєній швидкості звичайних DVD.

HD DVD є подальшим розвитком формату DVD і може зберігати в три рази більше інформації, чим його попередник – 15 Гбайт на одному шарі. HD-DVD використовує такі ж самі структури даних (образ, сектор, блоки ECC), алгоритми корекції помилок та модуляцію, що є стандартним для DVD. Відмінність лише в тому, що блок ECC HD DVD відповідає за розміром двом блокам ECC DVD, що забезпечує краще коригування помилок.

Важливим фактором привабливості HD DVD є той факт, що більша частина обладнання для виробництва DVD може бути переоснащена для виробництва HD DVD, бо використовує ту ж технологію виробництва.

Захист від несанкціонованого копіювання HD DVD організований за допомогою системи Advanced Access Content System (AACSS). Її зміст полягає у блокуванні окремого відтворюючого пристрою у випадку компрометування криптографічних ключів. На даний момент у специфікації HD DVD відсутній регіональний захист.

### **Накопичувач BD (Blu-ray Disc)**

Blu-ray Disc (англ. blue ray – блакитний промінь і disc – диск) – формат оптичного носія високої щільності для запису і зберігання цифрових даних, включаючи відео високої чіткості з підвищеною щільністю.

Одношаровий диск Blu-ray (BD) може зберігати 23,3/25/27 або 33 Гб, двошаровий диск може вмщати 46,6/50 або 54 Гб. Також в розробці знаходяться диски об'ємом 100 Гб і 200 Гб з використанням відповідно чотирьох і шести шарів. Швидкість читання 1x складає 36 Мбіт/с.

У технології Blu-ray для читання і запису використовується синьо-фіолетовий лазер з довжиною хвилі 405 нм. Таке зменшення дозволило звужити доріжку удвічі в порівнянні із звичайним DVD-диском (до 0,32 мкм) і збільшити щільність запису даних. Ефективний «розмір плями», на якій лазер може сфокусуватися, обмежений дифракцією і залежить від довжини хвилі світла і числової апертури лінзи, що використовується для його фокусування.

Зменшення довжини хвилі в 2,6 рази, використання більшої числової апертури (0,85, порівняно з 0,6 для DVD), високоякісної дволінзової системи, а також зменшення товщини захисного шару в шість разів (0,1 мм замість 0,6 мм) підвищило якість операцій читання та запису. Це дозволило записувати зберігати більше інформації у фізичній області диска, а також збільшити швидкість читання до 432 Мбіт/с.

Застосування нового полімерного покриття, яке дало дискам якісний захист від подряпин і пилу, розроблене корпорацією TDK, отримало назву «Durabis». Воно дозволяє очищати BD за допомогою паперових серветок, які можуть нанести пошкодження CD і DVD. Диски з цим покриттям зберігають працездатність навіть будучи подряпанними викруткою.

**Таблиця 2.**

**Порівняльна характеристика стандартів оптичних носіїв**

<b>Характеристика</b>	<b>CD</b>	<b>DVD</b>	<b>BD</b>	<b>HD DVD</b>
Довжина світлової хвилі, нм	780	650 або 635	405	405
Можливе число сторін диска	1	1 або 2	1 або 2	1 або 2
Можливе число шарів диска	1	1 або 2	1; 2; 3; 4; 6	1; 2; 3
Ємність одного шару диска, Гбайт	0,68	4,7	25	15
Товщина захисного шару, мм	1,20	0,60	0,10	0,60
Відстань між доріжками, мкм	1,60	0,74	0,32	0,40
Мінімальна довжина впадин, мкм	0,83	0,41	0,149	0,204

**Альтернативні варіанти оптичних носіїв**

**Технологія HVD**

Одним з перспективних напрямків розвитку носіїв інформації є формат **Holographic Versatile Disc (HVD)**. Потенційна ємність одного диска становить 1 Тбайт (порівняно з форматами Blu-ray та HD DVD відповідно 100 Мбайт і 30 Мбайт). Для дисків HVD застосовується принципово новий

спосіб зчитування інформації, що дозволяє на порядок зменшити час зчитування блока даних. Крім того, основною перевагою цього формату є потенційно низька вартість нового формату. Основний недолік – несумісність з стандартними DVD-приводами.

### **Технологія EVD**

**Enhanced Versatile Disc (EVD)** є новим стандартом високої щільності. Серед переваг цього формату виділяють низьку ціну на продукцію і на програвачі. Не дивлячись на меншу ємність дисків чим у Blu-ray та HD-DVD, вони дешевше і вже стали стандартом оптичних дисків Китаю. Технологічно передбачено використання червоного лазера, але якщо вартість синього лазера знизиться до доступного рівня, виробники зможуть перейти на його використання.

## **6. ЗОВНІШНІ НАКОПИЧУВАЧІ ТА МОБІЛЬНІ НОСІЇ**

Зовнішні накопичувачі та мобільні носії призначені для перенесення, тимчасового або резервного зберігання даних. Вони забезпечують зручний обмін інформацією між різними комп'ютерами та пристроями без необхідності встановлення внутрішніх компонентів.

До найпоширеніших мобільних носіїв належать USB-флеш-накопичувачі, зовнішні жорсткі диски (HDD), зовнішні твердотільні накопичувачі (SSD), а також карти пам'яті формату SD та microSD.

USB-флеш-накопичувачі побудовані на основі флеш-пам'яті NAND і підключаються безпосередньо до порту USB. Вони компактні, енергонезалежні, не містять рухомих частин і мають місткість від кількох гігабайтів до сотень гігабайтів і більше. Сучасні моделі підтримують стандарти USB 3.2, USB-C, а також USB 4, що забезпечують значно вищу швидкість передавання даних порівняно з попередніми поколіннями. Швидкість може коливатися від десятків до кількох сотень мегабайтів за секунду залежно від інтерфейсу та типу пам'яті.

Зовнішні HDD фактично є жорсткими дисками, розміщеними в окремому корпусі з інтерфейсом USB або Thunderbolt. Вони вирізняються великою місткістю (від 1 до 20 ТБ і більше) та використовуються переважно для архівування, резервного копіювання та зберігання великих обсягів мультимедійних даних. Їх перевагою є невисока вартість за одиницю обсягу, а недоліком — наявність механічних частин і менша стійкість до ударів.

Зовнішні SSD поєднують мобільність із високою швидкістю. Вони не мають рухомих частин, стійкіші до механічних пошкоджень і забезпечують значно меншу латентність доступу до даних. Сучасні моделі можуть досягати швидкості передавання понад 1000–2000 МБ/с при використанні інтерфейсів USB 3.2 Gen 2x2 або Thunderbolt. Такі накопичувачі активно використовуються для професійної роботи з відео,

фотографією та великими проектами.

Карти пам'яті SD і microSD застосовуються у фотоапаратах, смартфонах, планшетах, дронах та інших портативних пристроях. Вони відрізняються компактністю, різними класами швидкості (Class 10, UHS-I, UHS-II, V30, V60 тощо) та місткістю до кількох терабайтів. Для роботи з комп'ютером карти пам'яті використовують через вбудовані або зовнішні кардридери.

**Флеш-пам'ять** — це енергонезалежна напівпровідникова пам'ять, що дозволяє багаторазовий запис і зберігання даних без потреби постійного живлення. Вона стала основою сучасних USB-накопичувачів, карт пам'яті, SSD-дисків, смартфонів та більшості портативних пристроїв.

Основні властивості флеш-пам'яті:

- Енергонезалежність — дані зберігаються без живлення; енергія потрібна лише під час запису та стирання.
- Відсутність рухомих частин — пам'ять створена на основі інтегральних мікросхем, що забезпечує високу механічну стійкість.
- Можливість багаторазового перезапису — дані можна змінювати тисячі й мільйони разів залежно від типу пам'яті.
- Компактність і низьке енергоспоживання — споживає значно менше енергії порівняно з жорсткими дисками.

Комірка флеш-пам'яті побудована на основі транзистора з плаваючим затвором (floating-gate transistor) або сучаснішої технології charge-trap. На відміну від DRAM, у ній не використовуються конденсатори для зберігання біта інформації. Дані записуються шляхом зміни електричного заряду, який може зберігатися протягом тривалого часу.

Сучасні технології дозволяють зберігати в одній комірці більше ніж один біт інформації:

- SLC (Single-Level Cell) — 1 біт у комірці (найвища надійність і швидкість);
- MLC (Multi-Level Cell) — 2 біти;
- TLC (Triple-Level Cell) — 3 біти;
- QLC (Quad-Level Cell) — 4 біти (більша щільність, менший ресурс перезапису).

Завдяки розвитку технології 3D NAND комірки розміщуються не лише в площині, а й у багатоплановій структурі, що значно збільшує місткість накопичувачів.

Обмеження флеш-пам'яті полягає в тому, що вона має скінченну кількість циклів перезапису. Сучасні контролери SSD використовують технології вирівнювання зносу (wear leveling), корекції помилок (ECC) та резервні блоки для продовження терміну служби накопичувача.

Порівняно з традиційними жорсткими дисками флеш-пам'ять забезпечує значно меншу латентність доступу, працює безшумно, стійка до вібрацій і ударів, має менше енергоспоживання.

Саме тому флеш-пам'ять стала основою твердотільних накопичувачів (SSD), карт пам'яті SD і microSD, USB-флеш-накопичувачів, смартфонів, планшетів, ноутбуків, фото- та відеокамер, дронів та інших мобільних пристроїв.

Сучасні мобільні накопичувачі підтримують функції апаратного шифрування даних, захист паролем, автоматичне резервне копіювання та сумісність із різними операційними системами. Вони відіграють важливу роль у забезпеченні мобільності користувача, захисту інформації та організації резервного зберігання даних.



**Рис. 44.** USB-накопичувач на флеш-пам'яті



**Рис. 45 .** Кард-рідер для зчитування і запису флеш-карток

## 7. ХМАРНІ СХОВИЩА

Сучасний розвиток інформаційних технологій пов'язаний із широким впровадженням **хмарних сервісів зберігання даних**. У цьому випадку інформація зберігається не на локальних носіях користувача, а на віддалених серверах центрів обробки даних (дата-центрів), доступ до яких здійснюється через мережу Інтернет.

Хмарні сховища функціонують на основі технологій розподілених обчислень, віртуалізації та масштабованих серверних кластерів. Дані автоматично копіюються на декілька фізичних серверів, що підвищує їх надійність та зменшує ризик втрати інформації.

Користувач взаємодіє з хмарним сховищем через веб-інтерфейс або спеціальні клієнтські програми. Поширеними прикладами таких сервісів є Google Drive, Microsoft OneDrive, Dropbox, iCloud та інші.


Основні переваги хмарних сховищ:


- доступність із будь-якого пристрою, підключеного до Інтернету;
- автоматичне резервне копіювання та синхронізація файлів;


- масштабованість — можливість швидкого збільшення обсягу сховища;
- спільна робота з документами в режимі реального часу;
- зменшення потреби у локальних носіях великої місткості.

Разом із перевагами існують і певні обмеження: залежність від якості Інтернет-з'єднання, питання конфіденційності даних, а також необхідність дотримання правил кібербезпеки.


Ось сучасні практичні приклади хмарних сховищ, які активно використовуються сьогодні, з діючими посиланнями на їх офіційні сервіси:


 Google Drive (<https://drive.google.com>) – надійне сховище від Google з інтеграцією в Google Docs, Sheets, Slides; синхронізується між пристроями, автоматичне резервне копіювання.


 Microsoft OneDrive (<https://onedrive.live.com>) – інтегрована хмара в Windows та Microsoft 365, що підтримує автоматичне збереження фотографій і документів.


 Dropbox (<https://www.dropbox.com>) -- простий сервіс для спільної роботи та обміну файлами, має розширені можливості для бізнес-користувачів.

 iCloud (<https://www.icloud.com>) – Apple-сервіс для зберігання фото, документів, налаштувань iOS/Mac, синхронізується через Apple ID

 MEGA (<https://mega.nz>) – великий базовий обсяг сховища (безкоштовний план) та сильне шифрування, що підтримує спільний доступ до файлів.

 pCloud (<https://www.pcloud.com>) – сервіс, що має опцію «пожиттєвого плану» та потужне шифрування, підтримує автоматичне завантаження фото з мобільних.

 Amazon Drive (<https://www.amazon.com/clouddrive>) – сховище від Amazon з інтеграцією з Amazon Photos, часто користується попитом у власників Amazon Prime.

 Box (<https://www.box.com>) – Business-орієнтований сервіс для корпоративного зберігання, підтримує гнучкі політики доступу та безпеки.

Сервіси мають безкоштовні базові плани, а також платні підписки для додаткового обсягу, розширених функцій, бізнес-можливостей або додаткового рівня безпеки.

Хмарні технології сьогодні активно використовуються як у персональних комп'ютерах, так і в корпоративному секторі, освітніх установах та наукових дослідженнях, формуючи нову модель організації зберігання та обробки інформації.

## **КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ**

1. Що таке довготривалі накопичувачі даних і яке їх призначення?
2. За якими ознаками класифікують сучасні накопичувачі інформації?
3. У чому полягає принцип роботи магнітних накопичувачів (HDD)?
4. Які основні конструктивні елементи має жорсткий диск?
5. Що таке доріжка, сектор і циліндр у структурі HDD?
6. Які характеристики впливають на продуктивність жорсткого диска?
7. Які інтерфейси використовуються для підключення HDD у сучасних комп'ютерах?
8. У чому відмінність між SATA та SAS?
9. Які переваги та недоліки жорстких дисків порівняно з SSD?
10. Що таке флеш-пам'ять і в чому її принципова відмінність від DRAM?
11. Які типи NAND-пам'яті використовуються в сучасних накопичувачах (SLC, MLC, TLC, QLC)?
12. Чому SSD мають обмежену кількість циклів перезапису?
13. Які переваги твердотільних накопичувачів порівняно з HDD?
14. Які форм-фактори сучасних накопичувачів використовуються в ПК і ноутбуках?
15. Які пристрої належать до мобільних носіїв інформації?
16. Які стандарти USB забезпечують високу швидкість передавання даних?
17. Що таке хмарне сховище та як воно функціонує?
18. Які переваги й обмеження хмарних сервісів зберігання даних?
19. У яких випадках доцільно використовувати зовнішні HDD, а в яких — зовнішні SSD?
20. Які сучасні тенденції розвитку технологій зберігання даних ви можете назвати?

## План

- 1. КЛАСИФІКАЦІЯ СУЧАСНИХ ПЕРИФЕРІЙНИХ ПРИСТРОЇВ.**
- 2. ПРИНТЕРИ ТА ПЛОТЕРИ.**
- 3. СКАНЕРИ.**
- 4. ЗВУКОВИЙ АДАПТЕР.**
- 5. АЛЬТЕРНАТИВНІ ПЕРИФЕРІЙНІ ПРИСТРОЇ.**

### **1. КЛАСИФІКАЦІЯ СУЧАСНИХ ПЕРИФЕРІЙНИХ ПРИСТРОЇВ**

**Периферійні пристрої** — це апаратні засоби, що підключаються до комп'ютера для розширення його функціональних можливостей. У сучасних умовах їх класифікацію доцільно здійснювати за кількома ознаками: функціональним призначенням, способом підключення, рівнем інтеграції, сферою застосування та технологічними особливостями.

#### **1. За функціональним призначенням.**

**1.1. Пристрої введення інформації** забезпечують введення текстової, графічної, звукової або сенсорної інформації:

- клавіатури (механічні, мембранні, бездротові);
- миші, трекболи, сенсорні панелі;
- графічні планшети;
- сканери;
- вебкамери;
- мікрофони;
- біометричні пристрої (сканери відбитків пальців, розпізнавання обличчя);
- пристрої захоплення відео.

**1.2. Пристрої виведення інформації** призначені для відображення або відтворення результатів обробки:

- монітори;
- принтери (лазерні, струменеві, LED, 3D);
- плотери;
- акустичні системи;
- навушники;
- VR/AR-гарнітури.

