



**ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

Кафедра кібербезпеки та програмного забезпечення



**СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**КОМП'ЮТЕРНІ СИСТЕМИ**

Розглянуто на засіданні кафедри  
Протокол № 9 від 9 лютого 2023 року

м. Кропивницький – 2023

## ЗМІСТ

1. Загальна інформація
2. Анотація до дисципліни
3. Мета і завдання дисципліни
4. Формат дисципліни
5. Результати навчання
6. Обсяг дисципліни
7. Пререквізити
8. Технічне і програмне забезпечення / обладнання
9. Політика курсу
10. Навчально-методична карта дисципліни
11. Система оцінювання та вимоги
12. Рекомендована література

## 1. Загальна інформація

Назва дисципліни	Комп'ютерні системи
Рік викладання	2023-2024 навчальний рік
Викладач	Лектор – Марченко Костянтин Миколайович, кандидат технічних наук, доцент, <a href="http://kbpz.kntu.kr.ua/marchenko-konstantin/">http://kbpz.kntu.kr.ua/marchenko-konstantin/</a> <a href="https://scholar.google.ru/citations?hl=ru&amp;pli=1&amp;user=fiezdsAAAAJ">https://scholar.google.ru/citations?hl=ru&amp;pli=1&amp;user=fiezdsAAAAJ</a> <a href="https://publons.com/researcher/2912514/konstantin-marchenko/">https://publons.com/researcher/2912514/konstantin-marchenko/</a> <a href="https://orcid.org/0000-0001-6269-5379">https://orcid.org/0000-0001-6269-5379</a>
Контактний телефон	службовий: (0522)390-449 – робочі дні з 8 <sup>30</sup> до 14 <sup>20</sup> Мобільні телефони / Viber / Telegram надано у описі курсу «Комп'ютерні системи» на сервері дистанційної освіти ЦНТУ. – URL: <a href="http://moodle.kntu.kr.ua/course/view.php?id=620">http://moodle.kntu.kr.ua/course/view.php?id=620</a>
E-mail:	У описі курсу «Комп'ютерні системи» на сервері дистанційної освіти ЦНТУ. – URL: <a href="http://moodle.kntu.kr.ua/course/view.php?id=620">http://moodle.kntu.kr.ua/course/view.php?id=620</a>
Консультації	<i>Очні консультації</i> згідно розкладу консультацій Середа та П'ятниця з 14 <sup>20</sup> до 15 <sup>40</sup> <i>Онлайн консультації</i> за попередньою домовленістю в робочі дні з 8 <sup>30</sup> до 14 <sup>20</sup>

## 2. Анотація дисципліни

Курс «Комп'ютерні системи» призначений для отримання знань та навичок з розробки складних програмних систем; спрямований на вивчення організації і архітектури комп'ютерних систем, починаючи зі стандартної моделі фон Неймана і закінчуючи сучасними новітніми поняттями в архітектурі ЕОМ, представленням різних типів і структур даних в пам'яті комп'ютера, що враховує особливості архітектури та організації комп'ютерних систем.

## 3. Мета і завдання дисципліни

**Метою викладання дисципліни** «Комп'ютерні системи» є набуття систематизованих знань про структуру та принципи роботи комп'ютерних систем різного призначення.

**Основним завданням вивчення дисципліни** «Комп'ютерні системи» є формування наступних компетенцій:

- Здатність використовувати сучасні методи і мови програмування для розроблення алгоритмічного та програмного забезпечення.
- Здатність створювати системне та прикладне програмне забезпечення комп'ютерних систем та мереж.
- Здатність проектувати, впроваджувати та обслуговувати комп'ютерні системи та мережі різного виду та призначення.
- Здатність використовувати та впроваджувати нові технології, включаючи технології розумних, мобільних, зелених і безпечних обчислень, брати участь в модернізації та реконструкції комп'ютерних систем та мереж, різноманітних вбудованих і розподілених додатків, зокрема з метою підвищення їх ефективності.
- Готовність брати участь у роботах з впровадження комп'ютерних систем та мереж, введення їх до експлуатації на об'єктах різного призначення.
- Здатність системно адмініструвати, використовувати, адаптувати та експлуатувати наявні інформаційні технології та системи.
- Здатність вирішувати проблеми у галузі комп'ютерних та інформаційних технологій, визначати обмеження цих технологій.

