

Міністерство освіти і науки України
Миколаївський національний аграрний університет
Факультет менеджменту
Кафедра економічної кібернетики, комп'ютерних наук та інформаційних
технологій



ТЕХНОЛОГІЇ РОЗПОДІЛЕНИХ СИСТЕМ ТА ПАРАЛЕЛЬНИХ ОБЧИСЛЕНЬ

методичні рекомендації для написання курсової роботи здобувачів першого
(бакалаврського) рівня вищої освіти
ОПП «Комп'ютерні науки» спеціальності 122 «Комп'ютерні
науки» денної форми здобуття вищої освіти

Миколаїв

2024

Друкується за рішенням науково-методичної комісії факультету менеджменту Миколаївського національного аграрного університету від 27 березня 2024 року, протокол № 8.

Укладачі:

- О. О. Жебко асистент кафедри економічної кібернетики, комп'ютерних наук та інформаційних технологій Миколаївського національного аграрного університету
- О. Ю. Пархоменко канд. фіз.-мат. наук, доцент кафедри економічної кібернетики, комп'ютерних наук та інформаційних технологій Миколаївського національного аграрного університету
- П. М. Полянський канд. екон. наук, доцент кафедри загальнотехнічних дисциплін Миколаївського національного аграрного університету
- П. О. Мальченко асистент кафедри економічної кібернетики, комп'ютерних наук та інформаційних технологій Миколаївського національного аграрного університету
- Є. С. Кузнецов асистент кафедри економічної кібернетики, комп'ютерних наук та інформаційних технологій Миколаївського національного аграрного університету

Рецензенти:

- С. К. Рамазанов д-р техн. наук, д-р екон. наук, професор, професор кафедри інформаційних систем в економіці Київського національного економічного університету імені Вадима Гетьмана
- Є. Ю. Борчик канд. фіз.-мат. наук, доцент кафедри вищої та прикладної математики Миколаївського національного аграрного університету

ВСТУП

Курсова робота є одним з видів самостійної роботи студента, яка направлена на засвоєння навичок з наукової діяльності здобувача вищої освіти та є етапом отримання вищої освіти кваліфікаційного рівня бакалавр.

Сьогодні неможливо уявити ефективну організацію праці без застосування комп'ютерів у галузях, де виникає необхідність в обробці великих обсягів інформації (планування та управління виробництвом, проектування і розробка складних технічних пристроїв, видавнича діяльність, освіта тощо). Реалізація таких задач відбувається за допомогою розподілених систем та паралельних обчислень. Сутність паралельних обчислень полягає в тому, що великі задачі можна розділити на кілька менших, кожен з яких можна розв'язати незалежно від інших.

Розподілені системи є окремим випадком паралельних обчислень, для реалізації яких необхідно сегментувати задачі, тобто розділити на підзадачі, які можуть обчислюватися паралельно та врахувати можливу відмінність в обчислювальних ресурсах, які будуть доступні для розрахунку різних підзадач.

В методичних рекомендаціях та вказівках до виконання курсової роботи бакалавру з дисципліни «Технології розподілених систем та паралельних обчислень» викладені вимоги до проведення наукового дослідження в курсовій роботі, вимоги до тематики, змісту та обсягу та оформлення та захисту курсової роботи. Структура, зміст тематика наукових досліджень, які наведені у методичних рекомендаціях, призначені для виконання курсової роботи студентами спеціальності 122 «Комп'ютерні науки».

1. Завдання курсової роботи

Основне завдання курсової роботи з дисципліни «Технології розподілених систем та паралельних обчислень» – закласти розуміння

проблематики організації паралельних і розподілених обчислень, статичного розпаралелювання, заснованого на розумінні інформаційної структури програм, математичних моделей, методів, технологій розподілених і паралельних обчислень для багатопроцесорних систем у достатньому обсязі для успішного початку робіт у цій галузі. Формування у здобувачів вищої освіти теоретичних знань про методи програмування для паралельних комп'ютерів, організацію обчислень у багатопроцесорних системах, практичні вміння розробляти математичні моделі паралельних алгоритмів, аналізувати, оптимізувати, розробляти програми, використовуючи сучасні мови програмування такі, як : C++, C#, Java, Python.

