

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
УКРАЇНИ**

ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Кафедра комп'ютерних систем і мереж

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Декан факультету
інформаційних технологій

_____ проф. О.Г. Глазунова

“ ___ ” _____ 2018р.

НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ КОМПЛЕКС
з дисципліни

«ПАРАЛЕЛЬНІ ТА РОЗПОДІЛЕНІ ОБЧИСЛЕННЯ»

для підготовки фахівців напрямку
123 «Комп'ютерна інженерія»

КИЇВ-2018

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра комп'ютерних систем і мереж

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Декан факультету інформаційних технологій

_____ проф. О.Г. Глазунова

“ _____ ” _____ 2018 р.

РОЗГЛЯНУТО І СХВАЛЕНО

На засіданні кафедри комп'ютерних систем і
мереж

Протокол №__ від “__” _____ 2018р.

в.о. зав. кафедри _____ доц. Касаткін Д.Ю.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«ПАРАЛЕЛЬНІ ТА РОЗПОДІЛЕНІ ОБЧИСЛЕННЯ»

Напрямок підготовки 123 «Комп'ютерна інженерія»

Факультет _____
інформаційних технологій

Розробник: _____
к.т.н., доц. Смолій В.В.

Київ – 2018р.

1. Опис навчальної дисципліни

«Паралельні та розподілені обчислення»

Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень		
Галузь знань	0501 – Інформатика і обчислювальна техніка	
Напрямок підготовки	6.050102 – Комп'ютерна інженерія	
Спеціальність		
Освітньо-кваліфікаційний рівень	бакалавр	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Вибіркова	
Загальна кількість годин	120	
Кількість кредитів ECTS	4	
Кількість змістових модулів	3	
Курсовий проект (робота) (якщо є в робочому навчальному плані)		
Форма контролю	іспит	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форми навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки	3	3
Семестр	5	5
Лекційні заняття, год.	15	6
Практичні, семінарські заняття	–	–
Лабораторні заняття, год.	30	10
Самостійна робота, год.	75	110
Індивідуальні завдання	–	
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	3	

1. Мета та задача навчальної дисципліни

Мета: забезпечення сприяння формуванню знань щодо проектування та використання технічних засобів систем високопродуктивної обробки даних на основі принципів паралелізму, підготовки студентів в галузі проектування апаратних засобів та розробки програмного забезпечення систем паралельної обробки даних.

Задачі викладання дисципліни визначають необхідний комплекс знань і вмінь, що отримують студенти під час вивчення дисципліни.

В результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

– знати: тенденції розвитку науки та техніки в галузі створення паралельних систем обробки даних; призначення, класифікацію та структуру цих засобів; способи їх організації.

– вміти: виконувати проектування алгоритмів з паралельної обробки даних, оцінювати їх складність, вибирати та застосовувати інструментальні засоби та мови з паралельної обробки даних, працювати з технічною літературою, довідниками, стандартами, технічною документацією; користуватися сучасним математичним апаратом для розв'язання інженерних та наукових завдань з розробки паралельних систем.

Навчальна програма розрахована на студентів, які навчаються за освітньо-кваліфікаційною програмою підготовки бакалаврів за напрямом 6.050102 «Комп'ютерна інженерія».

Програма побудована за вимогами кредитно-модульної системи організації навчального процесу у вищих навчальних закладах і використанням академічної системи оцінювання досягнень студентів та шкали оцінок Європейської кредитно-трансферної системи (ECTS).

Навчальна програма є основним документом, що охоплює всі види навчальної роботи при вивченні курсу та розроблена на підставі наступних документів:

– освітньо-професійна програма підготовки фахівців за напрямом 6.050102 «Комп'ютерна інженерія»;

– навчальний план підготовки бакалаврів за напрямом 6.050102 «Комп'ютерна інженерія».

Навчальна програма характеризує шляхи перетворення інформації, що одержується студентом впродовж вивчання курсу, і відбиває зміст курсу, розподілення його на розділи та їх обсяги, дані про форми вивчення та контролю знань.

