



СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ТЕХНОЛОГІЇ РОЗПОДІЛЕНИХ СИСТЕМ ТА ПАРАЛЕЛЬНИХ ОБЧИСЛЕНЬ

ID 2049

Шифр, назва спеціальності та освітній рівень	122 Комп'ютерні науки (бакалавр)	Назва освітньої програми	Комп'ютерні науки (2024) Computer science (2024)
Тип програми	Освітньо-професійна	Мова викладання	Українська
Факультет	Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії (ФІС)	Кафедра	Каф. комп'ютерних наук (КН)

Викладач/викладачі

Шимчук Григорій Валерійович, старший викладач, [профіль на порталі "Науковці ТНТУ"](#)

Загальна інформація про дисципліну

Мета курсу	Мета курсу полягає у підготовці майбутніх фахівців для ефективного використання сучасних обчислювальних систем у процесі виконання своїх професійних обов'язків. Завдання дисципліни – навчитися розробляти паралельне програмне забезпечення для розв'язування прикладних задач з використанням сучасних технологій: .NET, MPI, OpenMP та GRID. Навчитися обґрунтовувати продуктивність та ефективність використання технологій паралельних та розподілених обчислень.
Формат курсу	Змішаний – курс, що передбачає проведення лекцій, лабораторних робіт та консультацій для кращого розуміння викладеного матеріалу і має супровід в електронному навчальному курсі системи A-Tutor; має структуру, контент, завдання і систему оцінювання.
Компетентності ОП	ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу. ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. ЗК3. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності. ЗК4. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово. ЗК9. Здатність працювати в команді. СК4. Здатність використовувати сучасні методи математичного моделювання об'єктів, процесів і явищ, розробляти моделі й алгоритми чисельного розв'язування задач математичного моделювання, враховувати похибки наближеного чисельного розв'язування професійних задач. СК9. Здатність реалізувати багаторівневу обчислювальну модель на основі архітектури клієнт-сервер, включаючи бази даних, знань і сховища даних, виконувати розподілену обробку великих наборів даних на кластерах стандартних серверів для забезпечення обчислювальних потреб користувачів, у тому числі на хмарних сервісах. СК16. Здатність реалізовувати високопродуктивні обчислення на основі хмарних сервісів і технологій, паралельних і розподілених обчислень при розробці й експлуатації розподілених систем паралельної обробки інформації.
Програмні результати навчання з ОП	ПР1. Застосовувати знання основних форм і законів абстрактно-логічного мислення, основ методології наукового пізнання, форм і методів вилучення, аналізу, обробки та синтезу інформації в предметній області комп'ютерних наук. ПР5. Проектувати, розробляти та аналізувати алгоритми розв'язання обчислювальних та логічних задач, оцінювати ефективність та складність алгоритмів на основі застосування формальних моделей алгоритмів та обчислюваних функцій. ПР16. Виконувати паралельні та розподілені обчислення, застосовувати чисельні методи та алгоритми для паралельних структур, мови паралельного програмування при розробці та експлуатації паралельного та розподіленого програмного забезпечення.

Обсяг курсу	Очна (денна) форма здобуття освіти: Кількість кредитів ECTS — 4; лекції — 28 год.; лабораторні заняття — 28 год.; самостійна робота — 64 год.; Заочна форма здобуття освіти: Кількість кредитів ECTS — 4; лекції — 6 год.; лабораторні заняття — 8 год.; самостійна робота — 106 год.;
Ознаки курсу	Рік навчання — 4; семестр — 8; Обов’язкова (для здобувачів інших ОП може бути вибірковою) дисципліна; кількість модулів — 3;
Форма контролю	Поточний контроль: Захист лабораторних робіт; 3 модульні тести в системі Atutor. Підсумковий контроль: екзамен
Компетентності та дисципліни, що є передумовою для вивчення	Чисельні методи, Програмування, Об’єктно-орієнтоване програмування, Організація баз даних
Матеріально-технічне та/або інформаційне забезпечення	Безкоштовне ПЗ: Visual Studio 2022 Community або Visual Studio Code, ПК, Інтернет, OpenMP, MPI.

