

Житомирський державний університет імені Івана  
Франка  
Фізико-математичний факультет  
Кафедра комп'ютерних наук та інформаційних технологій

## **ІНСТРУКТИВНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ ДО ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ ЗА ДИСТАНЦІЙНОЮ ФОРМОЮ НАВЧАННЯ**

### **обов'язкової освітньої компоненти «АРХІТЕКТУРА КОМП'ЮТЕРА ТА КОНФІГУРАЦІЯ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ»**

для підготовки здобувачів  
першого (бакалаврського) рівня  
вищої освіти

Галузь знань	01 Освіта / Педагогіка
Спеціальність	014 Середня освіта
Предметна спеціальність	014.09 Середня освіта (Інформатика)
Спеціалізація	-
Освітня програма	Середня освіта (Інформатика)
Факультет	Фізико-математичний

Автор: асистент кафедри комп'ютерних наук та  
інформаційних технологій Євгеній АНТОНОВ

Розглянуто та схвалено на засіданні кафедри  
комп'ютерних наук та інформаційних технологій  
Протокол від «12» січня 2023 р. № 10  
Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ Олена УСАТА

Житомир 2023

*Рекомендовано до друку вченою радою Житомирського державного  
університету імені Івана Франка  
(протокол № 2 від «27» січня 2023 р.)*

**Рецензенти:**

**КОРОТУН Ольга** – кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри комп'ютерних наук Державного університету «Житомирська політехніка»;

**МОЛОДЕЦЬКА Катерина** – докторка технічних наук, професорка, професорка кафедри комп'ютерних технологій і моделювання систем Поліського національного університету;

**МОСЮК Олександр** – кандидат педагогічних наук, доцент кафедри комп'ютерних наук та інформаційних технологій Житомирського державного університету імені Івана Франка.

Антонов Є.В.

Інструктивно-методичні матеріали до лабораторних занять за дистанційною формою навчання обов'язкової освітньої компоненти «Архітектура комп'ютера та конфігурація комп'ютерних систем» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти. Житомир: Вид-во ЖДУ імені Івана Франка, 2023. 37 с.

© Антонов Є.В., 2023

© Житомирський державний  
університет імені Івана Франка, 2023

## ЗМІСТ

Критерії оцінювання результатів навчання		3
Лабораторна робота № 1	Підготовка презентації з історії розвитку комп'ютерної техніки	4
Лабораторна робота № 2	Аналіз комплектуючих ПК	6
Лабораторна робота № 3	Визначення параметрів центрального процесора	9
Лабораторна робота № 4	Визначення технічних характеристик модулів ОЗП	11
Лабораторна робота № 5	Визначення технічних характеристик дискретного відеоадаптера	15
Лабораторна робота № 6	Визначення технічних характеристик жорсткого диску та SSD	18
Лабораторна робота № 7	Визначення технічних параметрів материнської плати	25
Лабораторна робота № 8	Визначення будови принтера	27

## КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Оцінювання здобувачів вищої освіти здійснюється відповідно до «Положення про критерії та порядок оцінювання навчальних досягнень здобувачів вищої освіти Житомирського державного університету імені Івана Франка згідно з Європейською кредитною трансферно-накопичувальною системою» [https://zu.edu.ua/offic/ocinjuvannya\\_zvo.pdf](https://zu.edu.ua/offic/ocinjuvannya_zvo.pdf).

Оцінювання навчальних досягнень здобувачів вищої освіти за всіма видами навчальних робіт проводиться за поточним, модульним та підсумковим контролем.

Кожен здобувач вищої освіти має виконати обов'язкові завдання, передбачені інструктивно-методичними матеріалами до лабораторних занять, методичними рекомендаціями до організації самостійної та індивідуальної роботи здобувачів вищої освіти, силабусом, навчальною та робочою програмою освітньої компоненти.

Картка обліку виконання завдань здобувачем вищої освіти  
ПІБ здобувача вищої освіти \_\_\_\_\_ Група \_\_\_\_\_

№ лабораторного заняття	Виконання завдання	Відповіді на контрольні питання
	80 балів	20 балів
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9 (ПМК 1)	100	

## Лабораторна робота № 1

**Тема:** Підготовка презентації з історії розвитку комп'ютерної техніки

**Мета:** отримати базові знання з історії розвитку комп'ютерної техніки. Дослідити основні етапи та найголовніші події у розвитку комп'ютерної техніки.

**Завдання:** розробити мультимедійну презентацію (будь-яким з доступних методів) на одну із зазначених тем.

**Обладнання:** персональний комп'ютер з доступом до інтернету, програмне забезпечення для створення презентацій (наприклад, Microsoft PowerPoint або OpenOffice Impress)

### План заняття

1. Виконання завдання згідно з інструкцією.
2. Захист роботи та відповіді на контрольні питання.

### Інструкція до виконання

1. Ознайомитись з темою "Історія виникнення ЕОМ" та теоретичними відомостями, наведеними нижче.

Доступні теми:

- 1) Історія виникнення компанії IBM
- 2) Розвиток звукових адаптерів MIDI
- 3) Виникнення графічних адаптерів, їх типи та основні характеристики
- 4) Розквіт та занепад компанії 3DFX. Які причини її банкрутства?
- 5) Корпорація Intel та AMD. Головні досягнення компаній
- 6) ЕЛТ-монітори. Історія виникнення та основні характеристики
- 7) Виникнення компанії Apple. Перші компютери майбутньої мегакорпорації
- 8) Різниця між типами ОЗП
- 9) Історія розвитку принтерів
- 10) Компанії ATI та Nvidia. Історія двох конкурентів
- 11) Еволюція материнських плат
- 12) Виникнення перших суперкомп'ютерів у світі
- 13) Еволюція процесорів серії Pentium
- 14) Історія виникнення перших багатоядерних процесорів
- 15) Комп'ютерна техніка у військовій сфері

- 16) Виникнення Інтернету
- 17) Квантові комп'ютери. Перспективи використання в майбутньому
- 18) Рідкокристалічні-монітори

Підготуйте доповідь та презентацію до неї на обрану тему. Презентація повинна включати в себе не менше десяти слайдів, зв'язаних між собою. Презентація має містити ілюстрації, бажано таблиці та діаграми. Доповідь має містити чіткий початок, основну частину та кінцівку.

На захист презентації відводиться не більше 10 хвилин. До уваги береться якість виконання презентації, ступінь знання студентом обраної теми та наскільки вільно він оперує наявною інформацією. До зарахування роботи необхідно надати файл презентації з ім'ям та фамілією студента.

### **Контрольні питання**

1. Що таке ЕОМ?
2. Скільки виробників центральних процесорів ви знаєте?
3. Назвіть основні чинники розвитку ПК в останні роки
4. Чому деякі технології не пройшли перевірку часом та зникли?

Назвіть приклади таких технологій

5. Назвіть сучасних виробників центральних процесорів для ПК

### **Рекомендована література**

1. Мельник А.О. Архітектура комп'ютера. Луцьк. Волинська обласна друкарня, 2008. 470 с.
2. Матвієнко М. П. Архітектура комп'ютера: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / М.П. Матвієнко, В. П. Розен, О. М. Закладний. К. : Ліра, 2013. 264 с.