2. Програма та структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	всього	у тому числі					всього	у тому числі				
		лж	пр	лр	інд	с.р.		лж	пр	лр	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Змістовий модуль 1. Апаратні засоби паралельних систем												
Тема 1. Загальні поняття. Big Data та великі задачі. Принципи та рівні паралелізму. Апаратна, комунікаційна та програмна складові паралельних систем обробки даних. Основні співвідношення.	3	1				2	3	0,5				2
Тема 2. Структури апаратних засобів паралельної обробки даних. Класифікація паралельних систем. Методи та технології реалізації систем паралельної обробки даних.	3	1				2	12	0,5				7
Тема 3. Організація комунікаційної складової систем паралельної обробки даних. Методи оцінки витрат часу на комунікаційні операції.	12	2		4		6	12	1				7
Разом за змістовим модулем 1	18	4		4		10	18	2				16
Змістовий модуль 2. Алгоритмічне забезпечення паралельної обробки даних												
Тема 1. Методи подання паралельних алгоритмів. Ярусно-паралельна форма (ЯПФ). Оцінка алгоритмів по ЯПФ.	11	2		4		5	9	1		2		6

Тема 2. Реалізації типових алгоритмів з паралельної обробки даних. Алгоритми сортування, обробки даних у векторах, та матрицях, системах рівнянь.	12	2			10	14	1				13
Разом за змістовим модулем 2	23	4		4		15	23	2		2	19
Змістовий модуль 3. Програмні засоби паралельних систем.											
Тема 1. Технології MMX, 3-D Now, SSE.	24	2		12		10	14,5	0,5		4	10
Тема 2. Технологія Open MP	16	2		4		10	14,5	0,5		4	10
Тема 3. Технологія Open MPI.	39	3		6		30	50	1			49
Разом за змістовим модулем 3	79	7		22		50	79	2		8	50
Всього годин	120	15		30		75	120	6		14	120

3. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	Не передбачено робочим навчальним планом	

4. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	Не передбачено робочим навчальним планом	

5.

6. Теми лабораторних занять (заочна)

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Дослідження властивостей паралельних алгоритмів за ярусно-паралельною формою	2
2	Паралельна обробка даних за технологією MMX	4
3	Паралельна обробка даних за технологією OpenMP	4
	Всього	10

Теми лабораторних занять (денна)

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Дослідження впливу комунікаційної складової на час виконання паралельної задачі	4
2	Дослідження властивостей паралельних алгоритмів за ярусно-паралельною формою	4
3	Паралельна обробка даних за технологією MMX	4
4	Паралельна обробка даних за технологією 3D-Now	4
5	Паралельна обробка даних за технологією SSE	4
6	Паралельна обробка даних за технологією OpenMP	4
7	Паралельна обробка даних за технологією OpenMPI	6
	Всього	30

7. САМОСТІЙНА РОБОТА СТУДЕНТІВ

Самостійна робота студентів передбачає:

- систематичне відвідання усіх видів аудиторних занять і ведення конспекту лекцій;
- систематичне вивчення лекційного матеріалу і навчальної літератури, що рекомендуються;
- сумлінну підготовку до лабораторних занять;
- вчасне і якісне оформлення звітів про лабораторні роботи.

7. Контрольні питання, комплекти тестів для визначення рівня засвоєння знань студентами

7.1. Питання для перевірки знань студентів:

1. Дати основні визначення та навести приклад паралелізму на основі конвеєрної обробки.
2. Наведіть основні особливості та характеристики обчислення часткових сум паралельними методами з використанням каскадної схеми.
3. Методи оцінки продуктивності паралельних систем. Узагальнені характеристики.
4. Паралельні чисельні методи. Обчислення часткових сум і обчислення всіх часткових сум. Загальна ф-ла і характеристики.
5. Принципи побудови паралельних систем. Система класифікації багатопроцесорних систем.
6. Паралельні чисельні методи. Множення матриці на вектор. Загальна ф-ла і характеристики при кількості процесорів n^2 .
7. Принципи побудови паралельних систем. Рівні паралелізму.
8. Паралельні чисельні методи. Множення матриці на вектор. Загальна ф-ла і характеристики при кількості процесорів $< n$.
9. Методи логічного представлення топології мережі. Відображення кільця на гіперкуб.
10. Паралельні чисельні методи. Паралельне сортування.
11. Комунікаційна трудомісткість паралельних алгоритмів. Характеристики обміну між всіма процесорами в мережі в топології «решітка-тор».
12. Паралельні чисельні методи. Швидке паралельне сортування.
13. Комунікаційна трудомісткість паралельних алгоритмів. Характеристики обміну від одного процесора іншим в топології «гіперкуб».
14. Показники ефективності паралельного алгоритму.
15. Комунікаційна трудомісткість паралельних алгоритмів. Характеристики обміну від одного процесора іншим в топології «коло».
16. Модель операція — операнди.
17. Комунікаційна трудомісткість паралельних алгоритмів. Характеристики обміну між двома процесорами в топології «гіперкуб».
18. Поняття прискорення і ефективності.
19. Комунікаційна трудомісткість паралельних алгоритмів. Характеристики обміну між двома процесорами в топології «кільце».
20. Методи організації обміну даними в комунікаційних задачах.
21. Комунікаційна трудомісткість паралельних алгоритмів. Загальні положення і терміни.
22. Характеристики обміну між двома процесорами в топології «решітка-тор».
23. Визначення мінімального часу виконання завдання.

24. Комунікація трудомісткість паралельних алгоритмів. Характеристики обміну між двома процесорами в топології лінійка.
25. Оцінка максимально досяжного паралелізму. Перший закон Амдаля.
26. Комунікація трудомісткість паралельних алгоритмів. Характеристики обміну від одного процесора іншим в топології «рішетка-тор».
27. Паралельні чисельні методи. Паралельне сортування по алгоритму Шелла.
28. Комунікація трудомісткість паралельних алгоритмів. Характеристики обміну між всіма процесорами в мережі в топології кільце.
29. Паралельні чисельні методи. Паралельне сортування бульбашковим методом.
30. Комунікація трудомісткість паралельних алгоритмів. Характеристики обміну між всіма процесорами в мережі в топології гіперкуб.

7.2. Комплект тестів з дисципліни:

Гіпотеза Мінського полягає в тому, що

- продуктивність системи пропорційна двійковому логарифму від кількості обчислювальних елементів
- продуктивність системи пропорційна двійковому логарифму від вартості системи
- продуктивність системи пропорційна десятичному логарифму від кількості обчислювальних елементів
- продуктивність системи пропорційна двійковому логарифму від кількості транзисторів у системі

Продуктивність паралельної системи залежить від

- кількості та характеристик обчислювальних елементів
- виконуваного алгоритму
- кількості проміжних результатів

Класифікація Фліна повністю розкриває усі особливості організації обчислювальних систем. Чи є це твердження вірним?

- так

ні

До масивно-паралельних систем відносяться

- багатоядерні системи
- багатопроесорні системи
- конвеєрні системи
- кластерні системи
- "хмарні" системи

Прискорення обчислення задачі, відповідно до законів Амдала,

- росте пропорційно до кількості задіяних ресурсів
- росте пропорційно логарифму кількості задіяних ресурсів
- росте необмежено з ростом кількості задіяних ресурсів
- обмежено часткою послідовних обчислень виконуваного алгоритму

Продуктивність комп'ютерів росте пропорційно квадрату його вартості. Це закон

- Гроша
- Амдала
- Мінського
- Фон Неймана

Відповідно до закону Мура, продуктивність росте експоненціально

- та подвоюється кожні 24 (18) місяців.
- залежить від кількості транзисторів на кристалі
- росте за логарифмічною залежністю у часі

При використанні p обчислювальних пристроїв максимальне значення ефективності може досягати

0

- 1
- p
- нескінченність
- жодне з попередніх значень

Які режими виконання програм відносяться до організації паралельних обчислень?

- багатозадачний режим з розподіленням часу
- паралельне виконання
- розподілені обчислення
- однозадачний режим
- Threads-технологія

Чи може прискорення у паралельній обчислювальній системі бути більше ніж кількість обчислювальних елементів?

