

# ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету інформаційних технологій



Олег САВЕНКО

09 2023 р.

## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### *Апаратні обчислювальні платформи*

*Галузь знань* – 17 Електроніка та телекомунікації

*Спеціальність* – 172 Телекомунікації та радіотехніка

*Рівень вищої освіти* – Перший (бакалаврський)

*Освітньо-професійна програма* – Телекомунікації, медійні технології та інтелектуальні мережі

*Обсяг дисципліни* – 8 кредитів ЄКТС *Шифр дисципліни* – ВД.6575

*Мова навчання* – українська

*Статус дисципліни:* вибіркова (вибіркові компоненти освітньої програми)

*Факультет* – Інформаційних технологій

*Кафедра* – Телекомунікацій, медійних та інтелектуальних технологій

Форма навчання	Курс	Семестр	Загальний обсяг дисципліни		Кількість годин					Курсовий проект	Курсова робота	Форма семестрового контролю	
					Аудиторні заняття							Залік	Іспит
			Кредити ЄКТС	Години	Разом	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття	Самостійна робота, в т.ч. ІРС				
Д	2	4	8	240	90	36	36	18	150	-	-	+	-
<b>Разом ДФН</b>			<b>8</b>	<b>240</b>	<b>90</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>18</b>	<b>150</b>	-	-	<b>1</b>	-

Робоча програма складена на основі освітньо-професійної програми та стандарту вищої освіти зі спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка

Програму складено

Володимир ПЕТРУШАК

Схвалено на засіданні кафедри телекомунікацій, медійних та інтелектуальних технологій

Протокол №1 від 31 серпня 2023 року

Завідувач кафедри ТМІТ

Сергій ПІДЧЕНКО

Робоча програма розглянута та схвалена Вченою радою факультету інформаційних технологій

Голова Вченої ради

Олег САВЕНКО

# АПАРАТНІ ОБЧИСЛЮВАЛЬНІ ПЛАТФОРМИ

## Опис дисципліни

<b>Код</b>	ВД 6575
<b>Тип дисципліни</b>	Вибіркова (цикл професійної підготовки)
<b>Рівень вищої освіти</b>	Перший (бакалаврський)
<b>Мова викладання</b>	Українська
<b>Семестр</b>	4
<b>Кількість встановлених кредитів ЄКТС</b>	8
<b>Форми навчання, для яких викладається дисципліна</b>	Дена

### Результати навчання.

Студент, який успішно завершив вивчення дисципліни, повинен: *володіти* методиками програмування апаратних обчислювальних платформ, які застосовуються в телекомунікаційних системах та мережах; *розробляти* спеціальне програмне забезпечення для апаратних програмних платформ, мікроконтролерів та сигнальних процесорів; *застосовувати* апаратні обчислювальні платформи для побудови телекомунікаційних систем.

### Зміст навчальної дисципліни.

Основи мови програмування Python. Загальні поняття про апаратні обчислювальні платформи. 8-ми розрядні апаратні платформи. 16-ти розрядні апаратні платформи. 32-ох розрядні апаратні платформи. Основні характеристики і архітектура Raspberry Pi Pico. MicroPython для Raspberry Pi Pico. Програмовані логічні контролери. Апаратні платформи з НМІ-інтерфейсом. Сигнальні процесори. Система на модулі(SoM). Система на кристалі(SoC). Нейронні обчислювачі. Хмарні обчислювальні платформи.

**Пререквізити** – Аналогова та цифрова схемотехніка

**Кореквізити** – Планування, проектування та розробка мереж і систем "Smart City/Smart Home"

**Запланована навчальна діяльність:** лекції – 36 год., практичні заняття – 18 год., лабораторні роботи – 36 год., самостійна робота – 150 год., разом – 240 год.

**Форми (методи) навчання:** лекції (з використанням методів проблемного навчання і візуалізації); практичні заняття (з використанням методів аналітичного та чисельного розв'язку задач), лабораторні роботи (з використанням методів експериментальних досліджень), самостійна робота (індивідуальні завдання).