## Лабораторна робота № 2

### Тема: Вивчення будови системного блоку

**Мета:** Вивчити будову і технічні параметри типових системних блоків, навчитися розлічати компоненти

**Завдання:** Проаналізувати наявну збірку ПК

#### План заняття

1. Виконання завдання згідно з інструкцією.
2. Захист роботи та відповіді на контрольні питання.

#### Інструкція до виконання

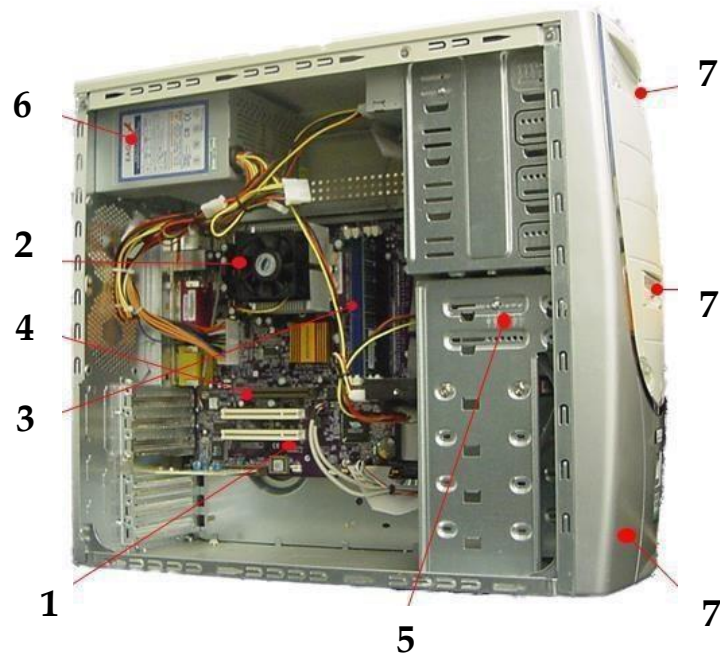
**Системний блок** – головний елемент комп'ютерної системи, який включає в себе внутрішні компоненти комп'ютера та захищає їх від зовнішнього впливу та механічних пошкоджень, підтримує необхідний температурний режим, екранує створені внутрішніми компонентами під час роботи електромагнітні випромінювання та є основою для подальшого розширення системи.

Системні блоки зазвичай виробляються з деталей на основі сталі, алюмінію та пластмаси, також інколи використовують такі матеріали, як деревина, акрил та органічне скло.

Системний блок складається з таких компонентів:

- 1) материнська плата
- 2) процесор
- 3) ОЗП (оперативний запам'ятовуючий пристрій)
- 4) карти розширення (відеокарта, звукова карта, мережева плата);
- 5) відсіки для накопичувачів - жорстких дисків, оптичних приводів і тому подібне;
- 6) блок живлення;
- 7) фронтальна панель з кнопками включення і перезавантаження, індикаторами живлення і накопичувачів, гнізда для навушників і мікрофону, інтерфейси передачі даних.

За зовнішнім виглядом системні блоки відрізняються за формою корпусу. Корпуси персональних комп'ютерів випускають у горизонтальному та у вертикальному формфакторах.



**Рис.2.1. Будова системного блока**

Корпуси у вертикальному виконанні відрізняються за габаритними характеристиками: у повний розмір (Fulltower), середній (Midtower) і малий (Minitower).

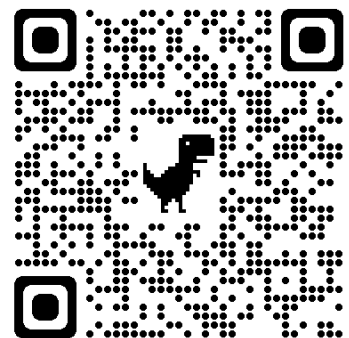
Від типу розміру корпусу залежить кількість внутрішніх пристроїв, які можна розмістити в системному блоці та розмір системи охолодження, яке можна організувати. Як правило, у великих корпусах охолодження комплектуючих відбувається краще через більшу кількість вентиляційних отворів.

### **Практична частина**

1. Студентам рекомендовано переглянути навчальне відео (автор В. Рудницький) за посиланням.

#### **Програма роботи:**

Студентам надається зображення системного блоку у високій роздільній здатності. За цим зображенням треба виконати такі завдання:





1. Визначте наявність основних пристроїв персонального комп'ютера.

2. Встановіть розташування блоку живлення, з'ясуйте потужність блоку живлення (вказана на етикетці).

3. Встановіть розташування материнської плати.

4. Встановіть характер підключення материнської плати до блоку живлення.

5. Встановіть розташування жорсткого диска. Встановіть його розташування роз'єму живлення. Простежте напрямок шлейфу провідників, що зв'язує жорсткий диск з материнською платою. Зверніть увагу на розташування провідника, пофарбованого в червоний колір (на жорсткому диску він повинен бути розташований поруч з роз'ємом живлення).

6. Встановіть розташування дисководів гнучких дисків і дисководів CD-ROM. Простежте напрямок їх шлейфів провідників і зверніть увагу на положення провідника, пофарбованого в червоний колір, щодо роз'єму живлення.

7. Встановіть розташування плати відеоадаптера.

8. При наявності інших додаткових пристроїв з'ясуйте їх призначення, опишіть характерні особливості цих пристроїв (типи роз'ємів, тип інтерфейсу та ін).

9. Заповніть таблицю 2.1.

Таблиця 2.1

### Будова системного блоку

<b>Пристрій</b>	<b>Характерні особливості</b>	<b>Куди і за допомогою чого підключається</b>


Лабораторна робота здається викладачу у вигляді звіту, оформленого у документі Word. На захист лабораторної роботи виділяється не більше п'яти хвилин.

### **Контрольні питання**

1. Що називається системним блоком?
2. З яких матеріалів виробляється комп'ютерний корпус?
3. Які існують типи корпусів? В чому полягає різниця між ними?
4. Які компоненти ПК не розміщуються у системному блоці?
5. Чи впливає тип корпусу на швидкодію ПК?

### **Рекомендована література**

1. Мельник А.О. Архітектура комп'ютера. Луцьк. Волинська обласна друкарня, 2008. 470 с.
2. Матвієнко М. П. Архітектура комп'ютера: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / М.П. Матвієнко, В. П. Розен, О. М. Закладний. К. : Ліра, 2013. 264 с.

## Лабораторна робота № 3

### Тема: визначення технічних параметрів центрального процесора

**Мета:** Отримати навички з аналізу технічних параметрів центральних процесорів для платформ Intel та AMD.

**Завдання:** Ідентифікувати наявний процесор та описати його характеристики, оцінити перспективу використання.

**Обладнання:** Фізичні зразки процесорів, комп'ютер з доступом до Інтернету

### План заняття

1. Виконання завдання згідно з інструкцією.
2. Захист роботи та відповіді на контрольні питання.

### Інструкція до виконання

Процесор – одна з найважливіших комплектуючих, яка є однією з ключових у роботі ПК. Процесор виконує найважливішу роль у швидкодії комп'ютера – обчислення результатів програми. Від швидкодії процесора сильно залежить швидкодія інших компонентів.