- так
- ні
- може у випадку "гіперпаралелізму"

Загальний час вирішення паралельної задачі обумовлений

- рівнем паралелізму задачі
- структурою комунікаційних зв'язків
- часом обчислення задачі на самому повільному пристрої
- часом обчислення задачі на обчислювальних пристроїв та часом передачі даних у системі

Найчастіше використовуваною фізичною топологією для реалізації паралельних систем є

- повний граф

- N-мірна решітка
- N-мірний гіперкуб
- кільце

Параметр, який відповідає кількості дуг, яку потрібно видалити щоб розділити мережу на дві частини називається

- діаметр
- зв'язність
- ширина бінарного ділення
- вартість

Параметр, який відповідає кількості дуг, яку потрібно видалити щоб розділити мережу на дві рівні частини називається

- діаметр
- зв'язність
- ширина бінарного ділення
- вартість

Діаметром мережі називають

- найдовший можливий шлях між двома вузлами
- найкоротший з найдовших шляхів у мережі між вузлами
- найдовший з найкоротших шляхів у мережі між вузлами
- найбільшу відстань між вузлами, яка визначається алгоритмом для вирішення задачі

Для реалізації каскадної схеми знаходження суми вектора найкраще використовувати топологію

- бінарне дерево
- решітка

- гіперкуб
- решітка-тор
- кільце

Прискорення обчислюється як

- кількість процесорів у паралельній системі
- відношення часу вирішення задачі у послідовній системі до часу її вирішення у паралельній системі
- кількості вузлів у ярусно-паралельній формі до її ширини

при використанні p процесорів максимальне значення прискорення може бути

- 0
- 1
- p
- $<p$
- $>p$

Найменший час обміну даними досягається у топології

- кільце
- решітка-тор
- гіперкуб
- повний граф
- N -мірна решітка

Якщо розпаралелювання може бути виконано на 10 пристроях для 95% коду, яким може бути максимальне значення прискорення (з точністю до 3-го знаку після коми)?

Відповідь

8. Методи навчання

Виконання лабораторних робіт з використанням наочних технічних засобів навчання у вигляді систем моделювання за допомогою інженерних пакетів, виконання індивідуальних навчально-дослідних завдань.

9. Форми контролю

Систематичний контроль за самостійною роботою студентів і якістю засвоєння ними поточного навчального матеріалу:

- на лабораторних роботах шляхом перевірки підготовки до виконання роботи;
- роботу над індивідуальними завданнями по лабораторним роботам; - вивчення літератури, що рекомендувалася, та конспекту лекцій; - оформлення звітів по лабораторним роботам.

Поточний контроль знань студентів проводиться:

- на лабораторних роботах оцінюється підготовка до роботи, обсяг її виконання, результати захисту звіту;
- на лекційних заняттях виконується вибіркове опитування студентів;

10. Розподіл балів, які отримують студенти.

Оцінювання студента відбувається згідно положення «Про екзамени та заліки у НУБіП України» від 20.02.2015р. протокол №6.

Оцінка національна	Оцінка ЄКТС	Визначення оцінки ЄКТС	Рейтинг студента, бали
Відмінно	A	ВІДМІННО – відмінне виконаннялише з незначною кількістю помилок	90 - 100
Добре	B	ДУЖЕ ДОБРЕ – вище середнього рівня з кількома помилками	82 -89
	C	ДОБРЕ – в загальному правильна робота з певною кількістю грубих помилок	74 -81
Задовільно	D	ЗАДОВІЛЬНО – непогано, але зі значною кількістю недоліків	64 - 73
	E	ДОСТАТНЬО – виконання задовольняє мінімальні критерії	60 - 63
Незадовільно	FX	НЕЗАДОВІЛЬНО – потрібно працювати перед тим, як отримати залік(позитивну оцінку)	35 - 59
	F	НЕЗАДОВІЛЬНО – необхідна серйозна подальша робота	01 - 34

11. Методичне забезпечення

1. Тексти лекцій у середовищі elearn.nubip.edu.ua
2. Методичні вказівки до виконання лабораторного практикуму.