**Форми оцінювання результатів навчання:** захист лабораторних робіт; звіти лабораторних робіт; презентація результатів виконання індивідуальних завдань; письмове опитування (виконання контрольних завдань).

**Вид семестрового контролю:** залік.

### Навчальні ресурси:

1. Tony Gaddis, Starting Out with Python.- 4th Edition.: published by Pearson Education, 2019.- 748p.
2. RP2040 Datasheet. Доступ до ресурсу: <https://datasheets.raspberrypi.com/rp2040/rp2040-datasheet.pdf>
3. Raspberry Pi Pico Python SDK. Доступ до ресурсу: <https://datasheets.raspberrypi.com/pico/raspberry-pi-pico-python-sdk.pdf>
4. Мікроконтролери з ядром Cortex-M. Доступ до ресурсу: [https://www.radioradar.net/radiofan/radiofan\\_technology/microcontrollers\\_corte\\_m\\_core.html](https://www.radioradar.net/radiofan/radiofan_technology/microcontrollers_corte_m_core.html)
5. Мікропроцесорна техніка: Електронний підручник / В.Я. Жуйков, Ж59 Т.О. Терещенко, Ю.С. Ямненко, А.В.Заграничний ; відп. ред. О.В. Борисов. 2016. – 440 с.
6. Невлюдов І.Ш. Технологія програмування промислових контролерів в інтегрованому середовищі CODESYS: Навчальний посібник / І.Ш. Невлюдов, С.П. Новоселов, О.В. Сичова. – Харків: ХНУРЕ, 2019. – 264 с.
7. Модульне середовище для навчання. Доступ до ресурсу: <https://msn.khnu.km.ua>.

**Викладач:** к.т.н., доцент Петрушак В.С.

## 2. ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Дисципліна «Апаратні обчислювальні платформи» є однією із фахових дисциплін і займає провідне місце у підготовці фахівців освітнього рівня «бакалавр» за спеціальністю 172 «Електронні комунікації та радіотехніка» за освітньо-професійною програмою «Електронні інформаційно-комунікаційні системи та мережі».

**Мета викладання дисципліни.** Основна мета – розвиток у студентів фахового стилю мислення; здобуття ними глибоких та міцних знань щодо методів та засобів програмування пристроїв телекомунікацій, необхідних для практичної інженерної діяльності; виробити у студентів вміння використовувати набуті знання при програмуванні пристроїв телекомунікацій.

**Предмет дисципліни.** Методи та особливості апаратних обчислювальних платформ телекомунікацій.

**Завдання дисципліни.** Надати студентам знання і практичні навички з апаратних обчислювальних платформ телекомунікацій.

**Результати навчання.** Студент, який успішно завершив вивчення дисципліни, повинен: *володіти* теоретичними основами побудови телекомунікаційних пристроїв з використанням апаратних обчислювальних платформ; сучасними технологіями програмування апаратних обчислювальних платформ телекомунікацій, мови програмування Python; *застосовувати* платформу Raspberry Pi Pico для побудови телекомунікаційних систем.

### 3. СТРУКТУРА І ЗМІСТ РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

#### 3.1. Структура залікових кредитів дисципліни

Назва розділу (теми)	Кількість годин, відведених на:			
	Денна форма			
	лекції	практ. роботи	лабор. роботи	СРС
Основи мови програмування Python.	6	18		15
Загальні поняття про апаратні обчислювальні платформи.	2			10
8-ми розрядні апаратні платформи.	2			10
16-ти розрядні апаратні платформи.	2			10
32-ох розрядні апаратні платформи.	4			10
Основні характеристики і архітектура Raspberry Pi Pico.	2			10
MicroPython для Raspberry Pi Pico.	2		36	10
Програмовані логічні контролери.	2			10
Апаратні платформи з НМІ-інтерфейсом.	2			10
Сигнальні процесори.	2			10
Система на модулі(SoM).	2			10
Система на кристалі(SoC).	2			15
Нейронні обчислювачі.	2			10
Хмарні обчислювальні платформи.	4			10
Разом за семестр:	36	18	36	150

