МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова
Навчально-науковий інститут комп'ютерних наук та управління проєктами
Кафедра програмного забезпечення автоматизованих систем

ЗАТВЕРДЖЕНО
Проректор з науково-педагогічної роботи
_____ Слободян С.О.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

ОРГАНІЗАЦІЯ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ В СИСТЕМАХ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

Organization of computing processes in decision support systems

рівень вищої освіти: другий (магістерський)

тип дисципліни: обов`язкова

мова(и) викладання: українська

Миколаїв – 2025

Робоча програма навчальної дисципліни «Організація обчислювальних процесів в системах підтримки прийняття рішень» є однією із складових комплексної підготовки здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня галузі знань F «Інформаційні технології» спеціальності F4 «Системний аналіз та наука про дані» освітньої програми «Інтелектуальний аналіз даних та проєктування програмних систем».
10 квітня 2025 року – 19 с.
Розробники:
Макарова Л.М., к.т.н., доцент, доцент кафедри програмного забезпечення автоматизованих систем,
Каіров В.О., к.т.н., доцент кафедри програмного забезпечення автоматизованих систем.

Проєкт робочої програми навчальної дисципліни «Організація обчислювальних процесів в системах підтримки прийняття рішень» узгоджено з гарантом освітньої програми.
Гарант освітньої програми «Інтелектуальний аналіз даних та проєктування програмних систем» к.ф.-м.н., доцент _____ Латанська Л.О.

Проєкт робочої програми навчальної дисципліни «Організація обчислювальних процесів в системах підтримки прийняття рішень» розглянуто на засіданні кафедри програмного забезпечення автоматизованих систем.
Протокол №4 від «23» квітня 2025 р.
Завідувач кафедри _____ Приходько С.Б.

Проєкт робочої програми навчальної дисципліни «Організація обчислювальних процесів в системах підтримки прийняття рішень» розглянуто Науково-методичною комісією Навчально-наукового інституту комп'ютерних наук та управління проєктами.
Протокол №4 від «24» квітня 2025 р.
Голова _____ Фаріонова Т.А.

Проєкт робочої програми навчальної дисципліни «Організація обчислювальних процесів в системах підтримки прийняття рішень» погоджено з навчальним відділом.
Начальник відділу _____ Лабарткава А.В.

Робоча програма навчальної дисципліни «Організація обчислювальних процесів в системах підтримки прийняття рішень» затверджена Навчально-методичною радою НУК.
Протокол №5 від «21» травня 2025 р.
Голова НМР НУК _____ Слободян С.О.

© НУК, 2025

ЗМІСТ

Вступ 4
1. Опис навчальної дисципліни 5
2. Мета та завдання навчальної дисципліни 6
3. Передумови для вивчення дисципліни 6
4. Очікувані результати навчання 7
5. Програма навчальної дисципліни 7
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування 10
7. Форми поточного та підсумкового контролю 12
8. Критерії оцінювання результатів навчання 15
9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна 15
10. Рекомендовані джерела інформації 16

ВСТУП

Анотація

Дисципліна «Організація обчислювальних процесів в системах підтримки прийняття рішень» є однією із складових комплексної підготовки здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня галузі знань F «Інформаційні технології» спеціальності F4 «Системний аналіз та наука про дані» освітньої програми «Інтелектуальний аналіз даних та проєктування програмних систем».

Вона є теоретичною та практичною базою для освоєння студентами основ організації обчислювальних процесів для паралельної та розподіленої обробки інформації в системах підтримки прийняття рішень, побудови та використання сучасних обчислювальних систем. Набуті в процесі вивчення компетентності майбутні фахівці зможуть застосовувати як при подальшому навчанні, так і після отримання вищої освіти у своїй професійній діяльності.

Ключові слова: обчислювальний процес, обчислювальна система, паралельна обробка інформації, розподілена обробка інформації, паралельне програмування, система підтримки прийняття рішень.