**1.3. Пристрої введення-виведення** поєднують функції введення і виведення:

- сенсорні екрани;
- багатофункціональні пристрої (принтер + сканер + копір);
- гарнітури (навушники з мікрофоном);
- інтерактивні панелі.

**1.4. Пристрої зберігання даних** забезпечують зовнішнє або мобільне зберігання інформації:

- зовнішні HDD і SSD;
- USB-флеш-накопичувачі;
- карти пам'яті;
- мережеві сховища (NAS).

**1.5. Комунікаційні пристрої** призначені для передавання даних:

- мережеві адаптери (Ethernet, Wi-Fi);
- Bluetooth-адаптери;
- маршрутизатори;
- модеми;
- док-станції.

## **2. За способом підключення.**

**2.1. Дротові пристрої** підключаються через USB, HDMI, DisplayPort, Thunderbolt, Ethernet тощо.

**2.2. Бездротові пристрої** використовують:

- Wi-Fi;
- Bluetooth;
- радіоканал (2.4 GHz);
- NFC.

Сучасна тенденція — перехід до бездротових технологій та універсальних портів USB-C.

## **3. За рівнем інтеграції.**

**3.1. Зовнішні периферійні пристрої** підключаються до системного блока або ноутбука ззовні.

**3.2. Вбудовані периферійні пристрої** інтегровані в корпус пристрою (вебкамера в ноутбуці, мікрофон, Wi-Fi-модуль).

**3.3. Модульні та розширювальні системи** – док-станції, концентратори (USB-хаби), розширювальні блоки.

## **4. За сферою застосування.**

**4.1. Офісні пристрої** – принтери, сканери, МФУ, мережеві адаптери.

**4.2. Мультимедійні пристрої** - вебкамери, мікрофони, аудіоінтерфейси, відеокарти захоплення.

**4.3. Професійні пристрої** – графічні планшети, студійні аудіоінтерфейси, великоформатні плотери.

**4.4. Ігрові пристрої** - геймпади, джойстики, керма, VR-контролери.

**4.5. Спеціалізовані пристрої** – медичні сенсори, лабораторні інтерфейси, промислові контролери.

**5. За рівнем «інтелектуальності»** сучасні периферійні пристрої можуть бути:

- стандартними (виконують базові функції);
- інтелектуальними (з власними мікроконтролерами, прошивкою, підтримкою AI);
- мережевими (самостійно підключаються до Інтернету).

Наприклад, сучасні принтери підтримують хмарний друк, а вебкамери — автоматичне коригування освітлення та шумопригнічення.

Класифікація сучасних периферійних пристроїв стала значно складнішою порівняно з попередніми десятиліттями. Периферія більше не обмежується простими пристроями введення і виведення, а є інтегрованою частиною цифрової екосистеми, що підтримує мережеву взаємодію, мобільність, мультимедійність і інтелектуальні функції.

## 2. ПРИНТЕРИ ТА ПЛОТЕРИ.

**Принтер** – це пристрій, призначений для друку на твердому носії (на папері, на плівці тощо) інформації, що виводиться з комп'ютера.

Існує велика кількість різноманітних моделей принтерів, що різняться принципом дії, інтерфейсом, продуктивністю та функціональними можливостями.

Передусім принтери розрізняються за кількістю символів, що друкуються одночасно:

- а) один символ (або частина символу);
- б) одразу цілий рядок символів;
- в) одразу сторінка.

Відповідно і принтери називаються **послідовними, рядковими і сторінковими**.

За видом пристрою, що здійснює друк, принтери поділяють на пристрої **ударної і неударної дії**.

За принципом дії розрізняють:

- 1. Матричні** — працюють за ударним принципом: голки через фарбувальну стрічку формують символи на папері. Сьогодні застосовуються переважно у спеціалізованих сферах (касові апарати, банківські бланки).
- 2. Струменеві** — створюють зображення шляхом нанесення мікрокрапель чорнила. Підходять для домашнього використання та друку кольорових зображень і фотографій.

3. **Лазерні** — формують зображення за допомогою лазерного променя та тонера. Відзначаються високою швидкістю друку й економічністю при великих обсягах роботи, тому широко використовуються в офісах.
4. **Світлодіодні (LED)** — подібні до лазерних, але замість лазера використовують світлодіодну лінійку. Вважаються більш надійними через меншу кількість рухомих елементів.
5. **Твердофарбові принтери** — це кольорові електрографічні пристрої, у яких замість тонера або рідкого чорнила застосовуються тверді барвники (solid ink) у вигляді спеціальних брусків.
6. **Термальні** — застосовуються для друку чеків, квитків, етикеток.

Сучасні принтери можуть бути як монохромними (чорно-білими), так і кольоровими. Багато моделей є багатофункціональними пристроями (МФП) і поєднують у собі принтер, сканер та копіювальний апарат.

Підключення до комп'ютера або мережі може здійснюватися через USB, Ethernet або бездротові технології Wi-Fi і Bluetooth. Поширеним є також друк безпосередньо зі смартфонів або через хмарні сервіси.

### **Матричний принтер**

Друкування відбувається за допомогою вбудованої у друкуючий вузол спеціальної *матриці*, що складається з кількох *голок* (9, 18 або 24). Папір втягується у принтер за допомогою валу. Між папером та друкуючим вузлом розташовується *фарбувальна стрічка*. При ударі голки по стрічці, на папері з'являються точки. Голки, що розташовані у друкуючому вузлі керуються *електромагнітами*. Сам друкуючий вузол пересувається по горизонталі і управляється *кроковим двигуном*. Під час просування друкуючого вузла по рядку, на папері з'являються відбитки символів, що складаються із точок (мозаїчне зображення). Якщо під аркушем паперу лежить копіювальний папір і ще один аркуш паперу, то одночасно фарба вбивається з копіювального паперу на наступний аркуш. Таким чином, одночасно можна отримати дві або більше копій. Матричні принтери невимогливі і можуть друкувати на поверхні будь-якого паперу – картках з картону, рулонному папері, тонкому папері тощо.

### **Характеристики матричних принтерів:**

- **Швидкість друку.** Вимірюється кількістю знаків, що друкуватимуться за секунду. Одиниця виміру **cps** (character per second – символів у секунду). У специфікації принтера виробник вказує швидкість чорного друку текстової інформації. Для режиму підвищеної якості, а також при виводі графічних зображень, ця величина значно менша.
- **Роздільна здатність.** Вимірюється кількістю точок, що друкуються на одному дюймі. Одиниця вимірювання – **dpi** (dot per inch – точок на дюйм). Цей показник важливий для друкування графічних зображень.

Оскільки у більшості матричних принтерів ця величина досить низька, то і якість друку теж відповідно невисока.

- **Шрифти.** В пам'ять багатьох принтерів вбудовано широкий набір шрифтів. Але друкування може відбуватись любым шрифтом True Type, розроблених для операційної системи Windows.



**Рис. 46 .** Матричний принтер EPSON LX-300



**Рис. 47.** Картридж до матричного принтера

### **Струменеві принтери**

Струменеві принтери належать до пристроїв неударної дії. Формування зображення відбувається шляхом нанесення на папір мікроскопічних крапель чорнила через спеціальні сопла (розпилювачі) друкувальної головки.

Принцип їх роботи частково подібний до матричних принтерів — зображення також формується точками. Проте замість механічних голок використовуються мікросопла, які з великою точністю розпилюють чорнило. Кількість сопел у сучасних моделях може становити сотні або навіть тисячі,

що забезпечує високу роздільну здатність друку та плавність відтінків.

Чорнило зберігається у спеціальних резервуарах. Існує кілька конструктивних рішень:

- картриджі з вбудованою друкувальною головкою — замінюються повністю разом із соплами;
- окрема друкувальна головка та змінні картриджі — дозволяють замінювати лише резервуар із чорнилом;
- система безперервної подачі чорнила (CISS) — використовує зовнішні резервуари великого об'єму, що зменшує вартість друку.

Сучасні струменеві принтери підтримують як чорно-білий, так і кольоровий друк. У кольорових моделях застосовується кілька базових фарб (зазвичай СМΥК — блакитний, пурпуровий, жовтий, чорний), а в фотопринтерах — розширені набори чорнил для покращення передачі відтінків.

Існує два методи розпилення чорнила: **п'єзоелектричний метод та метод газових пухирців.**

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

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

Кольоровий друк виконується шляхом змішування різних кольорів у певних пропорціях. Переважно, у струминних принтерах реалізується колірна модель СМΥК (Cyan-Magenta-Yellow). Змішування не може надати чистий чорний колір і тому в складову входить чорний колір (Black). Для кольорового друку картридж містить 3 або 4 резервуари з чорнилами. Друкуючий вузол проходить по одному місцю аркуша кілька разів, додаючи потрібну кількість чорнил різного кольору. Після змішування чорнил на аркуші з'являється зображення потрібного кольору.

#### **Характеристики струменевих принтерів:**

- **Швидкість друку.** Друкування у режимі нормальної якості складає 3-4 сторінки у хвилину. Кольоровий друк дещо довший і залежить від якості друку.
- **Якість друкування.** Дорогі моделі струминних принтерів із великою кількістю розпилювачів забезпечують високу якість зображення, але при цьому велике значення має якість і товщина паперу. Щоб

позбутися ефекту розтікання чорнил, деякі принтери застосовують підігрів паперу.

- **Роздільна здатність.** Для друкування графічних зображень роздільна здатність складає від 300 до 720 dpi.



**Рис. 48.** Струменевий БФП CANON PIXMA E414 + СНПЧ

**Система безперервної подачі чорнил (СБПЧ, англ. CISS – Continuous Ink Supply System)** — це спеціальна система живлення струменевого принтера, яка забезпечує автоматичну подачу чорнил до друкувальної головки з зовнішніх резервуарів великого об'єму.

Принцип роботи СБПЧ полягає в тому, що замість стандартних картриджів невеликої місткості використовуються зовнішні ємності з чорнилами (зазвичай по 70–150 мл і більше для кожного кольору). Ці резервуари з'єднані з друкувальною головкою або модифікованими картриджами через систему тонких гнучких трубок (шлейфів). Під час друку чорнила автоматично надходять у друкувальний вузол у міру їх витрачання.

Основні елементи системи:

- зовнішні резервуари з чорнилами;
- силіконові або поліуретанові трубки;
- повітряні фільтри для вирівнювання тиску;
- адаптовані картриджі або інтегрована система подачі;
- кріплення для фіксації шлейфа всередині корпусу принтера.

Система працює за принципом гідростатичного балансу. Рівень чорнила в резервуарах має бути розташований приблизно на рівні друкувальної головки, щоб уникнути надлишкового тиску або підсосу

повітря. Для стабільної роботи передбачені отвори для компенсації тиску, які закриваються під час транспортування.

#### Переваги СБПЧ:

- значне зниження вартості друку (собівартість сторінки у кілька разів нижча, ніж при використанні стандартних картриджів);
- великий запас чорнила без частих заміन;
- зручність для великих обсягів друку (фото, навчальні матеріали, рекламна продукція);
- можливість самостійного дозаправлення.

#### Недоліки:

- складність правильної установки (для нештатних систем);
- ризик потраплення повітря у систему;
- потреба регулярного друку (при тривалих простоях чорнила можуть засихати);
- можливе порушення гарантії виробника (у випадку встановлення сторонньої системи).

Сучасні принтери нового покоління вже мають заводську інтегровану систему безперервної подачі чорнил. Такі пристрої часто називають «tank printers» або «ЕcoTank-системи». Вони відрізняються від ранніх модифікацій тим, що резервуари є частиною конструкції принтера, мають захист від проливання та точне дозування чорнила.

СБПЧ особливо ефективна у сфері освіти, поліграфії малого обсягу, фотодруку та домашнього використання при великих обсягах друку. Водночас для офісів із великим документообігом дедалі частіше використовуються лазерні принтери або багатофункціональні пристрої, що забезпечують вищу швидкість та менші витрати часу на обслуговування.

Основним недоліком є засихання чорнил у розпилювачах. Усунути це можна лише заміною картриджа. Щоб не допустити засихання принтери обладнані пристроями очищення розпилювачів. По ціні та якості струменеві принтери ідеально підходять для домашнього користування. Заправка чорнилом не є дорогою й банки чорнила вистачає на кілька років.

### **Лазерні принтери**

Сучасні лазерні принтери дозволяють досягнути найбільш високої якості друку, що наближена до фотографічної.

Принцип друкування лазерного принтера називається **електрографією**, перейменованій згодом у **ксерографію**.

Основним вузлом є *барабан*, що являє собою металевий циліндр, покритий тонким шаром світлочутливого напівпровідника. На поверхні фотобарабана рівномірно розподіляється статичний заряд, після цього світлодіодним лазером на фотобарабані знімається заряд і створює на поверхні барабана електростатичну копію зображення. Потім на барабан наноситься шар фарбувального порошку (тонера). Частки тонера

притягуються лише до електрично заряджених точок. Барабан прокочується по паперу і тонер переноситься на папір. Після цього папір проходить між валами, нагрітими до 180 градусів для фіксації тонера, а фотобарабан очищається від залишків тонера і розряджається у вузлі очищення.

При кольоровому друці зображення формується змішуванням тонерів різного кольору за 4 проходження аркуша через механізм. За кожен прохід на папір наноситься певна кількість тонера одного кольору. Кольоровий лазерний принтер є складним електронним пристроєм з 4 резервуарами для тонера, оперативною пам'яттю, процесором та жорстким диском, що відповідно збільшує його габарити та ціну.



**Рис. 49.** Лазерний БФП  
Canon i-SENSYS MF3010



**Рис. 50.** Картридж лазерного БФП  
Canon i-SENSYS MF3010

### **Основні характеристики лазерних принтерів:**

- **Швидкість друку.** Визначається швидкістю механічного протягування аркуша та швидкістю обробки даних, що надходять із комп'ютера. Середня швидкість друку 4-16 сторінок за хвилину.
- **Роздільна здатність.** У сучасних лазерних принтерах сягає 2400 dpi. Стандартним вважається значення в 300 dpi.
- **Пам'ять.** Робота лазерного принтера пов'язана з величезними обчисленнями. Наприклад, при роздільній здатності 300 dpi, на сторінці формату А4 буде майже 9 млн. точок, і потрібно розрахувати координати кожної з них. Швидкість обробки інформації залежить від тактової частоти процесора та об'єму оперативної пам'яті принтера. Об'єм оперативної пам'яті чорно-білого лазерного принтера складає не менше 1 Мбайт, у кольорових лазерних принтерах значно більше.
- **Папір.** Використовується якісний папір формату А4. Існують моделі для формату А3. У деяких лазерних принтерах є можливість використання рулонного паперу.

Термін роботи та якість роботи лазерного принтера залежить від

барабана. Ресурс барабана дешевих моделей 40–60 тисяч сторінок.

### **Світлодіодні принтери**

**Світлодіодні принтери** — це різновид електрографічних (тонерних) пристроїв друку, які працюють за тим самим фізичним принципом, що й лазерні: формування електростатичного зображення на фотобарабані з подальшим перенесенням тонера на папір і закріпленням його термовузлом (ф'юзером).

Ключова відмінність полягає в способі експонування фотобарабана. Якщо в лазерному принтері використовується лазерний промінь, який за допомогою системи дзеркал і лінз «малює» зображення по рядках, то у світлодіодному застосовується нерухома світлодіодна лінійка (LED-array), що перекриває всю ширину сторінки. Кожен світлодіод відповідає за окрему точку по горизонталі, і зображення формується одночасно по всій ширині аркуша.

Найбільш відомим виробником світлодіодних принтерів є компанія Окі, яка активно розвиває технологію Digital LED, однак подібні рішення використовуються й іншими виробниками в офісному сегменті.



**Рис. 51.** Світлодіодний принтер Окі B4200L



**Рис. 52.** Картридж світлодіодного принтера Окі B4200L

Світлодіодна технологія має низку переваг. Відсутність рухомих оптичних елементів (дзеркал, обертових полігонів) підвищує механічну надійність і зменшує вірогідність збоїв. Конструкція стає компактнішою, простішою та менш чутливою до вібрацій. Завдяки рівномірному розташуванню світлодіодів по всій ширині барабана зменшується ризик спотворень і проблем із фокусуванням по краях сторінки, що інколи характерно для лазерних моделей.

