

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

**ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК ТА КІБЕРНЕТИКИ
КАФЕДРА МАТЕМАТИЧНОЇ ІНФОРМАТИКИ**



**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
РОЗПОДІЛЕНЕ ТА ПАРАЛЕЛЬНЕ
ПРОГРАМУВАННЯ**

для студентів
галузь знань 12 «Інформаційні технології»
спеціальність 121 «Комп'ютерні науки»
освітній рівень бакалавр
освітня програма «Інформатика»
вид дисципліни обов'язкова

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2021/2022
Семестр	6
Кількість кредитів ECTS	3
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	залік

Викладачі: к.ф.-м.н., доцент Деревянченко О.В. (лекції, лабораторні заняття).

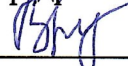
Пролонговано: на 20 /20 н.р. () « » 20 р.
на 20 /20 н.р. () « » 20 р.

КИЇВ – 2021

Розробник: Деревянченко Олександр Валерійович, кандидат фіз.-мат. наук, доцент
кафедри математичної інформатики
Робоча програма дисципліни «РОЗПОДІЛЕНЕ ТА ПАРАЛЕЛЬНЕ ПРОГРАМУВАННЯ»
затверджена на засіданні кафедри математичної інформатики

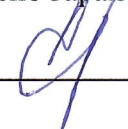
ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри «Математичної інформатики»

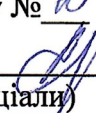
 Василь ТЕРЕЩЕНКО

Протокол № 10 від «27» 07
2021 р.

Схвалено гарантом освітньо-професійної програми «Інформатика»

 Людмила ОМЕЛЬЧУК «6» травня 2021 року

Схвалено науково-методичною комісією факультету комп'ютерних наук та кібернетики

Протокол від «6» травня 2021 року № 10
Голова науково-методичної комісії  Людмила ОМЕЛЬЧУК
(підпис) (прізвище та ініціали)

1. Мета дисципліни «РОЗПОДІЛЕНЕ ТА ПАРАЛЕЛЬНЕ ПРОГРАМУВАННЯ» є важливою дисципліною в сенсі набуття теоретичних та практичних знань в одній з найактуальніших на сьогодні галузей інформаційних технологій, що стосується програмування складних за обсягом обчислень задач з застосуванням багатоядерних комп'ютерів та розподілених середовищ (комп'ютерні мережі, хмари, кластери і т.п.).

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

1. *Успішне опанування курсів «Системне програмування», «Програмування» та «Основи об'єктно-орієнтованого програмування», «Інструментальні середовища та технології програмування», «Архітектура обчислювальних систем та комп'ютерні мережі».*

Знати теоретичні основи теорії алгоритмів та математичної логіки.

2. *Володіння технологіями програмування, основні відомості з програмування на мовах C++ та JAVA.*

3. Анотація навчальної дисципліни:

Навчальна дисципліна «РОЗПОДІЛЕНЕ ТА ПАРАЛЕЛЬНЕ ПРОГРАМУВАННЯ» є складовою освітньо-професійної програми підготовки фахівців за освітньо-кваліфікаційним рівнем «бакалавр» галузі знань 12 «Інформаційні технології» спеціальності 122 «Комп'ютерні науки та інформаційні технології». Метою і завданням навчальної дисципліни є ознайомлення з одним із основних науково-технологічних напрямків у галузі комп'ютерних технологій та оволодіння технологіями паралельної та розподіленої обробки великих об'ємів даних.

Викладається у 6 семестрі в **обсязі – 90 годин.**

(3 кредитів ECTS) зокрема: *лекції – 28 год., консультації – 2 год., самостійна робота – 60 год.* Завершується дисципліна **заліком в 6 семестрі.**

4. Завдання (навчальні цілі):

набуття знань, умінь та навичок (компетентностей) на рівні новітніх досягнень у програмуванні та обробці великих об'ємів даних, відповідно освітньої кваліфікації «Бакалавр інженерії програмного забезпечення». Зокрема, розвивати:

- здатність до математичного та логічного мислення;
- здатність обґрунтовування вибору методів і підходів для розв'язування теоретичних і прикладних задач у галузі комп'ютерних наук, аналізу та інтерпретування;
- здатність реалізовувати високопродуктивні обчислення на основі хмарних сервісів і технологій, паралельних і розподілених обчислень при розробці й експлуатації розподілених систем паралельної обробки інформації. (СК16).