#### 3.2. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

##### 3.2.1. Зміст лекційного курсу

Номер теми	Перелік тем лекцій, їх анотації	Кільк. годин
1	Тема 1. Основи мови програмування Python. Змінні в Python. Оператор розгалуження в Python. Циклічні структури в Python. Літ.: [1 с.43-360]	2 год.
2	Тема 1. (Продовження) Функції в Python. Робота з файлами в Python. Літ.: [1 с.43-360]	2 год.
3	Тема 1. (Продовження) Списки та кортежі в Python. Рядки в Python. Словники в Python. Множини в Python. Класи в Python. Літ.: [1 с.361-575]	2 год.
4	Тема 2. Загальні поняття про апаратні обчислювальні платформи Функції мікропроцесора. Класифікація мікропроцесорів. Архітектура мікропроцесорів. Параметри процесорів. Літ.: [2]	2 год.

5	<p>Тема 3. 8-ми розрядні апаратні платформи.  Мікропроцесори сімейства Zilog Z80.  Мікропроцесори сімейства Intel MCS-51 (i8051).  Мікропроцесори сімейства Atmega328P.  Мікропроцесори сімейства STM8.  Літ.: [5]</p>	2 год.
6	<p>Тема 4. 16-ти розрядні апаратні платформи.  Технічні характеристики Intel 8086.  Архітектура Intel 8086/8088 і x86.  Мікропроцесори сімейства Intel 80186 і 80286.  Комп'ютери Motorola 68k та Apple.  WDC W65C816S і Zilog Z8000.  Архітектура Ti MSP430.  Режим енергозбереження Ti MSP430.  Покоління MSP430X.  Літ.: [6]</p>	2 год.
7	<p>Тема 5. 32-ох розрядні апаратні платформи.  Архітектура Intel 80386.  Сторінкове перетворення Intel 80386.  Віртуальний режим Intel 80386.  Intel 486: FPU і множники.  Літ.: [7];</p>	2 год.
8	<p>Тема 5. (Продовження)  Ядро Cortex-M0.  Мікропроцесори сімейства Cortex-M0+.  Мікропроцесори сімейства Cortex-M3.  Ядро Cortex-M4.  Мікропроцесори сімейства Cortex-M23.  Ядро Cortex-M33.  Ядро Cortex-M7.  Літ.: [8];</p>	2 год.
9	<p>Тема 6. Основні характеристики і архітектура Raspberry Pi Pico.  Архітектура RP2040.  Характеристики RP2040.  Шина даних RP2040.  Список регістрів RP2040.  Карта адрес RP2040.  Літ.: [3];</p>	2 год.
10	<p>Тема 7. MicroPython для Raspberry Pi Pico.  Робота з цифровими портами Raspberry Pi Pico.  Робота з аналоговими входами Raspberry Pi Pico.  Робота з ШІМ у Raspberry Pi Pico.  Робота з перериваннями у Raspberry Pi Pico.  Робота з таймерами у Raspberry Pi Pico.  Літ.: [4];</p>	2 год.
11	<p>Тема 8. Програмовані логічні контролери(ПЛК).  Визначення ПЛК.  Типи ПЛК.  Входи-виходи ПЛК.  Режим реального часу і обмеження на використання ПЛК.  Інтеграція ПЛК у систему управління підприємством.  Використання ПЛК під час створення автоматизованої системи управління технологічними процесами.  Принцип роботи ПЛК.  Вимоги до надійності експлуатації систем програмного управління на основі ПЛК.  Літ.: [10 с.30-68];</p>	2 год.

