

Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького
ННІ Інформаційних та освітніх технологій
Кафедра прикладної математики та інформатики

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«ПАРАЛЕЛЬНІ ТА РОЗПОДІЛЕНІ ОБЧИСЛЕННЯ»

1. Загальна інформація про курс

Мова викладання	Курс викладається українською мовою.
Статус дисципліни	Обов'язкова
Викладач	Піскун Олександр Варфоломійович, кандидат технічних наук, доцент кафедри прикладної математики та інформатики
Код класу /	
Корпоративна пошта / E-mail:	piskun@vu.cdu.edu.ua
Затвердження та перегляд робочої навчальної програми	Розглянуто та затверджено на засіданні кафедри прикладної математики та інформатики 27.08.2025, протокол № 1

СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Форма навчання	Семестр у межах дисципліни	Кількість кредитів	Загальна кількість годин	Аудиторна робота				Самостійна робота			Форма підсумкового контролю
денна	перший	6	180 год	60 год / 33 %				120 год / 67 %			іспит
				лекції	лабора-торні	прак-тичні	семінар-ські	розрахункові роботи	індивіду-альні завдання	підготовка до занять	
				30 год	30 год				60 год	60 год	

МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Вивчення студентами проблематики організації паралельних і розподілених обчислень, математичних моделей, методів і технологій розподілених обчислень для багатопроцесорних обчислювальних систем, теоретичних та практичних основ виявлення паралелізму, розпаралелювання алгоритмів, перетворення послідовних програм у паралельні, принципів побудови паралельних та розподілених програмних додатків для різноманітних комп'ютерних систем, а також набуття практичних навичок щодо створення, тестування та експлуатації паралельного програмного продукту з використанням сучасних пакетів та стандартів паралельного програмування, розгляд основних алгоритмів для розв'язання типових задач обчислювальної математики.

ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ ТА УЗГОДЖЕННЯ З ІНШИМИ ДИСЦИПЛІНАМИ

Курс базується на поняттях, що вивчаються в дисциплінах:

- програмування;
- дискретна математика;
- алгебра та геометрія;
- алгоритми та структури даних;
- мови програмування;
- теорія ймовірностей та математична статистика;
- архітектура обчислювальних систем;

- об'єктно-орієнтоване програмування;
- методи обчислень.

ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Знання теоретичних основ організації паралельних і розподілених обчислювальних процесів, розпаралелювання алгоритмів, перетворення послідовних програм у паралельні; проблематики організації паралельних та розподілених обчислень; понять розподілених обчислень та розподіленої системи; систем розробки паралельних програм; моделей та методів розв'язання задач великої розмірності; принципів паралельного програмування.

Вміння оцінювати складові ефективності алгоритмів функціонування комп'ютеризованих систем; розподіляти операції і дані алгоритму між процесорами; встановлювати порядок виконання операцій та обміну даними; використовувати інструментальні засоби для організації паралельних і розподілених обчислювальних процесів; розробляти моделі розподілених обчислень; проводити аналіз комунікаційної трудомісткості розподілених алгоритмів; оцінювати ефективність розроблених паралельних програм, враховуючи основні показники ефективності: час виконання програми, прискорення, ефективність та вартість; використовувати розподілені системи для розв'язання прикладних задач у різних предметних галузях; аналізувати алгоритми з метою виявлення у них внутрішнього паралелізму; застосовувати методи розв'язання задач з використанням паралельних технологій; використовувати прийоми паралельного програмування для написання програмного коду; використовувати пакети паралельного програмування.

Результатом вивчення навчальної дисципліни «Паралельні та розподілені обчислення» є формування наступного комплексу компетентностей.

Інтегральна компетентність: здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми в області інформаційних систем та технологій, або в процесі навчання, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов, які потребують застосування теорій та методів інформаційних технологій.