Сучасні LED-принтери забезпечують високу роздільну здатність (типово 600–1200 dpi і вище), стабільну якість тексту та графіки, а в кольорових моделях — точну передачу кольорів. Технологія добре

масштабується для офісного та виробничого друку, зокрема у сегменті А3-пристроїв.

З точки зору експлуатації світлодіодні принтери близькі до лазерних: вони швидкі, економічні при великих обсягах друку, не потребують висихання витратних матеріалів (як у струменевих моделях), а відбитки стійкі до вологи та механічного впливу.

Світлодіодні принтери можна розглядати як еволюційний розвиток лазерної технології, що поєднує високу якість, надійність і компактність оптичної системи при збереженні принципу електрофотографічного друку.

### **Твердофарбові принтери**

**Твердофарбові принтери** — це різновид кольорових електрографічних пристроїв, у яких замість тонера або рідкого чорнила використовуються спеціальні тверді барвники (solid ink) у вигляді брусків. За зовнішнім виглядом вони нагадують кольоровий віск або парафін і мають фіксовану форму для кожного кольору, що спрощує їх правильне встановлення.

Під час роботи барвники плавляться у спеціальному нагрівальному вузлі та переходять у рідкий стан. Далі розплавлена фарба наноситься на проміжний барабан або безпосередньо на папір, після чого швидко застигає, утворюючи рівномірний шар пігменту. Зображення формується за колірною моделлю СМΥК (Cyan, Magenta, Yellow, Black).



**Рис. 53.** Твердофарбовий принтер Tektronix Phaser 840



**Рис. 54** Заправка фарби в твердофарбовий принтер

Головною особливістю цієї технології є те, що фарба не вбирається в папір, а залишається на його поверхні. Завдяки цьому відбитки мають насичені кольори, глянцевиий вигляд і високу однорідність заливки. Якість кольорової графіки, діаграм та презентаційних матеріалів є дуже високою, особливо на звичайному офісному папері.

Раніше швидкість друку таких пристроїв була невисокою, проте

сучасні моделі забезпечували продуктивність на рівні офісних лазерних принтерів. Твердофарбова технологія активно розвивалася компанією Хехо (серія Phaser), однак у останні роки вона поступово витісняється сучасними лазерними та струменевими рішеннями через складність конструкції та необхідність постійного підтримання температурного режиму.

До переваг твердофарбових принтерів належать: яскраві та насичені кольори; рівномірна заливка без зернистості; відсутність картриджів із тонером; мінімальні відходи упаковки (бруски повністю витрачаються).

Недоліками є: необхідність розігріву перед початком друку; підвищене енергоспоживання; чутливість відбитків до високих температур (фарба може розм'якшуватися); відносно складне сервісне обслуговування.

У сучасних умовах твердофарбові принтери мають радше нішеве значення, але історично вони стали важливим етапом розвитку кольорового офісного друку.

### **Термопринтери**

**Термопринтери** — це пристрої друку, у яких зображення формується під дією температури. На відміну від струменевих чи лазерних моделей, у них не використовується рідке чорнило або тонер (у класичному варіанті), що робить конструкцію простою, компактною та надійною.

Існує дві основні технології термодруку: **прямий термодрук** і **термотрансферний друк**.

При прямому термодруці використовується спеціальний термочутливий папір. Друкувальна головка містить матрицю нагрівальних елементів. У місцях нагрівання папір темніє, утворюючи текст або зображення. Такий спосіб широко застосовується в касових апаратах, банкоматах, платіжних терміналах, медичних приладах та POS-системах. Перевагою є простота і низька вартість друку, проте відбитки з часом можуть вицвітати та є чутливими до світла й температури.

У термотрансферних принтерах між друкувальною головкою та носієм розміщується спеціальна фарбувальна стрічка (ріббон). Під дією тепла фарба зі стрічки переноситься на папір або інший матеріал (пластик, етикетку, текстиль). Такий друк більш довговічний і стійкий до вологи, механічного впливу та ультрафіолету. Технологія широко використовується для друку штрихкодів, етикеток, маркування продукції, у логістиці та промисловості.

Сучасні термопринтери характеризуються: високою швидкістю друку; низьким рівнем шуму; відсутністю складної механіки; компактністю та енергоефективністю.

Основні сфери застосування сьогодні — роздрібна торгівля, складські системи, транспорт, медицина, автоматизовані системи обліку та IoT-рішення.

Отже, термопринтери є спеціалізованими пристроями,

оптимізованими для швидкого та надійного друку чеків, квитанцій, етикеток і технічної документації.

### 3D принтери

**3D-принтер** — це пристрій адитивного виробництва, який створює тривимірні об'єкти шляхом пошарового нанесення матеріалу відповідно до цифрової моделі. На відміну від традиційних (субтрактивних) методів обробки, де матеріал видаляється (фрезерування, токарна обробка), у 3D-друці об'єкт формується поступово — шар за шаром.

Основою для друку є тривимірна модель, створена в CAD-системі або отримана шляхом 3D-сканування. Модель експортується у форматі STL, OBJ або 3MF і обробляється спеціальною програмою-слайсером, яка розбиває її на тонкі горизонтальні шари та генерує керуючий код для принтера (G-code).



Рис. 55. 3D-принтер Creality Ender 3 V2

## **Основні технології 3D-друку**

### **• FDM (Fused Deposition Modeling).**

Найпоширеніша та найдоступніша технологія. Принтер плавить пластикову нитку (філамент) і видавлює її через нагріте сопло, формуючи шари матеріалу.

Основні матеріали: PLA; ABS; PETG; TPU; нейлон; композитні пластики.

*Переваги:* доступність; простота використання; низька вартість.

*Недоліки:* помітна шаруватість; нижча точність порівняно з фотополімерними методами.

### **• SLA (Stereolithography)**

Використовує рідку фотополімерну смолу, яка твердне під дією лазера або ультрафіолетового випромінювання. Забезпечує дуже високу точність і деталізацію.

*Переваги:* висока роздільна здатність; гладка поверхня; точні дрібні деталі.

*Недоліки:* дорогі матеріали; необхідність післяобробки; робота зі смолами потребує обережності.

### **• SLS (Selective Laser Sintering).**

Технологія спікання порошкових матеріалів лазером. Використовується в промисловості для створення функціональних деталей.

*Переваги:* міцні деталі; відсутність підтримок; складні геометрії.

*Недоліки:* висока вартість обладнання; складність обслуговування.

Основні характеристики 3D-принтерів:

- область друку (робочий об'єм);
- товщина шару (звичайно 0,05–0,3 мм);
- точність позиціонування;
- тип матеріалу;
- температура сопла та платформи;
- швидкість друку.

У навчальному процесі 3D-друк сприяє розвитку просторового мислення, інженерних навичок, цифрового моделювання та проектної діяльності.

## **Плотери**

**Плотер** (від англ. «to plot») – креслити, креслити криву або діаграму) – це пристрій виведення інформації з комп'ютера, призначений для зображення графіків, діаграм, креслень на папері великих форматів. Їх також називають ще графопобудовниками.

Залежно від цілей, що стоять перед користувачем, вимоги до плотера

можуть бути досить різноманітними.

До основних параметрів плотерів належать: розміри відтворюваного зображення, точність інформації, кількість кольорів, швидкодія.



**Рис. 56.** Плотер SuperJet

Існує розподіл плотерів на фрикційні, планшетні та барабанні.

**Фрикційні** (від англ. «friction» – тертя) плотери використовують спеціальну схему подачі паперу у вертикальному напрямку, тоді як пристрій, що наносить зображення, рухається у горизонтальному напрямку.

У **планшетних** графопобудовниках папір не рухається, а пристрій, що наносить зображення на папір, рухається вздовж двох осей – вертикальної і горизонтальної.

У **барабанних** графопобудовниках використовується рулонний папір, який безперервно подається до графопобудовника за допомогою спеціального пристрою. Пристрій, що наносить зображення, працює так само, як і у фрикційних графопобудовниках. Барабанні плотери зручні для побудови діаграм, графіків і креслень великого формату.

Пристрій, що наносить зображення, має одне або кілька пер різних кольорів. Іноді в цих пристроях використовуються олівцеві грифелі. Зручними для роботи є струминні пристрої, які працюють у кілька разів швидше, ніж перові.

### **3. СКАНЕРИ.**

**Сканер** – це пристрій, який дає змогу вводити в комп'ютер чорно-біле або кольорове зображення, прочитувати графічну та текстову інформацію. Сканер використовують у випадкові, коли виникає потреба ввести в комп'ютер із наявного оригіналу текст і/або графічне зображення

для його подальшого оброблення (редагування і т.д.). Введення такої інформації за допомогою стандартних пристроїв введення потребує багато часу і праці. Сканована інформація потім обробляється за допомогою спеціального програмного забезпечення (наприклад, програмою FineReader) і зберігається у вигляді текстового або графічного файлу.

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

Зображення, що сканується, освітлюється ксеноновою лампою або набором світлодіодів. Відбитий промінь за допомогою системи дзеркал або лінз проектується на CCD-матрицю. Під дією світла та зовнішньої напруги, матриця генерує аналоговий сигнал, що змінюється при переміщенні відносно неї аркуша та інтенсивності відображення різних елементарних фрагментів. Сигнал подається на аналогово-цифровий перетворювач, де він оцифровується (представляється у вигляді набору нулів та одиниць) і передається у пам'ять комп'ютера. Існує два способи сканування: переміщення аркуша відносно нерухомої CCD-матриці або переміщення світлочутливого елемента при нерухомому аркуші.

За способом організації переміщення зчитуючого вузла відносно оригіналу сканери поділяються на *планшетні, барабанні та ручні*. У планшетних сканерах оригінал кладуть на скло, під яким рухається оптико-електронний зчитуючий пристрій. У барабаних сканерах оригінал через вхідну щілину втягується барабаном у транспортний тракт і пропускається повз нерухомий зчитуючий пристрій. Барабанні сканери не дають змоги сканувати книги, переплетені брошури тощо. Ручний сканер необхідно плавно переміщувати вручну по поверхні оригіналу, що не дуже зручно.

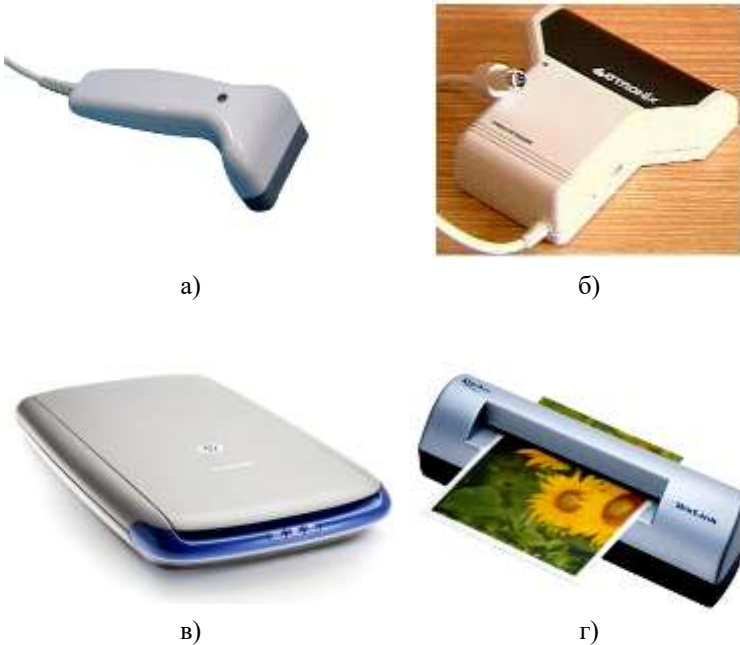
#### **Основні технічні характеристики сканерів:**

- **Оптична роздільна здатність** – щільність оцифрованого зображення, яка вимірюється кількістю точок, що розрізняються світлоприймальним елементом у дюймі й вимірюється у dpi (dots per inch – точок на дюйм). Пікселі розташовуються рядами, утворюючи зображення. Процес сканування відбувається по рядках, весь рядок сканується одночасно. Звичайна роздільна здатність сканера становить 200-720 dpi. Більше значення (понад 1000) відображає інтерполяційну роздільну здатність, досягнуту програмним шляхом із використанням математичної обробки параметрів розташованих поруч точок зображення. Якість відсканованого матеріалу залежить також від оптичної роздільної здатності (визначається кількістю світлочутливих діодів CCD-матриці на дюйм) та механічної роздільної здатності (визначається дискретністю руху світлочутливого елемента або

системи дзеркал відносно аркуша).

- **Глибина представлення кольорів** – кількість відтінків, що розпізнаються. При перетворенні оригіналу у цифрову форму, зберігаються дані про кожний піксел зображення. Більшість сучасних кольорових сканерів підтримує глибину кольору 24 розряди. Відповідно сканер дозволяє розпізнавати біля 16,7 млн. кольорів і можна якісно сканувати фотографії.

- **Динамічний оптична густина (D)** – максимальний діапазон оптичних глибин оригіналу, що приймається пристроями. Ця характеристика важлива для виконання завдань поліграфії. Діапазон оптичної щільності визначає спектр напівтонів. Оптична щільність визначається як відношення падаючого світла до відбитого і коливається у діапазоні від 0,0 (абсолютне біле тіло) до 4,0 (абсолютно чорне тіло). Більшість планшетних сканерів мають стандартний діапазон 2,4 D.



**Рис. 57.** Різновиди сканерів:

- а) сканер штрих-кода; б) ручний сканер; в) планшетний сканер; г) протяжний барабанний сканер

- **Метод сканування.** Якість сканованого кольорового зображення залежить від методу накопичення даних сканером. Розрізняють два основних методи, що відрізняються кількістю проходів CCD-матриці над оригіналом. Перші сканери використовували 3-прохідне сканування. При

кожному проході сканувався один із кольорів палітри RGB. Сучасні сканери використовують однопрохідну методику, яка розділяє світловий промінь на складові за допомогою призми.

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

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

#### 4. ЗВУКОВИЙ АДАПТЕР.

**Звуковий адаптер** — це пристрій, призначений для введення, обробки, перетворення та відтворення аудіосигналів у комп'ютерній системі. Він забезпечує перетворення цифрових даних у аналоговий сигнал для навушників або акустичних систем, а також зворотне перетворення — з аналогового сигналу мікрофона у цифрову форму для подальшої обробки.

У сучасних персональних комп'ютерах звуковий адаптер здебільшого інтегрований у материнську плату у вигляді аудіокодека (наприклад, Realtek HD Audio). Така інтеграція забезпечує достатню якість звуку для повсякденних потреб: перегляду відео, онлайн-комунікації, навчання, ігор та роботи з мультимедіа. Сучасні інтегровані рішення підтримують багатоканальний звук (5.1 або 7.1), високу розрядність (24 біти) та частоту дискретизації до 192 кГц.

Основними функціональними компонентами аудіосистеми є:

- **ЦАП (цифро-аналоговий перетворювач, DAC)** — перетворює цифровий сигнал у аналоговий для відтворення;

- **АЦП (аналогово-цифровий перетворювач, ADC)** — перетворює звук із мікрофона у цифрову форму;

- **підсилювачі сигналу** — забезпечують достатній рівень гучності;

- **аудіопроесор** — виконує обробку звуку (фільтрація, ефекти, просторове звучання).

Окрім інтегрованих рішень, існують дискретні звукові карти, які встановлюються у слот PCI Express. Вони використовуються у професійних або напівпрофесійних системах, де важливими є висока якість звуку, низький рівень шумів, мінімальна латентність та розширені можливості налаштування. Такі пристрої мають кращі показники співвідношення сигнал/шум (SNR), підтримують студійні формати аудіо та забезпечують стабільну роботу з професійним програмним забезпеченням.