12	Тема 9. Апаратні платформи з НМІ-інтерфейсом. Платформа Nextron з НМІ-інтерфейсом. Платформа DWIN з НМІ-інтерфейсом. Літ.: [11]; [12]; [13];	2 год.
13	Тема 10. Сигнальні процесори. Сигнальні процесори обробки даних у форматі з фіксованою комою. Сигнальні процесори обробки даних у форматі з плавучою комою. Технічні характеристики сигнальних процесорів. Літ.: [9 с.397-423];	2 год.
14	Тема 11. Система на модулі(SoM). SoM на базі сімейства NXP i.MX 6ULL (Cortex-A7). SoM на базі сімейства NXP i.MX8M. SoM на базі сімейства STM32MP157. Літ.: [14]; [15];	2 год.
15	Тема 12. Система на кристалі(SoC). SoC на базі сімейства Intel(Altera). SoC на базі сімейства Xilinx. Літ.: [16-19];	2 год.
16	Тема 13. Нейронні обчислювачі. Основні поняття та задачі нейронних обчислювачів. Основи побудови алгоритмів навчання нейронних мереж. Апаратна реалізація нейронних обчислювачів. Літ.: [9 с.424-436];	2 год.
17	Тема 14. Хмарні обчислювальні платформи. Платформа Amazon Web Services. Платформа Microsoft Azure. Літ.: [20];	2 год.
18	Тема 14. Хмарні обчислювальні платформи. Платформа Google Cloud Platform. Літ.: [20];	2 год.
Разом за семестр		36год.

### 3.2.2 Зміст лабораторних занять

#### Перелік лабораторних робіт для студентів *денної* форми здобуття освіти

№ п/п	Тема лабораторного заняття	Кількість годин
1.	Ознайомлення з середовищем для програмування і виведення цифрових сигналів у мікропроцесора Raspberry Pi Pico на мові MicroPython Літ.: [2] с.165-230;	4
2.	Введення цифрових сигналів у мікропроцесора Raspberry Pi Pico на мові MicroPython Літ.: [5] с.5-12;	4
3.	Використання АЦП у мікропроцесора Raspberry Pi Pico на мові MicroPython Літ.: [5] с.13-20;	4
4.	Використання ШІМ у мікропроцесора Raspberry Pi Pico на мові MicroPython Літ.: [5] с.21-26;	4
5.	Використання переривань та таймерів у мікропроцесора Raspberry Pi Pico на мові MicroPython Літ.: [5] с.27-30;	4
6.	Використання шини I2C у мікропроцесора Raspberry Pi Pico на мові MicroPython Літ.: [4]; [6]; [8] с.36-56;	4
7.	Використання двох ядер мікропроцесора Raspberry Pi Pico на мові MicroPython Літ.: [4]; [6]; [8] с.57-61;	4
8.	Використання шини SPI у мікропроцесора Raspberry Pi Pico на мові MicroPython Літ.: [4]; [6]; [8] с.62-66;	4
9.	Підсумкове заняття	4
Разом		36

### 3.2.3 Зміст практичних занять

#### Перелік практичних робіт для студентів денної форми здобуття освіти

<b>№ п/п</b>	<b>Тема практичного заняття</b>	<b>Кількість годин</b>
1.	Змінні у мові програмування Python. Літ.: [1 с.13-124]	2
2.	Алгоритми розгалуження у мові програмування Python. Літ.: [1 с.125-176]	2
3.	Циклічні структури у мові програмування Python. Літ.: [1 с.177-224]	2
4.	Функції у мові програмування Python. Літ.: [1 с.225-302]	2
5.	Робота з файлами у мові програмування Python. Літ.: [1 с.303-360]	2
6.	Списки та кортежі у мові програмування Python. Літ.: [1 с.361-458]	2
7.	Рядки та словники у мові програмування Python. Літ.: [1 с.459-512]	2
8.	Множини та класи у мові програмування Python. Літ.: [1 с.513-575]	2
9.	Підсумкове заняття	2
<b>Разом</b>		<b>18</b>



### 3.2.4. Зміст самостійної (у т.ч. індивідуальної) роботи

На самостійне опрацювання студентів виносяться:

- опрацювання теоретичних основ прослуханого лекційного матеріалу;
- підготовка до проведення лабораторних робіт;
- підготовка до проведення контрольних заходів.