Abstract

The course «Organization of computing processes in decision support systems» is one of the components of comprehensive training of applicants for higher education of the second (master's) level areas of knowledge F «Information Technology» specialty F4 «System Analysis and Data Science» educational program «Intelligent data analysis and software systems design».

It is the theoretical and practical basis for students to learn the basics of organization of computing processes for parallel and distributed information processing in decision support systems, construction and using of modern computing systems. Future specialists will be able to apply the skills acquired in the process of studying both in further education and after receiving higher education in their professional activity.

Keywords: computing process, computing system, parallel information processing, distributed information processing, parallel programming, decision support system.

1. Опис навчальної дисципліни

<table>
<tr><td rowspan="2">Найменування показників</td><td rowspan="2">Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень</td><td colspan="2">Характеристика навчальної дисципліни</td></tr>
<tr><td>денна форма навчання</td><td>заочна форма навчання</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Кількість кредитів – 4</td><td rowspan="4">Галузь знань

F «Інформаційні технології»</td><td colspan="2" rowspan="2">Обов`язкова</td></tr>
<tr></tr>
<tr><td>Модулів – 1</td><td colspan="2">Рік підготовки:</td></tr>
<tr><td>Змістових модулів – 2</td><td>1-й</td><td>1-й</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Електронний адрес РПНД на сайті Університету</td><td rowspan="8">Спеціальність:

F4 «Системний аналіз та наука про дані»

Освітня програма:

«Інтелектуальний аналіз даних та проєктування програмних систем»</td><td colspan="2">Семестр</td></tr>
<tr><td>2</td><td>2</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Індивідуальне науково-дослідне завдання не передбачено</td><td colspan="2">Лекцій</td></tr>
<tr><td>15 год.</td><td>6 год.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Загальна кількість годин – 120</td><td colspan="2">Практичні, семінарські</td></tr>
<tr><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лабораторні</td></tr>
<tr><td>30 год.</td><td>14 год.</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Тижневих годин для денної форми навчання:
аудиторних – 3
самостійної роботи студента – 5</td><td rowspan="5">Освітній рівень:

другий (магістерський)</td><td colspan="2">Самостійна робота</td></tr>
<tr><td>75 год.</td><td>100 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Індивідуальні завдання: -</td></tr>
<tr><td colspan="2">Вид контролю:
екзамен</td></tr>
<tr><td colspan="2">Форма контролю: комбінована</td></tr>
</table>

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Робоча програма навчальної дисципліни «Організація обчислювальних процесів в системах підтримки прийняття рішень» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня галузі знань F «Інформаційні технології» спеціальності F4 «Системний аналіз та наука про дані» освітньої програми «Інтелектуальний аналіз даних та проєктування програмних систем». Для зазначеної освітньої програми дисципліна є обов'язковою.

Метою вивчення навчальної дисципліни «Організація обчислювальних процесів в системах підтримки прийняття рішень» є формування у студентів відповідно до освітньо-професійної програми таких компетентностей:

СК03. Здатність розробляти системи підтримки прийняття рішень та рекомендаційні системи.

СК08. Здатність розробляти і реалізовувати наукові та прикладні проєкти в галузі інформаційних технологій та дотичні до неї міждисциплінарні проєкти.

СК10. Здатність до самоосвіти та професійного розвитку.

СК11. Здатність критично осмислювати проблеми у галузі інформаційних технологій та на межі галузей знань, інтегрувати відповідні знання та розв'язувати складні задачі у широких або мультидисциплінарних контекстах.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовами для вивчення дисципліни «Організація обчислювальних процесів в системах підтримки прийняття рішень» є базові знання, отримані на попередньому рівні освіти, та знання з дисциплін магістерського рівня освіти: «Інтелектуальний аналіз та обробка даних», «Математичне моделювання систем і процесів та методи оптимізації», «Сучасні технології проєктування програмних систем».

4. Очікувані результати навчання

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у студентів таких результатів навчання:

РН01 Спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки у сфері системного аналізу та інформаційних технологій і є основою для оригінального мислення та проведення досліджень.

