

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії
/назва факультету/

Кафедра Комп'ютерних наук
/назва кафедри/

**ЗАТВЕРДЖУЮ**
Декан факультету
Ігор БАРАН
«02» вересня 2024 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Інформаційні системи паралельної та розподіленої обробки даних
/назва дисципліни/

галузь знань 12 «Інформаційні технології»
/шифр і назва галузі знань/

рівень вищої освіти другий
/назва/

спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»
/шифр і назва/

освітня програма Комп'ютерні науки
/назва/

спеціалізація _____
/назва/

вид дисципліни вибіркова, цикл професійної підготовки
/обов'язкова / вибіркова/

Тернопіль – 2024 рік

Робоча програма з навчальної дисципліни «Інформаційні системи паралельної та розподіленої обробки даних» для студентів освітнього рівня «Магістр» за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки факультету комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії

«26» серпня 2024 року - 13 с.

Розробники:

доцент кафедри комп'ютерних наук,
кандидат технічних наук, доцент

/посада, науковий ступінь та вчене звання/


/підпис/

/Олексій ДУДА /

/ініціали та прізвище/

Робоча програма розглянута та схвалена на засіданні
кафедри комп'ютерних наук

/назва/

Протокол від «26» серпня 2024 року № 1

Завідувач кафедри


/підпис/

/ Ігор БОДНАРЧУК /

/ініціали та прізвище /

Робоча програма розглянута та схвалена НМК

факультету комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії

Протокол від «2» вересня 2024 року № 1

Секретар НМК


/підпис/

/ Богдана МЛИНКО /

/ініціали та прізвище /

Робоча програма погоджена:

Спеціальність 122 Комп'ютерні науки

/шифр і назва/

освітня програма Комп'ютерні науки

/назва/

Завідувач випускової кафедри


/підпис/

/ Ігор БОДНАРЧУК /

/ініціали та прізвище /

Гарант освітньої програми


/підпис/

/ Сергій МАРЦЕНКО /

/ініціали та прізвище /

1. Структура навчальної дисципліни

Показник	Всього годин	
	Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Кількість кредитів/годин	4/120	4/120
Аудиторні заняття, год.	42	12
Самостійна робота, год.	78	108
Аудиторні заняття:		
• лекції, год.	28	6
• лабораторні заняття, год.	14	6
• практичні заняття, год.	-	-
• семінарські заняття, год.	-	-
Самостійна робота:		
підготовка до лабораторних занять	30	43
опрацювання окремих розділів програми, які не виносяться на лекції	33	50
виконання контрольних завдання	-	-
виконання індивідуальних завдань	-	-
виконання курсових проектів (робіт)	-	-
підготовка та складання заліків, екзаменів,	15	15
контрольних робіт, рефератів, есе, тестування		
Залік	3	3

Частка годин самостійної роботи студента:

денна форма навчання – 65 %;

заочна (дистанційна) форма навчання – 90 %.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

2.1. Мета вивчення навчальної дисципліни: Метою дисципліни "Інформаційні системи паралельної та розподіленої обробки даних" є отримання студентами теоретичних і практичних знань в області паралельних та розподілених обчислень, оволодіння базовими концепціями програмування, зберігання даних та опрацювання BigData, в рамках парадигм паралельного та розподіленого обчислення для організації цифрових послуг «розумних» громад, міст та регіонів.

2.2. Завдання навчальної дисципліни: Вивчення принципів роботи паралельних та розподілених систем. Ознайомлення з моделями та парадигмами паралельного програмування. Вивчення алгоритмів паралельної та розподіленої обробки даних. Розуміння проблем синхронізації та взаємодії процесів. Вивчення комунікаційні та інформаційні технології в процесі підготовки, прийняття та впровадження управлінських рішень для потреб електронних послуг в «розумних» громадах, містах та регіонах.