Окрему категорію становлять зовнішні аудіоінтерфейси, які підключаються через USB або Thunderbolt. Вони широко використовуються у

звукозаписі, подкастингу, музичному виробництві та відеомонтажі. Такі пристрої можуть мати балансні входи, фантомне живлення для конденсаторних мікрофонів, MIDI-інтерфейси та підтримку спеціалізованих драйверів із низькою затримкою (наприклад, ASIO).

Сучасні комп'ютери також підтримують цифрові аудіоінтерфейси, зокрема HDMI, DisplayPort, S/PDIF та Bluetooth Audio. Це дозволяє передавати багатоканальний звук без втрати якості на телевізори, ресивери або бездротові навушники.

Якість звукової системи визначається такими параметрами, як розрядність і частота дискретизації, рівень шуму, динамічний діапазон, затримка сигналу (латентність) та підтримка багатоканального відтворення.

## 5. АЛЬТЕРНАТИВНІ ПЕРИФЕРІЙНІ ПРИСТРОЇ.

**ТВ-тюнер** — це пристрій, призначений для прийому, декодування та відтворення телевізійного сигналу на комп'ютері або іншому цифровому пристрої. У класичному розумінні ТВ-тюнер перетворював персональний комп'ютер на телевізійний приймач, дозволяючи переглядати ефірні або кабельні канали без окремого телевізора.

Історично ТВ-тюнери були популярними у період активного розвитку персональних комп'ютерів, коли мультимедійні можливості ПК почали розширюватися. Пристрої встановлювалися у вигляді внутрішніх плат розширення (PCI, пізніше PCI Express) або підключалися через USB. Вони приймали телевізійний сигнал, виконували його демодуляцію та передавали відео- й аудіопотік до операційної системи, де спеціальне програмне забезпечення забезпечувало відтворення.

З переходом від аналогового до цифрового мовлення відбулася суттєва еволюція ТВ-тюнерів. Сучасні пристрої підтримують стандарти цифрового телебачення:

- DVB-T і DVB-T2 — ефірне цифрове мовлення;
- DVB-C — кабельне цифрове телебачення;
- DVB-S і DVB-S2 — супутникове мовлення.

Цифрові стандарти забезпечують значно вищу якість зображення та звуку порівняно з аналоговими системами, підтримують формати HD та Full HD, багатоканальний звук і додаткові сервіси (телепрограма, субтитри, багатомовність).

Принцип роботи сучасного ТВ-тюнера полягає в прийомі радіочастотного сигналу через антену або кабель, його декодуванні та перетворенні у цифровий відеопотік. Далі сигнал передається до комп'ютера через інтерфейс USB або безпосередньо через внутрішню шину. Часто такі пристрої мають апаратне декодування MPEG-2 або MPEG-4 (H.264), що зменшує навантаження на центральний процесор.

Окрім перегляду телепередач, ТВ-тюнери дозволяють: записувати

телевізійні програми у файл; створювати відкладений перегляд (Time Shift); робити цифровий відеозапис для архівування; здійснювати захоплення відеосигналу з інших джерел.



**Рис. 58.** ТВ-ресивер World Vision T624M3 + USB Wi-Fi адаптер

Проте з розвитком інтернет-технологій роль апаратних ТВ-тюнерів суттєво зменшилася. Сьогодні більшість користувачів отримують відеоконтент через: потокові онлайн-сервіси, IPTV, Smart TV, мультимедійні приставки, цифрові телевізійні ресивери.

Фактично функції класичного ТВ-тюнера дедалі частіше реалізуються програмно через мережеві платформи. Комп'ютер отримує відеопотік через Інтернет без необхідності приймати радіосигнал.

ТВ-тюнер як окремий апаратний модуль поступово втрачає масове значення, але залишається важливим елементом історії розвитку мультимедійних технологій та спеціалізованих систем прийому і обробки відеосигналу. У сучасній комп'ютерній техніці його функції значною мірою інтегровані в мережеві та програмні рішення.

**Веб-камера** — це пристрій введення відеоінформації, який дозволяє передавати зображення до комп'ютера в реальному часі. Сьогодні веб-камери стали звичним елементом комп'ютерної системи й активно використовуються для відеозв'язку, онлайн-навчання, запису відео та участі у вебконференціях.

Конструктивно веб-камера містить об'єктив, світлочутливу матрицю (зазвичай CMOS), електронний модуль обробки сигналу та інтерфейс підключення. Світлове зображення, що проходить через об'єктив,

перетворюється на цифровий сигнал і передається до комп'ютера для відтворення або запису.

Сучасні веб-камери підтримують різну роздільну здатність — від HD до Full HD і навіть 4K у професійних моделях. Для більшості навчальних і робочих завдань достатньо формату Full HD. Важливим параметром також є частота кадрів (зазвичай 30 або 60 кадрів за секунду), що впливає на плавність відео.

Більшість моделей підключаються через USB або USB-C та працюють без встановлення спеціальних драйверів завдяки стандарту UVC. Часто веб-камери оснащуються вбудованими мікрофонами, автоматичним фокусуванням, корекцією освітлення та функціями покращення зображення.

Окрему категорію становлять вбудовані камери ноутбуків і моноблоків, а також мережеві IP-камери, що можуть передавати сигнал безпосередньо через мережу.

У сучасних умовах веб-камера є важливим засобом цифрової комунікації. Вона забезпечує інтерактивність навчального процесу, дистанційну співпрацю, проведення онлайн-консультацій та участь у відеоконференціях. Завдяки розвитку технологій обробки зображення якість відеозв'язку постійно зростає, а самі пристрої стають компактнішими та функціональнішими.

**Пристрої біометрії** — це технічні засоби ідентифікації особи за її унікальними фізіологічними або поведінковими характеристиками. Вони використовуються для підвищення рівня безпеки та спрощення доступу до комп'ютерних систем, інформаційних ресурсів і приміщень.

На відміну від традиційних методів автентифікації (пароль, PIN-код, смарт-карта), біометрія базується на індивідуальних особливостях людини, які складно підробити або втратити.

До найбільш поширених біометричних технологій належать:

- **Сканери відбитків пальців.** Один із найпоширеніших способів ідентифікації. Пристрій зчитує папілярний візерунок пальця та порівнює його з еталонними даними. Використовується у ноутбуках, смартфонах, системах контролю доступу.
- **Розпізнавання обличчя.** Камера аналізує геометрію обличчя та ключові точки (очі, ніс, рот, контури). Сучасні системи застосовують алгоритми машинного навчання для підвищення точності розпізнавання.
- **Розпізнавання райдужної оболонки ока.** Базується на унікальному малюнку райдужки. Характеризується високою точністю та використовується у системах підвищеної безпеки.
- **Голосова біометрія.** Ідентифікація за характеристиками голосу. Застосовується у телефонних сервісах і системах

дистанційної автентифікації.

- **Поведінкова біометрія.** Аналізує особливості поведінки: динаміку набору тексту, стиль руху миші, манеру ходи тощо.

У комп'ютерних системах біометричні пристрої можуть бути як вбудованими (наприклад, сканер відбитків у ноутбучі), так і зовнішніми (USB-сканери, спеціалізовані термінали доступу).

**Пристрої віртуальної (VR) та доповненої (AR) реальності** — це сучасні периферійні засоби взаємодії з комп'ютером, що дозволяють створювати інтерактивне тривимірне середовище або накладати цифрові об'єкти на реальний світ.

**Віртуальна реальність (Virtual Reality, VR)** передбачає повне занурення користувача у штучно створене цифрове середовище. Основним пристроєм є VR-шолом (гарнітура), який містить: дисплеї або мікродисплеї; систему лінз; датчики руху (гіроскоп, акселерометр); систему відстеження положення голови.

Зображення формуються окремо для кожного ока, що створює ефект стереоскопічного бачення та відчуття простору. Для взаємодії використовуються спеціальні контролери руху або рукавички з датчиками.

**Доповнена реальність (Augmented Reality, AR)** поєднує реальне зображення з цифровими об'єктами. Користувач бачить навколишній світ, на який накладаються інформаційні елементи: текст, графіка, 3D-моделі.

AR-пристрої можуть бути: окулярами доповненої реальності, мобільними пристроями (смартфони, планшети), спеціалізованими індустріальними гарнітурами.



**Рис. 59.** Окуляри-шолом віртуальної реальності Shinecon VR SC-G02ED

Окремим напрямом є змішана реальність (Mixed Reality, MR), яка дозволяє цифровим об'єктам взаємодіяти з реальним простором.

Переваги таких систем полягають у високому рівні наочності, інтерактивності та можливості моделювати складні процеси без фізичного втручання.

У контексті периферійних пристроїв такі системи можна розглядати як розширені засоби введення та виведення інформації, що забезпечують новий рівень інтерактивності. Вони поєднують дисплей, сенсорну систему та інтерфейси керування в єдиному комплексі.

Сфера їх застосування постійно розширюється. У навчальному процесі вони сприяють кращій візуалізації складних процесів, формуванню просторового мислення та підвищенню мотивації здобувачів освіти. У промисловості дозволяють моделювати складні конструкції ще до етапу реального виробництва.

**Геймерська периферія** — це спеціалізовані пристрої введення та виведення інформації, розроблені з урахуванням вимог комп'ютерних ігор та кіберспорту. Вона відрізняється підвищеною швидкістю, ергономікою, точністю керування та розширеними можливостями налаштування.

До основних елементів геймерської периферії належать:

**1. Ігрові клавіатури.** Геймерські клавіатури здебільшого оснащуються механічними перемикачами (switch), що забезпечують: чіткий тактильний відгук, високу швидкість спрацювання, довговічність (до 50–100 млн натискань).

Поширені також: RGB-підсвітка з індивідуальним налаштуванням, програмовані клавіші (макроси), технологія anti-ghosting та N-key rollover (одночасне натискання багатьох клавіш), можливість апаратного збереження профілів.

**2. Ігрові миші.** Головною особливістю є високоточний сенсор із великою роздільною здатністю (DPI), що може перевищувати 20 000 DPI.

Характерні параметри: частота опитування 1000 Гц і більше, регульована вага, додаткові програмовані кнопки, ергономічна форма для різних типів хвату (palm, claw, fingertip).

У професійному кіберспорті важливими є мінімальна затримка та стабільність роботи сенсора.

**3. Ігрові гарнітури.** Поєднують навушники та мікрофон. Основні характеристики: просторовий звук (Virtual 7.1), активне шумозаглушення, чітка передача голосу, комфорт при тривалому використанні. Використовуються як у змагальних іграх, так і для потокового мовлення.

**4. Геймпади та контролери.** Застосовуються для ігор, що краще оптимізовані під аналогове керування. Мають вібровідгук, адаптивні тригери, бездротове підключення (Bluetooth, 2.4 GHz), сумісність із ПК та консолями.

**5. Керма, педалі, джойстики.** Спеціалізовані пристрої для автосимуляторів та авіасимуляторів. Часто підтримують технологію force feedback (зворотний силовий зв'язок), високу точність повороту, металеві

механізми для реалістичних відчуттів.

**4. Геймпади та контролери.** Застосовуються для ігор, що краще оптимізовані під аналогове керування. Мають вібровідгук, адаптивні тригери, бездротове підключення (Bluetooth, 2.4 GHz), сумісність із ПК та консолями.

**5. Керма, педалі, джойстики.** Спеціалізовані пристрої для автосимуляторів та авіасимуляторів. Часто підтримують технологію force feedback (зворотний силовий зв'язок), високу точність повороту, металеві механізми для реалістичних відчуттів.



**Рис. 60.** Ігровий комплект 4 в 1 GamePro Combo



**Рис. 61.** Ігрове кермо з педалями GamePro RW575PM

**6. Ігрові монітори.** Хоча формально це стандартні пристрої виведення, геймерські моделі мають: високу частоту оновлення (144–360 Гц), малий час відгуку (1 мс і менше), підтримку технологій синхронізації (G-Sync, FreeSync), високу роздільну здатність (QHD, 4K).

**7. Додаткові аксесуари.** До геймерської периферії також належать: килимки з оптимізованою текстурою, стримерські мікрофони, веб-камери високої якості, ігрові крісла, стрім-деки для керування трансляціями.

У сучасних умовах геймерська периферія використовується не лише для розваг, а й у кіберспорті, стрімінгу, роботі з мультимедіа. Вона поєднує високу технічну якість, ергономіку та широкі можливості налаштування, що робить її окремою категорією комп'ютерних пристроїв.

### ***КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ***

1. Що таке периферійні пристрої комп'ютера?
2. За якими ознаками здійснюється класифікація периферійних пристроїв?
3. Які пристрої належать до пристроїв введення інформації?
4. Які пристрої належать до пристроїв виведення інформації?
5. Які існують типи принтерів за принципом дії?
6. У чому полягає принцип роботи струмінного принтера?
7. Які особливості лазерного та світлодіодного друку?
8. Що таке твердофарбовий принтер і де він використовується?

9. У чому особливість термопринтерів?
10. Що таке плотер і для яких задач його застосовують?
11. Які основні параметри плотерів?
12. Що таке сканер і які його різновиди існують?
13. Яке призначення звукової карти в сучасному комп'ютері?
14. Чим сучасні інтегровані аудіосистеми відрізняються від дискретних?
15. Що таке TV-тюнер і які його функції в сучасних умовах?
16. Які пристрої належать до геймерської периферії?
17. Які особливості ігрових клавіатур і мишей?
18. Яке призначення 3D-принтерів?
19. Які сучасні біометричні пристрої використовуються в комп'ютерних системах?
20. Які пристрої належать до систем віртуальної та доповненої реальності?

**План**

- 1. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ.**
- 2. ВИДИ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ.**
- 3. ХАРАКТЕРИСТИКИ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ.**
- 4. МЕРЕЖЕВІ ПРИСТРОЇ ТА ЗАСОБИ КОМУНІКАЦІЇ.**
- 5. ТОПОЛОГІЇ МЕРЕЖ.**
- 6. МЕРЕЖЕВЕ ОБЛАДНАННЯ.**

**1. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ.**

**Мережа** – об'єднання однорідних предметів, яке має власні правила поведінки всередині цієї сукупності; однорідність членів мережі дає можливість оперувати кожним з них однобічним чином; об'єднання – дає можливість оперувати мережею як одним цільним об'єктом.

**Обчислювальна мережа** – обчислювальний комплекс, що включає територіально-розподілену систему комп'ютерів та їх терміналів, з'єднаних у єдину систему.

**Комп'ютерна мережа** – об'єднання комп'ютерів та інших пристроїв лініями зв'язку таким чином, що комп'ютери (або їх користувачі) можуть обмінюватись ресурсами один з одним.

У ширшому розумінні **комп'ютерна мережа (КМ)** – це система зв'язку через дротове чи бездротове середовище (медіа), самі комп'ютери різного функціонального призначення і мережеве обладнання.

Для передачі інформації можуть бути використані різні фізичні явища, як правило – різні види електричних сигналів чи електромагнітного випромінювання.

**Переваги мережевого об'єднання ПК:**

**1. Поділ ресурсів.** Дозволяє ощадливо використовувати ресурси, наприклад, керувати периферійними пристроями (принтери, зовнішні пристрої зберігання інформації, модеми) із всіх підключених робочих станцій.

**2. Поділ даних.** Надає можливість доступу й керування базами даних з периферійних робочих місць, яким необхідна інформація.

**3. Поділ програмних засобів.** Надає можливість одночасного використання централізованих програмних засобів.

**4. Поділ ресурсів процесора.** Можливе використання обчислювальних потужностей для обробки даних іншими системами, що входять у мережу. Таким чином, наявні ресурси не «накидаються» моментально, а тільки лише через спеціальний процесор, доступний кожній робочій станції.

**5. Багатокористувацький режим.** Багатокористувацькі властивості системи сприяють одночасному використанню централізованих прикладних програмних засобів, що заздалегідь встановлені на сервері.

## 2. ВИДИ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ.

Плануючи мережу, необхідно визначитися, як саме передаватиметься інформація між комп'ютерами. Спосіб передавання інформації між комп'ютерами мережі називається її *архітектурою*.