Номер теми	Вид самостійної роботи	К-ть годин
1	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка та виконання лабораторної роботи №1	15
2-3	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до здачі лабораторної роботи № 1 та виконання лабораторної роботи № 2	20
4-5	Опрацювання лекційного матеріалу підготовка до здачі лабораторної роботи № 2 та виконання лабораторної роботи № 3	20
6-7	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до здачі лабораторної роботи № 3 та виконання лабораторної роботи № 4	20
8-9	Опрацювання лекційного матеріалу, задача лабораторної роботи № 4 та виконання лабораторної роботи № 5	20
10	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до здачі лабораторної роботи № 5 та виконання лабораторних робіт 6	10
11	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до здачі лабораторної роботи № 6 та виконання лабораторних робіт 7	10
12	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до здачі лабораторної роботи № 7 та виконання лабораторних робіт 8	15
13-14	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до здачі лабораторної роботи № 8	20
Разом		150

## 4. ТЕХНОЛОГІЇ НАВЧАННЯ

Процес навчання з дисципліни ґрунтується на використанні традиційних та сучасних методів. Зокрема, лекції проводяться в основному словесними методами, а лабораторні заняття проводяться з використанням систем автоматизованого проектування, майстер-класів, практикумів і мають за мету– набуття студентами практичних навичок в галузі програмування логічних компонентів телекомунікацій.

## 5. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Поточний контроль здійснюється під час лекційних та лабораторних занять, а також у дні проведення контрольних заходів, встановлених робочою програмою і графіком навчального процесу. При цьому використовуються такі методи поточного контролю:

- усне опитування перед допуском до лабораторного заняття;
- захист лабораторних робіт;
- розв'язок завдань;
- контрольні роботи з практичного матеріалу;

При виведенні підсумкової семестрової оцінки враховуються результати як поточного контролю, так і підсумкового контрольного заходу, який проводиться методом тестування з усього матеріалу дисципліни.

## 6. ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ СТУДЕНТІВ У СЕМЕСТРІ

Кожний вид роботи з дисципліни оцінюється за **чотирибальною** шкалою. Семестрова підсумкова оцінка визначається як середньозважена з усіх видів навчальної роботи, виконаних і зданих **позитивно** з урахуванням коефіцієнта вагомості. Вагові коефіцієнти змінюються залежно від структури дисципліни і важливості окремих видів її робіт.

Оцінка, яка виставляється за лабораторне заняття, складається з таких елементів: усне опитування студентів перед допуском до виконання лабораторної роботи; знання теоретичного матеріалу з теми; якість оформлення протоколу і графічної частини; вільне володіння студентом спеціальною термінологією і уміння професійно обґрунтувати прийняті конструктивні рішення; своєчасний захист лабораторної роботи.

Термін захисту лабораторної роботи вважається своєчасним, якщо студент захистив її на наступному після виконання роботи занятті. Пропущене лабораторне заняття студент зобов'язаний відпрацювати в лабораторіях кафедри у встановлений викладачем термін з реєстрацією у відповідному журналі кафедри, але не пізніше, ніж за два тижні до кінця теоретичних занять у семестрі.

Засвоєння студентом теоретичного матеріалу з дисципліни оцінюється тестуванням.