Курсова робота передбачає:

- проведення аналізу існуючого стану задачі дослідження в рамках курсової роботи, виявлення аналогічних систем, дослідження їх переваг та недоліків, постановку задачі;

- дослідження існуючих технологій розподілених і паралельних обчислень та методів для вирішення поставленої задачі, обґрунтування вибору;

- реалізація обраного методу чи технології для вирішення поставленої задачі, дослідження впливу параметрів на результат, аналіз отриманих результатів на достовірність.

Мета курсової роботи корелює з основною метою дисципліни «Технології розподілених систем та паралельних обчислень» та закладає у здобувачів вищої освіти розуміння проблематики організації паралельних і розподілених обчислень, статичного розпаралелювання, заснованого на розумінні інформаційної структури програм, математичних моделей, методів, технологій розподілених і паралельних обчислень для багатопроцесорних систем у достатньому обсязі для успішного початку робіт у цій галузі.

У процесі виконання курсової роботи студенти закріплюють вміння та навички користування літературою, проведення аналізу і дослідження існуючих методів і підходів паралельного програмування та створення

розподільчих систем для розв'язання поставленої задачі, оформлювати отримані результати за заданою структурою та змістом, які відповідають вимогам до написання курсової роботи.

Основні завдання написання курсової роботи:

1. Ознайомитися з вимогами щодо підготовки та оформлення курсової роботи.
2. Опрацювати основні джерела інформації по темі курсової роботи.
3. Обґрунтовувати актуальність та практичне значення теми курсової роботи.
4. Набути знань та умінь щодо використання і реалізації технологій розподілених систем та паралельних обчислень для вирішення поставленої задачі.
5. Набути умінь щодо самостійного аналізу існуючих методів паралельних обчислень з використанням: сучасних інформаційних систем та технологій, спеціалізованих програмних пакетів, середовищ розроблення застосунків, програмних засобів обробки даних, мобільних технологій.
6. Набути знань та умінь щодо обґрунтування та пояснення основних результатів, які доводять актуальність задачі курсової роботи.
7. Ознайомитися з вимогами до підготовки та процедури захисту курсової роботи.

Процес виконання курсової роботи студентом з дисципліни «Технології розподілених систем та паралельних обчислень» формує у студента наступні компетентності:

– *загальні компетентності:*

- ЗК 1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- ЗК 2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК 8. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

– *фахові компетентності:*

ФК 8. Здатність проектувати та розробляти програмне забезпечення із застосуванням різних парадигм програмування: узагальненого, об'єктно-

орієнтованого, функціонального, логічного, з відповідними моделями, методами й алгоритмами обчислень, структурами даних і механізмами управління.

ФК 12. Здатність забезпечити організацію обчислювальних процесів в інформаційних системах різного призначення з урахуванням архітектури, конфігурування, показників результативності функціонування операційних систем і системного програмного забезпечення.

ФК 16. 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:*

ПРН 1. 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.

ПРН 5. 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.

ПРН 9. Розробляти програмні моделі предметних середовищ, вибирати парадигму програмування з позицій зручності та якості застосування для реалізації методів та алгоритмів розв'язання задач в галузі комп'ютерних наук.

ПРН 16. 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.

За результатами вивчення навчальної дисципліни та виконання курсової роботи здобувачі вищої освіти повинні знати: основні терміни та

поняття, математичний апарат, моделі паралельних і розподілених обчислень; теоретичні засади організації паралельних і розподілених обчислювальних процесів, розпаралелювання алгоритмів, перетворення послідовних програм на паралельні; проблематику організації паралельних і розподілених обчислень; уміти: використовувати концепції паралельної обробки інформації; оцінювати складові ефективності алгоритмів функціонування комп'ютеризованих систем; використовувати розподілену парадигму проектування програмного забезпечення; знаходити паралелізм і розподіляти операції та дані алгоритму між процесорами; установлювати порядок виконання операцій та обміну даними; використовувати інструментальні засоби для організації паралельних і розподілених обчислювальних процесів.

