

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  
2023

Друкується за рішенням науково-методичної комісії факультету менеджменту  
Миколаївського національного аграрного університету  
від 01 вересня 2023 року, протокол № 1.

**Укладачі:**

- С. І. Тищенко канд. пед. наук, доцент, доцент кафедри економічної кібернетики, комп'ютерних наук та інформаційних технологій, Миколаївський національний аграрний університет
- О.О. Жебко асистент кафедри економічної кібернетики, комп'ютерних наук та інформаційних технологій, Миколаївський національний аграрний університет
- О. Ю. Пархоменко канд. фіз.-мат. наук, доцент, доцент кафедри економічної кібернетики, комп'ютерних наук та інформаційних технологій, Миколаївський національний аграрний університет
- П. О. Мальченко асистент кафедри економічної кібернетики, комп'ютерних наук та інформаційних технологій, Миколаївський національний аграрний університет

**Рецензенти:**

- Ю. В. Грицук канд. техн. наук, доцент кафедри загальної інженерної підготовки Донбаської національної академії будівництва і архітектури
- Г.В. Табацкова асистент кафедри економіки підприємств, Миколаївський національний аграрний університет

## **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 уміння 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 3. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.
- ЗК 4. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.
- ЗК 5. Здатність спілкуватися іноземною мовою.
- ЗК 6. Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями.
- ЗК 7. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК 8. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК 9. Здатність працювати в команді.

ЗК 10. Здатність бути критичним і самокритичним.

ЗК 11. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

ЗК 12. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

ЗК 13. Здатність діяти на основі етичних міркувань.

ЗК 14. Здатність реалізувати свої права і обов'язки як члена суспільства, усвідомлювати цінності громадянського (вільного демократичного) суспільства та необхідність його сталого розвитку, верховенства права, прав і свобод людини і громадянина в Україні.

ЗК 15. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.

– *спеціальні (фахові, предметні) компетентності:*

СК 1. Здатність до математичного формулювання та досліджування неперервних та дискретних математичних моделей, обґрунтування вибору методів і підходів для розв'язування теоретичних і прикладних задач у галузі комп'ютерних наук, аналізу та інтерпретування.

СК 2. Здатність до виявлення статистичних закономірностей недетермінованих явищ, застосування методів обчислювального інтелекту, зокрема статистичної, нейромережевої та нечіткої обробки даних, методів машинного навчання та генетичного програмування тощо.

СК 3. Здатність до логічного мислення, побудови логічних висновків, використання формальних мов і моделей алгоритмічних обчислень, проектування, розроблення й аналізу алгоритмів, оцінювання їх ефективності та складності, розв'язності та нерозв'язності алгоритмічних проблем для

адекватного моделювання предметних областей і створення програмних та інформаційних систем.

СК 4. Здатність використовувати сучасні методи математичного моделювання об'єктів, процесів і явищ, розробляти моделі й алгоритми чисельного розв'язування задач математичного моделювання, враховувати похибки наближеного чисельного розв'язування професійних задач.

СК 5. Здатність здійснювати формалізований опис задач дослідження операцій в організаційно-технічних і соціально-економічних системах різного призначення, визначати їх оптимальні розв'язки, будувати моделі оптимального управління з урахуванням змін економічної ситуації, оптимізувати процеси управління в системах різного призначення та рівня ієрархії.

СК 6. Здатність до системного мислення, застосування методології системного аналізу для дослідження складних проблем різної природи, методів формалізації та розв'язування системних задач, що мають суперечливі цілі, невизначеності та ризику.

СК 7. Здатність застосовувати теоретичні та практичні основи методології та технології моделювання для дослідження характеристик і поведінки складних об'єктів і систем, проводити обчислювальні експерименти з обробкою й аналізом результатів.

СК 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.

СК 11. Здатність до інтелектуального аналізу даних на основі методів обчислювального інтелекту включно з великими та погано структурованими даними, їхньої оперативної обробки та візуалізації результатів аналізу в процесі розв'язування прикладних задач.