Оцінювання знань студентів здійснюється за такими критеріями:

Оцінка за національною шкалою	Узагальнений критерій
Відмінно	Студент глибоко і у повному обсязі опанував зміст навчального матеріалу, легко в ньому орієнтується і вміло використовує понятійний апарат; вміє пов'язувати теорію з практикою, вирішувати практичні завдання, впевнено висловлювати і обґрунтовувати свої судження. Відмінна оцінка передбачає грамотний, логічний виклад відповіді (як в усній, так і у письмовій формі), якісне зовнішнє оформлення роботи. Студент не вагається при видозміні запитання, вміє робити детальні та узагальнюючі висновки. При відповіді допустив одну- дві несуттєві <b>помилки</b> .
Добре	Студент виявив повне засвоєння навчального матеріалу, володіє понятійним апаратом, орієнтується у вивченому матеріалі; свідомо використовує теоретичні знання для вирішення практичних задач; виклад відповіді грамотний, але у змісті і формі відповіді можуть мати місце окремі неточності, нечіткі формулювання закономірностей тощо. Відповідь студента має будуватися на основі самостійного мислення. Студент у відповіді допустив дві-три <b>несуттєві помилки</b> .
Задовільно	Студент виявив знання основного програмного матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та практичної діяльності за професією, справляється з виконанням практичних завдань, передбачених програмою. Як правило, відповідь студента будується на рівні репродуктивного мислення, студент має слабкі знання структури курсу, допускає неточності і <b>суттєві помилки</b> у відповіді, вагається при відповіді на видозмінене запитання. Разом з тим набув навичок, необхідних для виконання нескладних практичних завдань, які відповідають мінімальним критеріям оцінювання і володіє знаннями, що дозволяють йому під керівництвом викладача усунути неточності у відповіді.
Незадовільно	Студент виявив розрізнені, безсистемні знання, не вміє виділяти головне і другорядне, допускається помилок у визначенні понять, перекручує їх зміст, хаотично і невпевнено викладає матеріал, не може використовувати знання при вирішенні практичних завдань. Як правило, оцінка "незадовільно" виставляється студенту, який не може продовжити навчання без додаткової роботи з вивчення дисципліни.

**Структурування дисципліни за видами робіт і оцінювання результатів навчання студентів  
денної форми навчання у семестрі за ваговими коефіцієнтами**

	Аудиторна робота														Самостійна, індивідуальна робота		Семестровий контроль, залік		
	Практичні роботи №1-8								Лабораторні роботи № 1-8								Контрольні роботи:		Підсумковий контрольний захід
	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	КР1	КР2	за рейтингом
Ваговий коефіцієнт	0,2								0,6								0,2		0

**Оцінювання контрольних робіт**

Оцінювання здійснюється за чотирибальною шкалою.

На виконання контрольної роботи відводиться 80 хвилин.

Якщо студент отримав негативну оцінку, то він має перездати її в установленому порядку, але обов'язково до терміну наступного контролю.

Підсумкова семестрова оцінка за національною шкалою і шкалою ЄКТС встановлюється в автоматизованому режимі після внесення викладачем усіх оцінок до електронного журналу. Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС наведені у таблиці.

**Перехід від інституційної шкали оцінювання до європейської (ECTS) наведено нижче.**

Оцінка ECTS	Бали	Вітчизняна оцінка	
A	4,75-5,00	5	ВІДМІННО – глибоке і повне опанування навчального матеріалу і виявлення відповідних умінь та навиків
B	4,25-4,74	4	ДОБРЕ – повне знання навчального матеріалу з кількома незначними помилками
C	3,75-4,24	4	ДОБРЕ – в загальному правильна відповідь з двома-трьома суттєвими помилками
D	3,25-3,74	3	ЗАДОВІЛЬНО – неповне опанування програмного матеріалу, але достатнє для практичної діяльності за професією
E	2,99-3,24	3	ЗАДОВІЛЬНО – неповне опанування програмного матеріалу, що задовольняє мінімальні критерії оцінювання
FX	2,00-2,99	2	НЕЗАДОВІЛЬНО – безсистемність одержаних знань і неможливість продовжити навчання без додаткових знань з дисципліни
F	0,00-1,99	2	НЕЗАДОВІЛЬНО – необхідна серйозна подальша робота і повторне вивчення дисципліни

Залік виставляється при отриманні студентом з дисципліни від 3,00 до 5,00 балів. При цьому за вітчизняною шкалою ставиться «зараховано», а за шкалою ECTS – оцінка, що відповідає набраній студентом кількості балів.

