

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
Факультет механіки, енергетики та інформаційних технологій
Кафедра інформаційних технологій



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ТЕХНОЛОГІЯ ПАРАЛЕЛЬНИХ ТА РОЗПОДІЛЕНИХ ОБЧИСЛЕНЬ

спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»

Львів 2024 р.

Робоча програма навчальної дисципліни ***Технології паралельних та розподілених обчислень*** для студентів спеціальності **122 – Комп'ютерні науки, перший (бакалаврський) рівень вищої освіти**

Розробники: к.т.н., доц. Запорожцев С.Ю.

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри **Інформаційних технологій**
Протокол № __ від _____ 2024 року


Завідувач кафедри **Інформаційних технологій**


(підпис)

(Тригуба А.М.)
(прізвище та ініціали)

Робочу програму схвалено на засіданні методичної комісії факультету механіки, енергетики та інформаційних технологій Протокол № __ від _____ 2024 року.

Голова методичної комісії факультету механіки, енергетики та інформаційних технологій.


(підпис)

(Ковалишин С.Й.)
(прізвище та ініціали)

1. Опис навчальної дисципліни

Галузь знань, спеціальність, рівень вищої освіти

Галузь знань 12 “Інформаційні технології”
(шифр і назва)

Спеціальність 122 “Комп’ютерні науки”
(шифр і назва)

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Характеристика навчальної дисципліни:

Обов’язкова компонента

Кількість кредитів 4

Загальна кількість годин – 120

Індивідуальне науково-дослідне завдання немає
(назва)

Вид контролю: залік, іспит

Тижневих аудиторних годин для денної форми навчання – 3.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить (%):

для денної форми навчання – 67%

для заочної форми навчання – 20%.

2. Програма навчальної дисципліни

Тема 1. Мета, задачі та цілі паралельної обробки даних. Принципи побудови паралельних структур обчислювальних систем. Способи розпаралелювання та організація обчислень у багатопроцесорних системах.

Тема 2. Приклади паралельних обчислювальних систем. Суперкомп'ютери. Кластери. Класифікація обчислювальних систем. Мультипроцесори. Мультикомп'ютери

Тема 3. Закон Амдала. Мережний закон Амдала. Класифікація багатопроцесорних систем. Класи багатопроцесорних систем. Технічна реалізація багатопроцесорних систем. Системи з масовим паралелізмом.

Тема 4. Моделювання паралельних алгоритмів. Алгоритм і його представлення. Форми запису алгоритму. Граф алгоритму. Топологічне сортування. Модель обчислень у вигляді графа «операції—операнди». Модель паралельного алгоритму. Показники ефективності паралельного алгоритму. Модель паралельного програмування. Розробка паралельних алгоритмів. Проектування комунікацій.

Тема 5. Паралельні чисельні алгоритми. Обчислення сум послідовності числових значень. Множення матриці на вектор. Матричне множення. Паралельні методи розв'язання СЛАР. Макроопераційний аналіз алгоритмів розв'язання задач. Організація паралелізму на основі розподілу даних.

Тема 6. Паралельні та мережні технології розв'язання задач лінійного програмування. Основи методу. Метод прямого перебору при розв'язанні задач лінійного програмування. Паралельний аналог «симплекс-методу». Паралельне розв'язання задачі цілочисельного лінійного програмування.

Тема 7. Кластерне програмування PVM. Історія та класичні моделі в PVM. Бібліотека PVM для мови C++. Компіляція, компонування C++/PVM-програм і її виконання. Вимоги до PVM-програм. Об'єднання динамічної C++-бібліотеки з PVM. Базові механізми PVM. Доступ до стандартного вхідного потоку (stdin) і стандартного вихідного потоку (stdout) з боку PVM-задач.