#### 4. Формат дисципліни

Для денної форми навчання:

Викладання курсу передбачає для засвоєння дисципліни традиційні лекційні заняття із застосуванням електронних презентацій, у поєднанні з практичними заняттями.

Формат очний (Face to face)

Для заочної форми навчання:

Під час сесії формат очний (Face to face), у міжсесійний період – дистанційний (online).

#### 5. Результати навчання

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен набути наступні компетентності:

##### **Знати:**

- Знати і розуміти наукові положення, що лежать в основі функціонування комп'ютерних засобів, систем та мереж.
- Знати новітні технології в галузі комп'ютерної інженерії..

##### **Вміти:**

- Вміти застосовувати знання для ідентифікації, формулювання і розв'язування технічних задач спеціальності, використовуючи методи, що є найбільш придатними для досягнення поставлених цілей.
- Вміти розв'язувати задачі аналізу та синтезу засобів, характерних для спеціальності.
- Вміти розробляти програмне забезпечення для вбудованих і розподілених застосувань, мобільних і гібридних систем, розраховувати, експлуатувати, типове для спеціальності обладнання.
- Вміти здійснювати пошук інформації в різних джерелах для розв'язання задач комп'ютерної інженерії.
- Вміти ідентифікувати, класифікувати та описувати роботу комп'ютерних систем та їх компонентів.

#### 6. Обсяг дисципліни

Ознака дисципліни, вид заняття	Кількість годин
Спеціальність	125 Кібербезпека
Кількість кредитів / годин	6/180
Нормативна / вибіркова	вибіркова
Лекції	28
Лабораторні роботи	28
Самостійна робота	64
Курсовий проект	30
Вид підсумкового контролю	екзамен

## 7. Пререквізити

Бажано мати базу знань з фундаментальних та професійно-орієнтованих дисциплін: «Структурне програмування», «Алгоритми та структури даних».

## 8. Технічне і програмне забезпечення /обладнання

Оскільки при вивченні дисципліни використовуються інформаційні технології навчання, система дистанційної освіти Moodle, потрібно мати комп'ютерну техніку (з виходом у глобальну мережу) та оргтехніку для комунікації з адміністрацією, викладачами, виконання тестових завдань в системі дистанційної освіти та підготовки (друку) рефератів і самостійних робіт.

При проведенні лекційних занять передбачене використання мультимедійного проектора.

При виконанні практичних занять передбачене встановлення операційних систем типу UNIX (Linux), застосування мультимедійного проектора.

## 9. Політика дисципліни

### Академічна доброчесність:

Очікується, що студенти будуть дотримуватися принципів академічної доброчесності, усвідомлювати наслідки її порушення. Детальніше за посиланням URL: <http://www.kntu.kr.ua/doc/dobro.pdf>

### Відвідування занять

Відвідування занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають лекції і практичні заняття курсу. Пропущені заняття повинні бути відпрацьовані не пізніше, ніж за тиждень до залікової сесії.

### Поведінка на заняттях

**Недопустимість:** запізень на заняття, списування та плагіату, несвоєчасне виконання поставленого завдання.

При організації освітнього процесу в Центральнотехнічному національному університеті студенти, викладачі та адміністрація діють відповідно до: Положення про організацію освітнього процесу; Положення про організацію вивчення навчальних дисциплін вільного вибору; Положення про рубіжний контроль успішності і сесійну атестацію студентів ЦНТУ; Кодексу академічної доброчесності ЦНТУ.