Загальна інформація для студентів, які виконують курсову роботу з дисципліни «Технології розподілених систем та паралельних обчислень».

Курсова робота передбачає розробку паралельної програми для математичних обрахунків, використовуючи засіб для організації міжпоточної взаємодії (самостійно обраний студентом) для керування процесами доступу до загальних ресурсів (у загальній пам'яті). Перелік засобів для організації міжпоточної взаємодії: монітор задач, засувки (блокуючі черги), семафори, обмінники, портфель задач, граф «операції-операнди», бар'єрна синхронізація, блокуючі черги або програмування у функціональному стилі (методом Монте-Карло).

Основна частина курсової роботи складається з теоретичної та практичної, де розкривається зміст дослідження. Зокрема, у першій частині (теоретичній) здобувач вищої освіти досліджує та розкриває два теоретичні питання згідно з варіантом. Перелік питань зазначено в таблиці 1, але студент може запропонувати власну тему, якщо вона відповідає напряму курсової роботи.

Таблиця 1

Перелік теоретичних питань

Номер варіанту	Питання
1	1. Швидкодія та архітектури процесора 2. Загальне визначення монітору при організації міжпоточної взаємодії
2	1. Багатопроцесорні системи 2. Дисципліни сигналізації: оператор signal
3	1. Архітектури пам'яті в багатопроцесорних системах 2. Загальне визначення засувки при організації міжпоточної взаємодії
4	1. Планування в багатопроцесорних системах 2. Нерекурсивна версія засувки
5	1. Принципи розробки паралельних алгоритмів 2. Рекурсивна версія засувки
6	1. Принципи розробки паралельних алгоритмів 2. Загальне визначення семафорів при організації міжпоточної взаємодії
7	1. Сучасні багатоядерні процесори та паралельне програмування 2. Простий семафор
8	1. Мови програмування високого рівня з вбудованими засобами розробки паралельних програм 2. Використання семафорів для сигналізації
9	1. Сутність, основні цілі паралельної обробки інформації. 2. Рахуючий семафор
10	1. Різновиди паралельної обробки даних 2. Обмежуючий семафор
11	1. Основні способи досягнення паралелізму. Дві парадигми паралельного програмування

	2. Принцип синхронізації робочих процесів за часом
12	1. Основні моделі паралельного програмування. Рівні розпаралелювання 2. Алгоритми розподілених систем: централізований алгоритм
13	1. Методи оцінювання продуктивності паралельних алгоритмів і систем 2. Розподілений алгоритм та алгоритм Token Ring
14	1. Ефективність паралельних програм. Закон Амдала 2. Обмін даними між потоками. Клас Exchanger та метод exchange. Процес відправник та процес-отримувач
15	1. Характеристика етапів розробки паралельного алгоритму 2. Парадигма портфелю задач: принципи взаємодії та синхронізації процесів при використанні портфеля задач
16	1. Потік, потік команд, потік даних. Пояснити сутність 2. Модель обчислень у вигляді графа «операції-операнди»
17	1. Прості та розширені мережі Петрі. Синхронізація процесів у мережі Петрі. Приклади реалізації мереж Петрі. 2. Ациклічний орієнтований граф
18	1. Послідовні обчислення 2. ExecutorService та метод execute
19	1. Паралельні обчислення 2. Засіб синхронізації бар'єр або точка синхронізації. Принципи взаємодії та синхронізації при використанні бар'єрної синхронізації.
20	1. Засоби для здійснення паралельних обчислень 2. Блокуюча черга, як дієвий механізм синхронізації процесів. Відмінності між блокуючою та неблокуючою чергами.
21	1. Паралельні комп'ютери 2. Види черг: ArrayBlockingQueue, LinkedBlockingQueue,