12. Рекомендована література

основна:

1. Distributed and Cloud Computing From Parallel Processing to the Internet of Things Kai Hwang Geoffrey C. Fox Jack J. Dongarra/ Elsevier, Inc. 2012. 671с. ISBN: 978-0-12-385880-1
2. Nancy A. Lynch Distributed Algorithms/ Morgan Kaufmann Publishers, Inc. 1996. 899с. ISBN-13:978-1-55860-348-6 ISBN-10:1-55860-348-4

допоміжна:

1. Intel Architecture Optimization Manual. Order Number 242816-003, 1997 (24281603.pdf)
2. Intel Architecture Software Developer's Manual. Order Number 243192, 1999 (243192.pdf)
- 3.

Інформаційні ресурси

1. <http://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=1589>
2. <https://www.intel.com>
3. <https://www.amd.com>

13. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Апаратні засоби паралельних систем

Тема лекційного заняття 1. Загальні поняття.

Big Data та великі задачі. Принципи та рівні паралелізму. Апаратна, комунікаційна та програмна складові паралельних систем обробки даних. Закони Амдаля з визначення максимальної продуктивності.

Тема лекційного заняття 2. Структури апаратних засобів паралельної обробки даних.

Класифікація паралельних систем. Методи та технології реалізації систем паралельної обробки даних. Багато потокові, багатоядерні та мультипроцесорні системи, розподілені та хмарні системи.

Тема лекційного заняття 3. Організація комунікаційної складової паралельних систем.

Визначення фізичної та логічної топології. Топології комунікаційних систем. Характеристики топологій та їх зв'язок з показниками витрат часу на передачу даних. Методи організації обміну даними – обмін пакетами та повідомленнями. Основні співвідношення для визначення часу на комунікаційні витрати.

Змістовий модуль 2. Алгоритмічне забезпечення паралельної обробки даних

Тема лекційного заняття 1. Методи подання паралельних алгоритмів.

Представлення алгоритму у формі графу. Ярусно-паралельна форма (ЯПФ). Правила будови та оцінка алгоритмів за ЯПФ.

Тема лекційного заняття 2. Реалізації типових алгоритмів з паралельної обробки даних.

Типові задачі з паралельної обробки даних - алгоритми сортування, обчислення суми елементів вектора даних (каскадна та модифікована каскадна схеми), додавання та продукція векторів та матриць, обчислення лінійних та нелінійних систем рівнянь.

Змістовий модуль 3. Програмні засоби паралельних систем.

Тема лекційного заняття 1. Технології MMX, 3-D Now, SSE.

Апаратні реалізації багато потокової обробки даних. Структури конвеєров, та архітектура систем MMX, 3-D Now, SSE.

Тема лекційного заняття 2. Технологія Open MP.

Особливості використання та правила будови основних паралельних конструкцій. Оператори та їх параметри.

Тема лекційного заняття 3. Технологія Open MPI.

Модель виконання програми «Одна програма багато потоків даних». Особливості реалізації технології Open MPI, визначення комунікатора, повідомлення, топології, групової операції. Основні групи інструкцій, правила будови програми.

14. Структурно-логічна схема викладання дисципліни

Номер змістового модуля	Розділ дисципліни	Теми лекцій	Тема практичного (лабораторного) заняття	Форма контролю знань
1	Апаратні засоби паралельних систем	1. Загальні поняття Структури апаратних засобів паралельної обробки даних.		
		2. Організація комунікаційної складової систем паралельної обробки даних.	Л.Р.№1. Дослідження впливу комунікаційної складової на час виконання паралельної задачі	Захист звітів з л.р.
2	Алгоритмічне забезпечення паралельної обробки даних	3. Методи подання паралельних алгоритмів.	Л.Р. №2. Дослідження властивостей паралельних алгоритмів за ярусно-паралельною формою	Захист звітів з л.р.
		4. Реалізації типових алгоритмів з паралельної обробки даних.		
3	Програмні засоби паралельних систем	5. Технології MMX, 3-D Now, SSE.	Л.Р. №3. Паралельна обробка даних за технологією MMX Л.Р. №4. Паралельна обробка даних за технологією 3D-Now Л.Р. №5. Паралельна обробка даних за технологією SSE	Захист звітів з л.р.
		6. Технологія Open MP	Л.Р. №6. Паралельна обробка даних за технологією OpenMP	Захист звітів з л.р.
		7,8. Технологія Open MPI.	Л.Р. №7. Паралельна обробка даних за технологією OpenMPI	Захист звітів з л.р.