### Технічні характеристики процесора

#### Частота ЦП

Частота процесора – це кількість тактів, які процесор може виконати протягом секунди. Для сучасних процесорів це значення вимірюються в гігагерцах (ГГц). Частота впливає на продуктивність і швидкість комп'ютера. Сучасні процесори мають високі частоти, які для комфортної роботи мають стартувати з 3 ГГц.

#### Розрядність ЦП

Іноді цей параметр називають внутрішньою розрядністю ЦП або розрядністю внутрішньої шини даних. Фактично це кількість біт інформації, що одночасно можуть бути записані в кожний з регістрів загального призначення ЦП. Всі сучасні процесори є 64-бітними, хоча декілька десятиліть тому це вважалося рідкістю.

#### Кеш-пам'ять

Центральний процесор постійно працює з пам'яттю. Але швидкість навіть сучасної оперативної пам'яті недостатньо велика, щоб процесор при роботі з нею розкривав повністю свій обчислювальний потенціал, не викликаючи при цьому сильних затримок. Тому процесор має свою

власну невелику, але дуже швидкісну пам'ять. Її називають кеш-пам'яттю. Зазвичай, такої пам'яті на процесорі від 1Мб до 32Мб. Кеш зберігає в собі ті дані, які можуть знадобитися процесору в найближчий момент. Тому, перед тим як виконати операцію з даними, процесор шукає необхідні інструкції у кешу. Цей тип пам'яті поділяють на рівні: зазвичай, в процесорах використовується трирівнева система (L1, L2, L3). Кеш першого рівня відрізняється малим розміром і найбільшою швидкістю доступу, другого рівня – великим розміром і меншою швидкістю, третій рівень – найбільший розмір та найменша швидкість (яка є значно більш швидкісною за оперативну пам'ять).

### **Технологічний процес**

З одного боку, здається, що технологічні норми, за якими виготовлений процесор, – це проблема виробника (інженерів, виробничих потужностей і т.д.). Але за останні роки все змінилося. Тепер виробники змушені зменшувати норми виробництва процесорів ще й для того, щоб знизити тепловиділення процесора. Простому користувачеві не варто загострювати на цьому особливу увагу, але слід знати: чим менший технологічний процес, тим менша подається на ЦП напруга і тим менше нагрівається процесор. Всі сучасні процесори випускаються за нормами 14-7 нм, на підході масове поширення 5 нм. Для виробників процесорів, впровадження нових технологій – не тільки зниження площ чіпів, але й важливий чинник на шляху збільшення продуктивності центральних процесорів. При більш тонкому технологічному процесі можна буде випускати більш досконалі процесори з більш високою частотою (і продуктивністю), не виходячи за рамки раніше встановлених теплових кордонів.

### **Підтримка технологій**

Для оптимізації виконання певних завдань, виробники ЦП впроваджують у свої процесори спеціальні набори інструкцій.

*Наприклад, SSE (SSE2, SSE3, SSE4), 3DNow!, Extended 3DNow! і т.п. Ці інструкції не вносять якихось змін в саму виконавчу частину ядра процесора, але дозволяють описувати складні послідовності команд, більш короткими командами і спрощувати роботу процесору. В основному, такі додаткові набори інструкцій створені для збільшення продуктивності у програмах мультимедійного нахилу. Для повного розкриття потенціалу процесорів, ці програми повинні мати підтримку певних наборів*

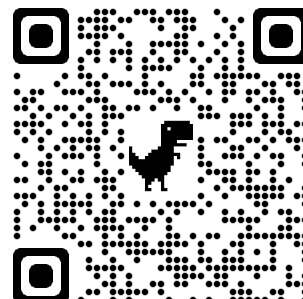
інструкції (наприклад, підтримку SSE мають практично всі, а деякі і не запускаються через відсутність SSE), але теоретично будь-яка програма, оптимізована під будь-який набір інструкцій, повинна працювати і без їх підтримки.

### Практична частина

1. Студентам рекомендовано переглянути навчальне відео (автор В. Рудницький) за посиланням.

2. Студентам надається список процесорів, один з яких треба дослідити.

Доступні процесори:



Intel	
Core 2 Duo	E4600, E6550, E7500, E8600, T9300
Core i3	430m, 2100, 3320
Core i5	2500, 3470
Celeron	D 331, 440, E1200
Pentium	D 820, E2160

AMD	
Athlon	64 X2 4400, II X2 250, II X4 645
Phenom	9500, II X4 955, II X6 1055T
Sempron	3600+, 145
FX	8320, 9590
Ryzen	1200, 2400G, 3700X

Слід правильно ідентифікувати точну назву процесора та його основні характеристики. Обов'язково слід зазначити такі параметри:

- назва та сімейство процесора;
- назва платформи та тип сокету;
- дата випуску;
- технологічний процес;
- тактова частота;
- кількість ядер;

- рівні та кількість кешу;
- теплопакет.

Також необхідно зробити порівняльний аналіз досліджуваного процесора з будь-яким іншим зі списку та надати характеристику, який з процесорів є більш доцільним у сучасному використанні.

Приклад виконання лабораторної роботи:



Core 2 Duo E8600	
Платформа та тип сокету	Intel, Socket 775
Дата випуску	Q3'08
Технологічний процес	45 нм
Тактова частота	3.33 ГГц
Кількість ядер	2
Рівні та кількість кешу	6 мб L2
Теплопакет	65 W

Лабораторна робота подається у вигляді звіту у форматі текстового документа Word. Звіт обов'язково має включати в себе зображення обраного процесора. На захист лабораторної роботи виділяється не менше п'яти хвилин.

### Контрольні питання

1. Що таке центральний процесор?
2. Які основні характеристики центрального процесора?
3. Що називається розрядністю процесора? На що вона впливає?

4. Який температурний режим є критичним для роботи процесора?
5. Що таке технологічний процес центрального процесора.

#### **Рекомендована література**

1. Валецька Т.М. Комп'ютерні мережі: апаратні засоби. К., 2004. 207 с.
2. D.Patterson, J.Hennessy. Computer Architecture. A Quantitative Approach. Third Edition. MKP, Inc. 2002. 1141 p.

## Лабораторна робота № 4

**Тема:** Визначення технічних характеристик модулів пам'яті ОЗП

**Мета:** отримати навички з розпізнавання та визначення характеристик модулів ОЗП.

**Завдання:** заповнити таблицю характеристик модуля пам'яті.

### План заняття

1. Виконання завдання згідно з інструкцією.
2. Захист роботи та відповіді на контрольні питання.

### Інструкція до виконання

Оперативна пам'ять (ОЗП) – це набір мікросхем, що призначені для тимчасового зберігання даних і команд, необхідних процесору для виконання ним операцій. Швидкодія оперативної пам'яті визначається частотою її шини, яка залежить від типу пам'яті. Сьогодні можна зустріти оперативну пам'ять наступних типів (розміщені за хронологією появи):

SDR SDRAM (тактова частота шини 66 - 133 МГц);

DDR SDRAM (100 - 267 МГц);

DDR2 SDRAM (400 - 1066 МГц);

DDR3 SDRAM (800 - 2400 МГц).

DDR4 SDRAM (2400 - 4400 МГц).

DDR5 SDRAM (5000 і більше МГц).