СК 14. Здатність застосовувати методи та засоби забезпечення інформаційної безпеки, розробляти й експлуатувати спеціальне програмне

забезпечення захисту інформаційних ресурсів об'єктів критичної інформаційної інфраструктури.

СК 15. Здатність до аналізу та функціонального моделювання бізнес-процесів, побудови та практичного застосування функціональних моделей організаційно-економічних і виробничо-технічних систем, методів оцінювання ризиків їх проектування.

СК 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:*

ПР 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.

ПР 2. Використовувати сучасний математичний апарат неперервного та дискретного аналізу, лінійної алгебри, аналітичної геометрії, в професійній діяльності для розв'язання задач теоретичного та прикладного характеру в процесі проектування та реалізації об'єктів інформатизації.

ПР 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.

ПР 10. Використовувати інструментальні засоби розробки клієнт-серверних застосувань, проектувати концептуальні, логічні та фізичні моделі баз даних, розробляти та оптимізувати запити до них, створювати розподілені бази даних, сховища та вітрини даних, бази знань, у тому числі на хмарних сервісах, із застосуванням мов веб-програмування.

ПР 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 напрямку курсової роботи.

## Перелік теоретичних питань

Номер варіанту	Питання
1	1. Швидкодія та архітектури процесора 2. Загальне визначення монітору при організації міжпоточної взаємодії
2	1. Багатопроесорні системи 2. Дисципліни сигналізації: оператор signal
3	1. Архітектури пам'яті в багатопроесорних системах 2. Загальне визначення засувки при організації міжпоточної взаємодії
4	1. Планування в багатопроесорних 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	<p>1. Основні способи досягнення паралелізму. Дві парадигми паралельного програмування</p> <p>2. Принцип синхронізації робочих процесів за часом</p>
12	<p>1. Основні моделі паралельного програмування. Рівні розпаралелювання</p> <p>2. Алгоритми розподілених систем: централізований алгоритм</p>
13	<p>1. Методи оцінювання продуктивності паралельних алгоритмів і систем</p> <p>2. Розподілений алгоритм та алгоритм Token Ring</p>
14	<p>1. Ефективність паралельних програм. Закон Амдала</p> <p>2. Обмін даними між потоками. Клас Exchanger та метод exchange. Процес відправник та процес-отримувач</p>
15	<p>1. Характеристика етапів розробки паралельного алгоритму</p> <p>2. Парадигма портфелю задач: принципи взаємодії та синхронізації процесів при використанні портфелю задач</p>
16	<p>1. Потік, потік команд, потік даних. Пояснити сутність</p> <p>2. Модель обчислень у вигляді графа «операції-операнди»</p>
17	<p>1. Прості та розширені мережі Петрі. Синхронізація процесів у мережі Петрі. Приклади реалізації мереж Петрі.</p> <p>2. Ациклічний орієнтований граф</p>
18	<p>1. Послідовні обчислення</p> <p>2. ExecutorService та метод execute</p>
19	<p>1. Паралельні обчислення</p> <p>2. Засіб синхронізації бар'єр або точка синхронізації. Принципи взаємодії та синхронізації при використанні бар'єрної синхронізації.</p>
20	<p>1. Засоби для здійснення паралельних обчислень</p> <p>2. Блокуюча черга, як дієвий механізм синхронізації процесів. Відмінності між блокуючою та неблокуючою чергами.</p>