### 10. Тематика лекційних та практичних занять

Тиждень, дата, академічні години	Тема, основні питання	Форма діяльності (заняття) /формат	Матеріали	Література, інформацій ні ресурси	Завдання, години	Вага оцінки	Термін виконання
<b>Змістовний модуль 1. Архітектура комп'ютерних систем</b>							
<b>Тиждень 1</b> (за розкладом) 4 год	<b>Тема 1.</b> Вступ до дисципліни. Призначення, область застосування та способи оцінки продуктивності багатопроекторних комп'ютерних систем.	Лекція/ <i>Face to face</i>	Презентація Moodle	[1, 4, 5, 13]	Самостійно опрацювати матеріал: Організація обчислень в обчислювальних системах 4 год.	4 бали	Самостійна робота до кінця 1 тижня
	<b>Лабораторна робота 1</b> Огляд та аналіз сучасних комп'ютерних систем та сфер їх застосування	Лабораторне заняття/ <i>Face to fac</i>	Методичні рекомендації	[1, 4, 5, 9-11, 13]			
<b>Тиждень 2</b> (за розкладом) 4 год	<b>Тема 2</b> Сучасні комп'ютерні системи. Класифікація архітектур по паралельній обробці даних	Лекція/ <i>Face to face</i>	Презентація Moodle	[1-5, 9, 10]	Самостійно опрацювати матеріал: Класифікація обчислювальних систем 4 год.	4 бали	Самостійна робота до кінця 2 тижня
	<b>Лабораторна робота 2</b> Оцінки продуктивності багатопроекторних комп'ютерних систем	Лабораторне заняття/ <i>Face to fac</i>	Методичні рекомендації	[1 - 3, 9, 10, 15, 19]			
<b>Тиждень 3</b> (за розкладом) 4 год	<b>Тема 3</b> Розподілені комп'ютерні системи. SMP і MPP архітектури. Гібридна архітектура (NUMA). Організація когерентності багаторівневої ієрархічної пам'яті.	Лекція/ <i>Face to face</i>	Презентація Moodle	[1, 5, 10 ]	Самостійно опрацювати матеріал: Вибір обчислювальної системи 4 год.	4 бали	Самостійна робота до кінця 3 тижня

Тиждень, дата, академічні години	Тема, основні питання	Форма діяльності (заняття) /формат	Матеріали	Література, інформаційні ресурси	Завдання, години	Вага оцінки	Термін виконання
	<b>Лабораторна робота 2</b> Оцінки продуктивності багатопроцесорних комп'ютерних систем	Лабораторне заняття/ <i>Face to fac</i>	Методичні рекомендації	[1 - 3, 9, 10, 15, 19]			
<b>Тиждень 4</b> (за розкладом) 4 год	<b>Тема 4</b> Мережеві комп'ютерні системи. PVP-архітектура. Кластерна архітектура PVP (Parallel Vector Process) - паралельна архітектура з векторними процесорами.	Лекція/ <i>Face to face</i>	Презентація Moodle	[1 – 4, 9]	Самостійно працювати матеріал: Особливості побудови процесорів для підвищення продуктивності обчислень. Суперскалярні процесори 6 год.	5 балів	Самостійна робота до кінця 4 тижня
	<b>Лабораторна робота 3</b> Вивчення openMP компілятора GCC	Лабораторне заняття/ <i>Face to fac</i>	Методичні рекомендації	[7, 8, 14, 17, 18]			
<b>Тиждень 5</b> (за розкладом) 4 год	<b>Тема 5</b> PVP-архітектура. Кластерна архітектура PVP (Parallel Vector Process) - паралельна архітектура з векторними процесорами	Лекція/ <i>Face to face</i>	Презентація Moodle	[1 - 3]	Самостійно опрацювати матеріал: Архітектури ЕОМ для реалізації високопродуктивних обчислень. Векторна обробка даних. Векторні процесори 6 год.	5 балів	Самостійна робота до кінця 5 тижня
	<b>Лабораторна робота 3</b> Вивчення openMP компілятора GCC	Лабораторне заняття/ <i>Face to fac</i>	Методичні рекомендації	[7, 8, 14, 17, 18]			
<b>Тиждень 6</b> (за розкладом) 4 год	<b>Тема 6.</b> Топологія комп'ютерних систем. Принципи побудови комунікаційних середовищ	Лекція/ <i>Face to face</i>	Презентація Moodle	[1, 4, 13]	Самостійно опрацювати матеріал: Паралельне програмування. Створення програмних кодів для паралельних алгоритмів з використанням розширення мови C ++ 8 год.	4 бали	Самостійна робота до кінця 6 тижня
	<b>Лабораторна робота 4</b> Моделювання конвеєрної обчислювальної системи	Лабораторне заняття/ <i>Face to fac</i>	Методичні рекомендації	[1, 4, 7, 8, 12]			