	SynchronousQueue.
22	<ol style="list-style-type: none"> 1. Актуальність та перспективи використання паралельних обчислень 2. Принципи взаємодії та часової синхронізації процесів під час використання класу CountdownLatch
23	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сфери застосування паралельних обчислень та рівні розпаралелювання 2. Метод прямокутників та метод трапецій при реалізації ітеративного обрахунку визначеного інтегралу
24	<ol style="list-style-type: none"> 1. Способи обробки даних в обчислювальних системах 2. Методика програмування у функціональному стилі програмування
25	<ol style="list-style-type: none"> 1. Послідовна обробка даних 2. Генерація, фільтрація та підрахунок даних
26	<ol style="list-style-type: none"> 1. Конвеєрна обробка даних 2. Пакет java.util.stream. Функціональні потоки
27	<ol style="list-style-type: none"> 1. Характеристики систем функціональних пристроїв 2. Синхронізація потоків. Оператор synchronized
28	<ol style="list-style-type: none"> 1. Класифікація паралельних обчислювальних систем 2. Завершення та переривання потоку. Методи interrupt та isInterrupted(). Обробка виключення InterruptedException
29	<ol style="list-style-type: none"> 1. Внутрішній паралелізм. Паралелізм у алгоритмі множення матриць. 2. Клас Thread. Створення, виконання потоків. Завершення за допомогою методу sleep()
30	<ol style="list-style-type: none"> 1. Внутрішній паралелізм. Паралелізм у алгоритмі розв'язування системи лінійних алгебраїчних рівнянь 2. Вирішення обчислювальних задач методом Монте-Карло

Друга (практична) частина містить опис виконаного дослідницького завдання та розробку паралельної програми наведеної структури для

матричних обрахунків для керування процесами доступу до загальних ресурсів (у загальній пам'яті). Ця програма повинна забезпечувати ввід даних відповідними процесами (пристроями вводу/виводу), їх розподіл на незалежні фрагменти, організацію та запуск паралельних обчислювальних процесів, збирання результатів обчислень та формування і виведення результатів. Перелік вхідних даних для практичної реалізації курсової роботи зазначено в таблиці 2.

Таблиця 2

Вхідні дані для програмної розробки застосунку

Варіант	Дія	Опис даних	Пристрій вводу/ виводу			
			1	2	3	4
1	$A = B * MC$	A, B - вектори, MC - матриця.	A	B	MC	
2	$A = (B + Z) * MX$	A, B, Z - вектори, MX - матриця.	A	B, Z	MX	
3	$MA = a * (MB + MC)$	MA, MB, MC - матриці, a - константа.	MB	MA	MC	a
4	$MA = MB * MC - a * MX$	MA, MB, MC, MX - матриці, a - константа.	MA, a	MC		MB, MX
5	$a = \max(B * MZ)$	B - вектор, MZ - матриця, a - число.	a	B	MZ	
6	$a = \min(E * (MT - MZ))$	E - вектор, MT, MZ - матриці, a - число.	a	E	MT	MZ
7	$A = B * (MX + MY)$	A, B - вектори, MX, MY - матриці.	MY	MX	A	B
8	$MA = MB * (MZ - MO)$	MA, MB, MO, MZ - матриці.	MA	MB	MO	MZ

9	$a = (B * (C + Z))$	B, C, Z - вектори, a - число.	a	B	C	Z
10	$MA = a * MO * (MB - MZ)$	MA, MB, MZ, MO - матриці, a - константа.	MA, a	MB	MZ	MO
11	$A = (B + C) * (MX - MY)$	A, B, C - вектори, MX, MY - матриці.	A, C	B	MX	MY
12	$A = (B - C + D) * MO$	A, B, C, D - вектори, MO - матриця.	C	B, D	A	MO
13	$MX = MY * (MR - a * MT)$	MX, MY, MR, MT - матриці, a - константа.	a, MY	MR	MT	MX
14	$Z = B * MO - a * R$	B, R, Z - вектори, MO - матриця, a - константа.	R, Z	a	MO	B
15	$MA = MB * (MZ - ME * MT)$	MA, MB, ME, MT, MZ - матриці.	MA, MZ	MB	ME	MT
16	$a = \max(MB - a * MZ)$	a - число, MB, MZ - матриці, a - константа.	a	MB	a	MZ
17	$a = \min(a * MO + MT)$	a - число, MO, MT - матриці, a - константа.	a	a	MO	MT
18	$a = a * \min(MT * ME)$	a - число, MT, ME - матриці, a - константа.	a	a	MT, ME	
19	$a = \max(B * MT + C)$	a - число, B - вектор, MT - матриця, C - вектор.	a	MT, C		B