Загальні компетентності:

- ЗК 1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

Фахові компетентності:

- СК 3. Здатність до проектування, розробки, налагодження та вдосконалення системного, комунікаційного та програмно-апаратного забезпечення інформаційних систем та технологій, Інтернету речей (IoT), комп'ютерно-інтегрованих систем та системної мережевої структури, управління ними;
- СК 6. Здатність використовувати сучасні інформаційні системи та технології (виробничі, підтримки прийняття рішень, інтелектуального аналізу даних та інші), методики й техніки кібербезпеки під час виконання функціональних завдань та обов'язків;
- СК 11. Здатність до аналізу, синтезу і оптимізації інформаційних систем та технологій з використанням математичних моделей і методів;
- СК 12. Здатність управляти та користуватися сучасними інформаційно-комунікаційними системами та технологіями (у тому числі такими, що базуються на використанні Інтернет);
- СК 13. Здатність проводити обчислювальні експерименти, порівнювати результати експериментальних даних і отриманих рішень.

ПРОГРАМНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

- ПРН 3. Використовувати базові знання інформатики й сучасних інформаційних систем та технологій, навички програмування, технології безпечної роботи в комп'ютерних мережах, методи створення баз даних та інтернет-ресурсів, технології розроблення алгоритмів і комп'ютерних програм мовами високого рівня із застосуванням об'єктно-орієнтованого програмування для розв'язання задач проектування і використання інформаційних систем та технологій.
- ПРН 6. Демонструвати знання сучасного рівня технологій інформаційних систем, практичні навички програмування та використання прикладних і спеціалізованих комп'ютерних систем та середовищ з метою їх запровадження у професійній діяльності.

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Критерієм успішного проходження здобувачем освіти підсумкового оцінювання є досягнення ним мінімальних порогових рівнів оцінок за кожним запланованим результатом навчання навчальної дисципліни, який визначається до кожного завдання через якісні критерії і трансформується в мінімальну позитивну оцінку обраної для даної дисципліни шкали. Після завершення курсу використана шкала перенормовується у накопичувальну 100-бальну системою з відповідністю у національній («відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно») та ЄКТС (A, B, C, D, E, FX, F) шкалах.

Контроль проводиться у чотири етапи: вхідний (у формі тестів для визначення рівня підготовки студентів з дисциплін, що забезпечують цей курс; за результатами цього контролю розробляються заходи індивідуальної допомоги студентам, коригування освітнього процесу тощо), поточний (при проведенні лекцій та лабораторних занять і має на меті перевірку рівня засвоєння студентом матеріалу курсу та підготовленості студента до виконання конкретних видів навчальної діяльності), проміжний (модульний; при закінченні вивчення логічно завершеної частини навчальної дисципліни) та семестровий контроль.

ЗАСОБИ ОЦІНЮВАННЯ

Екзамен; аналітичні звіти; лістинги програм; міні-проекти та проекти.

ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Аудиторна робота «Слухай, читай, обговорюй» (Л – лекція, Лб – лабораторне заняття, Пр – практичне заняття, См – семінарське заняття)

Самостійна робота «Думай, пиши, аналізуй, досліджуй, твори» (Рр – розрахункова робота, Інд – індивідуальне завдання, Пз – підготовка до занять)

Контроль «Захищай, відстоюй, неси відповідальність» (МК – модульний контроль; ПК – підсумковий контроль)

Тема	Тема навчального заняття	К-сть годин за денною/заочною формами навчання	Засіб оцінювання	Максимальна кількість балів за формами навчання
Вхідний контроль			тест	---
Змістовий модуль 1. Паралельні обчислення з використанням бібліотек OpenMP та OpenCL				20 / ---
1.1. Вступ до паралельного програмування	Л1 Огляд паралельних систем. <i>Л-ра: 2, 9</i>	2 / –	---	---
1.2. Програмування багатоядерних процесорів з використанням бібліотеки OpenMP	Л2 Модель програмування з розподіленою пам'яттю. <i>Л-ра: 2, 9</i>	2 / –	---	---
	Лб1 Використання бібліотеки OpenMP для написання багатопоточних програм. <i>Л-ра: 2</i>	2 / –	---	---
	Пз1 Використання бібліотеки OpenMP для написання багатопоточних програм.	4 / –	звіт з лістингами програм	1 / ---