Тема 8. Технологія MPI. MPICH — основна реалізація MPI. Конфігурування й засоби запуску в MPICH. Налаштування проекту в середовищі MPICH.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб.	інд.	с.р.		л	п	лаб.	інд.	с.р.
Тема 1.	10	2		2		6	10	1				9
Тема 2.	10	2		4		4	10	1				9
Тема 3.	10	2		4		4	10	1		2		7
Тема 4.	12	2		4		6	12	1		2		9
Тема 5.	12	2		4		6	12	1		2		9
Тема 6.	12	2		4		6	12	1		2		9
Тема 7.	12	2		4		6	12	1		2		9
Тема 8.	12	2		6		4	12	1		2		9
Усього годин	90	16		32		42	90	8		12		70
<i>Іспит</i>	<i>30</i>					<i>30</i>	<i>30</i>					<i>30</i>
Усього годин	120	16		32		72	120	8		12		100

4. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість, год.
1	Способи розпаралелювання та організація обчислень.	2
2	Керування об'єктами у C#.	2
3	Багатопотокове програмування у .NET. Керування потоками у .NET	2
4	Паралельні алгоритми сортування. Бульбашкове сортування, сортування Шелла, швидке сортування.	4
5	Паралельне програмування роботи з матрицями. Множення матриці на вектор. Матричне множення.	4
6	Паралельна реалізація алгоритмів розв'язання СЛАР	2
7	Паралельне розв'язання задачі лінійного програмування. Паралельний аналог симплекс методу.	2
8	Розв'язання задач на графах (Дейкстра, Флойда, Пріма) паралельними методами.	4
9	Основи кластерного програмування. Використання технології MPI	2
10	Програмування на графічних процесорах за технологіями CUDA та OpenCL	2
11	Організація передачі/прийому повідомлень між окремими процесами засобами MPI. Колективні операції між процесами у MPI.	2
12	Зв'язок Grid і веб-технологій. Доступ до Grid засобами веб. Розроблення Grid-застосувань.	4

5. Теми винесені на самостійне вивчення:

№ з/п	Назва теми
1	Методи аналізу ефективності паралельних алгоритмів (порівняння прискорення, масштабованості, продуктивності).
2	Принципи та підходи до балансування навантаження у паралельних системах (методи статичного та динамічного розподілу задач).
3	Методи синхронізації та взаємодії потоків у паралельному програмуванні (семафори, м'ютекси, бар'єри).
4	Гетерогенні обчислювальні середовища: особливості роботи CPU, GPU та FPGA (організація взаємодії, ефективність).
5	Розподілені файлові системи та їх використання в паралельних обчисленнях (порівняння HDFS, Lustre, GlusterFS).
6	Комунікаційні моделі у паралельних та розподілених обчисленнях (MPI, OpenMP, потокові бібліотеки).
7	Алгоритми розподілу ресурсів у багатопроесорних системах (планування, доступ до пам'яті, кешування).
8	Методи візуалізації та профілювання паралельних програм (інструменти аналізу продуктивності).
9	Технології багатопотокового програмування у сучасних мовах (C++, Java, Python, Rust).
10	Методи зменшення впливу конфліктів доступу до пам'яті в паралельних обчисленнях (локальність даних, NUMA-архітектури).
11	Архітектури сучасних паралельних процесорів та їх особливості (SIMD, MIMD, VLIW, багатоядерні системи).
12	Віртуалізація та контейнеризація у розподілених обчисленнях (Docker, Kubernetes, OpenStack).

6. Індивідуальні завдання:

Тема(и) курсових робіт, завдання - .

7. Методи навчання:

1. Словесні методи (розповідь, пояснення, бесіда, лекція).

2. Наочні методи:

– ілюстрація (картинки, таблиці, моделі, муляжі, малюнки тощо);

– демонстрування: навчальне відео чи його фрагменти; інтерактивні презентації; експеримент, спостереження, досліди та аналіз результатів тощо.

3. Практичні методи: досліди, вправи, самостійна робота. Лабораторні та практичні роботи, розрахункові, реферати.