Для кожної мережної архітектури існує набір стандартів (протоколів), які визначають правила передавання інформації. Сьогодні визнаним лідером є архітектура Ethernet. Існує кілька типів архітектури Ethernet, що відрізняються швидкістю передавання даних через мережу. Сьогодні найпоширенішою є 100BaseT, відома також як Fast Ethernet (швидка Ethernet). Існує ще Gigabit Ethernet, що працює в десять разів швидше.

*За географічними масштабами* комп'ютерні мережі поділяють на два види: **локальні, регіональні й глобальні.**

*Локальна мережа* пов'язує декілька комп'ютерів в одній локальній зоні (до 10 км), які обмежуються, наприклад, однією будівлею, організацією, підприємством тощо.

*Регіональна мережа* охоплює певний регіон, область, країну.

*Глобальна мережа* може охоплювати значні території (країни, континенти) і має довжину десятки тисяч кілометрів.

*За ступеню ієрархії* мережі поділяють на *однорангові мережі й мережі на основі сервера*.

У *одноранговій мережі* всі комп'ютери рівноправні, немає ієрархії серед комп'ютерів. Усі користувачі самостійно вирішують, які дані на своєму комп'ютері зробити загальнодоступними в мережі. Якщо до мережі підключено більше 10 користувачів, то однорангова мережа, може виявитися недостатньо продуктивною. Тому більшість мереж використовує виділені сервери.

*Виділений сервер* – це спеціальний комп'ютер, що відповідає за адміністрування всієї мережі. Він спеціально оптимізований для швидкої обробки запитів від мережних клієнтів і для керування захистом файлів і каталогів. Існують і комбіновані типи мереж, що сполучають кращі якості однорангових мереж і мереж на основі сервера.

## 3. ХАРАКТЕРИСТИКИ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ.

**1. Швидкість передавання даних (Bandwidth).** У сучасних локальних мережах стандартом стали швидкості 1 Гбіт/с (Gigabit Ethernet), а в нових інфраструктурах активно впроваджуються 2.5, 5 та 10 Гбіт/с. У магістральних сегментах і дата-центрах використовуються канали 40, 100

**Гбіт/с і більше.** Для бездротових мереж стандарт **Wi-Fi 6 / 6E / 7** забезпечує теоретичну швидкість у декілька гігабіт за секунду.

Важливо розрізняти: номінальну швидкість каналу, реальну пропускну здатність, швидкість завантаження/вивантаження (download/upload).

- **Пропускна здатність та затримка (Latency).** Окрім швидкості, важливим показником є **затримка передавання** — час, необхідний для доставки пакета даних від відправника до отримувача. Низька затримка критично важлива для: відеоконференцій, онлайн-ігор, хмарних сервісів, систем дистанційного керування, технологій доповненої та віртуальної реальності.

У сучасних мережах прагнуть до затримок у межах кількох мілісекунд.

**3. Адаптивність та масштабованість.** Сучасна мережа повинна легко розширюватися без перебудови всієї інфраструктури. Це означає можливість:

- додавати нові пристрої без зупинки роботи;
- змінювати фізичне розташування робочих станцій;
- інтегрувати бездротові сегменти;
- використовувати віртуальні мережі (VLAN);
- переходити до хмарних рішень.

Адаптивність сьогодні реалізується через автоматичну конфігурацію (DHCP, Plug-and-Play), програмно-керовані мережі (SDN), централізоване управління через контролери.

- **Надійність та відмовостійкість.** Надійна мережа повинна забезпечувати безперервність роботи навіть при відмові окремих елементів. Для цього застосовуються резервні канали зв'язку, дублювання маршрутизаторів і комутаторів, технології балансування навантаження, автоматичне перемикання (failover).

- **Безпека мережі.** Сучасні мережі повинні забезпечувати захист від несанкціонованого доступу, шифрування передавання даних (HTTPS, VPN, TLS), захист від кібератак, багаторівневу автентифікацію користувачів.

Зростання хмарних технологій та віддаленої роботи робить кібербезпеку однією з ключових характеристик мереж.

- **Інтелектуальність та інтеграція пристроїв.** Сучасні мережі підтримують взаємодію з серверами, мережевими сховищами (NAS), системами відеоспостереження, IoT-пристроями, хмарними платформами. Робочі станції отримують доступ до розподілених ресурсів так, ніби вони знаходяться локально. Активно застосовуються віртуалізація, контейнеризація та хмарні обчислення.

- **Якість обслуговування (QoS).** Сучасні мережі дозволяють пріоритетизувати трафік. Наприклад: голосовий трафік має вищий пріоритет,

ніж передача файлів; відеоконференції не перериваються через фонові завантаження.

Сучасна комп'ютерна мережа характеризується не лише високою швидкістю, а й комплексом параметрів: низькою затримкою, масштабованістю, безпекою, надійністю та здатністю інтегрувати різноманітні цифрові сервіси.

#### 4. МЕРЕЖЕВІ ПРИСТРОЇ ТА ЗАСОБИ КОМУНІКАЦІЇ.

Засоби комунікації можна поділити на два види:

1. **Провідні (дротяні) засоби** (кручена пара, коаксіальний кабель і оптоволоконні лінії).

2. **Безпроводні засоби** (інфрачервоний порт (IrDA), Bluetooth, WiFi).

При виборі типу зв'язку враховують наступні показники:

- Вартість монтажу й обслуговування;
- Швидкість передачі інформації;
- Обмеження на дальність передачі інформації;
- Безпека передачі даних.

##### Кручена пара

**Кручена пара (англ. twisted pair)** – кручене двожильне провідне з'єднання. Скручування дозволяє підвищити завадостійкість кабелю й знизити вплив кожної пари на всі інші. Кручена пара підключається до комп'ютера чи іншого пристрою за допомогою конектора RJ-45. На вигляд він подібний до телефонного, тільки трохи більший.

Кручена пара дозволяє передавати інформацію зі швидкістю до 10-100 Мбіт/с, а в деяких випадках – до 1 Гбіт/с. Легко нарощується, довжина кабелю не може перевищувати 1000 м при швидкості передачі 1 Мбіт/с. Перевагами є низька ціна й безпроблемна установка.

Для підвищення захищеності від поміх кручена пара екранується, тобто поміщається в провідну оболонку.



**Рис.62.** Кручена пара

**Рис.63 .** Конектори RJ-45

### **Коаксіальний кабель**

**Коаксіальний кабель** складається із центрального провідника (суцільного або багатожильного), покритого шаром полімерного ізолятора, поверх якого розташований інший провідник (екран). Екран являє собою сплетіння з мідного проводу або алюмінієвої фольги навколо ізолятора. У високоякісних кабелях є і сплетіння і фольга.

З'єднання мережних плат здійснюється за допомогою малогабаритних байонетних роз'ємів (СР-50). Кабель приєднується до робочої станції за допомогою трійникових з'єднувачів (Т-connectors). Крайні виводи кабеля мережі замикаються спеціальними заглушками (термінаторами), опір яких становить 50 Ом.

Коаксіальний кабель має середню ціну, добре захищений від поміх і застосовується для зв'язку на більші відстані (декілька кілометрів). Швидкість передачі інформації від 10 до 100 Мбіт/с. Коаксіальний кабель використовується для основної й широкосмугової передачі інформації. Відстань між двома робочими станціями без повторювачів може становити максимум 300 м, а мінімум – 0,5 м, загальна відстань для мережі – близько 1000 м.



**Рис. 64.** Коаксіальний кабель



Рис. 65. Роз'єми коаксіального кабеля

### Оптоволоконний (скловолоконний)

**Оптоволоконний кабель** — це середовище передавання даних, у якому інформація передається у вигляді світлових імпульсів через тонкі скляні або пластикові волокна. На відміну від мідних кабелів, у ньому не використовуються електричні сигнали, що забезпечує значно вищу швидкість та стійкість до перешкод.

Типове волокно складається з:

- серцевини (core) — тонкого центрального каналу, по якому поширюється світло;
- оболонки (cladding) — шару з іншим показником заломлення, який утримує світло всередині серцевини;
- захисного покриття (buffer coating) — механічного захисту волокна;
- зовнішньої оболонки — міцного шару для захисту від вологи, механічних пошкоджень і температурних впливів.

В одному кабелі може міститися від кількох до сотень волокон, що дозволяє одночасно передавати великі обсяги інформації різними каналами.

Основні типи оптоволокна

- **Одномодове (Single Mode Fiber, SMF)**. Використовується для передавання даних на великі відстані (десятки й сотні кілометрів). Забезпечує мінімальні втрати сигналу та надзвичайно високу швидкість.
- **Багатомодове (Multi Mode Fiber, MMF)**. Застосовується у межах будівель, кампусів, дата-центрів. Має нижчу вартість обладнання, але меншу дальність передавання.

Сучасні оптоволоконні мережі підтримують швидкості:

- 1 Гбіт/с і 10 Гбіт/с у локальних мережах;
- 40–100 Гбіт/с і більше — у магістральних каналах;
- у телекомунікаційних системах — сотні гігабіт за секунду по одному волокну.

Саме оптоволокно забезпечує основу для гігабітного Інтернету в

домівках (технологія FTTH — «волокно до будинку»).

Оптоволоконні лінії мають низку важливих переваг: дуже висока швидкість; стійкість до електромагнітних перешкод; можливість передавання даних на великі відстані; невеликі втрати сигналу; підвищений рівень інформаційної безпеки.

Сьогодні оптоволоконні технології є основою сучасних комп'ютерних мереж і глобальної телекомунікаційної інфраструктури. Саме вони забезпечують стабільний та швидкий обмін даними в умовах постійного зростання інформаційних потоків.

### **Безпроводні технології**

У багатьох сучасних мережах для з'єднання пристроїв використовуються безпроводні технології. Безпроводна мережа не має кабелів, що з'єднують комп'ютерне устаткування з мережею, і це дає можливість вільно пересуватися у межах досяжності приймача-передавача.

У більшості безпроводних мереж для передавання інформації між пристроями використовуються радіосигнали. Кожний мережний пристрій обладнаний приймачем-передавачем, через який він і обмінюється даними з іншими пристроями мережі. Безпроводні технології зв'язку використовують у ноутбуках, кишенькових персональних комп'ютерах, мобільних телефонах та навіть в автомобілях.

**IRDA** (Infrared Data Association) — це стандарт безпроводного обміну даними за допомогою інфрачервоного випромінювання. Назва походить від організації Infrared Data Association, яка розробляла технічні специфікації для такого типу зв'язку. Технологія була особливо поширеною наприкінці 1990-х — на початку 2000-х років у ноутбуках, мобільних телефонах, принтерах та іншій електроніці.

В основі роботи IrDA лежить пара елементів: передавач (інфрачервоний світлодіод) і приймач (фотодіод). Дані передаються у вигляді імпульсів інфрачервоного світла. На відміну від радіотехнологій (Wi-Fi, Bluetooth), IrDA не використовує радіохвилі, а працює в оптичному діапазоні. Для коректної роботи необхідна пряма видимість між пристроями — інфрачервоний сигнал не проходить крізь стіни чи перешкоди.

Діапазон дії IrDA зазвичай становив від кількох сантиметрів до 1 метра. Саме обмежена відстань і необхідність прямого наведення пристроїв були як перевагою, так і недоліком. З одного боку, це підвищувало безпеку передавання — перехопити сигнал було складно через його вузьконаправленість. З іншого боку, така технологія була менш зручною порівняно з радіоканалами.

Швидкість передавання даних у ранніх версіях стандарту становила від 2400 біт/с до 115 кбіт/с. Пізніші версії підтримували швидкість до 4 Мбіт/с. Однак навіть ці показники згодом поступилися Bluetooth і Wi-Fi, що

забезпечують значно вищу швидкість і більшу гнучкість використання.

Окрім мобільних телефонів і комп'ютерів, інфрачервона технологія широко застосовується у пультах дистанційного керування телевізорами, кондиціонерами, аудіосистемами та іншими побутовими пристроями. У цьому випадку використовується спрощений варіант інфрачервоного зв'язку, який не призначений для двостороннього високошвидкісного обміну даними.

У сучасних комп'ютерних системах IrDA практично не використовується для передавання файлів або мережевої взаємодії, оскільки її замінили більш універсальні безпроводні технології. Проте інфрачервоний зв'язок залишається важливою сторінкою розвитку безпроводних комунікацій і продовжує застосовуватися в окремих спеціалізованих пристроях. інформацію зі швидкістю до 4 Мбіт/с.



Рис. 66. Адаптери інфрачервоного порту з інтерфейсом USB

**Bluetooth** – це сучасна безпроводна технологія короткого радіусу дії, призначена для обміну даними між різними електронними пристроями. Вона дозволяє з'єднувати мобільні телефони, ноутбуки, планшети, навушники, клавіатури, миші, принтери, смарт-годинники, автомобільні системи та багато інших пристроїв без використання кабелів. Технологія отримала широке поширення завдяки компактності модулів, низькому енергоспоживанню, невисокій вартості та простоті інтеграції у найрізноманітнішу електроніку.

Bluetooth працює у вільному неліцензованому діапазоні частот 2,4 ГГц (ISM — промисловий, науковий і медичний діапазон). Для використання цього спектра не потрібно спеціального дозволу, що сприяло глобальному поширенню технології. Передавання даних здійснюється за допомогою методу стрибкоподібної перебудови частоти (FHSS), коли сигнал багаторазово змінює робочу частоту за псевдовипадковим алгоритмом. Це підвищує завадостійкість і зменшує вплив інших пристроїв, що працюють у тому самому діапазоні.

Перші версії Bluetooth забезпечували швидкість передавання даних близько 720 Кбіт/с. Сучасні версії (Bluetooth 4.x, 5.x) значно розширили можливості технології: швидкість передавання може досягати кількох

мегабіт за секунду, збільшено радіус дії (до 50–100 метрів залежно від класу пристрою), зменшено енергоспоживання. Особливо важливим стало впровадження режиму Bluetooth Low Energy (BLE), який дозволяє працювати датчикам, фітнес-браслетам та іншим пристроям роками від однієї батареї.

Bluetooth підтримує як пряме з'єднання «точка–точка», так і створення невеликих мереж, де один пристрій може взаємодіяти з кількома іншими. Кожний пристрій має унікальну 48-бітову адресу, що забезпечує його ідентифікацію в мережі. З'єднання між пристроями встановлюється автоматично після процедури сполучення (pairing), під час якої відбувається автентифікація та налаштування захищеного каналу зв'язку.

Оскільки Bluetooth є радіотехнологією, пристрої можуть працювати поза прямою видимістю, а сигнал здатний проходити крізь перешкоди, такі як стіни або меблі. Разом із тим використання спільного діапазону 2,4 ГГц може призводити до взаємних завад із Wi-Fi, безпроводними мишами, мікрохвильовими печами та іншими пристроями. Проте сучасні алгоритми керування частотою та адаптивні механізми мінімізують ці впливи.

Сьогодні Bluetooth є стандартом для підключення безпроводних навушників, гарнітур, ігрових контролерів, автомобільних мультимедійних систем, пристроїв Інтернету речей. Завдяки поєднанню універсальності, енергоефективності та простоти використання ця технологія залишається однією з ключових у сфері персональних безпроводних комунікацій.



Рис. 67. Адаптер BlueTooth з інтерфейсом USB

**Wi-Fi** — це найпоширеніша сьогодні технологія безпроводної передачі даних у локальних мережах. Вона використовується для підключення комп'ютерів, смартфонів, планшетів, телевізорів, принтерів та інших пристроїв до Інтернету й між собою без застосування кабелів. Порівняно з інфрачервоним зв'язком Wi-Fi забезпечує значно більшу відстань з'єднання, не потребує прямої видимості між пристроями та підтримує набагато вищу швидкість передавання даних.

Назва «Wi-Fi» історично асоціюється з поєднанням слів Wireless

Fidelity, хоча фактично це комерційне позначення стандартів безпроводних мереж сімейства IEEE 802.11. Технологія працює переважно в діапазонах 2,4 ГГц, 5 ГГц, а сучасні версії — також у 6 ГГц. За час розвитку Wi-Fi пройшов кілька поколінь — від ранніх стандартів із пропускну здатністю кілька мегабіт за секунду до сучасних Wi-Fi 5, Wi-Fi 6, Wi-Fi 6E та Wi-Fi 7, які забезпечують швидкість у сотні мегабіт і навіть кілька гігабіт за секунду.