РН02 Будувати та досліджувати моделі складних систем і процесів застосовуючи методи системного аналізу, математичного, комп'ютерного та інформаційного моделювання.

РН04 Розробляти та застосовувати методи, алгоритми та інструменти прогнозування розвитку складних систем і процесів різної природи.

РН13. Розробляти і оцінювати стратегії проєктування програмних засобів; обґрунтовувати, аналізувати і оцінювати варіанти проєктних рішень з точки зору якості кінцевого програмного продукту, ресурсних обмежень та інших факторів.

5. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1

Змістовий модуль 1. Організація багатопотокової обробки інформації та багатопроцесорних систем

Тема 1. Загальні поняття організації обчислювальних процесів та систем. Оцінки продуктивності обчислювальних систем. Тестові пакети. [1], стор. 16-43, 194-201; [2], стор. 6-36; [3], стор. 32-33, 36.

Тема 2. Основи мультискалярної організації обчислень. Багатоядерні процесори. Закони Амдала, Густавсона. [1], стор.106-140; [2], стор. 57-63; [3], стор. 21-24, 32-36.

Тема 3. Багатопроцесорні та багатомашинні обчислювальні системи. Класифікація Фліна. Паралельні системи технологій MPP, SMP. [1], стор. 141-193; [2], стор. 6-30, 37-44; [3], стор. 18-20.

Тема 4. Кластерні системи. Загальні принципи організації комунікаційних технологій. Комунікаційні середовища на основі інтерфейсу SCI, MYRINET, Memory Channel. [2], стор. 35-37, 41-44, 64-76, 77-79; [3], стор. 142-148.

Змістовий модуль 2. Основи паралельного програмування

Тема 5 Паралельні обчислення. Технологія паралельного програмування. Схеми паралельних алгоритмів. [2], стор. 45-56, 80-93; [3], стор. 37-39.

Тема 6. Паралельне програмування на основі бібліотеки MPI. [2], стор. 94-110; [3], стор. 82-91.

Тема 7. Паралельне програмування на основі бібліотеки OpenMP. [3], стор. 92-101.

Тема 8. Паралельне програмування на основі бібліотеки PThread. [3], стор. 56-78.

Тематичний план навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р		л	п	лаб	Інд	с.р
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Модуль 1												
Змістовий модуль 1. Організація багатопотокової обробки інформації та багатопроцесорних систем												
Тема 1. Загальні поняття організації обчислювальних процесів та систем. Оцінки продуктивності обчислювальних систем. Тестові пакети.	15	2	-	4	-	9	15	1	-	2	-	12
Тема 2. Основи мультискалярної організації обчислень. Багатоядерні процесори. Закони Амдала, Густавсона.	15	2	-	4	-	9	15	1	-	2	-	12
Тема 3. Багатопроцесорні та багатомашинні обчислювальні	15	2	-	4	-	9	15	1	-	2	-	12

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
системи. Класифікація Фліна. Паралельні системи технологій MPP, SMP.												
Тема 4. Кластерні системи. Загальні принципи організації комунікаційних технологій. Комунікаційні середовища на основі інтерфейсу SCI. MYRINET, Memory Channel.	15	2	-	4	-	9	15	1	-	-	-	14
Разом за змістовим модулем 1	**60**	**8**	**-**	**16**	**-**	**36**	**60**	**4**	**-**	**6**	**-**	**50**
Змістовий модуль 2. Основи паралельного програмування												
Тема 5. Паралельні обчислення. Технологія паралельного програмування. Схеми паралельних алгоритмів.	15	2	-	4	-	9	15	-	-	2	-	13
Тема 6. Паралельне програмування на основі бібліотеки MPI	15	2	-	4	-	9	15	1	-	2	-	12
Тема 7. Паралельне програмування на основі бібліотеки OpenMP	15	2	-	4	-	9	15	1	-	2	-	12
Тема 8. Паралельне програмування на основі бібліотеки PThread	15	1	-	2	-	12	15	-	-	2	-	13
Разом за змістовим модулем 2	**60**	**7**	**-**	**14**	**-**	**39**	**60**	**2**	**-**	**8**	**-**	**50**
Усього годин	**120**	**15**	**-**	**30**	**-**	**75**	**120**	**6**	**-**	**14**	**-**	**100**