Тиждень, дата, академічні години	Тема, основні питання	Форма діяльності (заняття) /формат	Матеріали	Література, інформаційні ресурси	Завдання, години	Вага оцінки	Термін виконання
Тиждень 7 (за розкладом) 4 год	<b>Тема 7</b> Процесори комп'ютерних систем. Асоціативні процесори. конвеєрні процесори. матричні процесори	Лекція/ <i>Face to face</i>	Презентація Moodle	[1, 13, 15]	Самостійно опрацювати: матеріал Рішення задач з застосуванням синхронізації мови програмування: блоки / розблокування; критична секція, семафори 4 год	4 бали	Самостійна робота до кінця 7 тижня (1 частина)
	<b>Лабораторна робота 4</b> Моделювання конвеєрної обчислювальної системи	Лабораторне заняття/ <i>Face to fac</i>	Методичні рекомендації	[1, 4, 7, 8, 12]			
<i>Максимальна кількість за змістовним модулем 1</i>						<b>30 балів</b>	
<i>Змістовний модуль 2 Способи організації високопродуктивних процесорів</i>							
Тиждень 8 (за розкладом) 4 год	<b>Тема 8</b> Процесори баз даних. Поточкові процесори. Нейронні процесори. Процесори з багатозначною (нечіткою) логікою.	Лекція/ <i>Face to face</i>	Презентація Moodle	[1, 13, 15]	Самостійно опрацювати: матеріал Рішення задач з застосуванням синхронізації мови програмування: блоки / розблокування; критична секція, семафори 4 год.	4 бали	Самостійна робота до кінця 8 тижня (2 частина)
	<b>Лабораторна робота 5</b> Моделювання обчислювальної системи класу ОКМД	Лабораторне заняття/ <i>Face to fac</i>	Методичні рекомендації	[1, 4, 7, 8]			
Тиждень 9 (за розкладом) 4 год	<b>Тема 9</b> Комутатори для багатопроцесорних обчислювальних систем	Лекція/ <i>Face to face</i>	Презентація Moodle	[1]	Самостійно опрацювати матеріал: Створення програм під Linux з використанням потоків 8 год.	4 бали	Самостійна робота до кінця 10 тижня
	<b>Лабораторна робота 5</b> Моделювання обчислювальної системи класу ОКМД	Лабораторне заняття/ <i>Face to fac</i>	Методичні рекомендації	[1, 4, 7, 8]			
Тиждень 10 (за розкладом) 4 год	<b>Тема 10</b> Кластери та масивно-паралельні системи різних виробників.	Лекція/ <i>Face to face</i>	Презентація Moodle	[1]		5 балів	