СТРУКТУРА КУРСУ

Лекційний курс	Годин	
	ОФЗО	ЗФЗО
Тема 1. Введення в паралельні обчислення. Область паралельних обчислень. Алгоритми та метрики. Апаратні аспекти паралельних комп'ютерів.	2	0,5
Тема 2. Платформи паралельного програмування. Неявний паралелізм: тенденції в мікропроцесорній архітектурі. Обмеження продуктивності системи пам'яті. Дихотомія паралельних обчислювальних платформ. Фізична організація паралельних платформ. Витрати на комунікацію в паралельних машинах. Механізми маршрутизації мереж взаємозв'язку. Вплив методів картографування процесорів та картографування техніки.	2	0,25
Тема 3. Принципи проектування паралельних алгоритмів. Прелімінарії. Методи розкладання. Характеристики завдань та взаємодій. Методи картографування для балансування навантаження. Методи утримання ресурсозатрат. Моделі паралельних алгоритмів.	2	0,5
Тема 4. Основні операції зв'язку. Широкомовна трансляція та Зменшення "всі до одного". Трансляція "все до всіх" та зменшення. Повне зменшення і операції з кумулятивною сумою. Розсіювання та збирання. Персоналізована комунікація повного обміну (All-to-All). Підвищення швидкості деяких операцій зв'язку. Бітовий зсув.	2	0,5
Тема 5. Аналітичне моделювання паралельних програм. Джерела виконувальних витрат у паралельних програмах. Показники продуктивності для паралельних систем. Вплив гранулярності на продуктивність. Масштабованість паралельних систем. Мінімальний час виконання та Мінімально-Оптимальний час виконання. Асимптотичний аналіз паралельних програм. Інші показники масштабованості.	2	0,5
Тема 6. Програмування із використанням парадигми обміну повідомленнями. Принципи програмування обміну повідомленнями. Будівельні блоки: операції надсилання та отримання. ІПП: Інтерфейс Передачі Повідомлень. Топології та вбудовування. Перекриття зв'язку з обчисленням. Операції колективного зв'язку та обчислень. Групи та комунікатори.	2	0,5
Тема 7. Програмування платформ спільного простору адрес. Основи потоків. Чому потоки? Поточковий API POSIX. Основи потоків: Створення та припинення. Примітиви для синхронізації в Pthreads. Керування потоками та атрибутами синхронізації. Скасування	2	0,5

Теми занять, короткий
зміст

потоків. Складні конструкції синхронізації. Поради щодо проектування асинхронних програм. OpenMP: стандарт для паралельного програмування на основі директив.

Тема 8. Алгоритми щільної матриці. Множення матриці вектора. Множення матриці на матрицю. Вирішення системи лінійних рівнянь.	2	0,5
Тема 9. Сортування. Проблеми сортування на паралельних комп'ютерах. Сортування мереж. Сортування методом бульбашки та його варіанти. Швидке сортування. Сортування комірками і сортування вибіркою. Інші алгоритми сортування.	2	0,5
Тема 10. Алгоритми графів. Визначення та подання. Мінімальне Кістякове дерево: Алгоритм Прима. Задача Про найкоротший шлях: Алгоритм Дейкстри. Всі пари найкоротших шляхів. Транзитивне замикання. Підключені компоненти. Алгоритми для розріджених графів.	2	0,25
Тема 11. Пошук алгоритмів дискретної оптимізації проблем. Визначення та приклади. Послідовні алгоритми пошуку. Фактор пошуку накладних витрат. Паралельний глибинний перший пошук. Паралельний пошук найкращого-першого. Прискорені аномалії в алгоритмах паралельного пошуку.	2	0,5
Тема 12. Динамічне програмування. Огляд динамічного програмування. Послідовні монадичні формулювання ДП. Несеріальні монадичні формули DP. Послідовні монадичні формулювання ДП. Непослідовні Поліадичні формули ДП.	3	0,5
Тема 13. Швидке перетворення Фур'є. Послідовний алгоритм. Алгоритм бінарного обміну. Алгоритм транспонування.	3	0,5