Теми лабораторних занять

№ з/п	Теми лабораторних занять	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	2	3	4
1	Організація паралельної обробки інформації для багатоядерних процесорів на прикладі використання бібліотеки MPI для обчислення добутку двох матриць.	4	2

1	2	3	4
2	Організація паралельної обробки інформації для багатоядерних процесорів на прикладі використання бібліотеки MPI для обчислення СЛАР методом Гауса.	4	1
3	Організація паралельної обробки інформації для багатоядерних процесорів на прикладі використання бібліотеки OpenMP для обчислення добутку двох матриць.	4	2
4	Організація паралельної обробки інформації для багатоядерних процесорів на прикладі використання бібліотеки OpenMP для обчислення СЛАР методом Гауса.	4	1
5	Організація паралельної обробки інформації для багатоядерних процесорів на прикладі використання бібліотеки PThread для обчислення добутку двох матриць.	4	2
6	Організація паралельної обробки інформації для багатоядерних процесорів на прикладі використання бібліотеки PThread для обчислення СЛАР методом Гауса.	4	2
7	Визначення прискорення та ефективності паралельної обробки інформації для багатоядерних процесорів на прикладі використання бібліотек паралельного програмування.	6	4
	Разом по курсу	**30**	**14**

Самостійна робота

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	2	3	4
1	Підготовка до лекцій	8	6
2	Підготовка до лабораторних робіт	15	14
3	Самостійне вивчення тем курсу	27	50
4	Підготовка до МКР	10	-
5	Підготовка контрольної роботи	-	15
6	Підготовка до екзамену	15	15
	Разом по курсу	**75**	**100**

6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування

Набуття здобувачами компетенцій забезпечується через засвоєння навчального матеріалу у вигляді лекційних, лабораторних занять, самостійної роботи студентів та контрольних тестових робіт програмованого типу.

Основними методами навчання з дисципліни є:

1. Пояснювально-ілюстративний метод, за допомогою повідомлення та засвоєння інформації на лекційних та лабораторних заняттях словесними та наочними засобами.

2. Проблемний метод, коли на лабораторних заняттях утворюються пошукові ситуації, розвивається активність, самостійність, творчі здібності здобувачів освіти.

Як наочний матеріал на лекціях застосовуються мультимедійні слайди та лекційні демонстрації.

Для зручної та ефективної організації навчального процесу, зроблено ClassRoom з навчальної дисципліни, де розташовані завдання до лабораторних робіт та супроводжувальні матеріали. Доступ до класу надається на першому лабораторному занятті за університетською електронною поштою.

З метою роз'яснення найбільш складних питань дисципліни та підвищення якості виконання лабораторних завдань проводяться групові та індивідуальні консультації за розкладом кафедри.

При проведенні занять у дистанційному або змішаному режимах використовуються Google ClassRoom та Google Meet або ZOOM.

Засобами діагностики результатів навчання та методами їх демонстрування є:

– виконання завдань лабораторних робіт;

– оформлення звітів лабораторних робіт;

– захист лабораторних робіт;

– виконання модульної контрольної роботи (денна форма навчання);

– виконання контрольної роботи (заочна форма навчання);

– складання підсумкового контролю (екзамену).

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення студента оцінюються за 100-бальною системою Університету.

Підсумкова оцінка навчального курсу включає в себе оцінки з поточного контролю та оцінки підсумкового контролю.

