

Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна  
Кафедра електроніки та управляючих систем

«ЗАТВЕРДЖУЮ»



Проректор  
з науково-педагогічної роботи

Олександр ГОЛОВКО

\_\_\_\_\_ 2022 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Мікропроцесори та їх застосування**

Рівень вищої освіти	<u>перший (бакалаврський) рівень</u>
Галузь знань	<u>12 — Інформаційні технології</u>
Спеціальність	<u>125 — Кібербезпека</u>
Освітня програма	<u>Кібербезпека</u>
Вид дисципліни	<u>обов'язкова</u>
Факультет	<u>комп'ютерних наук</u>

2022 / 2023 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою факультету комп'ютерних наук  
«29» серпня 2022 року, протокол № 14

**РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:**

кандидат технічних наук, доцент кафедри електроніки та управляючих систем  
**Рева Сергій Миколайович**

Програму схвалено на засіданні кафедри електроніки та управляючих систем  
Протокол від «29» серпня 2022 року № 12

В.о. завідувача кафедри електроніки та управляючих систем

  
Максим ХРУСЛОВ

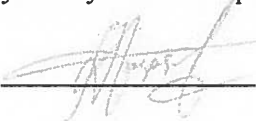
Програму погоджено з гарантом освітньої програми «Кібербезпека»

Гарант освітньої програми «Кібербезпека»

  
Сергій РАССОМАХІН

Програму погоджено методичною комісією факультету комп'ютерних наук  
Протокол від «29» серпня 2022 року № 1

Голова методичної комісії факультету комп'ютерних наук

  
Анатолій БЕРДНІКОВ

## ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Мікропроцесори та їх застосування» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальностей 125 «Кібербезпека».

Вивчення дисципліни базується на широкому використанні знань, отриманих студентами із загальноосвітніх курсів фізики і вищої математики, а також у циклі спеціалізованих дисциплін «Електротехніка та електроніка», «Комп'ютерна схемотехніка» та інші.

### 1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Метою і завданням навчальної дисципліни є підготовка студентів у галузі розробки цифрових систем з використанням мікропроцесорів, формування стійких знань та навиків роботи на професійному рівні, уміння побудови автоматизованих систем контролю та систем автоматичного управління з використанням мікроконтролерів..

1.2. Основним завданням вивчення дисципліни є забезпечення комплексної підготовки і виховання майбутнього спеціаліста, а саме:

- виховання наукового світогляду та професійної підготовки;
- розвиток творчих здібностей та вміння формулювати і вирішувати на високому науковому рівні проблеми обраної спеціальності;
- вміння творчо застосовувати і самостійно підвищувати свої знання;
- знайомство з галузями мікропроцесорів та мікроконтролерів;
- вивчення основ побудови мікропроцесорів;
- вивчення архітектури мікроконтролерів промислового виробництва;
- знайомство з системами команд мікропроцесорів та мікроконтролерів;
- здобуття навиків програмування в машинних кодах;
- вивчення основ алгоритмічної мови програмування асемблер;
- вивчення принципів програмної обробки електричних сигналів.

1.3. Кількість кредитів – 3.

1.4. Загальна кількість годин - 90.

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Нормативна / за вибором	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
3-й	-й
Семестр	
5-й	-й
Лекції	
16 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	
8 год.	год.
Лабораторні заняття	
8 год.	год.
Самостійна робота	
58 год.	год.
В т.ч. індивідуальні завдання	
15 год.	год.

## 1.6. Заплановані результати навчання

### **знати:**

- історію створення та розвитку мікропроцесорної техніки;
- основи побудови мікропроцесорів та мікроконтролерів;
- класифікацію та основні технічні характеристики мікропроцесорів;
- внутрішню структуру та організацію ядра мікроконтролерів сімейства МК51;
- організацію адресних просторів мікроконтролерів сімейства МК51;
- систему команд мікроконтролерів сімейства МК51;
- принципи програмної обробки електричних сигналів;
- галузі застосування мікропроцесорної техніки

### **вміти:**

- аналізувати технічні вимоги та робити оптимальний вибір мікропроцесорів;
- розраховувати режими роботи внутрішніх пристроїв мікроконтролера;
- створювати найпростіші програми шляхом програмування в машинних кодах;
- використовувати сучасні програмні засоби для написання власних програм;
- обгрунтовано вибирати алгоритмічну мову програмування.
- працювати в середовищі програмування на алгоритмічній мові асемблер;
- писати та відлагоджувати програми для мікроконтролерів;
- самостійно працювати з навчальною, навчально-методичною і довідковою літературою з електротехніки, програмування і інших суміжних дисциплін.