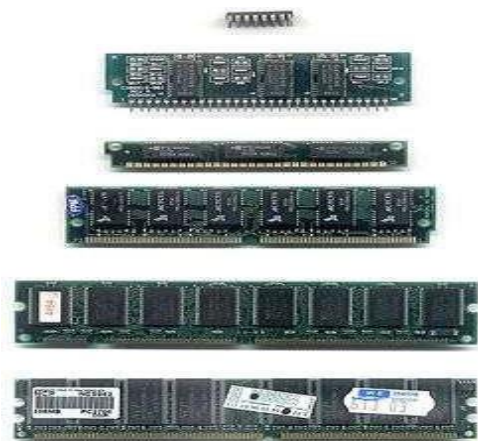


Рис. 4.1.

Принцип роботи пам'яті зазначених типів однаковий. Вони обробляють потік команд процесора як своєрідний конвеєр. Головною особливістю цього конвеєра є те, що при надходженні до



запам'ятовуючого пристрою команди зчитування, дані на виході з'являються не відразу, а через який час (через деяку кількість тактів шини). Це час називається затримкою або таймінгами пам'яті (англ. - SDRAM latency) і чим він коротший, тим пам'ять продуктивніша. Цей параметр, як і частоту шини, також потрібно враховувати при виборі ОЗП.

Різні типи модулів ОЗП істотно відрізняються також і зовні (роз'ємом, кількістю контактів і т.д.). Якщо материнська плата розрахована на використання одного типу пам'яті, встановити на неї інший тип оперативної пам'яті не можна, оскільки навіть фізично в слот він не ввійде. Існують перехідники, що дозволяють встановлювати модулі DDR2 в слоти DDR, але значного поширення вони не набули, оскільки використовувати їх можна тільки на материнських платах, системна логіка яких підтримує роботуодночасно з DDR і DDR2.

Крім швидкості роботи, важливою характеристикою оперативної пам'яті є також її об'єм, який повинен відповідати колу завдань, що вирішуються за допомогою комп'ютера, а також встановленому на ньому програмному забезпеченню. Наприклад, офісному комп'ютеру з операційною системою Windows 7 для роботи з текстом, перегляду сторінок Інтернету та здійснення інших нескладних операцій цілком достатньо навіть 2 Гб оперативної пам'яті. Якщо на комп'ютері буде встановлена операційна система Windows 10, для вирішення тих же завдань потрібно буде вже як мінімум 4 Гб ОЗП, оскільки сама Windows 7 вимагає більше пам'яті. Якщо в системі буде недостатньо пам'яті, то при запуску ресурсомістких програм вільна пам'ять може закінчитися. У цьому випадку комп'ютер для її розширення буде використовувати частину жорсткого диска (так званий файл підкачки або swar-файл, спеціально зарезервованій операційною системою), однак навіть пам'ять швидкісного SSD значно програє швидкодії оперативної пам'яті.

### **Обладнання.**

1. Перелік назв модулів пам'яті
2. Персональний комп'ютер.

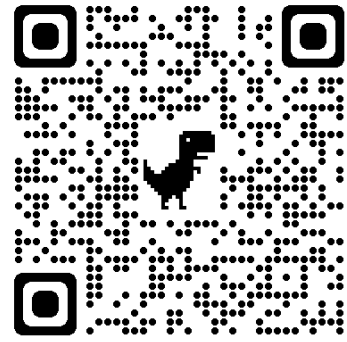
## Порядок виконання роботи.

1. Студентам рекомендовано переглянути навчальне відео (автор В. Рудницький) за посиланням.

2. Генератором випадкових чисел студенту присвоюється тип оперативної пам'яті та її обсяг (наприклад, число 3 означає тип пам'яті DDR3, а число 8 – об'єм цього модуля пам'яті). Обрання пам'яті відбувається двічі на студента.

3. Використовуючи мережу Інтернет знайти характеристики модуля пам'яті, що задовольняє присвоєним параметрам.

4. Записати в таблицю усі необхідні технічні характеристики кожного модуля оперативної пам'яті.



Таблиця 4.1

Характеристики модуля оперативної пам'яті № 1

Фірма виробник	
Тип оперативної пам'яті	
Пропускна здатність модуля (одноканальний режим)	
Тактова частота шини пам'яті	
Ефективна частота обміну даними	
Об'єм модуля пам'яті	

Таблиця 4.2

Характеристики модуля оперативної пам'яті № 2

Фірма виробник	
Тип оперативної пам'яті	
Пропускна здатність модуля (одноканальний режим)	
Тактова частота шини пам'яті	
Ефективна частота обміну даними	

### **Контрольні запитання.**

1. Що таке оперативна пам'ять ПК?
2. Розкрийте принцип функціонування оперативної пам'яті.
3. Чому в сучасному персональному комп'ютері використовується і динамічна, і статична оперативна пам'ять?
4. В яких пристроях персонального комп'ютера використовується статична оперативна пам'ять? Як по іншому називають статичну оперативну пам'ять?

### **Рекомендована література**

1. Антоненко О. В., Бардус І. О. Архітектура комп'ютера та конфігурування комп'ютерних систем (на основі фундаментального підходу). 2-е видання. Бердянськ, 2018. 299 с.
2. Архітектура комп'ютерних систем: конспект лекцій для студентів усіх форм навчання з курсу «Архітектура комп'ютерних систем» / Укладач : Голотенко О.С. Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2016. 120 с.

## Лабораторна робота № 5

### Тема: Визначення технічних характеристик дискретного відеоадаптера

**Мета:** Отримати навички визначення характеристик та можливостей дискретного відеоадаптера.

**Завдання:** Описати характеристики наявного чи обраного за варіантом відеоадаптера.

#### План заняття

1. Виконання завдання згідно з інструкцією.
2. Захист роботи та відповіді на контрольні питання.

#### Інструкція до виконання

**Відеоадаптер** (графічний адаптер, графічна карта) – важлива і дуже складна складова частина комп'ютера. Сучасні відеокарти є складними обчислювальними модулями, що складаються з графічного процесора, пам'яті (зазвичай більш швидкісної ніж оперативна пам'ять), BIOS та інших компонентів, які за своєю структурою і організацією взаємодії пристосовані для максимально ефективного вирішення одного завдання – обробки і формування графічних даних, а також їх виведення на один або декілька моніторів.



Рис. 5.1. Сучасний дискретний відеоадаптер.

Комп'ютер може обійтися без окремої (дискретної) відеокарти, але тільки в тому випадку, якщо він має графічний процесор, інтегрований в

системну логіку материнської плати (північний міст чіпсета) чи є частиною центрального процесора (такі процесори називаються APU). Як відеопам'ять, в таких випадках використовується частина основної оперативної пам'яті комп'ютера. Раніше вбудовані графічні адаптери не відрізнялися високою продуктивністю, адже їх основною метою була робота з документами та інтернетом. Однак сучасна інтегрована графіка скоротила розрив продуктивності з бюджетними дискретними відеоадаптерами. Зазвичай при наявності потужного вбудованого відеоядра (наприклад, AMD Radeon Vega) немає необхідності купувати недорогий дискретний відеоадаптер.

У випадках роботи з 3D-графікою в сучасних комп'ютерних іграх чи професійній роботі в редакторах тривимірної графіки, купівля дискретного відеоадаптера є необхідністю.