5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
РН1.1	Знати архітектури систем паралельних обчислень та парадигми паралельного програмування.	<i>Лекція, самостійна робота</i>	<i>Контрольна робота, 60% правильних відповідей</i>	10%
РН1.2	Знати концепція керуючого простору та алгоритмічного модулю та ПАРКС-технології програмування.	<i>Лекція, самостійна робота</i>	<i>Контрольна робота, 60% правильних відповідей</i>	10%
РН1.3	Знати засоби, методи та технології паралельного програмування, а само: MPI, OpenMP та ПАРКС.	<i>Лекція, самостійна робота</i>	<i>Контрольна робота, 60% правильних відповідей, захист лабораторної роботи</i>	20%
РН2.1	Вміти оцінювати і вибирати необхідні методи та технології паралельного програмування для вирішення поставленої задачі	<i>Лабораторне заняття, самостійна робота</i>	<i>Захист лабораторної роботи</i>	45%
РН3.1	Обґрунтовувати власний погляд на задачу, спілкуватися з колегами з питань проектування та розробки програм, скласти письмові звіти	<i>Лабораторне заняття, самостійна робота</i>	<i>Захист лабораторної роботи</i>	10%
РН4.1	Відповідально ставитися до виконуваних робіт, нести відповідальність за їх якість	<i>Лабораторна робота, самостійна робота</i>	<i>Захист лабораторної роботи</i>	5%

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни	РН 1.1	РН 1.2	РН 1.3	РН 2.1	РН 3.1	РН 4.1
Програмні результати навчання						
<i>(з опису освітньої програми)</i>						
ПРН16. 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.	+	+	+	+	+	+

7. Схема формування оцінки.

7.1. Форми оцінювання студентів:

- семестрове оцінювання:

1. Контрольна робота 1: РН1.1 – 10 балів/6 бали;
2. Контрольна робота 2: РН1.2, РН1.3 – 30 балів/18 балів;
3. Виконання самостійної та лабораторної роботи 1: РН1.3, РН2.1, РН3.1, РН4.1 – 30 балів/18 балів;
4. Виконання свмостійної та лабораторної роботи 2: РН1.3, РН2.1, РН3.1, РН4.1 – 30 балів/18 балів.

7.2. Організація оцінювання:

Обов'язковим для заліку є виконання усіх контрольних робіт та лабораторної роботи до вказаної викладачем дати, перед початком екзаменаційної сесії, згідно навчального плану. Переписування чи перескладання тем не практикується. Дозволяється здача окремих завдань тем у проміжках між написанням контрольних робіт (наприклад, перша тема здається до здачі наступної контрольної роботи у будь-який зручний для викладача та студента час).

Терміни проведення форм оцінювання:

1. Виконання завдань, винесених на самостійну роботу: протягом семестру;
2. Контрольна робота 1: до 3 тижня семестру;
3. Контрольна робота 2: до 13 тижня семестру;
4. Виконання лабораторної роботи 1: до 7 тижня семестру.;
5. Виконання лабораторної роботи 2: до 11 тижня семестру.

У разі неякісного виконання лабораторної роботи, викладач має право не зарахувати лабораторну роботу, або знизити за неї бали.

Студент має право здавати лабораторну роботу та доповідь після закінчення визначеного для них терміну, але з втратою одного балу за кожен тиждень, який пройшов з моменту закінчення терміну її здачі.

У випадку відсутності студента з поважних причин відпрацювання та перездачі контрольних робіт здійснюються у відповідності до „Положення про організацію освітнього процесу у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка”.

При визначені оцінки визначальною є робота в семестрі.

Протягом семестру кожен студент повинен виконати лабораторні роботи та звіт за ними. Всі роботи мають однакову складність і відрізняються лише предметною областю, яку студент обирає на власний смак і узгоджує з викладачем. На кожного студента дві лабораторні роботи. Сумарна оцінка за практичний модуль складає $30 \cdot 2 = 60$ балів.

Практичний модуль

Вимоги до лабораторних робіт:

Завдання

Обирається з класу задач, що потребує паралельної та розподіленої обробки. Студент обирає предметну область на власний смак і узгоджує з викладачем.

Дані

1) Всі дані повинні вводитись з попередньо згенерованого файлу, необхідно мати декілька наборів даних(файлів) для тестування.

Реалізація та Тестування

Для реалізації поставленої задачі обирається Завдання, яке спочатку треба реалізувати «послідовно» за допомогою одної з мов програмування C++, Java та ін., а потім із

застосуванням технологій програмування: MPI (Лабораторна робота 1) та OpenMP (Лабораторна робота 2).

Тестування треба робити для різних Даних та різної кількості ядер (воркерів).

Звіт

Роздруковувати не потрібно інформацію записуємо на Google Диск Вашої групи в персональну папку.

В звіті мають бути наступні розділи:

Опис завдання – алгоритм, що реалізує поставлену задачу.

Посилання на реалізацію(код) – репозиторій <https://github.com/> або інший з відкритим доступом.

Вимоги до користувача – опис засобів запуску та результати тестування програми: заносимо у відповідну таблицю.

У *Висновках* потрібно порівняти різні підходи до реалізації Вашої Задачі в Лабораторній роботі 1 та 2.

Робота здається в робочому стані, всі складові мають нормально працювати; окрім цього, викладач буде пропонувати провести тестування та перевіряти розуміння аспектів реалізації(щодо технології, яка використовується) та алгоритму поставленого Завдання.