*В ході вивчення дисципліни у студента повинні формуватися наступні компетентності.*

#### *Інтегральна компетентність.*

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у галузі забезпечення інформаційної безпеки і/або кібербезпеки, що характеризується комплексністю та неповною визначеністю умов.

#### *Загальні компетентності (КЗ).*

- Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми за професійним спрямуванням. (КЗ4).

*В результаті вивчення дисципліни у студента повинні формуватися наступні програмні результати навчання (ПРН).*

- впроваджувати процеси, що базуються на національних та міжнародних стандартах, виявлення, ідентифікації, аналізу та реагування на інциденти інформаційної та/або кібербезпеки (ПРН 9);
- аналізувати проекти інформаційно-телекомунікаційних систем базуючись на стандартизованих технологіях та протоколах передачі даних (ПРН 13);
- використовувати програмні та програмно-апаратні комплекси захисту інформаційних ресурсів (ПРН 18);
- вирішувати задачі управління процесами відновлення штатного функціонування інформаційно-телекомунікаційних систем з використанням процедур резервування згідно встановленої політики безпеки (ПРН 32);
- вирішувати задачі забезпечення безперервності бізнес-процесів організації на основі теорії ризиків та встановленої системи управління інформаційною безпекою, згідно з вітчизняними та міжнародними вимогами та стандартами (ПРН 44);
- вирішувати задачі захисту інформації, що обробляється в інформаційно-телекомунікаційних системах з використанням сучасних методів та засобів криптографічного захисту інформації (ПРН 47).

## 2. Тематичний план навчальної дисципліни

### Розділ 1 – Основи мікропроцесорної техніки

#### *Тема 1 – Елементна база цифрової електроніки*

Реалізація логічних елементів на основі польових транзисторів. Синтез логічних схем для моделювання логічних та арифметичних операцій. Тригер як пристрій для зберігання мінімального об'єму інформації. Тригерні схеми: лічильники, паралельні та послідовні регістри як базові елементи для побудови мікропроцесорів. Мікропрограмні автомати.

#### *Тема 2 – Історія створення та класифікація мікропроцесорів*

Історичні відомості про розробку першого мікропроцесору науковцями та інженерами фірми Intel. Основні різновидності архітектури мікропроцесорів. Створення першого мікроконтролера та його відмінності від мікропроцесорів універсального призначення. Технічні параметри та характеристики мікропроцесорів та мікроконтролерів.

#### *Тема 3 – Структурна схема та схемотехнічні рішення вузлів процесора*

Аналіз структурної схеми процесора на основі лабораторної моделі. Структурна процесорного ядра та взаємодія з оперативною пам'яттю. Конструкція та схемотехнічне рішення регістрів моделі процесора. Організація виконання функцій арифметико-логічного пристрою. Схема декодування інструкцій. Аналіз існуючої системи команд.

#### *Тема 4 – Команди та програми. Програмування на рівні машинних кодів*

Цикл фон Неймана. Визначення машинного циклу роботи процесора. Поняття об'єктного коду програми. Формат запису команди. Поняття процесорної інструкції та параметрів команди. Структура командного слова. Інтерпритація арифметичних та логічних команд за допомогою команд перезапису даних. Способи виконання команд умовних та безумовних переходів.

#### *Тема 5 – Знайомство з мовою програмування асемблер*

Використання мнемонічних позначень для полегшення процесу програмування. Алгоритмічна мова Асемблер як система умовних позначень. Транслятори асемблера, табличні транслятори, основні функції трансляторів. Правила написання та трансляції асемблерної програми. Знайомство з макроасемблером.