Сучасна графічна карта складається з таких частин:

- **Графічний процесор** (Graphics processing unit) – графічний процесорний пристрій, що займається розрахунками та формуванням графічної інформації, яка виводиться на монітор, є основою відеокарти і за своєю складністю практично не поступається центральному процесору комп'ютера, а іноді й перевершує його. Дуже складний за своєю будовою, цей пристрій потребує складної системи охолодження, в якій задіяні вентилятор (часто - декілька) та мідні теплові трубки. В ряді випадків вистачає пасивного охолодження невеликими алюмінієвими брусками.

- **Відеопам'ять** – виконує роль швидкісного буфера, в який тимчасово поміщаються текстури, що виводяться на монітор, створюються та постійно змінюються графічним ядром. У цей буфер поміщаються також елементи, необхідні для формування цих зображень.

- **Відеоконтролер** – відповідає за правильне формування і передачу потрібної інформації з відеопам'яті на цифро-аналоговий перетворювач. У старих моделях відеоадаптерів міг існувати у вигляді окремих мікросхем.

- **Цифро-аналоговий перетворювач** (Random Access Memory Digital-to-Analog Converter) – пристрій, що здійснює перетворення цифрових результатів роботи відеокарти в аналоговий сигнал, який відображається на моніторі. Можливостями цього пристрою

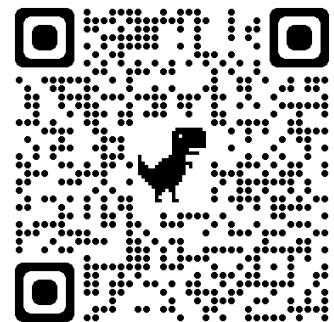
визначається кількість відображуваних кольорів, насиченість картинки та ін. Цифрові монітори, проектори та інші пристрої, які підключаються до цифрових роз'ємів відеокарти, використовують власні цифро-аналогові перетворювачі і від цифро-аналогового перетворювача відеокарти не залежать.

▪ **Відео-ПЗУ (Video ROM)** – мікросхема, що містить в собі базову систему введення-виведення відеокарти, тобто відеокарта має власний BIOS – сукупність правил і алгоритмів, визначених виробником, за яким складові частини відеокарти працюють і взаємодіють між собою.

- **Система охолодження** – пристрій, що здійснює відвід і розсіювання тепла від відеопроцесора, відеопам'яті та інших компонентів графічної плати з метою забезпечення нормального температурного режиму їхньої роботи. Сучасні системи охолодження – це дуже складні пристрої з системою мідних теплових трубок, алюмінієвих радіаторів та вентиляторів.

### Порядок виконання роботи.

1. Студентам рекомендовано переглянути навчальне відео (автор В. Рудницький) за посиланням.



#### У випадку наявності у студента власного комп'ютера

1. Візуально оглянути дискретний відеоадаптер. Оцінити якість системи охолодження, порахувати наявні відеовиходи. Зробити фото.

2. Записати в таблицю усі необхідні технічні характеристики дискретного відеоадаптера.

3. За допомогою мережі Інтернет знайти зображення досліджуваного дискретного відеоадаптера і скопіювати його до лабораторної роботи після таблиці характеристики.

4. Знайти в мережі Інтернет проведені тести відеоадаптера у комп'ютерних іграх та професійному ПЗ. Надати оцінку використання відеоадаптера у повсякденній роботі за ПК.

#### У випадку відсутності у студента власного комп'ютера

1. Замість першого пункту виконати наступне: обрати назву одного з доступних графічних адаптерів у наступному списку (Gigabyte GeForce

GTS 450 Palit GeForce GTX 960 HIS Radeon R9 285 (приклад) Sapphire Radeon R9 590 Asus GeForce GTX 1070 Asus Radeon RX 5700 XT Gigabyte Radeon HD 7970 PowerColor Radeon R9 290/X Asus GeForce GTX 770 HIS Radeon X1900 Pro).

**Таблиця 5.1**

**Характеристики дискретного відеоадаптера.**

Фірма виробник	
Країна виробник	
Модель графічного процесора	
Інтерфейс (тип роз'єму для підключення до материнської плати)	
Тип відеопам'яті	
Об'єм відеопам'яті	
Розрядність шини відеопам'яті	
Зовнішні роз'єми	
Наявність додаткового роз'єму для живлення	
Тип системи охолодження	

**Контрольні запитання.**

2. Для чого призначений дискретний відеоадаптер?
3. З яких частин складається дискретна графічна карта?
4. Які технічні показники впливають на продуктивність дискретного відеоадаптера?

**Рекомендована література**

1. Цифрові пристрої та мікропроцесори. Організація та функціонування: навч. посібн. О. М. Рисований, С. О. Соколов, І. С. Зиков, В. В. Скороделов; за ред. Рисованого О. М. Харків : ХВУ, 2002. 328 с.

2. Рибалов Б.О. Архітектура комп'ютерів: Посібник до виконання лабораторних робіт / Б.О. Рибалов; Одеська національна академія харчових технологій, 2015. 43 с.

## Лабораторна робота № 6

### Тема: Визначення технічних характеристик пристроїв постійної пам'яті

**Мета:** Навчитися визначати характеристики жорстких дисків та накопичувачів SSD

**Завдання:** Визначити характеристики накопичувача даних та провести його тестування

#### План заняття

1. Виконання завдання згідно з інструкцією.
2. Захист роботи та відповіді на контрольні питання.

#### Інструкція до виконання

Жорсткий диск (вінчестер, Hard Disk Drive) – це основний пристрій для довготривалого збереження великих об'ємів даних та програм. Не дивлячись на стрімкий розвиток технологій, жорсткий диск так і не був повністю витісненим SSD та залишається надійним сховищем для великої кількості інформації.



Рис. 6.1. Жорсткий диск.

Ззовні, вінчестер представляє собою пласку герметично закриту коробку, всередині якої знаходяться на спільній осі декілька жорстких алюмінієвих або скляних пластинок круглої форми. Поверхня кожного з дисків покрита тонким феромагнітним шаром (речовини, що реагує на зовнішнє магнітне поле), на якому зберігаються записані дані. При



цьому запис проводиться на обидві поверхні кожної пластини за допомогою блоку спеціальних магнітних головок. Кожна головка знаходиться над робочою поверхнею диска на відстані 0,5-0,13 мкм. Пакет дисків обертається безперервно і з великою частотою (5400-10000 об./хв.), тому механічний контакт головок і дисків недопустимий.

Запис даних у жорсткому диску здійснюється наступним чином. При зміні сили струму, що проходить через головку, відбувається зміна напруженості динамічного магнітного поля в щілині між поверхнею та головкою, що приводить до зміни стаціонарного магнітного поля феромагнітних частин покриття диску. Операція зчитування відбувається у зворотному порядку. Намагнічені частинки феромагнітного покриття спричиняють електрорушійну силу самоіндукції магнітної головки. Електромагнітні сигнали, що виникають при цьому, підсилюються й передаються на обробку.

Роботою вінчестера керує спеціальний апаратно-логічний пристрій - контролер жорсткого диска. В минулому це була окрема дочірня плата, яку під'єднували через слоти до материнської плати. У сучасних комп'ютерах функції контролера жорсткого диска виконують спеціальні мікросхеми, розташовані в чіпсеті.