Wi-Fi дозволяє об'єднувати два й більше пристроїв у єдину мережу. Існує два основні режими організації з'єднання. У режимі Ad-hoc (точка-точка) пристрої з'єднуються безпосередньо один з одним без використання додаткового мережевого обладнання. Такий спосіб підходить для тимчасового з'єднання, наприклад, між двома ноутбуками. У цьому випадку кожний пристрій має власний Wi-Fi-адаптер і обмінюється даними напряму.

Найпоширенішим є режим Infrastructure, у якому використовується спеціальний пристрій — точка доступу або Wi-Fi-маршрутизатор. Саме він створює безпроводну мережу, до якої підключаються клієнтські пристрої. Точка доступу зазвичай під'єднана до провідної мережі або Інтернету й виконує функцію центрального вузла обміну даними. У сучасних умовах функції точки доступу часто поєднані з маршрутизатором, який забезпечує розподіл Інтернет-з'єднання, захист мережі та керування трафіком.

Wi-Fi-адаптери можуть бути вбудованими в пристрій (у ноутбуках, смартфонах, планшетах) або виконуватися у вигляді окремих модулів, що підключаються через USB або внутрішні роз'єми системної плати. Радіус дії безпроводної мережі зазвичай становить від кількох десятків метрів у приміщенні до понад ста метрів на відкритому просторі, залежно від потужності обладнання та умов середовища.

**Бездротовий ретранслятор Wi-Fi** (Wi-Fi repeater, Wi-Fi extender) — це пристрій, призначений для розширення зони покриття безпроводної мережі. Він приймає сигнал від основного маршрутизатора (роутера) і повторно передає його далі, посилюючи покриття в місцях зі слабким сигналом.

Ретранслятор підключається до існуючої Wi-Fi мережі без використання кабелю та створює розширену зону доступу. Такий пристрій доцільно використовувати у великих приміщеннях, багатоповерхових будинках або там, де сигнал послаблюється стінами та перекриттями.

Сучасні моделі підтримують стандарти Wi-Fi 5 та Wi-Fi 6, можуть працювати у двох діапазонах (2,4 і 5 ГГц) та автоматично підлаштовуватися під параметри основної мережі. Недоліком є те, що швидкість з'єднання через ретранслятор зазвичай дещо зменшується порівняно з прямим підключенням до маршрутизатора.

Сучасні Wi-Fi-мережі підтримують розширені механізми захисту інформації. Для запобігання несанкціонованому доступу застосовуються протоколи шифрування (WPA2, WPA3), автентифікація користувачів і фільтрація пристроїв. Також активно впроваджуються технології покращення

стабільності зв'язку, оптимізації використання частотного діапазону та зменшення затримок.

### **Протоколи (стандарти) Wi-Fi**

Технологія Wi-Fi базується на сімействі стандартів IEEE 802.11, які постійно вдосконалюються. Кожне нове покоління підвищує швидкість передавання даних, покращує стабільність з'єднання, зменшує затримки та підвищує енергоефективність.

Перший стандарт **802.11 (1997 р.)** забезпечував швидкість 1–2 Мбіт/с у діапазоні 2,4 ГГц. Він став основою для подальшого розвитку безпроводних мереж, але сьогодні не використовується.

**802.11a (1999 р.)** працював у діапазоні 5 ГГц і забезпечував теоретичну швидкість до 54 Мбіт/с. Для передавання застосовувався метод OFDM (ортогональне частотне мультиплексування). Стандарт мав вищу пропускну здатність, ніж попередники, але менший радіус дії та вищу вартість обладнання.

**802.11b (1999 р.)** працював у діапазоні 2,4 ГГц і забезпечував швидкість до 11 Мбіт/с. Використовував метод DSSS. Завдяки більшій дальності дії та дешевшому обладнанню цей стандарт став масовим на початку 2000-х років.

**802.11g (2003 р.)** поєднав переваги 802.11a і 802.11b: швидкість до 54 Мбіт/с у діапазоні 2,4 ГГц із зворотною сумісністю з 802.11b. Саме цей стандарт довгий час був найбільш поширеним у домашніх мережах.

Подальший розвиток привів до появи значно продуктивніших стандартів.

**802.11n (Wi-Fi 4, 2009 р.)** став проривом завдяки використанню технології MIMO (Multiple Input Multiple Output), що дозволяє застосовувати кілька антен одночасно. Теоретична швидкість зросла до 600 Мбіт/с. Працює у діапазонах 2,4 та 5 ГГц.

**802.11ac (Wi-Fi 5, 2013 р.)** працює в діапазоні 5 ГГц і забезпечує швидкість до кількох гігабіт за секунду (теоретично — понад 6 Гбіт/с). Використовує розширені канали 80/160 МГц і вдосконалений MIMO (MU-MIMO — одночасна передача кільком пристроям).

**802.11ax (Wi-Fi 6, 2019 р.)** орієнтований не лише на швидкість (до 9,6 Гбіт/с теоретично), а й на ефективність роботи в перевантажених мережах (навчальні заклади, офіси, стадіони). Використовується технологія OFDMA, яка дозволяє розподіляти один канал між багатьма пристроями. З'явилась покращена енергоефективність для мобільних пристроїв.

**Wi-Fi 6E** — розширення стандарту Wi-Fi 6 із підтримкою нового діапазону 6 ГГц, що зменшує перевантаження мережі та збільшує пропускну здатність.

**802.11be (Wi-Fi 7, 2024 р.)** — найновіше покоління, яке забезпечує теоретичну швидкість понад 30–40 Гбіт/с, підтримує ширину каналу до 320

МГц та одночасну роботу в кількох діапазонах. Орієнтований на потокове відео 8K, віртуальну реальність і мережі з великою кількістю пристроїв.

Що стосується **802.11i**, то це не стандарт швидкості, а стандарт безпеки, який став основою для протоколу WPA2. Він регламентує механізми шифрування та автентифікації в Wi-Fi мережах.

Розвиток стандартів Wi-Fi відображає загальну тенденцію до зростання швидкості передавання даних, підвищення ефективності використання частотного спектра, покращення енергоефективності та зміцнення безпеки безпроводних мереж.



**Рис. 68.** Адаптер Usb Wi-Fi 802.11n антена WF 2 LV-UW 10-2DB



**Рис. 69.** Wi-Fi адаптер TP-LINK TL-WN781ND PCI Express / 150 Мбіт/с



**Рис. 70.** Wi-Fi-роутер TP-Link Archer



**Рис. 71.** Бездротовий ретранслятор

## 5. ТОПОЛОГІЇ МЕРЕЖ.

**Топологія** – ряд принципів побудови КМ на основі мережних пристроїв і засобів зв'язку.

### Топологія типу «зірка»

Головна машина одержує й обробляє всі дані з периферійних пристроїв як активний вузол обробки даних. Вся інформація між двома периферійними місцями проходить через центральний вузол обчислювальної мережі. Пропускна здатність мережі визначається обчислювальною потужністю вузла й гарантується для кожної робочої станції. Колізій (зіткнень) даних не виникає.

Кабельне з'єднання досить просте, тому що кожна робоча станція пов'язана з вузлом. Витрати на прокладку кабелів високі, особливо коли центральний вузол географічно розташований не в центрі топології.

При розширенні обчислювальних мереж не можуть бути використані раніше виконані кабельні зв'язки: до нового робочого місця необхідно прокладати окремий кабель із центра мережі.

Топологія у вигляді зірки є найбільш швидкодіючою із всіх топологій обчислювальних мереж, оскільки передача даних між робочими станціями проходить через центральний вузол (при його високій продуктивності) по окремих лініях, що використовуються тільки цими робочими станціями. Частота запитів передачі інформації від однієї станції до іншої невисока в порівнянні з іншими топологіями.

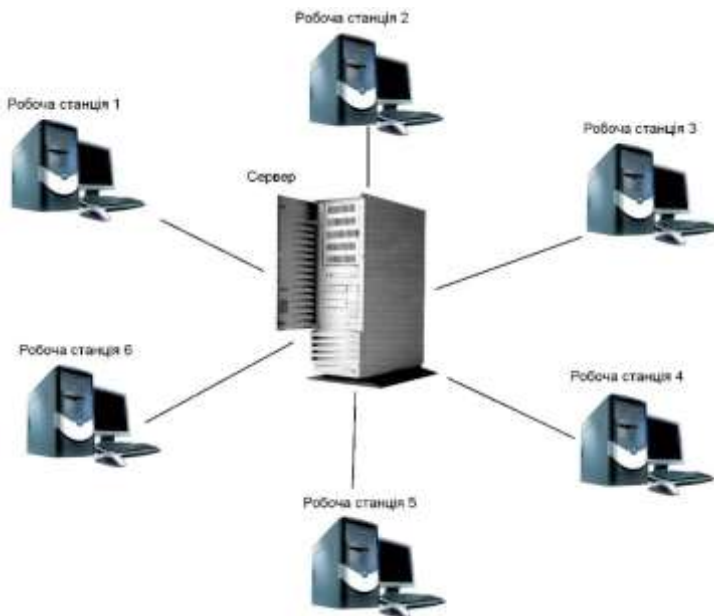
Продуктивність обчислювальної мережі в першу чергу залежить від потужності центрального файлового сервера. Він може бути вузьким місцем обчислювальної мережі. У випадку виходу з ладу центрального вузла порушується робота всієї мережі.

Центральний вузол керування – файловий сервер реалізує оптимальний механізм захисту проти несанкціонованого доступу до інформації. Вся обчислювальна мережа може управлятися з її центра.

Мережа з топологією «зірка» має такі особливості:

- до центрального з'єднувального пристрою можна підключати додаткові комп'ютери, не вимикаючи всієї мережі;
- кожний комп'ютер та інші пристрої підключають до центрального з'єднувального пристрою;
- у разі, коли виникають проблеми, пов'язані з якимось комп'ютером мережі, інші продовжують функціонувати, вони лише не мають доступу до ресурсів цього комп'ютера;
- відстань між комп'ютерами та з'єднувальним пристроєм не може перевищувати 100 м;

- до кожного центрального з'єднувального пристрою можна підключити до 24 комп'ютерів;
- мережі з топологією «зірка» трохи дорожчі за інші, бо для їх створення потрібно більше кабелів;
- при виході із ладу сервера робота мережі паралізується.



**Рис. 72.** Топологія «зірка»

### **Кільцева топологія**

При кільцевій топології мережі робочі станції зв'язані одна з іншою по колу. Остання робоча станція пов'язана з першою. Комунікаційний зв'язок замикається в кільце.

Прокладка кабелів від однієї робочої станції до іншої може бути досить складною й дорогою, особливо якщо географічне розташування робочих станцій далеко від форми кільця (наприклад, у лінію).

Інформація циркулює регулярно по колу. Робоча станція посилає по певній кінцевій адресі дані, попередньо одержавши з кільця запит. Пересилання повідомлень є дуже ефективним, тому що більшість повідомлень можна відправляти «у одному напрямку» по кабельній системі одне за іншим. Дуже просто можна зробити кільцевий запит на всі станції. Тривалість передачі інформації збільшується пропорційно кількості робочих станцій, що входять в обчислювальну мережу.

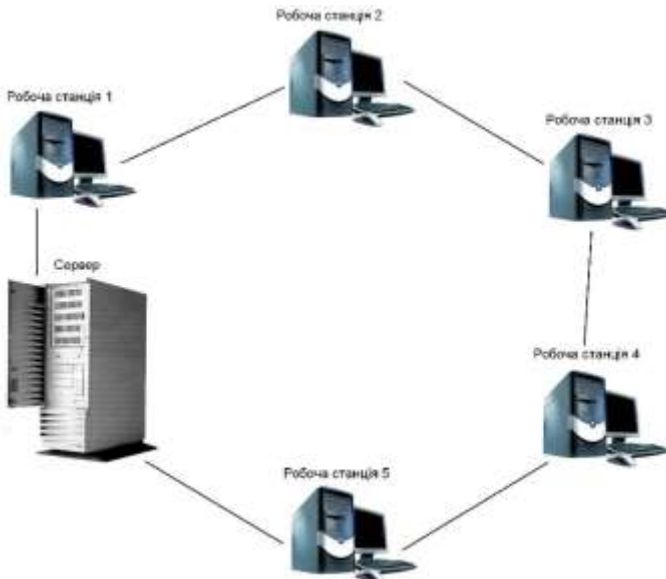
Основна проблема при кільцевій топології полягає в тому, що кожна

робоча станція повинна брати активну участь у пересиланні інформації, і у випадку виходу з ладу хоча б однієї з них вся мережа паралізується. Несправності в кабельних з'єднаннях локалізуються легко.

Підключення нової робочої станції вимагає короткострокового вимикання мережі, тому що під час установки кільце повинне бути розімкнуте. Обмеження на довжину обчислювальної мережі не існує, тому що воно, в остаточному підсумку, визначається винятково відстанню між двома робочими станціями.

Мережі з топологією «кільце» мають такі особливості:

- комп'ютери розташовані близько один від одного;
- центральний з'єднуючий пристрій відсутній;
- мережа не має ані початку, ані кінця, тож не потрібні термінатори;
- складно знаходити й усувати причини проблем,;
- несправності, що виникли в будь-якому місці мережі, призводять до виходу її з ладу;
- підключення до мережі нових комп'ютерів потребує припинення роботи всієї мережі



**Рис. 73.** Топологія «кільце»

### **Шинна топологія**

При шинній топології середовище передачі інформації являє собою комунікаційний шлях, доступний для всіх робочих станцій, до якого вони всі

повинні бути підключені. Всі робочі станції можуть безпосередньо вступати в контакт із будь-якою робочою станцією, наявною в мережі.

Робочі станції в будь-який час, без переривання роботи всієї обчислювальної мережі, можуть бути підключені до неї або відключені. Функціонування обчислювальної мережі не залежить від стану окремої робочої станції.

У стандартній ситуації для шинної мережі Ethernet часто використовують тонкий кабель або Cheapernet-кабель із триїниковим з'єднувачем.

Завдяки тому, що робочі станції можна підключати без переривання мережних процесів і комунікаційного середовища, дуже легко прослуховувати інформацію, тобто відгалужувати інформацію з комунікаційного середовища.

Мережа з топологією «шина» має такі особливості:

- найпростіша та найдешевша з усіх існуючих;
- всі комп'ютери підключаються до одного кабелю;
- у певний момент часу лише один комп'ютер може надсилати інформацію, і вона за допомогою кабелю передається на той комп'ютер, для якого призначена;
- на обох кінцях шини міститься маленький пристрій, так званий термінатор, що запобігає відбиттю сигналу та поверненню його до мережі, де він заважатиме передаванню наступних сигналів;
- відсутня потреба в центральному з'єднувальному пристрої;
- процедура підключення до мережі додаткових комп'ютерів утруднена, оскільки потребує припинення роботи всієї мережі;
- якщо один із комп'ютерів вийде з ладу, мережа не перестав функціонувати;
- для з'єднання зазвичай використовується коаксіальний кабель.