#### *Тема 6 – Інтегроване середовище програмування Keil- $\mu$ Vision-4*

Інтегроване середовище розробки. Складові частини інтегрованого середовища. Створення нового проекту. Робота з текстовим редактором. Процес трансляції та відлагоджування програми. Емуляція роботи мікропроцесора за допомогою інтегрованого середовища для розробки програм. Додаткові можливості в режимі емуляції.

### Розділ 2 – Архітектура мікроконтролерів сімейства МК51

#### *Тема 7 – Архітектура та параметри мікроконтролерів сімейства МК51*

Визначення мікроконтролера, основні відмінності мікроконтролерів від універсальних мікропроцесорів та персональних ЕОМ. Структурна схема базової моделі мікроконтролерів серії МК51. Історія її створення. Апаратна організація ядра процесора. Склад серії та основні технічні характеристики моделей, що входять до неї. Різновидності і структура адресних просторів мікроконтролерів серії МК51.

#### *Тема 8 – Система команд мікроконтролерів сімейства МК51. Способи адресації*

Способи адресації, що використовуються в мікроконтролері. Синтаксис та особливості використання команд переміщення даних з різними способами адресації. Синтаксис та

особливості використання команд безумовного та умовного переходу. Способи адресації в командах безумовного та умовного переходу. Робота зі стеком на апаратному рівні при виконанні команд переходу. Регістри спеціальних функцій, що використовуються при виконанні арифметичних операцій. Вплив операцій на признаковий регістр.

#### **Тема 9 – Переривання в мікроконтролерах сімейства МК51**

Визначення апаратного переривання, різновидності переривань. Апаратні засоби, що забезпечують обробку переривань. Програмний та апаратний арбітраж. Функціональна схема обробки переривань та алгоритм її роботи. Маскування. Алгоритм роботи мікроконтролера при одночасному виникненні кількох переривань.

#### **Тема 10 – Вбудовані таймери-лічильники в мікроконтролерах сімейства МК51**

Вбудовані таймери мікроконтролера, призначення, структурна організація. Режими роботи таймерів. Принципи програмування. Регістри спеціальних функцій, що впливають на роботу таймерів. Структурна схема таймера. Взаємдія із системою переривань. Методики розрахунку часу для різних режимів роботи.

### **Розділ 3 – Застосування мікропроцесорів і мікроконтролерів**

#### **Тема 11 – Застосування процесорів універсального призначення**

Технологічний розвиток мікропроцесорної індустрії, що виробляє процесори універсального призначення. Коло задач, що вирішуються із застосуванням цього виду мікропроцесорів. Напрямки подальшого вдосконалення універсальних мікропроцесорів. Конструктивне виконання корпусів. Споживана потужність та способи відведення тепла від мікропроцесорів.

#### **Тема 12 – Сімейства мікроконтролерів та їх застосування у вбудованих системах**

Огляд основних сімейств мікроконтролерів, що випускаються провідними виробниками мікропроцесорної техніки. Аналіз їх технічних параметрів, рекомендації до застосування для вирішення різних видів задач. Використання мікроконтролерів при розробці вбудованих систем для управління автономними об'єктами. Методи опрацювання аналогових та дискретних сигналів.

## **4. Структура навчальної дисципліни**

№ теми	Назви розділів і тем	Кількість годин					
		Усього	у тому числі				
			л	п	лаб.	інд.	с. р.
<b>Розділ 1 – Основи мікропроцесорної техніки</b>							
1	Елементна база цифрової електроніки	10		2			8
2	Історія створення та класифікація мікропроцесорів	4	2				2
3	Структурна схема та схемотехнічні	7		2			5