21	<p>1. Паралельні комп'ютери</p> <p>2. Види черг: <code>ArrayBlockingQueue</code>, <code>LinkedBlockingQueue</code>, <code>SynchronousQueue</code>.</p>
22	<p>1. Актуальність та перспективи використання паралельних обчислень</p> <p>2. Принципи взаємодії та часової синхронізації процесів під час використання класу <code>CountDownLatch</code></p>
23	<p>1. Сфери застосування паралельних обчислень та рівні розпаралелювання</p> <p>2. Метод прямокутників та метод трапецій при реалізації ітеративного обрахунку визначеного інтегралу</p>
24	<p>1. Способи обробки даних в обчислювальних системах</p> <p>2. Методика програмування у функціональному стилі програмування</p>
25	<p>1. Послідовна обробка даних</p> <p>2. Генерація, фільтрація та підрахунок даних</p>
26	<p>1. Конвеєрна обробка даних</p> <p>2. Пакет <code>java.util.stream</code>. Функціональні потоки</p>
27	<p>1. Характеристики систем функціональних пристроїв</p> <p>2. Синхронізація потоків. Оператор <code>synchronized</code></p>
28	<p>1. Класифікація паралельних обчислювальних систем</p> <p>2. Завершення та переривання потоку. Методи <code>interrupt</code> та <code>isInterrupted()</code>. Обробка виключення <code>InterruptedException</code></p>
29	<p>1. Внутрішній паралелізм. Паралелізм у алгоритмі множення матриць.</p> <p>2. Клас <code>Thread</code>. Створення, виконання потоків. Завершення за допомогою методу <code>sleep()</code></p>
30	<p>1. Внутрішній паралелізм. Паралелізм у алгоритмі розв'язування системи лінійних алгебраїчних рівнянь</p> <p>2. Вирішення обчислювальних задач методом Монте-Карло</p>

Друга (практична) частина містить опис виконаного дослідницького завдання та розробку паралельної програми наведеної структури для матричних обчислень 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, а - число.	a	B	C	Z
10	$MA = a * MO * (MB - MZ)$	MA, MB, MZ, MO - матриці, а - 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, а - константа.	a, MY	MR	MT	MX
14	$Z = B * MO - a * R$	B, R, Z - вектори, MO - матриця, а - 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, а - константа.	a	MB	a	MZ
17	$a = \min(a * MO + MT)$	a - число, MO, MT - матриці, а - константа.	a	a	MO	MT
18	$a = a * \min(MT * ME)$	a - число, MT, ME - матриці, а - константа.	a	a	MT, ME	
19	$a = \max(B * MT + C)$	a - число, B - вектор, MT - матриця, C - вектор.	a	MT, C		B
20	$MA = (MB * MZ) + a * MR$	MA, MB, MZ, MR - матриці, а - константа.	MA, MB	a	MZ	MR