РАЗОМ: 28 6

Лабораторний практикум (теми)	Годин	
	ОФЗО	ЗФЗО
Лабораторна робота 1. Базова робота з процесами, директива single в OpenMP.	5	2
Лабораторна робота 2. Паралельні цикли, їх синхронізація в OpenMP.	5	1
Лабораторна робота 3. Балансування даних у потоках за допомогою OpenMP.	4	1

	Лабораторна робота 4. Знайомство з бібліотекою MPI.	5	2
	Лабораторна робота 5. Паралельні секції, їх синхронізація в MPI.	5	1
	Лабораторна робота 6. Балансування даних у потоках за допомогою MPI.	4	1
	РАЗОМ:	28	8

ІНШІ ВИДИ РОБІТ	
Теми, короткий зміст	

Інформаційні джерела для вивчення курсу

1. Сертифікований дистанційний навчальний курс "Технології розподілених систем та паралельних обчислень" ID 2049, сертифікат №0336 від 16 грудня 2021 р.

Базова

1. Берченко М.М., Березовська І.Б. Багатоядерні процесори: мікроархітектура та особливості застосування. Тернопіль: ТНТУ, 2011.
2. Берченко М.М., Березовська І.Б. Багатоядерні процесори: мікроархітектура та особливості застосування. Львів: Ліга-Прес 2009.
3. Васюра А.С., Мартинюк Т.Б., Куперштейн Л.М. Методи та засоби нейроподібної обробки даних для систем керування. Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2008.
4. Галіцин В.К., Левченко Ф.А. Багатокористувацькі обчислювальні системи та мережі. К.: КНЕУ, 1998.
5. Lytvynenko, I., Lupenko, S., Kunanets, N., Nazarevych, O., Shymchuk, G., & Hotovych, V. (2021, November). Simulation of gas consumption process based on the mathematical model in the form of cyclic random process considering the scale factors. In 1st International Workshop on Information Technologies: Theoretical and Applied Problems, ITTAP 2021.
6. Nazarevych, O., Leshchyshyn, Y., Lupenko, S., Hotovych, V., Shymchuk, G., & Shablii, N. (2020, September). Method of Gas Consumption Change-point Detection Based on Seasonally Multicomponent Model. In 2020 10th International Conference on Advanced Computer Information Technologies (ACIT) (pp. 152-155). IEEE.
7. Lytvynenko, I., Lupenko, S., Nazarevych, O., Shymchuk, H., & Hotovych, V. (2022). Additive mathematical model of gas consumption process. Вісник Тернопільського національного технічного університету, 104(4), 87-97.
8. Lupenko, S., Lytvynenko, I., Nazarevych, O., Shymchuk, G., & Hotovych, V. (2021, December). Approach to gas consumption process forecasting on the basis of a mathematical model in the form of a random cyclic process. In Proceedings of the International Conference „Advanced applied energy and information technologies 2021”, 2021 (pp. 213-219). TNTU, Zhytomyr «Publishing house „Book-Druk “» LLC.
9. Shymchuk, G., Lytvynenko, I., Hromyak, R., Lytvynenko, S., & Hotovych, V. (2023). Gas Consumption Forecasting Using Machine Learning Methods and Taking Into Account Climatic Indicators. In CITI (pp. 156-163).

Допоміжна

1. Foster L., Kesselman C., Tuecke S. The Anatomy of the Grid: Enabling Scalable Virtual Organizations. - International 1. Supercomputer Applications, 15(3), 2001.
2. Foster L., Kislimoto H., Savva A., Beny D. et al. The Open Grid Services Architecture. - Global Grid Forum, 2005.
3. Foster L., Kesselman C., Tuecke S., Nick J.M. The Physiology of the Grid: An Open Grid Services Architecture for Distributed Systems Integration. – Morgan Kaufmann Publishers, 2002.
4. Проект «Розробка та впровадження типових рішень щодо комплексної системи захисту інформації в АІС НАНУ» Шифр –КЗІ АІС НАНУ Безпека GRID – технологій. Огляд технічних рішень. 2009. 79 ст.
5. Web Service Modelling Ontology. – Режим доступу: <http://www.wsmo.org/>.
6. MetaObject Facility. - Режим доступу: <http://www.omg.org/mof/>.
7. Naseer, A. and Stergioulas, L.K., Integrating Grid and web Services: A Critical Assessment of Methods and Implications to Resource Discovery, World-Wide Web