	рішення вузлів процесора						
4	Команди та програми. Програмування на рівні машинних кодів	6	2		2		2
5	Знайомство з мовою програмування асемблер	6	2				4
6	Інтегроване середовище програмування Keil-uVision	9			2	5	2
	<b>Разом за розділом 1</b>	<b>42</b>	<b>6</b>		<b>4</b>	<b>5</b>	<b>23</b>
<b>Розділ 2 – Архітектура мікроконтролерів серії МК51</b>							
7	Архітектура та параметри мікроконтролерів сімейства МК51	6	2			2	2
8	Система команд мікроконтролерів сімейства МК51. Способи адресації	10	2		2	4	2
9	Переривання в мікроконтролерах сімейства МК51	6	2			2	2
10	Вбудовані таймери-лічильники в мікроконтролерах сімейства МК51	10	2	2	2	2	2
	<b>Разом за розділом 2</b>	<b>32</b>	<b>8</b>		<b>4</b>	<b>10</b>	<b>8</b>
<b>Розділ 3 – Застосування мікропроцесорів і мікроконтролерів</b>							
11	Застосування процесорів універсального призначення	8	1	1			6
12	Сімейства мікроконтролерів та їх застосування у вбудованих системах	8	1	1			6
	<b>Разом за розділом 3</b>	<b>16</b>	<b>2</b>	<b>2</b>			<b>12</b>
	<b>Усього годин</b>	<b>90</b>	<b>16</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>15</b>	<b>43</b>

#### 4. Темы практичних та лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
<b>Практичні заняття</b>		
<b>Розділ 1 – Основи мікропроцесорної техніки</b>		
1	Елементна база цифрової електроніки	2
2	Структурна схема та схемотехнічні рішення вузлів процесора	2
<b>Розділ 2 – Архітектура мікроконтролерів серії МК51</b>		
3	Система команд мікроконтролерів сімейства МК51. Способи адресації	2
4	Введення дискретних сигналів	2

<b>Розділ 3 – Застосування мікропроцесорів і мікроконтролерів</b>		
5	Застосування процесорів універсального призначення	1
6	Сімейства мікроконтролерів та їх застосування у вбудованих системах	1
	Разом	8
<b>Лабораторні заняття</b>		
<b>Розділ 1 – Основи мікропроцесорної техніки</b>		
1	Команди та програми. Програмування на рівні машинних кодів	2
2	Інтегроване середовище програмування Keil-uVision	2
<b>Розділ 2 – Архітектура мікроконтролерів серії МК51</b>		
3	Система команд мікроконтролерів сімейства МК51. Способи адресації	2
4	Вбудовані таймери-лічильники в мікроконтролерах сімейства МК51	2
	Разом	8
	<b>Усього годин</b>	<b>16</b>

### 5. Завдання для самостійної роботи

<b>№ з/п</b>	<b>Види, зміст самостійної роботи</b>	<b>Кількість годин</b>
<b>Розділ 1 – Основи мікропроцесорної техніки</b>		
1	Повторити матеріали курсу «Основи електротехніки» та «Дискретна електроніка». Проробити матеріали першого практичного заняття.	6
2	Ознайомитися з історією створення та класифікацією мікропроцесорів.	2
3	Повторити матеріали курсу «Архітектура ЕОМ». Вивчити структурну схему та схемотехнічні рішення вузлів моделі процесора.	6
4	Розібратися зі структурою командного слова моделі процесора. Скласти таблицю команд моделі процесора	2
5	Ознайомитися з основами мови програмування Асемблер та синтаксичними формами, що використовуються в цій мові. Вивчити синтаксичні правила написання програм.	2
6	Ознайомитися з можливостями інтегрованого середовища програмування Keil-uVision. Навчитися створювати власні проекти. Підготуватись до контрольної роботи.	10
	<b>Разом за розділом 1</b>	<b>28</b>

<b>№ з/п</b>	<b>Види, зміст самостійної роботи</b>	<b>Кількість годин</b>
<b>Розділ 2 – Архітектура мікроконтролерів серії МК51</b>		
7	Вивчити архітектуру та основні технічні параметри мікроконтролерів сімейства МК51.	2
8	Ознайомитися із системою команд мікроконтролерів сімейства МК51. Вивчити методи адресації до операндів та синтаксис команд.	4
9	Вивчити можливості системи переривань в мікроконтролерах сімейства МК51. Розібратися з алгоритмами виклику переривань та поняттями маскування і арбітражу переривань.	2
10	Ознайомитися зі структурою та режимами роботи вбудованих таймерів-	10