3. Опис навчальної дисципліни

3.1. Лекційні заняття

№	Тема заняття та короткий зміст	Кількість годин	
		ДФН	ЗФН
1.	Лекція 1. Вступне заняття. Паралельні обчислювальні системи та паралельні обчислення Ознайомлення з навчальним курсом, критеріями та формами оцінювання. Поява та розвиток паралельних обчислювальних систем. Поняття паралельних обчислювальних систем. Види паралелізму в архітектурі ЕОМ. Режими виконання незалежних частин програми. Рівні паралелізму в архітектурі ЕОМ. Паралельні обчислювальні системи та паралельні обчислення в "розумних громадах", "розумних містах" та "розумних регіонах"	2	0,4
2.	Лекція 2. Класифікація типів архітектури паралельних обчислювальних систем Побудова паралельних обчислювальних систем, аналіз і моделювання паралельних обчислень. Параметри архітектури ПОС. Класифікація обчислювальних систем. Мультипроцесори. Мультикомп'ютери.	2	0,4
3.	Лекція 3. Парадигми паралельного програмування Моделі паралельних обчислень. Парадигми паралельного програмування. Модель паралельних обчислень у вигляді графа «операціїоперанди». Моделі складності та продуктивності паралельних обчислень. Модель послідовних та паралельних обчислень. Прискорення обчислень на паралельній системі. Закон Амдала. Принцип Брента. Методи розробки паралельних алгоритмів. Метод балансованого дерева. Метод «розподіляй та володарюй».	2	0,5
4.	Лекція 4. Взаємне виключення паралельних процесів із загальною пам'яттю Концепція процесу. Поняття ресурсу. Організація програм як системи процесів. Взаємодія та взаємовиключення процесів. Алгоритм Деккера. Семафори Дейкстри.	2	0,4
5.	Лекція 5. Процеси і потоки в ос windows Створення потоків. Синхронізація. Робота з об'єктами синхронізації. М'ютекси. Критичні секції. Події. Семафори.	2	0,4
6.	Лекція 6. Сучасні інтерфейси для паралельного програмування Parallel Virtual Machine. Message Passing Interface. OpenMP. Паралельні області.	2	0,5
7.	Лекція 7. Розподілені обчислення Розподілені обчислення в "розумних громадах", "розумних містах" та "розумних регіонах". Основні механізми реалізації розподілених систем. Зв'язок у РОС. Сучасні РОС. Однорангові	2	0,4

№	Тема заняття та короткий зміст	Кількість годин	
		ДФН	ЗФН
	(peer-to-peer) мережі. Сервіс-орієнтована архітектура. Агенти. Хмарні обчислення. Модель «Клієнт-Сервер». Модель хмарних обчислень. Хмарні застосунки в "розумних громадах", "розумних містах" та "розумних регіонах".		
8.	Лекція 8. Інформаційні технології та платформи побудови розподілених об'єктних систем «розумних громад», «розумних міст» та «розумних регіонів» Розподілені об'єктні технології в інформаційних системах. Розподілені об'єктні технології в "розумних громадах", "розумних містах" та "розумних регіонах". Аналіз інформаційних технологій розподілених систем супроводу процесів у «розумних громадах», «розумних містах» та «розумних регіонах». Інформаційна технологія «Інтернет речей» в системах «розумного міста». Інформаційна технологія «Туманних обчислень» в системах «розумного міста». Технології RMI, CORBA, DCOM. Архітектура RMI. Технологія CORBA. Технологія DCOM. Переваги та недоліки технологій. Технологія CORBA. Object Management Architecture.	2	0,4
9.	Лекція 9. Хмарні застосунки та послуги Інформаційна технологія «Хмарних обчислень» в системах «розумних міст». Архітектура хмарних застосунків. Інфраструктура як сервіс (IaaS). Платформа як сервіс (PaaS). Програмне забезпечення як сервіс (SaaS). Компоненти хмарних застосунків. Переваги та недоліки хмарних обчислень.	2	0,5
10.	Лекція 10. Аналітичне опрацювання Big Data для потреб розподілених систем «розумних громад», «розумних міст» та «розумних регіонів» Інформаційна технологія «Великі дані» в системах «розумних міст». Інформаційна технологія «Аналітика великих даних» в системах «розумних міст». Метод вибору категорії засобів аналітичного опрацювання «Великих даних». Метод вибору платформи аналітичного опрацювання міських колекцій даних.	2	0,4
11.	Лекція 11. Кластерні системи Архітектура Грід-систем. Стандарти Грід. Порівняння Грід та Хмарних обчислень.	2	0,4
12.	Лекція 12. Інформаційно-технологічні платформи розподілених систем супроводу процесів у «розумних громадах», «розумних містах» та «розумних регіонах» Аналіз існуючих систем інформаційно-технологічної підтримки розподілених систем супроводу процесів у «розумних громадах», «розумних містах» та «розумних регіонах». Інформаційно-	2	0,5