Тиждень, дата, академічні години	Тема, основні питання	Форма діяльності (заняття) /формат	Матеріали	Література, інформаційні ресурси	Завдання, години	Вага оцінки	Термін виконання
	<b>Лабораторна робота 6</b> Використання функції обміну даними «точка-точка» у бібліотеці MPI	Лабораторне заняття/ <i>Face to fac</i>	Методичні рекомендації	[1, 7, 8, 14]			
<b>Тиждень 11</b> (за розкладом) 4 год	<b>Тема 11</b> Новітні підходи побудови КС. Теоретичні основи квантових обчислень	Лекція/ <i>Face to face</i>	Презентація Moodle	[1, 6]	Самостійно опрацювати матеріал: Програмування передачі повідомлень (MPI) 8 год.	5 балів	Самостійна робота до кінця 12 тижня
	<b>Лабораторна робота 7</b> MPI: дослідження блокування операцій прийому / передачі. Використання джокер-аргументів	Лабораторне заняття/ <i>Face to fac</i>	Методичні рекомендації	[7, 8, 14]			
<b>Тиждень 12</b> (за розкладом) 4 год	<b>Тема 12</b> Новітні підходи побудови КС. Квантові комп'ютерні системи	Лекція/ <i>Face to face</i>	Презентація Moodle	[1, 6]		4 бали	
	<b>Лабораторна робота 8</b> MPI: дослідження функції колективного обміну даними	Лабораторне заняття/ <i>Face to fac</i>	Методичні рекомендації	[7, 8, 14]			
<b>Тиждень 13</b> (за розкладом) 4 год	<b>Тема 13</b> Новітні підходи побудови КС. Клітинні та ДНК-процесори	Лекція/ <i>Face to face</i>	Презентація Moodle	[1, 4]	Самостійно опрацювати матеріал: Робота на PVM. Створення потоків і паралельна обробка даних в PVM 8 год.	4 бали	Самостійна робота до кінця 14 тижня
	<b>Лабораторна робота 9</b> Вплив обсягу обчислень інтенсивності трафіка на ефективність програмного забезпечення кластера	Лабораторне заняття/ <i>Face to fac</i>	Методичні рекомендації	[5, 6, 7, 8]			

Тиждень, дата, академічні години	Тема, основні питання	Форма діяльності (заняття) /формат	Матеріали	Література, інформаційні ресурси	Завдання, години	Вага оцінки	Термін виконання
Тиждень 14 (за розкладом) 4 год	<b>Тема 14</b> Надійність і відмовостійкість МВС	Лекція/ <i>Face to face</i>	Презентація Moodle	[1, 4, 16]		4 бали	
	<b>Лабораторна робота 9</b> Вплив обсягу обчислень інтенсивності трафіка на ефективність програмного забезпечення кластера	Лабораторне заняття/ <i>Face to fac</i>	Методичні рекомендації	[5, 6, 7, 8]			
<b>Максимальна кількість балів за змістовним модулем 2</b>						<b>30 балів</b>	
<b>Максимальна кількість балів за екзамен</b>						<b>40 балів</b>	

## 11. Система оцінювання та вимоги

**Види контролю: поточний, підсумковий.**

**Методи контролю: спостереження за навчальною діяльністю, усне опитування, письмовий контроль, тестовий контроль.**

**Форма підсумкового контролю: екзамен.**

Контроль знань і умінь (поточний і підсумковий) з дисципліни «Комп'ютерні системи» здійснюється згідно з кредитною трансферно-накопичувальною системою організації навчального процесу. Рейтинг студента із засвоєння дисципліни визначається за 100-бальною шкалою. Він складається з рейтингу навчальної роботи (засвоєння теоретичного матеріалу під час аудиторних занять та самостійної роботи, виконання практичних та індивідуальних завдань), для оцінювання якої призначається 60 балів, та екзамену, максимальна оцінка за який складає 40 балів.

### Розподіл балів, які отримують студенти при вивченні дисципліни «Комп'ютерні системи»

Поточний контроль та самостійна робота																	
Змістовний модуль 1								Змістовний модуль 2								Екзамен	Сума
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	Усього за модуль 1	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	Усього за модуль 2	40	100
4	4	4	5	5	4	4	30	4	4	5	5	4	4	4	30		

Примітка: T1, T2, T3 – теми (навчальні тижні)

### Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ЄКТС	Оцінка за національною шкалою	
		Для екзамену, курсового проекту(роботи), практики	Для заліку
<b>90-100</b>	<b>A</b>	відмінно	зараховано
<b>82-89</b>	<b>B</b>	добре	
<b>74-81</b>	<b>C</b>		
<b>64-73</b>	<b>D</b>	задовільно	
<b>60-63</b>	<b>E</b>		
<b>35-59</b>	<b>FX</b>	Незадовільно з можливістю повторного складення	Незадовільно з можливістю повторного складення
<b>1-34</b>	<b>F</b>	Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

*Критерії оцінювання.* Еквівалент оцінки в балах для кожної окремої теми може бути різний, загальну суму балів за тему визначено в навчально-методичній карті. Розподіл балів між видами занять (лекції, практичні заняття, самостійна робота) можливий шляхом спільного прийняття рішення викладача і студентів на першому занятті:

оцінку «відмінно» (**90-100 балів, A**) заслуговує студент, який:

- всебічно, систематично і глибоко володіє навчально-програмовим матеріалом;
- вміє самостійно виконувати завдання, передбачені програмою, використовує набуті знання і вміння у нестандартних ситуаціях;
- засвоїв основну і ознайомлений з додатковою літературою, яка рекомендована програмою;
- засвоїв взаємозв'язок основних понять дисципліни та усвідомлює їх значення для професії, яку він набуває;
- вільно висловлює власні думки, самостійно оцінює різноманітні життєві явища і факти, виявляючи особистісну позицію;
- самостійно визначає окремі цілі власної навчальної діяльності, виявив творчі здібності і використовує їх при вивченні навчально-програмового матеріалу, проявив нахил до наукової роботи.

оцінку «добре» (**82-89 балів, B**) – заслуговує студент, який:

- повністю опанував і вільно (самостійно) володіє навчально-програмовим матеріалом, в тому числі застосовує його на практиці, має системні знання достатньому обсязі відповідно до навчально-програмового матеріалу, аргументовано використовує їх у різних ситуаціях;
- має здатність до самостійного пошуку інформації, а також до аналізу, постановки і розв'язування проблем професійного спрямування;
- під час відповіді допустив деякі неточності, які самостійно виправляє, добирає переконливі аргументи на підтвердження вивченого матеріалу;

оцінку «добре» (**74-81 бал, C**) - заслуговує студент, який:

- в загальному роботу виконав, але відповідає на екзамені з певною кількістю помилок;
- вміє порівнювати, узагальнювати, систематизувати інформацію під керівництвом викладача, в цілому самостійно застосовувати на практиці, контролювати власну діяльність;
- опанував навчально-програмовий матеріал, успішно виконав завдання, передбачені програмою, засвоїв основну літературу, яка рекомендована програмою;

оцінку «задовільно» (**64-73 бали, D**) – заслуговує студент, який:

- знає основний навчально-програмовий матеріал в обсязі, необхідному для подальшого навчання і використання його у майбутній професії;
- виконує завдання, але при рішенні допускає значну кількість помилок;
- ознайомлений з основною літературою, яка рекомендована програмою;
- допускає на заняттях чи екзамені помилки при виконанні завдань, але під керівництвом викладача знаходить шляхи їх усунення.

оцінку «задовільно» (60-63 бали, E) – заслуговує студент, який:

- володіє основним навчально-програмовим матеріалом в обсязі, необхідному для подальшого навчання і використання його у майбутній професії, а виконання завдань задовольняє мінімальні критерії. Знання мають репродуктивний характер.

оцінку «незадовільно» (35-59 балів, FX) – виставляється студенту, який:

- виявив суттєві прогалини в знаннях основного програмового матеріалу, допустив принципові помилки у виконанні передбачених програмою завдань.

оцінку «незадовільно» (35 балів, F) – виставляється студенту, який:

- володіє навчальним матеріалом тільки на рівні елементарного розпізнавання і відтворення окремих фактів або не володіє зовсім;- допускає грубі помилки при виконанні завдань, передбачених програмою;
- не може продовжувати навчання і не готовий до професійної діяльності після закінчення університету без повторного вивчення даної дисципліни.

## 12. Рекомендована література

### *Базова*

1. **Марченко К.М.**, Оришака О.В., Босько В.В., Собінов О.Г. Комп'ютерні системи : навч. посіб. М-во освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т, каф. кібербезпеки та програмного забезпечення. – Кропивницький : ЦНТУ, – Кропивницький: 2022. – 130 с.  
<http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/11956>

2. Паралельні та розподілені обчислення: навчальний посібник для вищих закладів освіти / К.Т. Кузьма, О.В. Мельник. – Миколаїв: ФОП Швець В.М., 2020. – 172 с.

3. Ясько, М.М. Навчальний посібник до вивчення курсів “Паралельна обробка даних” та “Мови обчислень та кластерні системи” [Текст] /М.М.Ясько. – Д.: РВВ ДНУ, 2010. – 76с.