	лічильників. Навчитися розраховувати параметри їх ініціалізації.	
	<b>Разом за розділом 2</b>	<b>18</b>
<b>Розділ 3 – Застосування мікропроцесорів і мікроконтролерів</b>		
11	Виконати пошук матеріалів по темі «Застосування процесорів універсального призначення» та ознайомитися з ними. Систематизувати отриманий матеріал.	6
12	Виконати пошук матеріалів по темі «Мікроконтролерів та їх застосування у вбудованих системах» та ознайомитися з ними. Систематизувати отриманий матеріал. Скласти таблицю найбільш поширених сімейств мікроконтролерів.	6
	<b>Разом за розділом 3</b>	<b>12</b>
	<b>Усього годин</b>	<b>58</b>

## 6. Індивідуальні завдання

Як наукове та навчально-дослідне завдання кожен студент має виконати розрахункову роботу: Ознайомившись зі структурою та режимами роботи вбудованих таймерів-лічильників, розраховувати параметри їх ініціалізації.

Контрольна робота

## 7. Методи навчання

Як правило лекційні та практичні заняття проводяться аудиторне. В умовах дії карантину заняття проводяться відповідно до Наказу ректора Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна (аудиторне або дистанційно за допомогою платформ Google Meet або Zoom).

На досягнення освітніх цілей спрямовані такі методи навчання студентів:

– *практичні* (використовують для пізнання дійсності, формування навичок і вмінь, поглиблення знань. Під час їх застосування використовуються такі прийоми: планування виконання завдання, постановка завдання, оперативне стимулювання, контроль і регулювання, аналіз результатів, визначення причин недоліків);

– *пояснювально-ілюстративний* (використовують для викладання й засвоєння нового навчального матеріалу, фактів, підходів, оцінок, висновків тощо);

– *репродуктивний* (для застосування студентами вивченого на основі зразка або правила, алгоритму, що відповідає інструкціям, правилам, в аналогічних до представленого зразка ситуаціях);

## 8. Методи контролю

Контроль засвоєння навчального матеріалу здійснюється шляхом:

- проведення комп'ютерного тестування за результатами відпрацювання основних положень навчальної програми за допомогою відповідного електронного курсу;
- перевірки домашніх завдань по допусках до лабораторних робіт;
- прийому та оцінювання звітів з виконання лабораторних робіт;
- проведення підсумкового контролю знань (іспиту).

**Форми поточного контролю:** оцінювання виконаних лабораторних завдань та документації (звітів), написання підсумкової контрольної роботи.

## 9. Схема нарахування балів

### Розподіл балів для підсумкового семестрового контролю при проведенні семестрового екзамену.

Поточне тестування та самостійна робота						Сума
Розділ 1						
Тема 1	Тема 2	Тема 3	Тема 4	Тема 5	Тема 6	
Лабораторна робота №1			Лабораторна робота №2			
до 15 балів			до 15 балів			30
Розділ 2						
Тема 7	Тема 8	Тема 9	Тема 10			
Лабораторна робота №3		Лабораторна робота №4				
до 15 балів		до 15 балів				30
Розділ 3						
Тема 11			Тема 12			
Оцінка знань по розділу 3 виконується на іспиті						0
Разом						60
Іспит						40
<b>Всього</b>						<b>100</b>

### Критерії оцінювання протягом навчального семестру

За свою роботу в семестрі студент може отримати до 60 балів, які входять до загальної оцінки знань з навчального курсу.

Оцінка в основному формується шляхом комплексного оцінювання рівня підготовки та виконання завдань лабораторного практикуму з урахуванням результатів автоматизованого тестування засобами сайту дистанційної освіти та на основі співбесіди з викладачем під час захисту звітів з лабораторних робіт.

Оцінка по кожній з лабораторних робіт включає в себе:

- 1..2 бали (в залежності від складності) — за виконання онлайн-тесту на сайті дистанційної освіти;
- 1..2 бали (в залежності від об'єму) — за вірно виконані завдання по підготовці до лабораторної роботи в режимі онлацн-оцінювання;
- до 5 балів — за захист звіту з лабораторної роботи.