Поточний контроль проводиться на кожному лабораторному занятті та за результатами виконання завдань самостійної роботи. Він передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти із зазначеної теми (у тому числі самостійно опрацьованого матеріалу) під час роботи та набутих практичних навичок під час виконання завдань лабораторних робіт. Під компонентом проміжних оцінок розуміються поточні оцінки протягом семестру (виконані лабораторні роботи, розв`язані додаткові завдання, виконана модульна контрольна робота або контрольна робота та інше). У проміжних оцінках студент може набрати максимально 80 балів.

Питома вага підсумкового контролю (екзамену) в загальній системі оцінок – 20 балів. Право здавати екзамен дається студенту, якій з урахуванням максимальних балів проміжних оцінок набирає не менше 40 балів.

Зарахування кредитів навчального курсу можливо тільки після досягнення результатів, запланованих РПНД, що виражається в одній з позитивних оцінок, передбачених чинним законодавством.

Форма контролю комбінована:

– письмова (оформлення звітів лабораторних робіт, письмові відповіді на контрольні питання виконання завдань);

– усна (відповіді на контрольні питання до лабораторних робіт).

Виходячи з того, що головною метою курсу є формування практичних навичок, вирішальним фактором підсумкового оцінювання є якість виконання лабораторних робіт та практичної частини екзаменаційного завдання.

Критерії оцінювання лабораторної роботи

Бал	Критерії оцінювання
10	Робота виконана у встановлений термін. Виконана самостійно, чітко сформульовані цілі, завдання та гіпотеза досліджень. Застосовувалися коректні методи обробки отриманих результатів. У висновках проведена коректна інтерпретація результатів.
8-9	Робота виконана у встановлений термін. Студент виконує лабораторну роботу згідно з інструкцією, іноді після консультації викладача; описує спостереження; в цілому правильно складає звіт та робить висновки.
6-7	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує лабораторну роботу згідно з інструкцією, іноді після консультації викладача; описує спостереження; складає звіт, що містить неточності у висновках та помилки.
4-5	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує лабораторну згідно з інструкцією; складений звіт містить неточності у висновках та помилки.
1-3	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує лабораторну під керівництвом викладача; складений звіт містить неточності у висновках та помилки.
0	Робота не виконувалася

Максимальна оцінка студента за даний компонент програми 70 балів (7 лабораторних робіт по 10 балів).

Критерії оцінювання поточного модульного контролю у формі тестування (денна форма навчання)

Правильних відповідей, %	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Бал	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

Максимальна оцінка студента за даний компонент програми 10 балів.

Критерії оцінювання контрольної роботи (заочна форма навчання)

Контрольна робота складається з одного теоретичного питання та одного практичного завдання (задачі). За теоретичне питання здобувач отримує максимально 5 балів. За практичне завдання (задачу) здобувач отримує максимально 5 балів.

Теоретичні питання		Практичне завдання (задача)	
Бал	Критерії оцінювання	Бал	Критерії оцінювання
5	Відповідь правильна, повна, логічна, містить аналіз, систематизацію, узагальнення, використані міжпредметні зв’язки, містить аргументовані висновки.	5	Практичне завдання виконано правильно, без зауважень
3-4	Відповідь в цілому правильна, достатньо повна, логічна; допущені несуттєві помилки та неточності у викладенні матеріалу.	3-4	Практичне завдання виконано повністю, але містить несуттєві недоліки (висновки, оформлення тощо)
2	Відповідь частково правильна, містить неточності, недостатньо обґрунтована.	2	Практичне завдання виконано повністю, але містить суттєві помилки у розрахунках або в методиці
1	Відповідь містить значну кількість суттєвих помилок, не обґрунтована, використовується невірна термінологія.	1	Практичне завдання виконано частково та містить суттєві помилки розрахункового та методичного характеру
0	Здобувач не дає відповіді.	0	Практичне завдання не виконано

Критерії оцінювання підсумкового контролю (екзамену)

Екзаменаційний білет складається з 2 теоретичних питань та практичного завдання (задачі). За кожне теоретичне питання здобувач отримує максимально по 5 балів, за практичне завдання (задачу) – 10 балів.