<http://repository.dnu.dp.ua:1100/upload/0437891d38e3501a2c067570a5fcea63PP6.pdf>

4. Аксак Н. Г. Паралельні та розподілені обчислення: підруч. / Н. Г. Аксак, О. Г. Руденко, А.М. Гуржій. – Х.: Компанія СМІТ, 2009. – 480 с.

5. Комп'ютерні системи реального часу, навчальний посібник [Електронний ресурс]: навч. посіб. для здобувачів ступеня магістра за освітньою програмою ”Системне програмування та спеціалізовані комп'ютерні системи” спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія» / В. Г. Зайцев, Є. І. Цибаєв; КПІ ім. Ігоря Сікорського. - Електронні текстові дані (1 файл: 4Мбайт). -Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019.-162 с.

6. Паралельні та розподілені обчислення [Текст] : навч. підруч. для студентів вищ. навч. закл. / А. Луцків, С. Луценко, В. Пасічник. – Львів : Магнолія 2006, 2017. – 565, [1] с. : схеми

7. Steen M. van, Tanenbaum A.S. Distributed Systems, 3rd ed. – Pearson, 2017. – 596 p.

8. Burns B. Designing Distributed Systems: Patterns and Paradigms for Scalable, Reliable Services – O'Reilly Media, 2018. – 166 p. – ISBN 9781491983645.

9. Newman S. Building Microservices – O'Reilly Media, 2015. – 304 с. – ISBN: 9781491950357.

### *Допоміжна*

10. Мельник А. О. «Архітектура комп'ютера». Наукове видання. — Луцьк: 2008. 470 с.
11. Інструктивно-методичні рекомендації з дисципліни «Технології розподілених систем та паралельних обчислень» / уклад.: Оксана Наконечна, Тетяна Ярмоленко, Вікторія Алексєнко, Богданна Якимчук. Житомир: Житомир: Вид-во ЖДУ ім. Івана Франка, 2023. 74 с.  
[http://eprints.zu.edu.ua/35948/1/інст-метод\\_технології%20розпод%20систем%20%284%29.pdf](http://eprints.zu.edu.ua/35948/1/інст-метод_технології%20розпод%20систем%20%284%29.pdf)
12. **К.М. Марченко**, О.В. Оришака, А.К. Марченко, А.М. Мельник. Ризики впровадження штучного інтелекту в комп'ютерні системи / Центральнoукраїнський науковий вісник: Технічні науки, вип. № 4 (32), ч. 1. – Кропивницький, ЦНТУ, 2022 - с. 119-124.  
[http://mapiea.kntu.kr.ua/archive/36\\_I.html](http://mapiea.kntu.kr.ua/archive/36_I.html)
13. Ian Gorton. Foundations of Scalable Systems. O'Reilly Media. 2022. 379 с.
14. Horstmann Cay S. Core Java, Volume II--Advanced Features, 11th Edition, – Pearson, 2019. – 1040 p.
15. Kasun Indrasiri, Prabath Siriwardena, Microservices for the Enterprise – San Jose, CA, USA, 2018. – 434 с.
16. Christian Posta, Microservices for Java Developers – O'Reilly Media, 2015. – 129 с.

### *Корисні ресурси*

17. Підтримка OpenMP в Lazarus/Freepascal: <http://freepascal.ru/forum/viewtopic.php?f=9&t=25006>
18. Бібліотека OpenMP. Паралельний цикл: <http://ccfit.nsu.ru/arom/data/openmp>
19. Оцінка продуктивності обчислювальних систем: [http://citforum.ck.ua/hardware/svk/glava\\_3.shtml](http://citforum.ck.ua/hardware/svk/glava_3.shtml).
20. Науковий журнал "Комп'ютерні системи та мережі" <http://csn.lpnu.ua/ua/magazine/details>.
21. The TOP500 table – the 500 most powerful commercially available computer systems [Electronic resource]. – Access mode: <http://www.top500.org/>
22. Дистанційна освіта ЦНТУ.