	<i>Л-ра: 2</i>			
	Л3 Паралельне виконання циклів. <i>Л-ра: 2</i>	2 / –	---	---
	Л62 Реалізація паралельного виконання циклів та об'єднання результатів. <i>Л-ра: 2</i>	2 / –	---	---
	Пз2 Реалізація паралельного виконання циклів та об'єднання результатів. <i>Л-ра: 2</i>	4 / –	звіт з лістингами програм	1 / ---
	Л4 Паралельні задачі. <i>Л-ра: 2</i>	2 / –	---	---
	Л63 Паралельне виконання незалежних задач та об'єднання результатів. <i>Л-ра: 2</i>	2 / –	---	---
	Пз3 Паралельне виконання незалежних задач та об'єднання результатів. <i>Л-ра: 2</i>	4 / –	звіт з лістингами програм	1 / ---
	Інд1 Розробка паралельної реалізації розв'язку задачі з використанням бібліотеки OpenMP. <i>Л-ра: 2, 9</i>	10 / –	аналітичний звіт з лістингами програм	3 / ---
1.3. Розробка паралельних програм з використання бібліотеки OpenCL	Л5 Модель паралельності OpenCL. <i>Л-ра: 2, 5, 6, 7, 8</i>	2 / –	---	---
	Л64 Реалізація простого ядра. <i>Л-ра: 2, 5, 6, 7, 8</i>	2 / –	---	---
	Пз4 Реалізація простого ядра.	4 / –	звіт з лістингами програм	1 / ---

	<i>Л-ра: 2, 5, 6, 7, 8</i>			
	Л6 Модель пам'яті OpenCL на host-комп'ютері. <i>Л-ра: 2, 5, 6, 7, 8</i>	2 / –	---	---
	Л65 Реалізація програми з використанням оперативної пам'яті host-комп'ютера. <i>Л-ра: 2, 5, 6, 7, 8</i>	2 / –	---	---
	Пз5 Реалізація програми з використанням оперативної пам'яті host-комп'ютера. <i>Л-ра: 2, 5, 6, 7, 8</i>	4 / –	звіт з лістингами програм	1 / ---
	Л7 Модель пам'яті OpenCL на пристрої-виконавці. <i>Л-ра: 2, 5, 6, 7, 8</i>	2 / –	---	---
	Л66 Реалізація програми з використанням оперативної пам'яті пристроя-виконавця. <i>Л-ра: 2, 5, 6, 7, 8</i>	2 / –	---	---
	Пз6 Реалізація програми з використанням оперативної пам'яті пристроя-виконавця. <i>Л-ра: 2, 5, 6, 7, 8</i>	4 / –	звіт з лістингами програм	1 / ---
	Л8 Виконання програм OpenCL на гетерогенній системі. <i>Л-ра: 2, 5, 6, 7, 8</i>	2 / –	---	---
	Л67-8 Реалізація програм OpenCL на гетерогенній системі. <i>Л-ра: 2, 5, 6, 7, 8</i>	4 / –	---	---
	Пз7-8 Реалізація програм OpenCL на гетерогенній системі. <i>Л-ра: 2, 5, 6, 7, 8</i>	8 / –	звіт з лістингами програм	1 / ---
	Інд2 Розробка паралельної реалізації розв'язку задачі з використанням бібліотек OpenMP і OpenCL та порівняльний аналіз результатів. <i>Л-ра: 2, 5, 6, 7, 8, 9</i>	20 / –	аналітичний звіт з лістингами програм	6 / ---