Теоретичні питання		Практичне завдання (задача)	
Бал	Критерії оцінювання	Бал	Критерії оцінювання
5	Відповідь правильна, повна, логічна, містить аналіз, систематизацію, узагальнення, використані міжпредметні зв’язки, містить аргументовані висновки.	8-10	Практичне завдання виконано правильно, без зауважень
3-4	Відповідь в цілому правильна, достатньо повна, логічна; допущені несуттєві помилки та неточності у викладенні матеріалу.	5-7	Практичне завдання виконано повністю, але містить несуттєві недоліки (висновки, оформлення тощо)
2	Відповідь частково правильна, містить неточності, недостатньо обґрунтована.	3-4	Практичне завдання виконано повністю, але містить суттєві помилки у розрахунках або в методиці
1	Відповідь містить значну кількість суттєвих помилок, не обґрунтована, використовується невірна термінологія.	1-2	Практичне завдання виконано частково та містить суттєві помилки розрахункового та методичного характеру
0	Здобувач не дає відповіді.	0	Практичне завдання не виконано

8. Критерії оцінювання результатів навчання

		Денна форма		Заочна форма	
		Вид роботи	Кількість балів	Вид роботи	Кількість балів
1	2	3	4	5	6
ЗМ1	Т1	Лабораторна робота №1	10	Лабораторна робота №1	10
	Т2	Лабораторна робота №2	10	Лабораторна робота №2	10
	Т3	Лабораторна робота №3	10	Лабораторна робота №3	10
	Т4	Лабораторна робота №4	10	Лабораторна робота №4	10
ЗМ2	Т5	Лабораторна робота №5	10	Лабораторна робота №5	10
	Т6	Лабораторна робота №6	10	Лабораторна робота №6	10
	Т7, Т8	Лабораторна робота №7	10	Лабораторна робота №7	10
ПМК		Тест	10	Контрольна робота	10
Підсумковий контроль		Екзамен	20	Екзамен	20
		Сума балів	100		100

Заохочувальні бали:

стаття у фаховому виданні* ……..…..+ 20 балів;

участь у конференції (тези доповідей конференції)*……+ 5 балів.

* за тематикою дисципліни

9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна

Навчальний процес потребує використання:

– мультимедіа, відео- і звуковідтворювальної, проєкційної апаратури (проєктори, екрани, смартдошки тощо);

– комп’ютерів, комп’ютерних систем та мереж;

– програмного забезпечення (для підтримки дистанційного навчання та ін.);

– власних мобільних пристроїв (смартфони, планшети. ноутбуки, тощо);

– бібліотечних фондів (підручники і навчальні посібники, методичні рекомендації, наукова література тощо).

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. Яровий А.А. Методи та засоби організації високопродуктивних паралельно-ієрархічних обчислювальних систем із рекурсивною архітектурою : монографія. Вінниця: ВНТУ, 2016. 363 с. ISBN 978-966-641-681-3

2. Минайленко Р.М. Паралельні та розподілені обчислення: навч. посіб. Кропивницький: Видавець Лисенко В.Ф., 2021. 153 с.

3. Кузьма К.Т., Мельник О.В. Паралельні та розподілені обчислення: навчальний посібник для вищих закладів освіти. Миколаїв: ФОП Швець В.М., 2020. 172 с. ISBN 978-617-7421-40-4

Допоміжна література

1. Дерев’янченко О.В. ПАРКС-JAVA система для паралельних обчислень на комп’ютерних мережах: Навчальний посібник для студентів факультету кібернетики. Київ. 2011. 60 с.

2. Семеренко В.П. Технології паралельних обчислень: навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2018. 104 с.

3. Рольщиков В.Б. Технології розподілених систем та паралельних обчислень. Конспект лекцій. Одеса: ОДЕКУ, 2016. 155 с.