Conference (WWW2006)

8. Erl, Thomas. Service-Oriented Architecture: Concepts, Technology & Design. New York: Prentice Hall/PearsonPTR. 2005

9. Foster I., Kesselman C., Nick J.M., Tuecke S. The Physiology of the Grid. An Open Grid Services Architecture for distributed systems integration // Grid Computing: Making the Global Infrastructure a Reality. New York: Wiley & Sons, 2003. P. 217-250.

Інформаційні ресурси

1. [http://uk.wikipedia.org/wiki/Кластер_\(Інформатика\)](http://uk.wikipedia.org/wiki/Кластер_(Інформатика))

2. <http://www.w3.org/2002/ws/addr/>

3. www.oasis-open.org/committees/wss

Політики курсу

Політика контролю	Використовуються такі засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання: поточне опитування; тестування; виконання індивідуальних завдань та презентацій; оцінювання результатів виконаних самостійних робіт; бесіди та обговорення проблемних питань; дискусії; індивідуальні консультації; екзамен. Можливий ректорський контроль.
Політика щодо консультування	Консультації при вивченні дисципліни проводяться згідно затвердженого на кафедрі КН. Консультування передбачено як очно ,так і з використанням ресурсів електронного навчального курсу у середовищі електронного навчання університету.
Політика щодо перескладання	Студент має право на повторне складання модульного контролю з метою підвищення рейтингу протягом тижня після складання модульного контролю за графіком. Перескладання екзамену відбувається в терміни, визначені графіком освітнього процесу. Здобувач ВО має право на зарахування результатів навчання здобутих у неформальній чи інформальній освіті.
Політика щодо академічної доброчесності	При складанні усіх видів контролю у середовищі електронного навчання завжди активується система розпізнавання особи, що складає контроль. Усі практичні роботи у ЕНК перевіряються вбудованою системою Антиплагіат. При складанні усіх форм контролю забороняється списування, у тому числі з використанням сучасних інформаційних технологій.
Політика щодо відвідування	Відвідування занять є обов'язковим компонентом освітнього процесу. За наявності поважних причин (наприклад, хвороба, особливі потреби, відрядження, сімейні обставини, участь у програмах академічної мобільності тощо) навчання може здійснюватися за індивідуальним графіком, погодженим з деканом факультету.

СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ

Розподіл балів, які отримують студенти за курс

Модуль 1			Модуль 2			Модуль 3			Підсумковий контроль		Разом з дисципліни
Аудиторна та самостійна робота			Аудиторна та самостійна робота			Аудиторна та самостійна робота			Теоретичний курс	Практичне завдання	100
Теоретичний курс (тестування)	Лабораторна робота		Теоретичний курс (тестування)	Лабораторна робота		Теоретичний курс (тестування)	Лабораторна робота				
10	10		15	10		15	15		15	10	
№ лекції	Види робіт	К-ть балів	№ лекції	Види робіт	К-ть балів	№ лекції	Види робіт	К-ть балів			
Тема 1	Лабораторна робота №1	5	Тема 5	Лабораторна робота №3	5	Тема 9	Лабораторна робота №5	5			
Тема 2			Тема 6			Тема 10					
Тема 3	Лабораторна робота №2	5	Тема 7	Лабораторна робота №4	5	Тема 11	Лабораторна робота №6	10			
Тема 4			Тема 8			Тема 12					
						Тема 13					

Розподіл оцінок

Сума балів за навчальну діяльність	Шкала ECTS	Оцінка за національною шкалою
90-100	A	Відмінно
82-89	B	Добре
75-81	C	Добре
67-74	D	Задовільно
60-66	E	Задовільно
35-59	FX	Незадовільно з можливістю повторного складання
1-34	F	Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

Затверджено рішенням кафедри КН, протокол №1 від «26» серпня 2024 року.

ПОГОДЖЕНО

Гарант освітньої програми канд. техн. наук, доцент кафедри КН

Леся ДМИТРОЦА