20	$MA = (MB * MZ) + a * MR$	МА, МВ, МZ, МR - матриці, а - константа.	МА, МВ	a	MZ	MR
21	$MA = a * (MB * MZ) - MR$	МА, МВ, МZ, МR - матриці, а - константа.	МА, a	MZ	МВ	MR
22	$MA = a * (MB + MZ * MO)$	МА, МВ, МZ, МO - матриці, а - константа.	MZ, a	МА	МО	МВ
23	$MA = a * MX + MZ * MO$	МА, МХ, МZ, МO - матриці, а - константа.	МА	a, МХ	MZ	МО
24	$MA = a * MB + b * MC + g * MD$	МА, МВ, МС, МD - матриці, а, b, g - константи.	a, b, g, МА	МВ	МС	MD
25	$MA = a * (b * MB + g * MC)$	МА, МВ, МС - матриці, а, b, g - константи.	a, МА	МВ	b, g	МС
26	$a = \max(a * MA + b * MB)$	a - число, МА, МВ - матриці, a, b - константи.	a	МА	a, b	МВ
27	$MA = a * MB + b * (MC + g * MD)$	МА, МВ, МС, МD - матриці, a, b, g - константи.	a, МА	МВ	b, g, МС	MD
28	$MA = MB * (a * MC + b * MD)$	МА, МВ, МС, МD - матриці, a, b - константи.	a, b, МА	МВ	МС	MD
29	$A = B * MB + C * (MC + a * MD)$	A, B, C - вектори, МВ, МС, МD - матриці, а - константа.	a, A, B, C	МВ	МС	MD

30	$MA = MB * MC - a * MD$	MA, MB, MC, MD - матриці, a - константа.	a, MA	MB	MC	MD
----	-------------------------	---	-------	----	----	----

Теми курсових робіт відповідають меті та завданню дисципліни «Технології розподілених систем та паралельних обчислень» освітньої програми «Комп'ютерні науки» спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» освітнього рівня «бакалавр». Теми робіт визначаються і розглядаються кафедрою економічної кібернетики, комп'ютерних наук та інформаційних технологій.

2. Організація підготовки курсової роботи

Відповідно до навчального плану розроблення і захист курсової роботи з дисципліни «Технології розподілених систем та паралельних обчислень» студенти-бакалаври денної форми навчання виконують у 7 семестрі навчального року.

Студентові надається право вибору теми курсової роботи або запропонування власної теми, що корелюється з завданням та метою дисципліни «Технології розподілених систем та паралельних обчислень».

Рекомендовані теоретичні питання та практичне завдання для виконання курсової роботи наведені в таблицях 1 та 2. Можливе розширення запропонованих тем у межах навчальних дисциплін навчального плану за кваліфікаційним рівнем бакалавру. Запропонована студентом власна тема курсової роботи повинна бути узгоджена з науковим керівником.

Для затвердження обраної теми курсової роботи студент повідомляє тему науковому керівнику, який потім подає список тем всіх студентів на розгляд кафедри економічної кібернетики, комп'ютерних наук та інформаційних технологій. Приклад шаблону титульного листа роботи наведений у додатку А. Після затвердження обраної теми на засіданні кафедри студенту видається завдання для курсової роботи.

Студент розробляє зміст курсової роботи, який повинен відповідати її темі та меті, обговорює його з керівником. Протягом виконання завдань роботи студент отримує консультації, а в разі необхідності – консультиється з провідними викладачами кафедри з певних питань розв’язуваної проблеми.

Курсова робота виконується студентом самостійно (див. додаток Б) та перевіряється на унікальність безкоштовними сервісами.

Роботу, що оформлена відповідно до вимог, студент подає на перевірку керівникові за тиждень до строку закінчення та подальшого захисту роботи. Оформлення тексту курсової роботи виконується відповідно до методичних рекомендацій.