№	Тема заняття та короткий зміст	Кількість годин	
		ДФН	ЗФН
	технологічна платформа системної реалізації концепту «розумного міста».		
13.	Лекція 13. Макетування прототипів цифрових послуг на базі розподіленої інформаційно-технологічної платформи супроводу об'єктів кіберфізичних систем «розумних міст» Функціональне призначення цифрових послуг спостереження та регулювання показників якості повітряного середовища. Інформаційно-технологічний набір для цифрових послуг спостереження та регулювання показників якості повітряного середовища. Кіберфізичний рівень інформаційно-технологічного набору. Мережевий рівень інформаційно-технологічного набору. Хмарний рівень інформаційно-технологічного набору. Рівень послуг інформаційно-технологічного набору. Інтерфейси прототипів цифрових послуг спостереження та регулювання показників якості повітряного середовища.	2	0,4
14.	Лекція 14. Програмування для розподілених обчислень з використанням сокетів Етапи роботи з об'єктами Windows Sockets. Приклад серверної частини комплексу розподілених обчислень, які взаємодіють через протокол TCP-IP. Приклад клієнтської частини комплексу розподілених обчислень, які взаємодіють через протокол TCP-IP.	2	0,4
Усього годин		28	6

3.2. Лабораторні роботи

№	Тема заняття	Кількість годин	
		ДФН	ЗФН
1.	Створення віртуальних машин для навчального кластеру лабораторії «Розумне місто Тернопіль»	4	1
2.	Формування навчального кластеру лабораторії «Розумне місто Тернопіль»	2	1
3.	Робота на кластері лабораторії «Розумне місто Тернопіль» з використанням технології MPI	2	1
4.	Розробка програми для реальної математичної задачі на кластері лабораторії «Розумне місто Тернопіль»	4	1
5.	Створення на кластері лабораторії «Розумне місто Тернопіль» розподіленої бази даних для цифрових послуг «розумного домогосподарства», «розумного міста» або «розумного регіону»	2	2
Усього годин		14	8

3.3. Самостійна робота

№	Найменування робіт	Кількість годин	
		ДФН	ЗФН
1.	Підготовка до практичних занять	30	43
2.	Опрацювання окремих розділів програми, які не виносяться на лекції:	33	50
	Соціополіс – нова форма організації міської спільноти.		
	Складові концепту «Розумне місто».		
	Класи інформаційних технологій, які застосовуються в проектах класу «Розумне місто».		
	Соціокомунікаційні компоненти «розумних» громад, міст та регіонів.		
	Міські «розумні» мережі, «розумні» послуги та сервіси.		
	Використання інформаційних технологій «Великі дані» та «Аналітика великих даних» в проектах «розумних» громад, міст та регіонів..		
	Онтології в проектах класу «Розумне місто».		
	Технічні стандарти для «розумних» громад, міст та регіонів.		
3.	Підготовка до складання тестів та заліку:		
	- Тест №1	5	5
	- Тест №2	5	5
	- Залік	5	5
Усього годин		78	108

4. Критерії оцінювання результатів навчання студентів

Форма підсумкового семестрового контролю – залік.

Модуль 1			Модуль 2			Підсумковий контроль	Разом з дисципліни
Аудиторна та самостійна робота			Аудиторна та самостійна робота				
Теоретичний курс (тестування)	Практична робота		Теоретичний курс (тестування)	Практична робота			
10	33		10	22		25	100
№ лекцій	Вид робіт	Бал	№ лекцій	Вид робіт	Бал	за кожних три бали семестрової оцінки студент отримує 1 бал підсумкової семестрової оцінки автоматично	
Лекція № 1-7	Лабораторна робота №1	11	Лекція № 8-14	Лабораторна робота №4	11		
	Лабораторна робота №2	11		Лабораторна робота №5	11		
	Лабораторна робота №3	11					

Зокрема, результати виконання кожної лабораторної роботи оцінюються за одинадцятибальною шкалою за трьома групами критеріїв:

Одна лабораторна робота (11 балів)*:

1) Виконання завдань лабораторної роботи (4 бали):

– 1 бал – Бонусний бал. Активність на занятті, в тому числі в системі ДН ТНТУ ім. Івана Пулюя.

– 3 бали – Виконання лабораторних завдань поставлених в лабораторній роботі (представлені результати: встановлене ПЗ, реєстрація в онлайн-сервісах, програмні коди, результати обчислень, структури баз та сховищ даних тощо).

2) Оформлення звіту (4 бали):

– 3 бали – Зміст звіту про виконання лабораторної роботи (якість та стиль текстового опису етапів виконання лабораторної роботи, прийнятих рішень, розроблених кодів, скріншотів, лістингів тощо).

– 1 бал – Оформлення звіту про виконання лабораторної роботи відповідно до норм та вимог нормоконтролю.