## 7. ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ ЗДОБУТИХ СТУДЕНТАМИ ЗНАНЬ

1. Змінні в Python.
2. Оператор розгалуження в Python.
3. Циклічні структури в Python.
4. Функції в Python.
5. Робота з файлами в Python.
6. Списки та кортежі в Python.
7. Рядки в Python.
8. Словники в Python.
9. Множини в Python.
10. Класи в Python.
11. Функції мікропроцесора.
12. Класифікація мікропроцесорів.
13. Архітектура мікропроцесорів.
14. Параметри процесорів.
15. Мікропроцесори сімейства Zilog Z80.
16. Мікропроцесори сімейства Intel MCS-51 (i8051).
17. Мікропроцесори сімейства Atmega328P.
18. Мікропроцесори сімейства STM8.
19. Технічні характеристики Intel 8086.
20. Архітектура Intel 8086/8088 і x86.
21. Мікропроцесори сімейства Intel 80186 і 80286.
22. Комп'ютери Motorola 68k та Apple.
23. WDC W65C816S і Zilog Z8000.
24. Архітектура Ti MSP430.
25. Режим енергозбереження Ti MSP430.
26. Покоління MSP430X.
27. Архітектура Intel 80386.
28. Сторінкове перетворення Intel 80386.
29. Віртуальний режим Intel 80386.
30. Intel 486: FPU і множники.
31. Ядро Cortex-M0.
32. Мікропроцесори сімейства Cortex-M0+.
33. Мікропроцесори сімейства Cortex-M3.
34. Ядро Cortex-M4.
35. Мікропроцесори сімейства Cortex-M23.
36. Ядро Cortex-M33.
37. Ядро Cortex-M7.
38. Архітектура RP2040.
39. Характеристики RP2040.
40. Шина даних RP2040.
41. Список регістрів RP2040.
42. Карта адрес RP2040.
43. Робота з цифровими портами Raspberry Pi Pico.
44. Робота з аналоговими входами Raspberry Pi Pico.
45. Робота з ШІМ у Raspberry Pi Pico.
46. Робота з перериваннями у Raspberry Pi Pico.
47. Робота з таймерами у Raspberry Pi Pico.
48. Визначення ПЛК.
49. Типи ПЛК.
50. Входи-виходи ПЛК.
51. Режим реального часу і обмеження на використання ПЛК.
52. Інтеграція ПЛК у систему управління підприємством.
53. Використання ПЛК під час створення автоматизованої системи управління технологічними процесами.
54. Принцип роботи ПЛК.

55. Вимоги до надійності експлуатації систем програмного управління на основі ПЛК.
56. Платформа Nextion з HMI-інтерфейсом.
57. Платформа DWIN з HMI-інтерфейсом.
58. Сигнальні процесори обробки даних у форматі з фіксованою комою.
59. Сигнальні процесори обробки даних у форматі з плаваючою комою.
60. Технічні характеристики сигнальних процесорів.
61. SoM на базі сімейства NXP i.MX 6ULL (Cortex-A7).
62. SoM на базі сімейства NXP i.MX8M.
63. SoM на базі сімейства STM32MP157.
64. SoC на базі сімейства Intel(Altera).
65. SoC на базі сімейства Xilinx.
66. Основні поняття та задачі нейронних обчислювачів.
67. Основи побудови алгоритмів навчання нейронних мереж.
68. Апаратна реалізація нейронних обчислювачів.
69. Платформа Amazon Web Services.
70. Платформа Microsoft Azure.
71. Платформа Google Cloud Platform.

### **МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ**

Навчальний процес з дисципліни «Апаратні обчислювальні платформи» повністю і в достатній кількості забезпечений необхідною навчально-методичною літературою.