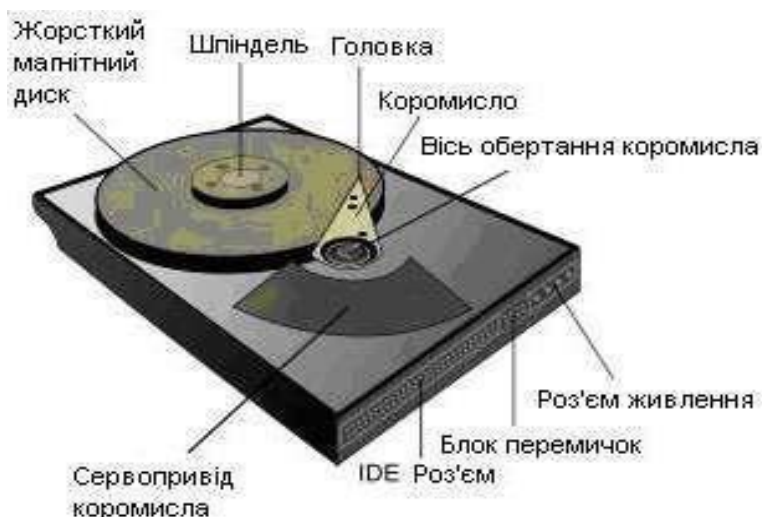


Рис. 6.2. Будова жорсткого диску.

Жорсткий диск може містити до десяти дисків. Їх поверхня розбивається на кола, що називаються доріжками. Кожна доріжка має свій номер. Доріжки з однаковими номерами, що розташовані одна над

одною на різних дисках, утворюють циліндр. Сектори й доріжки утворюються під час форматування диска. Форматування виконує користувач за допомогою спеціальних програм. Інформація не може бути записана на неформатований диск. Жорсткий диск може бути розбитий на логічні диски. Це зручно, оскільки наявність декількох логічних дисків спрощує структурування даних, що зберігаються на жорсткому диску.

#### **Характеристика жорсткого диска.**

**Інтерфейс** – набір ліній зв'язку, сигналів, що посилають по цих лініях, технічних засобів (контролерів), що підтримують ці лінії, і правил обміну (протоколів). Сучасні внутрішні жорсткі диски можуть мати інтерфейси ATA (IDE, він же Parallel ATA), (EIDE), Serial ATA, SCSI, SAS, FireWire, USB, SDIO і Fibre Channel.

**Ємність** – кількість даних, які можуть зберігатися накопичувачем. Ємність сучасних жорстких дисків з форм-фактором 3,5" сягає 4 ТБ.

**Швидкість обертання диска** – кількість обертів шпинделя за хвилину. Від цього параметра у значній мірі залежать час доступу й швидкість передавання даних. Станом на 2012 рік випускаються вінчестери з такими стандартними швидкостями обертання: 4200, 5400, 7200, 10000 і 12000 об./хв. Збільшенню швидкості обертання шпинделя у жорстких дисках для ноутбуків перешкоджає гіроскопічний ефект, впливом якого можна знехтувати у стаціонарно встановлених комп'ютерах.

**Місткість буфера** – розмір проміжної пам'яті (кеш-пам'яті), що призначена для згладжування різниці

**Таблиця 6.1**

#### **Обладнання.**

<b>Жорсткі диски</b>	
Western Digital	Black 500 GB, Blue 1 TB, Green 500 GB, Gold 2 TB, Purple 2 TB, Red 3 TB, Ultrastar DC HC310 6 TB
Seagate	Barracuda 7200.12 1 TB, IronWolf 2 TB, Exos 7E8 512E 8 TB, SkyHawk 4 TB, Exos X18 16 TB
Toshiba	P300 1 TB, L200 1 TB, Enterprise

	Performance 2.4 TB, S300 4 TB, MG08 16 TB
--	---

SSD	
Samsung	860 Evo 240 GB, 970 Evo Plus 512 GB, 980 Pro 512 GB, 870 QVO 1 TB
Crucial	BX500 500 GB, MX500 1 TB
Goodram	CX400 256 GB, CL100 Gen. 3 480 GB, PX500 256 GB, IRDM Pro Gen. 2 512 GB
Apacer	AS 340 Panther 240 GB, AS2280Q4 1 TB, AS 350X 256 GB
Gigabyte	Aorus RGB 256 GB, Aorus 7000s 1 TB, Aorus Gen. 4 2 TB, M30 1 TB

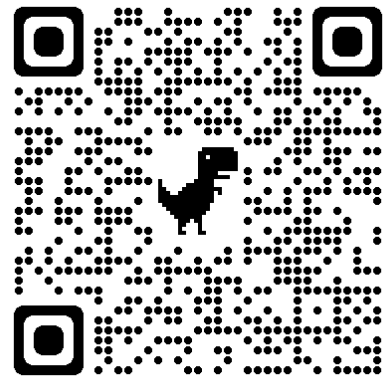
### Порядок виконання роботи.

1. Студентам рекомендовано переглянути навчальне відео (автор В. Рудницький) за посиланням

2. Обрати по одному жорсткому диску та SSD з переліку.

3. За допомогою мережі Інтернет описати їхні характеристики: назву моделі, тип інтерфейсу, об'єм, кількість обертів шпинделя (для жорсткого диску), кількість кешу, гарантійний ресурс на перезапис (для SSD).

4. Знайти огляд обраних комплектуючих, зокрема швидкісні характеристики.



Фірма виробник	
Тип накопичувача	
Об'єм накопичувача (паспортний, номінальний)	
Формфактор	
Кількість кешу	

### Контрольні питання

1. Що таке жорсткий диск?
2. Яка різниця між жорсткими дисками та SSD накопичувачами?
3. Назвіть основні характеристики жорстких дисків.
4. Що таке кеш-пам'ять та які функції вона виконує?
5. За яким принципом відбувається запис даних на жорсткий диск?
6. Чому SSD накопичувачі більш стійкі до вібрацій та фізичного впливу?

### Рекомендована література

1. Мельник А.О. Архітектура комп'ютера. Луцьк. Волинська обласна друкарня, 2008. 470 с.
2. Матвієнко М. П. Архітектура комп'ютера: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / М.П. Матвієнко, В. П. Розен, О. М. Закладний. К. : Ліра, 2013. 264 с.

## Лабораторна робота № 7

### Тема: Дослідження характеристик та можливостей материнської плати

**Мета:** отримати вміння та навички розпізнавати важливі характеристики материнської плати.

**Завдання:** проаналізувати наявні материнські плати та перевірити їх працездатність.

#### План заняття

1. Виконання завдання згідно з інструкцією.
2. Захист роботи та відповіді на контрольні питання.

#### Інструкція до виконання

**Материнська плата** – це головна плата персонального комп'ютера, до якої приєднуються усі інші складові системного блоку. На вигляд материнська плата класичного стаціонарного комп'ютера представляє собою велику електронну схему, на якій розміщена значна кількість роз'ємів – внутрішні (слоти) і зовнішні (порти). Основою будь-якої сучасної материнської плати є набір системної логіки, який частіше називають чіпсетом.