8. Очікувані результати навчання з дисципліни:

Очікуваними результатами навчання з дисципліни «Технології паралельних та розподілених обчислень» є:

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.

СК17. Здатність проектувати та реалізовувати програмне забезпечення для вирішення різноманітних прикладних задач інтелектуальної комп'ютеризації у сфері природокористування із використанням різних мов програмування, сучасних бібліотек крос-платформного програмування, проводити тестування на різних апаратних платформах, впроваджувати і підтримувати роботу інформаційних систем на сучасних платформах.

ПРН17. 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.

9 Методи контролю

- 1. Усне опитування** (фронтальне, індивідуальне детальний аналіз відповідей студентів).
 - 2. Письмова аудиторна та поза аудиторна перевірка** (розрахункові, вирішення задач і прикладів, виконання графічних матеріалів, схем, підготовка різних відповідей, рефератів, контрольні роботи тощо).
 - 3. Практична перевірка** (проведення різних вимірів, збір, систематизація та опрацювання складання, налагодження, розробка документації, виконання практичної роботи, аналіз виробничої інформації, рішення професійних завдань, ділові ігри і т.д.
 - 4. Стандартизований контроль** (тести, контрольна робота).
- Види контролю:* Поточний контроль, проміжна та семестрова атестація.

10. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота (разом 50 балів)				Підсумковий контроль	Сума
Модуль 1 (25 балів)		Модуль 2 (25 балів)		іспит	
Л1-Л5	СП	Л6-Л10	СП		
4 x 5 = 20	5	4 x 5 = 20	5	50	100

Л1, Л2 ... Л10 – лабораторні роботи; СП – співбесіда.

11. Методичне забезпечення

Навчально-методичні матеріали до семінарських, практичних і лабораторних занять; підручники і навчальні посібники; індивідуальні навчально-дослідні завдання; контрольні роботи; текстові та електронні варіанти тестів для поточного і підсумкового контролю, методичні матеріали для організації самостійної роботи студентів.

12. Рекомендована література

Основна

1. Аксак Н.Г. Паралельні та розподілені обчислення : підруч./ Н. Г. Аксак, О. Г. Руденко, А. М. Гуржій. – Х. :Компанія СМІТ, 2009. – 480с.
2. J. Sanders, E. Kandrot. CUDA by Example. An Introduction to General-Purpose GPU Programming. Addison-Wesley - Boston. July 2010.
3. R. Hochberg. Matrix Multiplication with CUDA. A basic introduction to the CUDA programming model. Cambridge University Press, August 11, 2012.
4. David B. Kirk, Wen-mei Hwu. Programming Massively Parallel Processors. A Hands-on Approach. - Published by Elsevier Inc. - 2010.

5. Andrew Tanenbaum. Distributed Systems: Principles and Paradigms. Pearson Education. 2007.

Допоміжна

1. Качко О.Г. Паралельне програмування. – Харків. нац. ун-т радіоелектроніки. – Харків : ХНУРЕ. – 403 с.
2. Жуков І., Корочкін О. Паралельні та розподілені обчислення – К. : Корнійчук, 2005. – 226 с.
3. Комплект методичних посібників виданих кафедрою, конспект лекцій.

13. Інформаційні ресурси

1. Бібліотечно-інформаційні ресурси – книжковий фонд, періодика та фонди на електронних носіях бібліотеки ЛНУП, державних органів науково-технічної інформації, наукових, науково-технічних бібліотек та інших наукових бібліотек України.
2. Кабінет Міністрів України / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.kmu.gov.ua/
3. Законодавство України / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.rada.kiev.ua/
4. Державний комітет статистики України / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>
5. Національна бібліотека ім. В.І. Вернадського / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.nbuv.gov.ua/>
6. Український інститут науково технічної інформації [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.uinteі.kiev.ua/viewpage.php?page_id=7