3) Захист лабораторної роботи (3 бали):

– 2 бали – Відповіді на запитання під час захисту, демонстрація вмінь та навичок отриманих в процесі виконання лабораторної роботи.

– 1 бали – Бонусний бал. Додається при захисті звіту про виконання лабораторної роботи відповідно до календарного плану занять.

* Виконання деяких лабораторних робіт потребує виконання завдань для самостійної роботи. Завдання для самостійної роботи не оцінюються окремо. Якість

виконання завдань для самостійної роботи впливає на результати виконання лабораторних робіт та, як наслідок, на їх оцінювання.

5. Навчально-методичне забезпечення

1. Дистанційний курс «Інформаційні системи паралельної та розподіленої обробки даних» (ID 6542).

6. Рекомендована література

Базова

1. Пасічник В.В., Лупенко С.А., Луців А.М. Паралельні та розподілені обчислення. Серія: Комп'ютинг. Магнолія 2006., 2024. – 664 с.
2. Минайленко Р.М. М 61 Паралельні та розподілені обчислення: навч. посіб. — Кропивницький: Видавець Лисенко В. Ф., 2021. — 153 с.
3. Коцовський В. М. К75 Теорія паралельних обчислень: навчальний посібник. Ужгород: ПП «АУТДОР-Шарк», 2021. 188 с.
4. Кузьма К.Т. Паралельні та розподілені обчислення: навчальний посібник для вищих закладів освіти / К.Т. Кузьма, О.В. Мельник. — Миколаїв: ФОП Швець В.М., 2020. — 172 с.
5. Корочкін О.В., Русанова О.В. Н72 Паралельні та розподілені обчислення. Вибрані розділи: Навч. посібник. [Електронний ресурс] / О.В. Корочкін, Русанова О.В. — Електронні текстові дані (2 файли: 43,8 Мбайт). — Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. — 123 с.
6. Дуда О.М. Інформаційні технології супроводу процесів в міських ресурсних та соціокомунікаційних мережах. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.06 «Інформаційні технології». — Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Тернопіль, 2019. <https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/31118>
7. Станько А.А. Мережева інформаційно-технологічна платформа супроводу об'єктів кіберфізичних систем «розумних міст». Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки». — Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Тернопіль, 2023. <https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/42698>
8. O. Duda, A. Mykytyshyn, M. Mytnyk, and A. Stanko, "The network platform cyber-physical systems application for smart buildings air pollution indicators monitoring," *Časopis Manažérska Informatika, Univerzita Komenského v Bratislave, Slovakia*, vol. 1, no. 1, 2023, ISSN 2729-8310.
9. Arduino.cc, "Downloads. Arduino IDE 2.2.1," Доступно: <https://www.arduino.cc/en/software>. Дата доступу: серпень, 2023.
10. О. М. Дуда та А. А. Станько, "Організація процесів спостереження даних засобами IoT-пристроїв у «розумних містах»," Міжнародна наукова конференція "Інтелектуальний ресурс сьогодення: наукові задачі, розвиток та запитання," м. Дніпро, Україна, 6 жовтня 2023 р., Міжнародний центр наукових досліджень, Вінниця, Україна, 2023, ст. 76-78, ISBN: 978-617-8126-82-7, DOI: 10.36074/mcnd-06.10.2023.