Захист курсових робіт проводиться за тиждень до екзаменаційної сесії згідно з графіком навчального процесу. Захист полягає у представленні програмної реалізації для вирішення поставленої задачі за темою курсової роботи та пояснювальної записки курсової роботи з наведеними дослідженнями та результатами.

Звіт з курсової роботи студент оформлює в друкованому вигляді, передає на перевірку керівникові курсової роботи, захищає в вигляді усної доповіді, використовуючи самостійно сформовані допоміжні джерела для захисту.

Критерії оцінювання КР для досягнення максимальної кількості балів:

– *90-100 балів* – студент з високою якістю самостійно виконав весь обсяг КР, відповідає на всі питання, можливі незначні помилки при відповідях, за необхідністю проводить додатковий аналіз параметрів нейронної мережі, які йому пропонує викладач. У викладача немає претензій щодо програмної реалізації, вимог до виконання КР та презентації;

– *75-89 балів* – студент якістю виконав весь обсяг КР, але в результатах роботи виявлено деякі несуттєві помилки, які, не впливають на кінцевий результат роботи нейронної мережі. На всі питання він відповідає без помилок. Можливі претензії щодо оформлення звіту, програмної реалізації та

презентації. На запропоновані викладачем додаткові питання відповідає без помилок;

– *60-74 балів* – студент виконав весь обсяг КР, але є суттєві помилки при розрахунках та аналізі параметрів нейронної мережі. Вимоги до оформлення КР, програмної реалізації та презентації дотримані частково. На питання відповідає з помилками;

– *0-59 балів* – студент не виконав весь обсяг КР, або виконав з грубими помилками. Він має проблеми з розрахунками, визначенням моделі нейронної мережі, її навчанням та тестуванням, не знає теоретичного матеріалу, програмна реалізація та презентація КР не відповідають поставленим вимогам.

3. Структура, зміст і обсяг курсової роботи

Курсова робота включає пояснювальну записку і програмну реалізацію, які демонструється при захисті. Курсова робота має таку структуру:

1. Титульний аркуш;
2. Анотація та зміст;
3. Вступ;
4. Основна частина:

4.1. Теоретична частина: опис та проведення аналізу існуючого стану задачі дослідження в рамках курсової роботи, виявлення аналогічних систем, дослідження їх переваг та недоліків. Дослідження існуючих технологій і методів для вирішення поставленої задачі.

4.2. Практична частина: Реалізація обраного методу чи технології для вирішення поставленої задачі, дослідження впливу параметрів на результат, аналіз отриманих результатів на достовірність. У другому розділі навести: схему обчислювальної системи, розрахункову формулу, опис вхідних і вихідних даних, розподіл вхідних і вихідних даних за портами вводу/виводу.

Опис паралельного математичного алгоритму: кількість процесів (процесорів), перелік вхідних даних, перелік вихідних даних, перелік загальних ресурсів, розрахунок розподілених ресурсів, розрахункові формули для кожного виду розрахунку (процесу), діаграма паралельних процесів. Реалізувати алгоритм взаємодії процесів, навести структурну схему взаємодії процесів. Навести лістинг послідовної програми та результати тестування послідовної програми (вхідні дані і результат обчислення та загальний час виконання). Навести лістинг паралельної програми (результати тестування паралельної програми (вхідні дані і результат обчислення та загальний час виконання). Теоретичний обчислення коефіцієнту прискорення. Обчислення коефіцієнту ефективності використання робочих процесів. Обчислення реального коефіцієнту прискорення: загальний (для усієї програми) та для паралельної частини.

5. Висновки (Коротко по теоретичним питанням та порівняння теоретичних коефіцієнтів прискорення з фактично отриманими при створенні паралельної програми);

6. Список використаних джерел (15-20 найменувань з посиланням на них в основній частині роботи).

7. Додатки (за необхідністю).

Обсяг курсової роботи (пояснювальної записки) повинен складати 20–30 сторінок (без додатків).