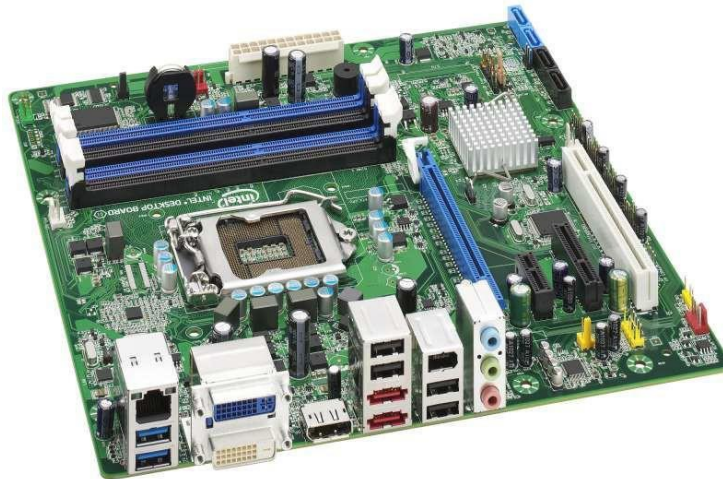


Рис. 7.1. Материнська плата комп'ютера.

**Чіпсет** - це сукупність мікросхем, що забезпечують узгоджену спільну роботу складових частин комп'ютера і їх взаємодію між собою. Як правило, чіпсет складається з двох основних мікросхем, які частіше називають «північним» і «південним» мостами. У деяких сучасних

материнських плат північний та південний міст вбудовані в одну мікросхему, або взагалі вбудовані одразу в процесор (єдина мікросхема називається «комбайном»). У такого рішення є як переваги (мінімальна затримка при роботі з пам'яттю), так і недоліки (у разі виходу з ладу однієї складової потребує заміни вся мікросхема).

### **Внутрішні роз'єми материнської плати:**

- **сокет** - роз'єм центрального процесора;
- **слоти модулів ОЗП (DIMM, DDR-DDR5)**, до яких приєднуються модулі оперативної пам'яті відповідного типу;
- **PCI-Express** - спеціалізована системна шина для відеоадаптера.
- **PCI** - це шина з невеликою пропускною здатністю, якої досить для підключення багатьох пристроїв (TV-тюнерів, звукових карт, карт для захоплення відео, мережевих карт, Wi-Fi-модулів та ін.);
- **CNR slot** - роз'єм материнської плати, який об'єднує основні функції на материнській платі, необхідних для підключення аудіокарти, модема чи мережевої карти.
- **CD, AUX** - аналоговий звуковий вхід на материнській платі, який виводить звук на аудіокарту;
- **SATA** - служить для підключення накопичувачів інформації (жорстких дисків, оптичних приводів).
- **PATA** - є попередником SATA і до його появи називався IDE (назва можна зустріти досі). PATA призначений для підключення старих носіїв інформації і, оскільки останні ще продовжують служити своїм власникам, цей інтерфейс зберігається на нових материнських платах для забезпечення сумісності;
- **Floppy (FDD)** - роз'єм для підключення дисководу 3,5//.

Як не дивно, ці носії все ще не повністю вийшли з вживання;

**Роз'єми для підключення блоку живлення.** Основний роз'єм, що живить всі компоненти (ATX), має 20 контактів (24 - новіші моделі). Живлення центрального процесора може мати 4 або 8 контактів (залежно від потужності процесора, на який розрахована материнська плата).

Крім того, на материнській платі є різні **голчасті гребінки**, призначені для підключення передньої панелі корпусу (кнопки Power, Reset, індикатори живлення і активності жорстких дисків, навушники,

мікрофон, USB), кулерів процесора, корпусу, жорстких дисків і ін.

### **На материнській платі є також зовнішні роз'єми:**

- **PS/2** – роз'єм, який використовується для підключення клавіатури і миші.

- **COM порт** – двонаправлений послідовний інтерфейс, призначений для обміну байтовою інформацією. На сьогоднішній день є застарілим інтерфейсом та використовується лише в спеціфичній техніці.

- **LPT порт** – міжнародний стандарт паралельного інтерфейсу для підключення периферійних пристроїв персонального комп'ютера. В основному використовується для підключення до комп'ютера таких пристроїв як принтер, сканер. На сьогоднішній день є застарілим інтерфейсом та використовується лише в спеціфичній техніці.

- **USB** - роз'єм для підключення периферійних пристроїв. Відомий усім в першу чергу як роз'єм для підключення флеш-пам'яті, фотоапаратів, телефонів та ін.

- **LAN порт** – роз'єм для підключення до локальної мережі, Інтернету за допомогою проводового з'єднання (RJ-45).

- **VGA порт** – 15-контактний роз'єм для підключення аналогових моніторів за стандартом Video Graphics Array.

- **DVI порт** був розроблений з метою створення галузевого стандарту для передачі цифрового відео.

- **HDMI порт** – сучасний цифровий інтерфейс підключення до монітора, проектора чи телевізора.

- **Display Port** - сучасний цифровий інтерфейс підключення до монітора, проектора чи телевізора. Конкурент HDMI.

- **роз'єм звукової плати (карти)** – роз'єми пристрою, що дозволяє працювати зі звуком на комп'ютері (виводити на акустичну систему та записувати в комп'ютер).

### **Мікросхема постійної пам'яті**

Ще однією важливою частиною материнської плати є мікросхема ПЗП. Мікросхема ПЗП здатна тривалий час зберігати інформацію, навіть при вимкненому комп'ютері. Програми, які знаходяться в ПЗП



записуються туди на етапі виготовлення мікросхеми. Комплект програм, що знаходиться в ПЗП утворює базову систему введення/виведення BIOS (Basic Input Output System). Основне призначення цих програм полягає в тому, щоб перевірити склад і працездатність системи та забезпечити взаємодію з клавіатурою, монітором, жорсткими та гнучкими дисками.

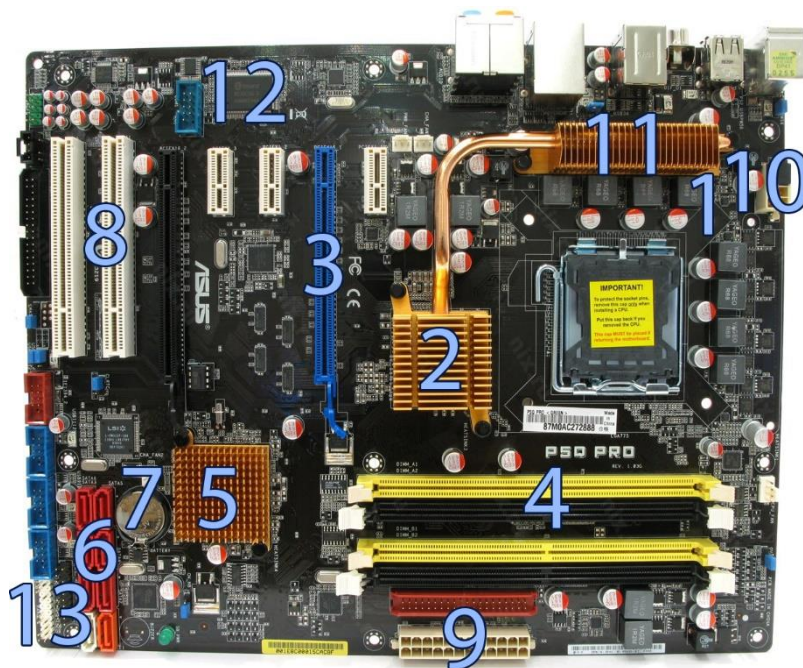
### Форм-фактор.