12. E. Juvonen, "AWS Cost Management and Trend Analysis," 2023.
13. T. Lehtikoinen, "AWS Greengrass in Building IoT Applications," 2023.
14. M. A. Arifin, R. Satra, L. Syafie, and A. M. Nidhom, "Optimizing AWS lambda code execution time in Amazon Web Services," *Bulletin of Social Informatics Theory and Application*, vol. 7, no. 1, pp. 14-23, 2023.
15. J. Dantas, H. Khazaei, and M. Litoiu, "Green LAC: Resource-Aware Dynamic Load Balancer for Serverless Edge Computing Platforms," in *Proceedings of the 32nd Annual International Conference on Computer Science and Software Engineering*, 2022.
16. ASHRAE, "Titles, Purposes, and Scopes, February 2023," ANSI/ASHRAE Standard 90.4-2022. Доступно: <https://www.ashrae.org/technical-resources/standards-and-guidelines/titles-purposes-and-scopes>. Дата доступа: сентябрь, 2023.
17. S. Karthikeyan, M. Leeban Moses, and T. Perarasi, "Machine learning based Air Pollution Monitoring and predicting cause for pollution," in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 1125, no. 1, IOP Publishing, 2022.
18. scikit-learn: machine learning in Python — scikit-learn 1.3.1. Доступно: <https://scikit-learn.org/stable>. Дата доступа: сентябрь, 2023.
19. S. Chakraborty and P. S. Aithal, "Let Us Create Multiple IoT Device Controller Using AWS, ESP32 And C," *International Journal of Applied Engineering and Management Letters (IJAEML)*, vol. 7, no. 2, pp. 27-34, 2023.
20. M. Pyts and I. Dronyuk, "Theoretical Background for Creating Real World Data Lake Architecture," *Computer Systems and Information Technologies*, 2023.
21. V. Hwasser, "A Machine Learning Infrastructure for Aline using Amazon Web Services," 2022.
22. A. Gupta, N. Dhanda, and K. K. Gupta, "Ingest and Visualize CSV Files using AWS Platform For Transition from Unstructured to Structured Data," in *2023 11th International Conference on Emerging Trends in Engineering & Technology-Signal and Information Processing (ICETET-SIP)*, April 2023, pp. 1-6.
23. N. Armenatzoglou, S. Basu, N. Bhanoori, M. Cai, N. Chainani, K. Chinta, ... & D. Terry, "Amazon Redshift re-invented," in *Proceedings of the 2022 International Conference on Management of Data*, pp. 2205-2217, June 2022.
24. L. Hemphill, J. Xing, and L. Fan, "Comparing Costs for Cloud-based Data Archives," 2023.
25. D. Nigenda, Z. Karnin, M. B. Zafar, R. Ramesha, A. Tan, M. Donini, and K. Kenthapadi, "Amazon SageMaker Model Monitor: A System for Real-Time Insights into Deployed Machine Learning Models," in *Proceedings of the 28th ACM SIGKDD Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*, pp. 3671-3681, 2022.
26. W. Choi, T. Choi, and S. Heo, "A Comparative Study of Automated Machine Learning Platforms for Exercise Anthropometry-Based Typology Analysis: Performance Evaluation of AWS SageMaker, GCP VertexAI, and MS Azure," in *Bioengineering*, vol. 10, no. 8, p. 891, 2023.
27. L. R. De Carvalho and A. Araujo, "FaaS-oriented Node.js applications in an RPC approach using the Node2FaaS framework," in *IEEE Access*, 2023.

28. K. I. D. Kyriakou and N. D. Tselikas, "Complementing JavaScript in High-Performance Node.js and Web Applications with Rust and WebAssembly," in *IEEE Electronics*, vol. 11, no. 19, pp. 3217, 2022.
29. A. Al-Kababji, A. Alsalemi, Y. Himeur, R. Fernandez, F. Bensaali, A. Amira, and N. Fetais, "Interactive visual study for residential energy consumption data," in *IEEE Journal of Cleaner Production*, vol. 366, p. 132841, 2022.

Допоміжна

30. Ashwin Pajankar. *Raspberry Pi Supercomputing and Scientific Programming*. – Nashik, Maharashtra, India, 2017. – 170 p.
31. Gropp, William. *Using MPI : portable parallel programming with the Message-Passing Interface* / William Gropp, Ewing Lusk, and Anthony Skjellum. Third edition. – Massachusetts Institute of Technology, 2014. – 330 c.
32. Crichlow J. M. *An Introduction to Distributed and Parallel Computing* / J. M. Crichlow. – Prentice Hall, 1997. – 209 p.
33. *Synchronization of Parallel Programs* / Andre J., Herman D., Verjus J.-P. Oxford: North Oxford Academic Publishing Company Limited, 1985. – 110 p.
34. *Parallel Computing. Architectures, Algorithms and Applications* / Bischof C., Bücker M., Gibbon P., Joubert G.R., Lippert T., Mohr B., Peters F. (eds.) OS Press, 2008. – 825 p.
35. Pllana Sabri. *Programming multicore and many-core computing systems*/ Sabri Pllana, Fatos Xhafa. Wiley, 2017. – 528 p.
36. Foster I. *The Grid. Blueprint for a new computing infrastructure* / I. Foster, C. Kesselman. San Francisco: Morgan Kaufman, 1999. – 677 p.

7. Інформаційні ресурси

37. Електронні навчальні курси ТНТУ – <https://dl.tntu.edu.ua/>.
38. TOP500. Рейтинг 500 найпотужніших відомих суперкомп'ютерних систем – <http://www.top500.org/>.
39. Сайт Української команди розподілених обчислень. – <http://distributed.org.ua/index.php?newlang=ua>.
40. Стандарти MPI. – <https://www.mpi-forum.org/>.

8. Зміни та доповнення до робочої програми навчальної дисципліни

[illegible]