7.3. Шкала відповідності

Відмінно / Excellent	90-100
Добре / Good	75-89
Задовільно / Satisfactory	60-74
Незадовільно / Fail	0-59

8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекцій і лабораторних занять

№ лекції	Назва лекції	Кількість годин		
		Лекції	Лабор. заняття	Самост. робота
Частина I. Теоретичні аспекти паралельного програмування				
1	ТЕМА 1. Вступна частина. Поява та розвиток паралельних обчислювальних систем. Архітектури систем паралельних обчислень.	2		4
2	ТЕМА 2. Парадигми паралельного програмування.	2		4
Контрольна робота 1		1		
Частина II. Програмування на кластері (MPI)				
3	ТЕМА 3. Передача та приймання повідомлень між процесами. Групи та комунікатори.	2		4
4	ТЕМА 4. Віртуальні топології та передача даних.	2		4
5	ТЕМА 5. Застосування кластерів для обчислення паралельних програм за технологією MPI.	2		4
6	ТЕМА 6. Засоби покращення якості паралельних програм з застосування технології MPI.	2		8
Лабораторна робота 2		1		
Частина III. Програмування на багатоядерних комп'ютерних системах (OpenMP)				
7	ТЕМА 7. Директиви, Runtime-процедури та змінні середовища. Специфікації OpenMP для мови C++.	2		4
8	ТЕМА 8. Розробка паралельних програм із застосуванням OpenMP. Засоби покращення якості паралельних програм з застосування технології OpenMP.	2		8
Лабораторна робота 3		1		
Частина IV. PARCS-технологія програмування				
9	ТЕМА 9. Концепція керуючого простору та алгоритмічного модулю. PARCS-технологія програмування.	2		4
10	ТЕМА 10. Розподіл ресурсів та алгоритми диспетчеризації. Робота з системою PARCS-JAVA на комп'ютерній мережі.	2		8
11	ТЕМА 11. Огляд засобів PARCS для обчислень на Cloud та GPU.	2		4
12	ТЕМА 12. Порівняння різних підходів паралельного програмування.	2		4
Контрольна робота 2		1		
ВСЬОГО		28		60

Загальний обсяг 90 годин, в тому числі:

Лекцій – 28 год.

Консультації – 2 год.

Самостійна робота – 60 год.

9. Рекомендовані джерела:

Основні:

1. Воеводин В.В., Воеводин Вл.В. Параллельные вычисления // БХВ, Петербург, 2002, 608 с.
2. Системы параллельной обработки. // Под ред. Д. Ивенса. М., Мир, 1985, 416 с.
3. Технології параллельного програмування - [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://parallel.ru/tech/>
4. Глушков В.М., Анисимов А.В. Управляющие пространства в асинхронных параллельных вычислениях. // Кибернетика, 1980, №5, С.1-9.
5. Анисимов А.В., Деревянченко А.В. Система ПАРУС-JAVA для параллельных вычислений на компьютерных сетях // Кибернетика и системный анализ, 2005, №1, С.25-36.
6. Деревянченко О.В. Моделирование параллельных программ за допомогою системи ПАРКС-JAVA // Наукові записки НаУКМА, Комп'ютерні науки. 2005, Т.36., С.32-38.
7. В. Eckel, Thinking in Java // Prentice Hall, 1999, 859 p.
8. Белицкий Р.И., Логинов В.П. Выбор алгоритма диспетчеризации для мультипроцессорной системы с общей шиной // Управляющие системы и машины, 1991, №1, С. 9–13.
9. Деревянченко А.В. Алгоритм оптимизации распределения заданий для решения параллельных задач в неоднородной мультипроцессорной системе // Материалы VI международного научно-практического семинара. 2006, Т.1, С.175-180.
10. Технологія MPI - [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.mpi-forum.org/>
11. Технологія OpenMP - [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.openmp.org/>
12. Деревянченко О.В. ПАРКС-JAVA система для параллельних обчислень на комп'ютерних мережах // Навчальний посібник, Київ, 2011 р., 60 с. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.csc.knu.ua/en/library/books/derevianchenko-35.pdf>

Додаткові:

1. S. Akhter, J. Roberts. Multi-Core Programming. — Intel Press, 344p.
2. Richard Gerber, Aart J.C. Bik, Kevin B. Smith, and Xinmin Tian The Software Optimization Cookbook, Second Edition — Intel Press, 404p.
3. С.А. Немнюгин Методические материалы по курсу "Средства программирования для многопроцессорных вычислительных систем"- [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://www.phys.spb.ru/content/File/Library/studentlectures/Nemnugin/Metod_Nemnugin_Intel.pdf
4. Ахо А., Хопкрофт Дж., Ульман Дж. Построение и анализ вычислительных алгоритмов. М., Мир, 1979.
5. Кормен Т., Лейзерсон Ч., Ривест Р. Алгоритмы: построение и анализ. М., МЦНМО, 2000., 960 с.