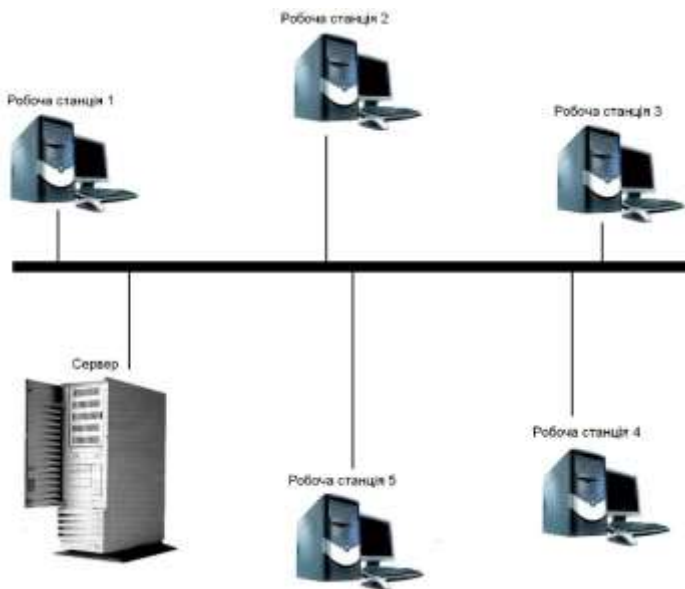


Рис. 74. Топологія «шина»

У КМ з *прямою (не модульованою) передачею інформації* завжди може існувати тільки одна станція, що передає інформацію. Для запобігання колізій у більшості випадків застосовується часовий метод поділу, відповідно до якого для кожної підключеної робочої станції в певні моменти часу надається виключне право на використання каналу передачі даних. Тому вимоги до пропускнув здатності обчислювальної мережі при підвищеному навантаженні підвищуються, наприклад, при уведенні нових робочих станцій. Робочі станції приєднуються до шини за допомогою пристроїв ТАР (англ. Terminal Access Point – точка підключення терміналу). ТАР являє собою спеціальний тип приєднання до коаксіального кабелю. Зонд голчастої форми впроваджується через зовнішню оболонку зовнішнього провідника й шар діелектрика до внутрішнього провідника й приєднується до нього.

У КМ із *модульованою широкосмуговою передачею інформації* різні робочі станції одержують, у міру потреби, частоту, на якій ці робочі станції можуть відправляти й одержувати інформацію. Дані, що пересилають, модулюються на відповідних несучих частотах, тобто між середовищем передачі інформації й робочими станціями перебувають відповідно модеми для модуляції й демодуляції. Техніка широкосмугових повідомлень дозволяє одночасно транспортувати в комунікаційному середовищі досить великий обсяг інформації. Для подальшого розвитку дискретного транспортування даних не грає ролі, яка первісна інформація подана в модем (аналогова або цифрова), тому що вона однаково надалі буде перетворена.

## Деревоподібна (гібридна) структура ЛВС

Поряд з відомими топологіями, на практиці застосовується й комбінована, наприклад **деревоподібна** структура. Вона являє собою комбінації вищезгаданих топологій обчислювальних мереж. Основа дерева обчислювальної мережі (корінь) розташовується в точці, у якій збираються комунікаційні лінії інформації (гілки дерева).

Гібридна мережа має такі особливості:

- мережі, що з'єднують кілька офісів, зазвичай гібридні; в одному з них може використовуватися мережа типу «зірка», а в іншому – мережа типу «шина»;
- мережі різних типів можна з'єднувати за допомогою модема; наприклад, якщо вдома у вас застосовується мережа з топологією «шина», а в школі – мережа з топологією «зірка», то ви маєте можливість з'єднати їх за допомогою модемів;
- гібридну мережу важко будувати, оскільки досить складно досягти чіткої взаємодії різних технологій;
- у мережі багато з'єднань, і коли одна її частина виходить з ладу, решта продовжує працювати.

## 6. МЕРЕЖЕВЕ ОБЛАДНАННЯ.

1. Інтерфейсні плати (мережеві адаптери).
2. Концентратор (хаб).
3. Комутатор.
4. Шлюз.
5. Модем.

### 1) Мережеві інтерфейсні плати (мережеві адаптери)

**Мережевий адаптер** — це пристрій, що забезпечує підключення комп'ютера або іншого цифрового пристрою до мережі. У сучасних комп'ютерах мережевий адаптер зазвичай інтегрований у материнську плату (Ethernet-контролер), а також може бути реалізований у вигляді окремої плати розширення (PCIe) або зовнішнього пристрою (USB-адаптер).

Кожен мережевий інтерфейс має унікальну фізичну адресу — **MAC-адресу**, яка використовується для ідентифікації пристрою в локальній мережі.

Сучасні адаптери підтримують швидкості:

- 1 Гбіт/с (Gigabit Ethernet),
- 2,5/ 5 / 10 Гбіт/с,
- Wi-Fi 5, Wi-Fi 6, Wi-Fi 6E та Wi-Fi 7 (для бездротових інтерфейсів).



**Рис. 75.** Мережевий адаптер TP-Link TG-3468

**2) Концентратор (Hub)** – центральний з'єднувальний пристрій, який передає отримані дані одночасно на всі свої порти. Він не аналізує адреси та не розрізняє отримувачів.

Сьогодні хаби практично не використовуються, оскільки вони: знижують ефективність мережі, створюють колізії, мають низький рівень безпеки.

Їх повністю витіснили комутатори.

**3) Комутатор (Switch)** — це основний пристрій сучасної локальної мережі. Він приймає дані та передає їх лише на той порт, до якого підключений конкретний адресат. Комутатор аналізує MAC-адреси, зменшує мережві колізії, підвищує продуктивність.

Сучасні комутатори можуть бути: некерованими (plug-and-play), керованими (з підтримкою VLAN, QoS, моніторингу), з підтримкою PoE (живлення пристроїв через мережвий кабель).



Рис. 76. Хаб (концентратор)



Рис. 77. Комутатор

**4) Маршрутизатор (Router)** – це пристрій, який з’єднує різні мережі між собою (наприклад, локальну мережу та Інтернет) і визначає маршрут передавання даних..

Маршрутизатор аналізує мережу й виявляє її проблемні чи перенавантажені ділянки. Маршрутизатори спрямовують потік даних в обхід подібних ділянок, щоб інформація швидше потрапила до місця призначення.

Сучасний маршрутизатор виконує NAT (перетворення адрес), має вбудований Wi-Fi, підтримує фаєрвол, забезпечує DHCP, може працювати як VPN-сервер.

Фактично домашній Wi-Fi-роутер поєднує в одному корпусі маршрутизатор, комутатор і точку доступу.

**5) Шлюзом (Gateway)** називають пристрій або програмне забезпечення, що забезпечує взаємодію між мережами з різними протоколами або архітектурами. Він отримує інформацію, трансліює («перекладає») її у такий спосіб, щоб мережа-одержувач могла її зрозуміти, і передає останній.

**6) Модем** – це пристрій, що забезпечує підключення комп’ютера або локальної мережі до мережі провайдера та фактично відкриває доступ до Інтернету. Його основна функція полягає у перетворенні сигналів середовища передачі (телефонної лінії, кабельної мережі, оптоволокна або мобільного зв’язку) у цифрову форму, зрозумілу комп’ютеру, і навпаки. Назва «модем» походить від слів модуляція і демодуляція — процесів перетворення цифрових даних у сигнал каналу зв’язку та зворотного перетворення.



**Рис. 78.** Маршрутизатор



**Рис. 79.** Шлюз

Сучасні модеми суттєво відрізняються від перших телефонних пристроїв Dial-Up, що працювали зі швидкістю до 56 Кбіт/с. Сьогодні вони забезпечують передачу даних зі швидкістю сотні мегабіт або навіть гігабіт за секунду. У фіксованих мережах широко використовуються DSL-модеми, які працюють через мідні телефонні лінії, хоча поступово їх витісняють оптоволоконні технології. В оптичних мережах застосовуються термінали ONT або GPON-модеми, які перетворюють світловий сигнал у електричний Ethernet. Такі рішення забезпечують дуже високу швидкість і стабільність з'єднання.

У мережах кабельного телебачення використовуються кабельні модеми стандарту DOCSIS, що дозволяють передавати дані через коаксіальний кабель. Окрему групу становлять мобільні модеми, які працюють у мережах 3G, 4G та 5G. Вони можуть бути виконані у вигляді USB-пристроїв, автономних Wi-Fi-роутерів або вбудованих модулів у ноутбуках та іншій техніці. Сучасні 5G-модеми здатні забезпечувати швидкість у кілька гігабіт за секунду. У віддалених регіонах застосовуються супутникові модеми, що дозволяють отримати доступ до Інтернету там, де відсутня кабельна інфраструктура, хоча для них характерна більша затримка сигналу.

У більшості випадків сучасний домашній пристрій вже поєднує в собі функції модема, маршрутизатора, комутатора і бездротової точки доступу. Тобто це не просто перетворювач сигналу, а повноцінний мережевий центр, який розподіляє інтернет-з'єднання між кількома пристроями та забезпечує їх захист. Важливими характеристиками модема є пропускна здатність, підтримуваний стандарт мережі, затримка сигналу, стабільність з'єднання, а також наявність додаткових функцій безпеки.

Сучасні модеми працюють у повнодуплексному режимі, що дозволяє одночасно передавати й приймати дані. Розвиток технологій спрямований на підвищення швидкості передачі, зменшення затримки та інтеграцію нових стандартів зв'язку. Таким чином, модем сьогодні є ключовим елементом мережевої інфраструктури, що забезпечує стабільний та швидкий доступ до

глобальної інформаційної мережі.

### **КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ**

1. Що таке комп'ютерна мережа?
2. Які основні компоненти входять до складу комп'ютерної мережі?
3. Чим відрізняється локальна мережа (LAN) від глобальної (WAN)?
4. Що таке MAN та WLAN?
5. Які основні характеристики комп'ютерних мереж?
6. Що таке пропускна здатність мережі? Що таке затримка (latency) і як вона впливає на роботу мережі?
7. Які фактори впливають на надійність мережі?
8. Що таке мережевий протокол? Поясніть призначення стеку протоколів TCP/IP.
9. Що таке IP-адреса? У чому різниця між IPv4 та IPv6?
10. Що таке MAC-адреса і де вона використовується?
11. Яке призначення мережевого адаптера?
12. Чим відрізняється хаб від комутатора? Які функції виконує маршрутизатор?
13. Що таке шлюз у мережі? Яке призначення модема?
14. Які переваги має оптоволоконний зв'язок?
15. Які безпроводні технології передачі даних ви знаєте?
16. У чому особливості технології Bluetooth?
17. Які сучасні стандарти Wi-Fi використовуються сьогодні?
18. Які топології комп'ютерних мереж ви знаєте?
19. Порівняйте топології «зірка», «шина» та «кільце».
20. Що таке мережева безпека і які засоби її забезпечення? Яке призначення брандмауера (firewall)?

## План

- 1. БУДОВА КОРПУСА ПЕРСОНАЛЬНОГО КОМП'ЮТЕРА.**
- 2. БЛОК ЖИВЛЕННЯ КОМП'ЮТЕРА.**

### **1. БУДОВА КОРПУСА ПЕРСОНАЛЬНОГО КОМП'ЮТЕРА.**

Корпус персонального комп'ютера (системний блок) виконує наступні функції:

- забезпечує механічне кріплення й захист всіх елементів;
- екранує ПК від електромагнітних випромінювань;
- містить органи керування ПК (включення, вимикання, перезавантаження);
- підтримує режим охолодження.

#### **Будова корпусу ПК**

Корпус ПК містить наступні елементи: бічну стінку, або кожух, який знімається з комп'ютера, вигвинтивши кріпильні гвинти; передню, або лицьову панель; напрямні пази для установки 5,25-дюймових пристроїв; пластикові дверцята; монтажні відсіки (кишені) для установки пристроїв 3,5-дюймових; кронштейни для кріплення вентиляторів; блок вводу-виводу; заглушку; блок напрямних пазів для підтримки нестандартних плат розширення.

У корпусі монтується системна плата і встановлюється блок живлення. Приводи гнучких дисків, CD-ROM, CD-RW, DVD можна змонтувати усередині корпусу в монтажних відсіках (технологічних порожнинах), які називаються **карманами для пристроїв**.

Порожня кишеня закривається прямокутною пластмасовою панелькою – **заглушкою**. Інші кишені звичайно сховані, у них встановлені пристрої, до яких не потрібний доступ у процесі звичайної роботи.

Корпуси, як правило, надходять із уже змонтованими кріпильними деталями металевими або нейлоновими стійками, необхідними для установки системної плати.

#### **Типи корпусів для настільних ПК**

**1. Тонкий корпус (*Slim*).** Містить мінімум кишень і вільного простору. Використовується для складання простих офісних ПК, оскільки не дозволить заповнити системний блок новими пристроями.

**2. Корпус настільного типу (*desktop*)** призначений для установки на столі у горизонтальному положенні. Настільний корпус не дуже компактний і займає на робочому столі багато місця. На лицьовій стороні він містить кілька відкритих кишень для накопичувачів, а також одну або дві схованих кишені. На задній стороні настільного корпусу, як правило, передбачається місце для стандартних 7-8 плат пристроїв.

**3. Корпус типу «вежа» (*tower*)** бувають декількох видів, серед яких є повна (*big tower* або *full tower*), неповна (*middle tower*) і міні-вежа (*mini tower*).

- «Повна вежа» (*full tower*) надає можливість розміщувати нові додаткові пристрої, які з'являються в процесі модернізації. Багато корпусів цього типу містять чотири або навіть п'ять відкритих кишень. Подібно корпусу настільного типу, корпус повна вежа зі зворотної сторони має у своєму розпорядженні місце для 7-8 стандартних плат пристроїв. Через значну вагу і розмір таких корпусів, особливо якщо вони начинені додатковим обладнанням, їх звичайно розташовують вертикально на підлозі під столом, куди можна легко дотягтися до всіх кнопок і приводів дисководів,

- Корпус «неповна вежа» (*midi tower*) також установлюється вертикально, але призначений для розташування поруч із монітором на столі. Корпус міні-вежа має такі ж кишень для накопичувачів, як і стандартний настільний корпус. Більшість корпусів комп'ютерів містять на лицьовій панелі сигнальну лампочку увімкнення електроживлення й лампочку активності накопичувача на жорсткому диску (цими компонентами управляє системна плата). Деякі корпуси обладнані також цифровим індикатором швидкості комп'ютера, температури процесора, системи тощо.



**Рис.80.** Тонкий корпус (slim)



**Рис.81.** Корпус типу «вежа» (*tower*)

- Корпус «міні-вежа» (*mini tower*) подібна до неповної вежі, але менша за розмірами і має 2 кишень для накопичувачів.

- **Мультимедійний корпус «барбон».** Призначений для створення на його базі розважальних комп'ютерів із засобами мультимедіа.

На корпусі системного блока розташовані кнопки включення

живлення <Power> і скидання <Reset>. У корпусі встановлюється простий акустичний динамік, який при включенні ПК оперативно сигналізує про його нормальний або аварійний стан. Повідомлення передаються серією звукових сигналів.



**Рис.82.** Корпус настільного типу  
(*desktop*)



**Рис.83.** Корпус типу «барєбон»

## 2. БЛОК ЖИВЛЕННЯ КОМП'ЮТЕРА.

Блок живлення призначений для перетворення електричної енергії, що надходить із мережі *змінного струму AC (Alternating Current)*, в енергію *постійного струму DC /Direct Current*, придатну для живлення вузлів комп'ютера. Більшість корпусів продаються із уже встановленим блоком живлення.

Блок живлення містить елементи, що дозволяють вирівнювати коливання напруги, а також захистити комп'ютер від перенапруги в мережі.

Блок живлення перетворює мережну змінну напругу 220 В, 50 Гц (120 В, і 60 Гц) у постійні напруги +3,3; +5; +12 В. Комп'ютер працює надійно тільки в тому випадку, якщо значення напруги не виходять за допустимі межі.

Сучасний блок живлення є імпульсним перетворювачем, який забезпечує декілька вихідних ліній живлення, основні з яких:

- +12 В – живлення процесора, відеокарти, вентиляторів, накопичувачів;
- +5 В — логічні вузли, периферія;
- +3,3 В — оперативна пам'ять, чипсети;
- 5VSB (чергова напруга) — живлення режиму очікування;
- -12 В — використовується рідко (службові лінії).

У сучасних системах основне навантаження припадає саме на лінію +12 В, оскільки процесор і відеокарта споживають найбільшу потужність.

Блок живлення повинен витримувати силу струму не менш 15–20 А. **Потужність блоку живлення** – це один з найважливіших показників блоків живлення. Потужність блоку живлення повинна забезпечити можливість встановлення додаткового обладнання і підтримувати зростаючі струми

навантаження.