### **РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА**

#### **Основна**

1. Tony Gaddis, Starting Out with Python.- 4th Edition.: published by Pearson Education, 2019.- 748p.
2. Мікропроцесор. Доступ до ресурсу: [https://elearning.sumdu.edu.ua/free\\_content/lectured:1a259358378153792bb8645df287e86d790fc40d/20160903092057/44865/index.html](https://elearning.sumdu.edu.ua/free_content/lectured:1a259358378153792bb8645df287e86d790fc40d/20160903092057/44865/index.html)
3. RP2040 Datasheet. Доступ до ресурсу: <https://datasheets.raspberrypi.com/rp2040/rp2040-datasheet.pdf>
4. Raspberry Pi Pico Python SDK. Доступ до ресурсу: <https://datasheets.raspberrypi.com/pico/raspberry-pi-pico-python-sdk.pdf>
5. 8-бітова архітектура. Доступ до ресурсу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/8-бітова\\_архітектура](https://uk.wikipedia.org/wiki/8-бітова_архітектура)
6. 16-бітова архітектура. Доступ до ресурсу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/16-бітова\\_архітектура](https://uk.wikipedia.org/wiki/16-бітова_архітектура)
7. Intel 80386. Доступ до ресурсу: [https://www.wikiwand.com/uk/Intel\\_80386](https://www.wikiwand.com/uk/Intel_80386)
8. Мікроконтролери з ядром Cortex-M. Доступ до ресурсу: [https://www.radioradar.net/radiofan/radiofan\\_technology/microcontrollers\\_corte\\_m\\_core.html](https://www.radioradar.net/radiofan/radiofan_technology/microcontrollers_corte_m_core.html)
9. Мікропроцесорна техніка: Електронний підручник / В.Я. Жуйков, Ж59 Т.О. Терещенко, Ю.С. Ямненко, А.В.Заграничний ; відп. ред. О.В. Борисов. 2016. – 440 с.
10. Невлюдов І.Ш. Технологія програмування промислових контролерів в інтегрованому середовищі CODESYS: Навчальний посібник / І.Ш. Невлюдов, С.П. Новоселов, О.В. Сичова. – Харків: ХНУРЕ, 2019. – 264 с.

#### **Додаткова**

11. Дисплеї Nextion. Доступ до ресурсу: <https://www.nextion.tech>
12. Дисплеї Dwin. Доступ до ресурсу: <https://www.dwin.pro>
13. Людино-машинний інтерфейс. Доступ до ресурсу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Людино-машинний\\_інтерфейс](https://uk.wikipedia.org/wiki/Людино-машинний_інтерфейс)
14. Система на модулі. Доступ до ресурсу: [https://wiki5.ru/wiki/System\\_on\\_module](https://wiki5.ru/wiki/System_on_module)

15. System on Module. Доступ до ресурсу: <https://somlabs.com>
16. Система на кристалі. Доступ до ресурсу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Система\\_на\\_кристалі](https://uk.wikipedia.org/wiki/Система_на_кристалі)
17. Adaptive SoCs. Доступ до ресурсу: <https://www.xilinx.com/products/silicon-devices/soc.html>
18. SoC. Доступ до ресурсу: [https://ru.bmstu.wiki/SoC\\_\(System-on-a-Chip\)](https://ru.bmstu.wiki/SoC_(System-on-a-Chip))
19. Intel® FPGAs and SoC FPGAs. Доступ до ресурсу: <https://www.intel.com/content/www/us/en/products/details/fpga.html>
20. Хмарні обчислення. Доступ до ресурсу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Хмарні\\_обчислення](https://uk.wikipedia.org/wiki/Хмарні_обчислення)

## **ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ**

### **Електронний університет:**

- 1 Модульне середовище для навчання (розміщені усі необхідні матеріали з дисципліни, в тому числі тестові завдання для поточного та семестрового контролю знань). Доступ до ресурсу: <https://msn.khnu.km.ua>.
- 2 Електронна бібліотека університету. Доступ до ресурсу: <http://lib.khnu.km.ua>.