21	$MA = a * (MB * MZ) - MR$	MA, MB, MZ, MR - матриці, a - константа.	MA, a	MZ	MB	MR
22	$MA = a * (MB + MZ * MO)$	MA, MB, MZ, MO - матриці, a - константа.	MZ, a	MA	MO	MB
23	$MA = a * MX + MZ * MO$	MA, MX, MZ, MO - матриці, a - константа.	MA	a, MX	MZ	MO
24	$MA = a * MB + b * MC + g * MD$	MA, MB, MC, MD - матриці, a, b, g - константи.	a, b, g, MA	MB	MC	MD
25	$MA = a * (b * MB + g * MC)$	MA, MB, MC - матриці, a, b, g - константи.	a, MA	MB	b, g	MC
26	$a = \max(a * MA + b * MB)$	a - число, MA, MB - матриці, a, b - константи.	a	MA	a, b	MB
27	$MA = a * MB + b * (MC + g * MD)$	MA, MB, MC, MD - матриці, a, b, g - константи.	a, MA	MB	b, g, MC	MD
28	$MA = MB * (a * MC + b * MD)$	MA, MB, MC, MD - матриці, a, b - константи.	a, b, MA	MB	MC	MD
29	$A = B * MB + C * (MC + a * MD)$	A, B, C - вектори, MB, MC, MD - матриці, a - константа.	a, A, B, C	MB	MC	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 – консультується 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 розподілюваних 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 обрахунку та загальний час виконання). Навести лістинг паралельної програми (результати тестування паралельної програми (вхідні дані і результат обрахунку та загальний час виконання. Теоретичний обрахунок коефіцієнту прискорення. Обрахунок коефіцієнту ефективності використання робочих процесів. Обрахунок 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. Андруник В.А. Висоцька В.А. Пасічник В.В. Чирун Л.Б. Чирун Л.В. Чисельні методи в комп'ютерних науках. I том. 2019. 470 с.
2. Андруник В.А. Висоцька В.А. Пасічник В.В. Чирун Л.Б. Чирун Л.В. Чисельні методи в комп'ютерних науках. II том. 2019 500 с.
3. Аксак Н.Г. Паралельні та розподілені обчислення: підручник / Н.Г. Аксак, О.Г. Руденко, А.М. Гуржій. – Х.: Компанія СМІТ, 2009. – 480с.
4. Бородкіна І.Л. Теорія алгоритмів: посібник для студентів вищих навчальних закладів. 2019. 184 с.
5. Дорошенко А.Ю. Алгебро-алгоритмічні основи програмування. Об'єктна орієнтація і паралелізм/ А.Ю. Дорошенко, Г.С. Фінін, Г.О. Цейтлін. – Київ: «Наукова думка», 2004. – 458 с.
6. Лазарович І.М. Паралельні обчислювальні середовища. Лабораторний практикум/ І. М. Лазарович. – Івано-Франківськ: Видавництво Прикарпатського національного університету ім. В.Стефаника, 2014. – 65 с.
7. Рольщиков В.Б. Технології розподілених систем та паралельних обчислень. Конспект лекцій. Одеса: ОДЕКУ 2016.155с
8. S. Akhter, J. Roberts. Multi-Core Programming. — Intel Press, 344p.
9. Richard Gerber, Aart J.C. Bik, Kevin B. Smith, and Xinmin Tian The Software Optimization Cookbook, Second Edition — Intel Press, 404p.
10. Czarnul P. Parallel Programming for Modern High Performance Computing Systems// CRC Press, 2018. – 304p.
11. Kurgalin S., Borzunov S. A Practical Approach to High-Performance Computing// Springer, 2019. – 206 p
12. Synchronization of Parallel Programs / Andre J., Herman D., Verjus J.-P. Oxford: North Oxford Academic Publishing Company Limited, 1985. – 110 p.
13. Parallel Computing. Architectures, Algorithms and Applications/ Bischof C., Bücker M., Gibbon P., Joubert G.R., Lippert T., Mohr B., Peters F.

**Додаток А. Зразок титульного аркушу до курсової роботи**  
**МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
Факультет менеджменту  
Кафедра економічної кібернетики,  
комп'ютерних наук та інформаційних технологій

**КУРСОВА РОБОТА**  
**З ТЕХНОЛОГІЙ РОЗПОДІЛЕНИХ СИСТЕМ**  
**ТА ПАРАЛЕЛЬНИХ ОБЧИСЛЕНЬ**

**на тему:**  
**НАЗВА ТЕМИ**

Здобувача вищої освіти 4 курсу групи КН 4/1  
спеціальності 122 Комп'ютерні науки

\_\_\_\_\_ (прізвище, ім'я, по батькові)

Керівник \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ (науковий ступінь, вчене звання)

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Національна шкала \_\_\_\_\_

Кількість балів: \_\_\_\_\_

Оцінка: ECTS \_\_\_\_\_

Члени комісії

\_\_\_\_\_ (підпис) (прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_ (підпис) (прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_ (підпис) (прізвище та ініціали)

**Миколаїв – 2023**

Навчальне видання

**ТЕХНОЛОГІЇ РОЗПОДІЛЕНИХ СИСТЕМ  
ТА ПАРАЛЕЛЬНИХ ОБЧИСЛЕНЬ**

Методичні рекомендації

**Укладачі:** С. І. Тищенко

О.О. Жебко

О. Ю. Пархоменко

П. О. Мальченко

Формат 60x84 1/16. Ум. друк. арк. 2.94.

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