Сучасні орієнтовні значення:

- офісний або навчальний ПК — 400–500 Вт;
- домашній універсальний ПК — 500–650 Вт;
- ігрова система з потужною відеокартою — 650–850 Вт;
- високопродуктивні робочі станції — 850–1200 Вт і більше.

До параметрів мережі ставиться також частота. У країнах СНД вона становить 50 Гц. Якщо на блоці живлення зазначена частота 60 Гц, це не означає, що блок живлення у нашій системі працювати не буде.

### **Характеристики блоків живлення АТХ**

Стандарт АТХ (Advanced Technology eXtended) визначає не лише форм-фактор материнської плати, а й конструкцію блоку живлення, типи роз'ємів, електричні параметри та логіку керування живленням. Сучасні блоки живлення відповідають специфікаціям АТХ 2.x, а нові моделі — АТХ 3.0 / 3.1, які враховують вимоги потужних відеокарт і пікових навантажень.

На відміну від застарілих стандартів АТ або LPX, АТХ передбачає безпечне та уніфіковане підключення живлення завдяки ключованим роз'ємам, які фізично неможливо встановити неправильно.

Всі проводи силового кабелю (підключеного до електромережі змінного струму) живлення мають відповідний колір, що полегшує їхню ідентифікацію.

- **Коричневий і голубий проводи** – це, відповідно, фаза й нуль силового кабелю, по якому із блоку живлення тече струм. Коли блок живлення під'єднаний до електромережі, проводи перебувають під напругою.

- **По чорному й білому проводах** змінний струм повертається через вимикач у блок живлення. Ці жили перебувають під напругою тільки у випадку, коли штепсель блоку живлення підключений до мережі й вимикач включений.

- **Зелений або зелений з жовтою смугою** (кабель, з'єднується з корпусом комп'ютера й забезпечує його заземлення).

Будь-який блок живлення під час роботи втрачає частину енергії у вигляді тепла. Чим вищий коефіцієнт корисної дії (ККД), тим менше енергії витрачається даремно і тим менше нагрівається пристрій.

**Сертифікація енергоефективності** — це система оцінювання, яка визначає, наскільки ефективно блок живлення перетворює електроенергію з мережі змінного струму (AC) у постійний струм (DC), що використовується компонентами комп'ютера.

Найпоширенішою у світі є система 80 PLUS. Вона означає, що блок живлення має ККД не менше 80% при різних рівнях навантаження (20%, 50% і 100%). З часом стандарт був розширений і з'явилися рівні: 80 PLUS (White), Bronze, Silver, Gold, Platinum, Titanium.

Чим вищий рівень, тим більший ККД. Наприклад, блок живлення

рівня Gold може мати ефективність близько 90% при типовому навантаженні, а Titanium — понад 94%.

Висока енергоефективність забезпечує:

- менше тепловиділення;
- тихішу роботу (вентилятор обертається повільніше);
- менше навантаження на електромережу;
- економію електроенергії;
- довший термін служби компонентів.

Особливо важливо використовувати блоки живлення з сертифікацією у потужних ігрових ПК, робочих станціях та серверах, де навантаження на систему живлення є постійно високим.

Водночас сертифікація 80 PLUS оцінює саме енергоефективність, а не якість усіх компонентів блока живлення. Тому при виборі також потрібно враховувати наявність захистів (OVP, OCP, SCP тощо), якість елементної бази та репутацію виробника.

### **Роз'єми блоку живлення ATX**

Сучасний блок живлення стандарту ATX має набір роз'ємів для живлення всіх основних компонентів комп'ютера. За останні роки їхня конфігурація змінилася відповідно до зростання енергоспоживання процесорів, відеокарт та накопичувачів.

Основні роз'єми живлення

**1. 24-контактний ATX (20+4 pin).** Головний роз'єм для живлення материнської плати. Забезпечує напруги +3,3 В, +5 В, +12 В, а також сигнальні лінії керування. Універсальна конструкція 20+4 дозволяє підключати як старі, так і нові плати.

**2. Живлення процесора (CPU / EPS12V).** Сучасні материнські плати використовують 8-pin, а високопродуктивні моделі можуть мати додатковий 4-pin або 8-pin для стабільної роботи потужних процесорів.

**3. Роз'єми для відеокарт (PCI Express).** Сучасні блоки живлення мають: 6-pin PCIe; 8-pin (6+2) PCIe; 12VHPWR (16-pin) — новий роз'єм стандарту ATX 3.0/3.1 для потужних відеокарт; 8-pin роз'єм здатен передавати більше потужності, ніж 6-pin.

12VHPWR використовується в сучасних високопродуктивних GPU і підтримує значні пікові навантаження.

### **4. Живлення накопичувачів.**

**SATA Power (15-pin)** призначений для живлення: SSD, HDD, оптичних приводів. Має компактну форму та підтримує +3,3 В, +5 В і +12 В.

**Molex (4-pin Peripheral)** старий тип роз'єму для: IDE-дисків, вентиляторів, деяких додаткових пристроїв. У сучасних системах використовується рідше.

**FDD (Berg, 4-pin mini)** – міні-роз'єм для дисководів гнучких дисків. Практично не використовується у сучасних ПК.

**Принцип дії імпульсного блока живлення ATX** базується на

перетворенні змінної мережевої напруги 220 В у стабілізовані постійні напруги +12 В, +5 В, +3,3 В та інші, необхідні для роботи комп'ютера.



**Рис.84.** Зовнішній вигляд блока живлення ATX

Робота відбувається поетапно.

Спочатку мережна змінна напруга надходить на **вхідний фільтр**. Він пригнічує електромагнітні перешкоди та згладжує імпульсні стрибки напруги, щоб вони не впливали на електроніку та не поверталися назад у мережу.

Далі напруга проходить через **випрямляч (діодний міст)**, де змінний струм перетворюється на постійний. Після цього великі електролітичні конденсатори згладжують пульсації, формуючи високовольтну постійну напругу (близько 300 В).

Наступний етап — **інвертор**. Транзистори (MOSFET) перетворюють постійну високовольтну напругу на високочастотний змінний струм (десятки або сотні кілогерц). Використання високої частоти дозволяє застосовувати компактний трансформатор.

Високочастотний сигнал надходить на **імпульсний трансформатор**, який знижує напругу і забезпечує гальванічну розв'язку між мережею і комп'ютером.

Після трансформатора струм знову випрямляється (швидкодіючими діодами або синхронними випрямлячами) та фільтрується дроселями й конденсаторами. Так формуються стабільні вихідні лінії живлення.

Важливою частиною є **схема зворотного зв'язку та контролю**, яка постійно вимірює вихідні напруги, регулює роботу інвертора, підтримує стабільність при зміні навантаження.

Також у блоці живлення працюють системи захисту від короткого замикання, від перевантаження, від перенапруги, від перегріву. Окремий

контролер керує швидкістю вентилятора для охолодження компонентів.

Загалом, імпульсний блок живлення працює за принципом:  
**випрямлення → перетворення у високочастотний струм →**  
**трансформація. → повторне випрямлення → стабілізація та контроль.**



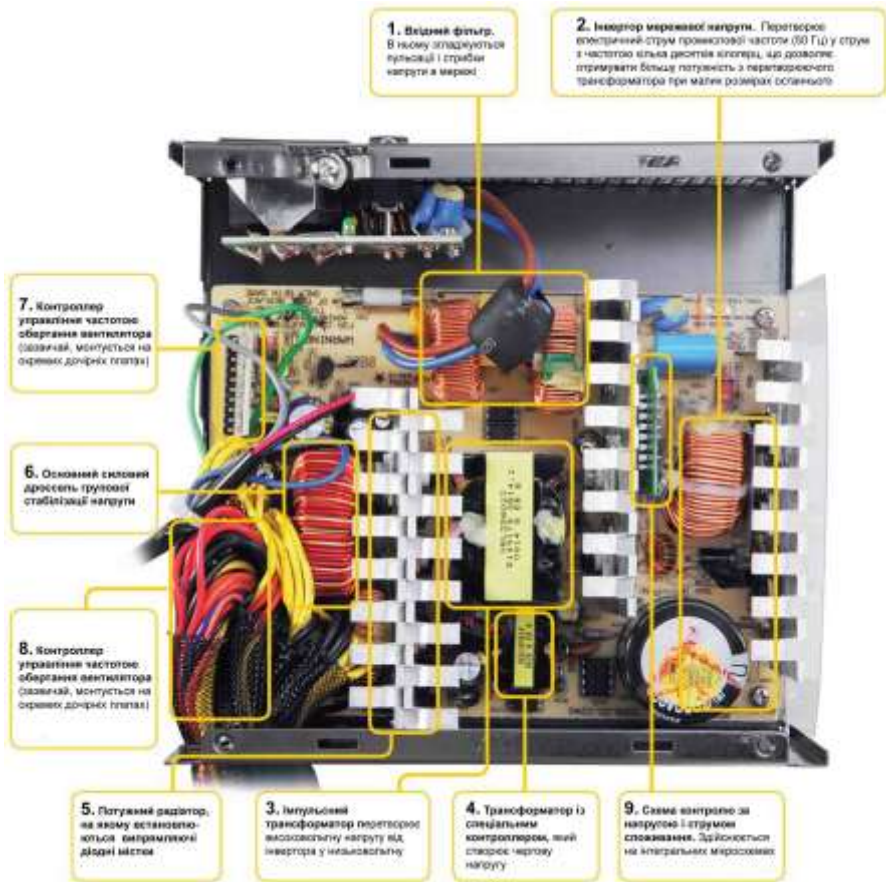


Рис.86. Внутрішня будова блока живлення АТХ

### 3. СИСТЕМА БЕЗПЕРЕБІЙНОГО ЖИВЛЕННЯ КОМП'ЮТЕРА.

Нестабільне енергопостачання приводить до передчасного старіння елементів *радіоелектронних апаратур (РЕА)* і виходу з ладу. До подібного пристрої ствляється як найпростіші побутові прилади, так і ПК. Для захисту ПК при різкому зростанні, викидах і провалах напруги мережі розроблено кілька типів пристроїв безперебійного живлення.

**Джерело безперебійного живлення (ДБЖ)** (англ. UPS – Uninterruptible Power Supply) – автоматичний пристрій, який у випадку

зникнення електричного струму або його зміні за рамки допустимих значень дозволяє підключеному обладнанню деякий час працювати від акумуляторів ДБЖ. Крім того, воно ДБЖ коректувати параметри (напругу, частоту) електроживлення. Може поєднуватися з різними видами генераторів електроенергії.

Існує три схеми побудови ДБЖ:

– **резервний (Off-line або Standby)** – використовується для живлення персональних комп'ютерів або робочих станцій локальних обчислювальних мереж.

Практично всі малопотужні ДБЖ побудовані за резервною схемою. При виході електроживлення за нормовані значення напруги або її відсутності, автоматично перемикає підключене навантаження до живлення від акумуляторів (за допомогою простого інвертора). При появі нормальної напруги знову перемикає навантаження на живлення від мережі. Недоліком даного виду ДБЖ є несинусоїдальна форма вихідної напруги (прямокутна або трапецеїдальна) і відносно тривалий час перемикавання на живлення від батарей. За рахунок ККД близько 99% практично безшумні і з мінімальними тепловиділеннями. Не можуть коригувати ні напругу, ні частоту;

– **лінійно-інтерактивний (Line-Interactive)** – подібний до попереднього, але на вході присутній ступінчастий стабілізатор напруги, що дозволяє отримати регульовану вихідну напругу. Інвертори деяких моделей інтерактивних ДБЖ видають напругу синусоїдальної форми. Час перемикавання менший, ніж в попередньому варіанті оскільки здійснюється синхронізація інвертора із вхідною напругою. ККД нижче, ніж в резервних.

– **он-лайн (On-line або Double Conversion)** – використовується для живлення файлових серверів і робочих станцій локальних обчислювальних мереж, а також будь-якого іншого устаткування, що висуває підвищені вимоги до якості мережевого електроживлення. Принцип роботи полягає в подвійному перетворенні (double conversion) виду струму. Спочатку вхідна змінна напруга перетворюється в постійну, потім навпаки – в змінну напругу за допомогою зворотного перетворювача (інвертора). Час перемикавання



**Рис.87.** Блок безперебійного живлення APC

тотожний нулю. ДБЖ подвійного перетворення мають невисокий ККД (від 80% до 94%), через що відрізняються підвищеним тепловиділенням і рівнем шуму. На відміну від двох попередніх схем, здатні коригувати не лише напругу, але і частоту.

Багато ДБЖ оснащуються модулем, який здатний передати комп'ютеру інформацію про свій стан (наприклад, рівень заряду батарей, параметри електричного струму на виході) і про наявність живлення на вході (напругу, частоту). Програмне забезпечення, що при цьому поставляється, проаналізувавши ситуацію, дозволяє безпечно вимкнути комп'ютер, завершивши роботу всіх програм.

### **КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ**

1. Яке призначення системи живлення персонального комп'ютера?
2. Які функції виконує блок живлення ПК?
3. У чому полягає відмінність змінного та постійного струму?
4. Які основні напруги формує блок живлення АТХ?
5. Що таке потужність блоку живлення і як правильно її підбирати? Що означає сертифікація 80 PLUS?
6. Які основні роз'єми має сучасний блок живлення АТХ?
7. Для чого використовується роз'єм АТХ12V (4/8-pin)?
8. Яке призначення роз'євів PCIe 6-pin та 8-pin? У чому різниця між роз'ємами Molex і SATA?
9. Які захисні механізми передбачені в сучасних блоках живлення (OVP, OCP, SCP тощо)?
10. Що таке модульний блок живлення і які його переваги?
11. Який принцип роботи імпульсного блока живлення?
12. Чому в сучасних БЖ використовується високочастотне перетворення?
13. Які елементи входять до складу блоку живлення?
14. Які фактори впливають на стабільність роботи системи живлення? Чим небезпечні перепади та провали напруги для ПК?
15. Що таке джерело безперебійного живлення (ДБЖ)? Які основні функції виконує ДБЖ?
16. У чому різниця між резервним, лінійно-інтерактивним та онлайн ДБЖ?
17. Що означає принцип подвійного перетворення (double conversion)?
18. Чому час перемикання важливий для комп'ютерної техніки?
19. Які параметри ДБЖ слід враховувати при виборі для ПК? Чим відрізняється ДБЖ для домашнього ПК від ДБЖ для серверного обладнання?
20. Яку роль відіграє програмне забезпечення у роботі сучасних ДБЖ?

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Макар В., Юрчак І. Курс лекцій "Основи інформаційних технологій" [Електронний ресурс] / . В. Макар, І. Юрчак; Національний університет "Львівська політехніка". Львів, 2008. [Цит. 2009, 5 травня]. – Режим доступу : <http://www.lp.edu.ua/Institute/IKN/CAD/Yurchak/html/oit/html> .
2. Остапенко В.В. Історія розвитку обчислювальної техніки [Електронний ресурс] / В. В. Остапенко. 2007. Режим доступу : <http://galanet82.narod.ru/ostapenko/index.htm>
3. Simple Technologies That Changed the World, URL: <https://www.toptenz.net/simple-technologies-that-changed-the-world.php#:~:text=A%20transistor%20is%20merely%20a%20type%20of%20more%20efficient%2C%20so%20too%20did%20the%20transistor.>

Електронне видання

**Кухарчук Роман Павлович**  
**Рябко Андрій Вікторович**

# **БУДОВА ПЕРСОНАЛЬНОГО КОМП'ЮТЕРА**

**НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК  
ДЛЯ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ ПРИРОДНИЧОЇ,  
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНОЇ ОСВІТИ  
ТА ІНФОРМАТИКИ**

Підп. до розповсюдження 9.03.2026.  
Формат 60x84/16. Умов. друк. арк. 8,54. Зам. №3557  
Облік.-вид. арк. 6,25. Папір офсетний. Гарнітура Таймс.  
Видавництво Глухівського національного педагогічного  
університету імені Олександра Довженка  
41400, м. Глухів, Сумська обл., вул. Київська, 24  
тел/факс (05444) 2-33-06.  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи СМв №046 від 16 червня 2014 року