Оцінка захисту звіту формується із наступних складових:

- 1 бал — за проведений аналіз завдання, розуміння принципів формування та функціонування програми;
- 1 бал — за написання та відлагодження програмного коду, передбаченого завданням по лабораторній роботі;
- 1 бал — за оф ормлення початкового коду та написання коментарів, які дають змогу зрозуміти суть та особливості написаного програмного коду.
- 1 бал — за підготовку звіту у відповідності до вимог, які сформульовано в методичних вказівках;
- 1 бал — за знання теоретичного матеріалу та вірні відповіді на контрольні запитання.

Підсумкова оцінка студента формується як сума балів, отриманих ним протягом семестру, та балів, отриманих пі час екзамену. Максимальне значення балів, які можливо отримати на екзамені за вірну, обгрунтовану та детальну відповідь по кожному запитанню чи завданню вказано в екзаменаційних білетах.

**Підсумкова оцінка** розраховується за накопичувальною системою. За результатами семестру студент отримує підсумкову оцінку за 100-бальною системою.

### Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка	
	для чотирирівневої шкали оцінювання	для дворівневої шкали оцінювання
90 – 100	відмінно	зараховано
70 – 89	добре	
50 – 69	задовільно	
1 – 49	незадовільно	не зараховано

### 10. Рекомендована література

#### Основна література

1. Han-Way Huang, Using the MCS51 Microcontroller. Oxford University Press; HAR/CDR edition – December 16, 1999. ISBN-10: 0195125134, ISBN-13: 978-0195125139, – 544 pages.
2. Sunil Mathur. Microprocessor 8086: Architecture, Programming and Interfacing. PHI Learning Private Limited, M-97, Connaught Circus, New Delhi-110001, 2011 – 672 pages.
3. Журавель Ю.О., Рева С.М., Програмування мікроконтролерів сімейства МК51: методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу «Принципи проектування систем автоматичного управління». — Харків: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2009. – 60 с.
4. Журавель Ю.О., Рева С.М., Модель цифрового процесора, Вісник Харківського національного університету, 2011, № 987, Серія «Матиматичне моделювання. Інформаційні технології. Автоматизовані системи управління», с. 5–18. Допоміжна література

#### Допоміжна література

1. David Money Harris and Sarah L Harris. Digital Design and Computer Architecture. — the USA: Morgan Kaufman, © English Edition, 2013 – 1621 pages.
2. Paul Horowitz, Winfield Hill. The Art of Electronics. Cambridge University Press – Cambridge, London, New York, Melbourne, Sidney — 1980 – 599 pages.
3. U. Tietze, Ch. Schenk. Halbleiter-Schaltungstechnik. 12. Auflage: Copyright © Springer – Verlag Berlin Heidelberg, ISBN 3-540-42849-6, 2002 – 512 pages.

### 11. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відеолекції, інше методичне забезпечення

1. Рева С.М., Навчальний курс «Мікропроцесори та їх застосування»: [Електронний ресурс] // ІНСТИТУТ ПІСЛЯДИПЛОМНОЇ ОСВІТИ ТА ЗАОЧНОГО (дистанційного) НАВЧАННЯ Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна, 2017–2022. URL: <http://moodle.karazin.ua>.
2. MCS<sup>®</sup>51 – Microcontroller family. User's manual: Intel, Order NO: 272383-002, February 1994, p. 334 URL: [https://www.google.com.ua/url?esrc=s&q=&rct=j&sa=U&url=http://web.mit.edu/6.115/www/document/8051.pdf&ved=2ahUKEwibqJOqrYb9AhVWh\\_0NHX6sANEQFnoECAMQA&usg=AOvVaw2sGs\\_RHhUayTcUL1YIB-f5](https://www.google.com.ua/url?esrc=s&q=&rct=j&sa=U&url=http://web.mit.edu/6.115/www/document/8051.pdf&ved=2ahUKEwibqJOqrYb9AhVWh_0NHX6sANEQFnoECAMQA&usg=AOvVaw2sGs_RHhUayTcUL1YIB-f5)
3. Вікіпедія: [Електронний ресурс]. // Wikipedia the free encyclopedia, 2001-2022. URL: <https://ua.wikipedia.org>.
4. Architecture of 8086 Microprocessor. URL: <https://www.includehelp.com/embedded-system/architecture-of-8086-microprocessor.aspx>