Вимоги до оформлення звіту:

1. Оформлення тексту роботи повинно виконуватися відповідно до ДСТУ 3008:2015, а список посилань - ДСТУ 8302:2015;

2. Обсяг роботи має бути не менше 30 та не більше 50 сторінок;

3. Вимоги до форматування тексту, абзаців та шрифтів: відступи полів сторінок (зверху, справа та знизу – 1.5 см, лівий відступ – 3 см), шрифт – Times New Roman, розмір шрифту – 14 для тексту звіту, для тексту програм розмір шрифту – 10. Міжстроковий інтервал для тексту звіту 1.5, для тексту коду програмної реалізації – 1. Текст звіту вирівнюється по ширині (текст

коду програмної реалізації – по лівому краю), а заголовки розділів великими літерами – по центру сторінки. Заголовки підрозділів формуються малими літерами з абзацного відступу, починаючи з великої літери. Між заголовком розділу та текстом – одна пустий рядок;

4. Кожен розділ звіту починається с нової сторінки;

5. У додатках слід розмістити діаграми, схеми та інший наочний матеріал, код програмної реалізації;

6. Мовою написання звіту з курсової роботи є українська мова (пояснення в діаграмах та коментарі до коду програмної реалізації дозволяються англійською мовою).

На захист роботи студенту відводиться 5-7 хвилин.

Список використаних джерел

1. Аксак Н. Г., Руденко О. Г., Гуржій А. М. Паралельні та розподілені обчислення : підручник. Харків : Компанія СМІТ, 2009. 480с.
2. Андруник В. А. Висоцька В. А. Пасічник В. В. Чирун Л. Б. Чирун Л. В. Чисельні методи в комп'ютерних науках. Т. 1. Львів : Новий світ, 2019. 470 с.
3. Андруник В.А. Висоцька В.А. Пасічник В.В. Чирун Л.Б. Чирун Л.В. Чисельні методи в комп'ютерних науках. Т. 2. Львів : Новий світ, 2019 500 с.
4. Архітектура обчислювальних систем : навчальний посібник до виконання розрахунково-графічної роботи / уклад. В.Г. Артюхов та ін. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 85 с. uRL: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/f0a58483-7a52-4bd5-9ee5-66831d54c445/content>
5. Бородкіна І. Л. Теорія алгоритмів : посібник. Київ : ЦУЛ, 2022. 184 с.
6. Гороховатський В. О., Творошенко І. С. Методи інтелектуального аналізу та оброблення даних : навч. посібник. Харків : ХНУРЕ, 2021. 92 с. URL: <https://openarchive.nure.ua/server/api/core/bitstreams/2e55d639-52fd-48d9-b7b7-14989f49f291/content>
7. Дорошенко А. Ю., Фінін Г. С., Цейтлін Г. О. Алгебро-алгоритмічні основи програмування. Об'єктна орієнтація і паралелізм. Київ : Наукова думка, 2004. 458 с.
8. Корочкін О. В., Русанова О. В. Паралельні та розподілені обчислення. Вибрані розділи : навч. посібник. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 123 с.
9. Коцовський В. М. Теорія паралельних обчислень : навчальний посібник. Ужгород: ПП «АУТДОР-Шарк», 2021. 188 с. URL: <http://surl.li/seesa>
10. Кузьма К. Т., Мельник О. В. Паралельні та розподілені обчислення: навчальний посібник для вищих закладів освіти. Миколаїв: ФОП Швець В.М., 2020. 172 с. URL: <http://surl.li/pnljs>
11. Лазарович І .М. Паралельні обчислювальні середовища : лабораторний практикум. Івано-Франківськ : Прикарпатський національний університет ім. В.Стефаника, 2014. 65 с.
12. Ланде Д. В., Субач І. Ю., Бояринова Ю. Є. Основи теорії і практики інтелектуального аналізу даних у сфері кібербезпеки: навчальний посібник. Київ : ІСЗЗІ КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2018. 297 с. <http://dwl.kiev.ua/art/oiad/oiad.pdf>
13. Малашонок Г. І., Сідько А. А. Паралельні обчислення на розподіленій пам'яті: OpenMPI, Java, Math Partner : підручник. Київ : НаУКМА, 2020. 266 с.
14. Минайленко Р. М. Паралельні та розподілені обчислення : навч.