4. Дорошенко А.Ю. Паралельні обчислювальні системи. Методичний

посібник і конспект лекцій. Київ: Видавничий дім «КМ Академія», 2013. 46 с.

5. Кузьменко Б.В., Чайковська О.А. Технологія розподілених систем та паралельних обчислень. Навчальний посібник. К.: Видавничий центр КНУКІМ, 2011 126 с.

6. Качко Є.Г. Паралельне програмування. Харків: Форт, 2011. 528 с.

7. Дорошенко А.Є. Математичні моделі і методи організації високопродуктивних паралельних обчислень. К.: Наукова думка, 2000. 177 с.

8. Зіноватна С.Л., Тішакін М.В., Буджеліда А.Н. Застосування технологій паралельних обчислень для організації взаємодії процесів. Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки. Том 33 (72), № 4. 2022. С. 92-96. DOI https://doi.org/10.32838/2663-5941/2022.4/15

9. Steen M. van, Tanenbaum A.S. Distributed Systems, 3rd ed. Distributed-systems.net, 2017. 582 p.

10. Tanenbaum A.S, Steen M. van. Distributed Systems. Principles and paradigms. Prentice Hall, Inc., 2002. 803 p.

11. Quinn M.J. Parallel Programming in C with MPI and OpenMP. Dubuque, Iowa: McGraw-Hill, 2004. 552 p.

12. Andrews G.R. Foundations of Multitreaded, Parallel, and Distributed Programming. Addison Wesley Longman, Inc., 2000. ISBN 0-2013-5752-6.

13. Pajankar A. Supercomputing and Scientific Programming. Nashik, Maharashtra, India, 2017. 170 p.

14. Gropp W., Lusk E., Skjellum A. Using MPI: portable parallel programming with the Message-Passing Interface. Third edition. Massachusetts Institute of Technology, 2014. 330 p.

15. Crichlow J. M. An Introduction to Distributed and Parallel Computing. Prentice Hall, 1997. 209 p.

16. Bischof C., Bücker M., Gibbon P., Joubert G.R., Lippert T., Mohr B., Peters F. Parallel Computing. Architectures, Algorithms and Applications. OS Press, 2008. 825 p.

17. Pllana S., Xhafa F. Programming multicore and many-core computing

systems. Wiley, 2017. 528 p.

18. Introduction to parallel programming with MPI and OpenMP. 1-5 March 2021. Benedikt Steinbusch. JülichSupercomputing Centre.

Інформаційні ресурси

1. TOP500. Рейтинг 500 найпотужніших відомих суперкомп'ютерних систем. URL: http://www.top500.org/ (дата звернення 05.03.2024).

2. Бібліотека LINPACK. URL: http://www.netlib.org/linpack/ (дата звернення 05.03.2024).

3. Parallel Programming: Amdahl’s Law or Gustafson’s Law. URL: http://www.futurechips.org/thoughts-for-researchers/parallel-programming-amdahls-law-gustafsons-law.html (дата звернення 05.03.2024).

4. Calculation of the acceleration of parallel programs as a function of the number of threads by George Popov, Valeri Mladenov and Nikos Mastorakis. URL: http://www.researchgate.net/publication/228569958_Calculation_of_the_acceleration_of_parallel_programs_as_a_function_of_the_number_of_threads (дата звернення 05.03.2024).

5. MPI Forum. URL: https://www.mpi-forum.org/ (дата звернення 05.03.2024).

6. OpenMP Architecture Review Board. URL: http://www.openmp.org/ (дата звернення 05.03.2024).

7. Блог Intel з паралельного програмування на процесорах Intel. URL: http://software.intel.com/parallel (дата звернення 05.03.2024).

8. Сайт Української команди розподілених обчислень. URL: http://distributed.org.ua/ (дата звернення 05.03.2024).

9. Обчислювальний кластер Київського національного університету ім. Т.Г. Шевченка. URL: http://cluster.univ.kiev.ua/ (дата звернення 05.03.2024).

ЗМІНИ ТА ДОПОВНЕННЯ