За розміром материнські плати бувають різними. Існує кілька стандартів, які прийнято називати **форм-фактором материнської плати**. Крім розмірів, форм-фактор передбачає певну схему розташування місць кріплення плати, інтерфейсів шин, портів введення-виведення, сокета процесора, роз'ємів для підключення блоку живлення і слотів установки модулів ОЗП. Найбільш поширеними є ATX (305 x 244 мм.), MicroATX (244 x 244 мм.) і міні- ITX (150 x 150 мм.). Форм-фактор материнської плати потрібно враховувати при виборі корпусу.

### Обладнання.

1. Персональний комп'ютер з підключенням до мережі Інтернет.

### Порядок виконання роботи.



1. Розставити назви компонентів материнської плати згідно з цифрами розташування на малюнку:

- Північний міст (2)
- Південний міст ( )



- Батарейка CMOS ( )
- Порти SATA ( )
- Основне живлення 12V ( )
- Роз'єми пам'яті ( )
- Підсистема живлення ( )
- Додаткове живлення процесора ( )
- Роз'єми PCI ( )
- Мікросхема діагностики ( )
- Роз'єми підключення кнопок корпусу ( )
- Роз'єм PCI-Express відеокарти ( )
- Радіатор охолодження ( )

2. Знайти в мережі Інтернет розгорнуту інформацію про цю модель материнської плати та дати відповіді на запитання:

- Який максимальний за потужністю процесор можна встановити на цю материнську плату?
- Який максимальний об'єм оперативної пам'яті можна встановити?
- Якщо встановити дві відеокарти, чи будуть вони працювати? Які можливі нюанси роботи?

### **Контрольні питання**

1. Що таке материнська плата?
2. Які основні характеристики материнської плати?
3. Для чого призначена мікросхема постійної пам'яті BIOS?
4. Яку роль на материнській платі відіграє маленька, плоска батарейка?
5. Що таке форм-фактор материнської плати?

### **Рекомендована література**

1. Мельник А.О. Архітектура комп'ютера. Луцьк. Волинська обласна друкарня, 2008. 470 с.
2. Матвієнко М. П. Архітектура комп'ютера: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / М.П. Матвієнко, В. П. Розен, О. М. Закладний. К. : Ліра, 2013. 264 с.
3. Валецька Т.М. Комп'ютерні мережі: апаратні засоби. К., 2004. 207 с.

## Лабораторна робота №8

### Тема: Вивчення будови принтера

**Мета:** дослідити основні параметри принтерів, навчитися діагностувати їх основні несправності.

**Завдання:** Дослідити наявні принтери.

#### План заняття

1. Виконання завдання згідно з інструкцією.
2. Захист роботи та відповіді на контрольні питання.

#### Рекомендації щодо виконання завдання

**Принтер** – це периферійний пристрій комп'ютера, призначений для виводу (друку) тексту та графіки на папір. Існує велика кількість різноманітних моделей принтерів, які відрізняються між собою принципом утворення зображення, інтерфейсом під'єднання до персонального комп'ютера, роздільною здатністю, швидкістю друку.

За принципом утворення зображення розрізняють: матричні, струменеві, лазерні, сублімаційні, термопринтери та ряд інших.

Роздільна здатність – це одна з найважливіших характеристик принтера, що вказує на якість друкованого зображення та вимірюється в кількості крапок на дюйм (dpi).

За гамою відтворних кольорів принтери діляться на монохромні (друкують одним кольором), монохромні з опцією кольорового друку (ряд моделей матричних принтерів) і кольорові.

Якщо класифікувати принтери за інтерфейсом під'єднання до комп'ютера, то можна виділити такі типи з'єднання:

- через LPT порт;
  - через USB порт;
  - через SCSI порт;
  - через локальну мережу (LAN); - через Bluetooth; - через Wi-Fi.
- За швидкістю друку можна виділити чотири групи:
- принтери без автоматичної подачі паперу;
  - принтери, що забезпечують швидкість друку до 4 стр./хв.;
  - принтери із швидкістю друку від 4 стр./хв. до 12 стр./хв.;

потужні мережеві принтери з продуктивністю більше 12 стр./хв.



Рис. 8.1. Принтер

**Матричний принтер** – це друкуючий пристрій ударного принципу дії. Даний принтер найстаріший з тих, що використовуються в даний час, адже їх механізм був винайдений в 60-ті роки минулого століття, а технологія друку дещо схожа на ту, яка застосовується в друкарських машинках.

Друк у матричному принтері здійснюється за допомогою блока голок, що розташовані в друкуючій головці і приводяться в рух електромагнітами. Механіка подачі паперу втягує лист за допомогою системи валів; між папером і друкуючою головкою принтера розташовується фарбувальна стрічка. При ударі кожної голки по цій стрічці на папері залишається забарвлений відтиск. Оскільки відстань між такими відтисками (крапками) невелика, то в результаті виходить зображення потрібного символу. Лист паперу переміщається вздовж принтера, а друкуюча головка впоперек, утворюючи рядок за рядком цілісне зображення.

**Струменевий принтер** є подальшим розвитком ідеї матричного принтера, тому в його конструкції збережено багато з елементів попередника. Головним елементом струменевого принтера є друкуюча головка. Друкуюча головка складається з великої кількості сопел (отворів), до яких підводяться чорнила. Чорнила подаються до сопла за рахунок капілярних властивостей і утримуються від витікання за рахунок сил поверхневого натягу рідини. У головку вбудований спеціальний

механізм, що дозволяє викидати з сопла мікроскопічну крапельку чорнила.

**Лазерний принтер.** Принцип дії лазерного принтера полягає у наступному: на алюмінієву трубку (фотобарабан), покриту світлочутливим шаром, наноситься негативний статичний заряд. Після цього промінь лазера проходить по фотобарабану і в тому місці, де потрібно щось надрукувати, знімає частину заряду. Після чого на фотобарабан наноситься тонер (сухе чорнило, що складаються із суміші смол, полімерів, металевої стружки, вугільного пилу та іншої хімії), який також має негативний заряд, і тому прилипає до барабана у тих місцях, де пройшов лазер і зняв заряд. Далі барабан прокочується по паперу (щонає позитивний заряд) і залишає на ній весь тонер, після чого папір потрапляє у піч, де під впливом високої температури тонер міцно припікається до паперу.

### Обладнання.

1. Персональний комп'ютер з підключенням до мережі Інтернет.

### Порядок виконання роботи.

1. Оберіть тип принтера, з яким ви хочете працювати: Матричний, Струменевий, Лазерний
2. Знайдіть в мережі Інтернет модель принтера, що відповідає обраному Вами типу.
3. Вставте фото принтера та перерахуйте особливості обраного вами типу принтера та конкретної моделі.

Фірма виробник	
Тип принтеру	
Роздільна здатність друку	
Підтримка Wi-Fi	
Додатково	

## Рекомендована література

1. Антоненко О. В., Бардус І. О. Архітектура комп'ютера та конфігурування комп'ютерних систем (на основі фундаментального підходу). 2-е видання / Бердянськ, 2018. 299 с.

2. Архітектура комп'ютерних систем: конспект лекцій для студентів усіх форм навчання з курсу «Архітектура комп'ютерних систем» / Укладачі : Голотенко О.С. Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2016 120 с.