посіб. Кропивницький : ЦНТУ, 2021. 153 с. URL: <https://dspace.kntu.kr.ua/server/api/core/bitstreams/396e02d2-725b-47b5-a1c0-ae07a9bec326/content>

15. Паулін О. М. Розподілені обчислення : навчальний посібник. Одеса : Одеська політехніка, 2022. 62 с.

16. Рольшиков В. Б. Технології розподілених систем та паралельних обчислень : конспект лекцій. Одеса : ОДЕКУ 2016.155 с.

17. Семеренко В. П. Технології паралельних обчислень : навчальний. Вінниця : ВНТУ, 2018. 104 с. URL: https://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/IRVC/2021/Semerenko_2018_104.pdf

18. Шликов В. В., Данілова В. А. Високопродуктивні розподілені обчислювальні системи: Практикум : навч. посіб. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 108 с. URL: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/ab11e9da-6287-4a50-b2ac-f9ebf63c4fb2/content>

19. Юрчишин В. Я. Проектування сучасних високопродуктивних обчислювальних систем : навч. посіб. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 279 с. <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/781c88bf-0f18-4af9-aed2-c92d952e3f01/content>

20. Яровий А. А. Методи та засоби організації високопродуктивних паралельно-ієрархічних обчислювальних систем із рекурсивною архітектурою : монографія. Вінниця : ВНТУ, 2016. 363 с. URL: <https://press.vntu.edu.ua/index.php/vntu/catalog/download/12/17/22-1?inline=1>

21. Akhter S., Roberts J. Multi-Core programming. Intel Press, 2007. 344 p.

22. Andre J., Herman D., Verjus J.-P. Synchronization of Parallel Programs. Oxford : North Oxford Academic Publishing Company Limited, 1985. 110 p.

23. Czarnul P. Parallel programming for modern high performance computing systems. Chapman & Hall, 2018. 330 p.

24. Kurgalin S., Borzunov S. A Practical Approach to High-Performance Computing. Springer, 2019. 206 p.

25. Parallel computing. Architectures, algorithms and applications / C. Bischof et al. IOS Press, 2008. 824 p.

26. The software optimization cookbook: high-performance recipes for IA-32 platforms / R. Gerber et al. Intel Press,, 2006. 404 p. URL: https://books.google.com.ua/books/about/The_Software_Optimization_Cookbook.html?id=3Vp8QwAACAIAJ&redir_esc=y.

Міністерство освіти і науки України
Миколаївський національний аграрний університет
Факультет менеджменту
Кафедра економічної кібернетики, комп'ютерних наук та інформаційних
технологій

КУРСОВА РОБОТА

з дисципліни «Технології розподілених систем та паралельних обчислень»
на тему: «Програмування для обчислювальних систем з фіксованою
кількістю потоків»

Варіант №

Виконав: студент(ка) групи КН 4/1
спеціальності 122 «Комп'ютерні науки»
ПІБ
Керівник: асистент кафедри
математичного моделювання
комп'ютерних наук та інформаційних
технологій
Жебко О.О.

Національна шкала _____
Кількість балів: _____
Оцінка (ECTS): _____

Навчальне видання

**ТЕХНОЛОГІЇ РОЗПОДІЛЕНИХ СИСТЕМ ТА ПАРАЛЕЛЬНИХ
ОБЧИСЛЕНЬ**

Методичні рекомендації

Укладачі:

Жебко Олександр Олегович
Пархоменко Олександр Юрійович
Полянський Павло Миколайович
Мальченко Павло Олександрович
Кузнецов Євгеній Сергійович

Формат 60x84 1/16. Ум. друк. арк. 1,31.

Наклад 50 прим. Зам. № _____

Надруковано у видавничому відділі

Миколаївського національного аграрного університету

54020, м. Миколаїв, вул. Георгія Гонгадзе, 9

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4490 від 20.02.2013