Модульний контроль	МК1 Тест за матеріалами змістового модуля 1. <i>Л-ра: 2, 5, 6, 7, 8, 9</i>		тест	4 / ---
Змістовий модуль 2. Паралельні обчислення з використанням графічних процесорів				30 / ---
2.1. Розробка паралельних програм з використанням CUDA	Л9 Архітектура графічного процесора. Вступ до CUDA C. <i>Л-ра: 1, 3, 4</i>	2 / –	---	---
	Л69 Визначення параметрів пристроїв, що підтримують CUDA. <i>Л-ра: 1, 3, 4</i>	2 / –	---	---
	Пз9 Визначення параметрів пристроїв, що підтримують CUDA. <i>Л-ра: 1, 3, 4</i>	4 / –	звіт з лістингами програм	1 / ---
	Л10 Паралельне програмування на CUDA C. Взаємодія тредів у моделі CUDA. <i>Л-ра: 1, 3, 4</i>	2 / –	---	---
	Л610 Реалізація та порівняння швидкодії обчислювальних програм з та без використання CUDA. <i>Л-ра: 1, 3, 4</i>	2 / –	---	---
	Пз10 Реалізація та порівняння швидкодії обчислювальних програм з та без використання CUDA. <i>Л-ра: 1, 3, 4</i>	4 / –	звіт з лістингами програм	1 / ---
	Л11 Константна пам'ять та події у моделі CUDA. <i>Л-ра: 1, 3, 4</i>	2 / –	---	---
	Л611 Реалізація вимірювання продуктивності програм з використанням CUDA.	2 / –	---	---

	<i>Л-ра: 1, 3, 4</i>			
	Пз11 Реалізація вимірювання продуктивності програм з використанням CUDA. <i>Л-ра: 1, 3, 4</i>	4 / –	звіт з лістингами програм	2 / ---
	Л12 Текстурна пам'ять у моделі CUDA. <i>Л-ра: 1, 3, 4</i>	2 / –	---	---
	Л612 Реалізація програм з використанням текстурної пам'яті. <i>Л-ра: 1, 3, 4</i>	2 / –	---	---
	Пз12 Реалізація програм з використанням текстурної пам'яті. <i>Л-ра: 1, 3, 4</i>	4 / –	звіт з лістингами програм	2 / ---
	Л13 Взаємодія програм на CUDA C з графікою. <i>Л-ра: 1, 3, 4</i>	2 / –	---	---
	Л613 Реалізація програм анімації графічних зображень. <i>Л-ра: 1, 3, 4</i>	2 / –	---	---
	Пз13 Реалізація програм анімації графічних зображень. <i>Л-ра: 1, 3, 4</i>	4 / –	звіт з лістингами програм	2 / ---
	Л14 Атомарні операції у моделі CUDA. <i>Л-ра: 1, 3, 4</i>	2 / –	---	---
	Л614 Використання атомарних операцій при реалізації паралельних програм. <i>Л-ра: 1, 3, 4</i>	2 / –	---	---
	Пз14 Використання атомарних операцій при реалізації паралельних програм. <i>Л-ра: 1, 3, 4</i>	4 / –	звіт з лістингами програм	2 / ---
	Л15 Потoki у моделі CUDA.	2 / –	---	---

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Основна література

1. . Trobec R., Slivnik B., Bulić P., Robič B. Introduction to parallel computing. From algorithms to programming on state-of-the-art platforms. – Springer, 2018. – 259 p. ДОДАТКОВІ ДЖЕРЕЛА
2. Soyata T. GPU parallel program development using CUDA. – CRC Press, 2018. – 447 p.
3. Kaeli D.R., Mistry P., Schaa D., Zhang D.P. Heterogeneous computing with OpenCL 2.0. – Elsevier, 2015. – 313 p.
4. Gaster B.R., Howes L., Kaeli D.R., Mistry P., Schaa D. Heterogeneous computing with OpenCL. Revised OpenCL 1.2 Edition. – Elsevier, 2013. – 297 p.
5. Tay R. OpenCL parallel programming development cookbook. Accelerate your applications and understand high-performance computing with over 50 OpenCL recipes. – Packt Publishing, 2013. – 300 p.
6. Banger R., Bhattacharyya K. OpenCL programming by example. A comprehensive guide on OpenCL programming with examples. – Packt Publishing, 2013. – 300 p.