НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Кафедра комп'ютерних наук

«ЗАТВЕРДЖЕНО»
Факультет інформаційних технологій
"12" червня 2025 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Технології розподілених систем та паралельних обчислень

Галузь знань Інформаційні технології
Спеціальність Комп'ютерні науки
Освітня програма Комп'ютерні науки
Факультет інформаційних технологій
Розробники: професор кафедри комп'ютерних наук, д.т.н. Хиленко В. В.
старший викладач кафедри комп'ютерних наук, Степанов О.В.
(посада, науковий ступінь, вчене звання)

КИЇВ 2025

Опис навчальної дисципліни Дисципліна «Технології розподілених систем та паралельних обчислень» спрямована на ознайомлення студентів з ключовими аспектами та технологіями паралельних обчислень. Студенти вивчатимуть основи багатопоточності, включаючи створення, керування потоками та їх синхронізацію, навчаться реалізовувати проекти на основі паралельних і розподілених обчислень при розробці й експлуатації розподілених систем паралельної обробки інформації.

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь		
Освітній ступінь	*бакалавр*	
Спеціальність	*122 Комп'ютерні науки*	
Освітня програма	*Комп'ютерні науки*	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	*обов'язкова*	
Загальна кількість годин	150	
Кількість кредитів ECTS	5	
Кількість змістових модулів	2	
Курсовий проект (робота) (за наявності)	+	
Форма контролю	*екзамен*	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм здобуття вищої освіти		
	Форма здобуття вищої освіти	
	денна	**заочна**
Курс (рік підготовки)	3	
Семестр	5	
Лекційні заняття	*30 год.*	
Практичні, семінарські заняття	*год.*	
Лабораторні заняття	*30 год.*	
Самостійна робота	*90 год.*	
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми здобуття вищої освіти	*4 год.*	

1. Мета, компетентності та програмні результати навчальної дисципліни

Мета: надання теоретичних та практичних знань з побудови складних високопродуктивних паралельних та розподілених систем обробки даних.

Завдання: полягає в отриманні навичок студентом з реалізації систем розподілених об'єктів та паралельного програмування.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати: архітектуру та програмне забезпечення високопродуктивних паралельних та розподілених обчислювальних систем, чисельних методів і алгоритмів для паралельних структур.

вміти: виконувати паралельні та розподілені обчислення, застосовувати чисельні методи і алгоритми для паралельних структур, мови паралельного програмування при розробці й експлуатації паралельного та розподіленого програмного забезпечення.

Набуття компетентностей:

інтегральна компетентність (ІК):

Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми під час професійної діяльності у галузі інформаційних технологій, володіння навичками роботи з комп'ютером для вирішення задач проєктування та програмування інформаційних систем.

загальні компетентності (ЗК):

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях, насамперед, пов'язаних з природоохоронною галуззю.
ЗК3. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності, насамперед, пов'язаних з природоохоронною галуззю.
ЗК6. Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями.
ЗК7. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
ЗК8. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).
ЗК11. Здатність приймати обґрунтовані рішення.
ЗК12. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

спеціальні (фахові) компетентності (СК):

СК16. 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):

ПР17. 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.

2. Програма та структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	всього	у тому числі					всього	у тому числі				
		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. Основи паралельних обчислень характеристика та застосування												
Цілі та задачі паралельних обчислень. Проблеми використання паралелізму.	14	2		2		10						
Класифікація багатопроцесорних обчислювальних систем. Апаратні засоби високопродуктивних обчислень.	23	4		4		15						

Оцінка ефективності паралельних обчислень. Загальні принципи побудови паралельних алгоритмів і програм	23	4		4		15						
Разом за змістовим модулем 1	**60**	**10**		**10**		**40**						
Модуль 2. Програмні засоби для реалізації паралельних обчислень												
Програмні засоби розробки паралельних програм.	20	5		5		10						
Технологія OpenMP для розробки паралельних програм для систем із спільною пам'яттю.	20	5		5		10						
Розробка паралельних програм для систем з розподіленою пам'яттю з використанням бібліотеки MPI.	25	5		5		15						
Технологія розробки паралельних програм для процесорів нових архітектур.	25	5		5		15						
Разом за змістовим модулем 2	**90**	**20**		**20**		**50**						
Курсовий проект (робота)					**30**							
Всього	**150**	**30**		**30**	**30**	**90**						

3. Теми лекцій

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Цілі та задачі паралельних обчислень. Проблеми використання паралелізму.	2
2	Класифікація багатопроцесорних обчислювальних систем. Апаратні засоби високопродуктивних обчислень.	4
3	Оцінка ефективності паралельних обчислень. Загальні принципи побудови паралельних алгоритмів і програм	4
4	Програмні засоби розробки паралельних програм.	5
5	Технологія OpenMP для розробки паралельних програм для систем із спільною пам'яттю.	5
6	Розробка паралельних програм для систем з розподіленою пам'яттю з використанням бібліотеки MPI.	5
7	Технологія розробки паралельних програм для процесорів нових архітектур.	5

4. Теми лабораторних (практичних, семінарських) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Організація багатозадачності в середовищі ОС Windows за допомогою процесів і потоків.	2
2	Синхронізація потоків у середовищі ОС Windows.	4
3	Використання хмарних технологій для обчислень	4
4	Загальні і приватні змінні в OpenMP. Розпаралелювання циклів у OpenMP Паралельні секції та гонка потоків у OpenMP	5
5	Ознайомлення з бібліотеками паралельного програмування MPI	5
6	Асинхронні та синхронні процедури передачі MPI повідомлень між паралельними обчислювальними процесами	5
7	Дослідження механізмів колективної взаємодії. Реалізація механізмів блокувань та бар'єрів між паралельними процесами.	5

5. Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Метакомп'ютинг як велика розподілена система	10
2	Особливості розподілення задач і передачі даних.	15
3	Провайдери хмарних послуг. Характерні ознаки хмарних обчислень. Моделі надання послуг за допомогою хмари (cloud).	15
4	Історія виникнення Grid. Концепція Grid.	10
5	Визначення критеріїв оптимального розміщення програми на процесори паралельного комп'ютера	10
6	Тонкозернисте та грубозернисте розміщення паралельних програм.	15
7	Статичне та динамічне розміщення програм на процесори паралельного комп'ютера	15

6. Методи та засоби діагностики результатів навчання:

– усне або письмове опитування;
– співбесіда;
– тестування;
– захист лабораторних робіт, проектів;

7. Методи навчання *(вибрати необхідне чи доповнити):*

– метод проблемного навчання;
– метод практико-орієнтованого навчання;
– метод проєктного навчання;
– метод навчання через дослідження;
– метод командної роботи, мозкового штурму

8. Оцінювання результатів навчання.

Оцінювання знань здобувача вищої освіти відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національну оцінку згідно чинного «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України»

8.1. Розподіл балів за видами навчальної діяльності

Вид навчальної діяльності	Результати навчання	Оцінювання
Модуль 1. **Основи паралельних обчислень характеристика та застосування**		
Лабораторна робота 1	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	20
Лабораторна робота 2		20
Лабораторна робота 3		20
Самостійна робота		20
Модульна контрольна робота 1		20
Всього за модулем 1		**100**
Модуль 2. **Програмні засоби для реалізації паралельних обчислень**		
Лабораторна робота 4	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	20
Лабораторна робота 5		20
Лабораторна робота 6		20
Самостійна робота		20
Модульна контрольна робота 2		20
Всього за модулем 2		**100**
Навчальна робота		**(М1 + М2)/2*0,7 ≤ 70**
Екзамен		**30**
Всього за курс		**(Навчальна робота + екзамен) ≤ 100**
Курсовий проект/робота		**100**

8.2. Шкала оцінювання знань здобувача вищої освіти

Рейтинг здобувача вищої освіти, бали	Оцінка за національною системою (екзамени/заліки)
90-100	відмінно
74-89	добре
60-73	задовільно
0-59	незадовільно

8.3. Політика оцінювання

Політика щодо дедлайнів та перескладання	роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання модулів відбувається із дозволу лектора за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).
Політика щодо академічної доброчесності	списування під час контрольних робіт та екзаменів заборонені (в т.ч. із використанням мобільних девайсів). Курсові роботи, реферати повинні мати коректні текстові посилання на використану літературу
Політика щодо відвідування	відвідування занять є обов’язковим. За об’єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування) навчання може відбуватись індивідуально (в он-лайн формі за погодженням із деканом факультету)

9. **Навчально-методичне забезпечення:**

- електронний навчальний курс навчальної дисципліни (на навчальному порталі НУБіП України eLearn - *https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=1983*);

10. **Рекомендовані джерела інформації**

Базові

1. Аксак Н.Г. Паралельні та розподілені обчислення: підручник / Н.Г. Аксак, О.Г. Руденко, А.М. Гуржій. – Х.: Компанія СМІТ, 2009. – 480с.
2. Згуровський М.З., Петренко А.І. Е-наука на шляху до семантичного Грід. Частина 1: Об'єднання Web- і Грід- технологій // Системні дослідження та інформаційні технології. - Київ, №1, 2010. - С. 26-38.
3. Згуровський М.З., Петренко А.І. Е-наука на шляху до семантичного Грід. Частина 2: Семантичний Web- і семантичний Грід // Системні дослідження та інформаційні технології. - Київ, №2, 2010. - С. 7-25.
4. Хьюз К., Хьюз Т. Паралельне та розподілене програмування з використанням С++.: Пер. с англ. «Вильямс», 2004. – 672 С.
5. Ендрюс Г. Р. Основи багатопоточного, паралельного та розподіленого програмування.: Пер. с англ. «Вильямс», 2003. – 512 С.

Додаткові

1. G. Amdahl. Validity of the single-processor approach to achieving large-scale computing capabilities. // Proc. 1967 AFIPS Conf., AFIPS Press. – 1967. – V. 30. – P. 483.
2. Foster I. Designing and Building of Parallel Programs. – Reading, MA: Addison-Wesley, 1995.
3. Dongarra J., Walker D., and others. ScaLAPACK Users' Guide. Philadelphia: Society for Industrial and Applied Mathematics, 1997.
4. D. P. Bovet, M. Cesati, Understanding the Linux Kernel, #rd Edition, O'Reilly, 2005.
5. А.Ю. Дорошенко, В.М. Кислоокий, О.Л. Синявський. Архітектура і операційні середовища комп'ютерних систем. Методичний посібник і конспект лекцій.- Київ: НаУКМА, 2005.
6. Бройнль Т. Паралельне програмування: Початковий курс: Навч. посібник / Вступ. Слово А. Ройтера; Пер. з нім. В.А.Святного. – К.: Вища школа, 1997.– 358 С.
7. Кулаков А.Ю., Клименко І.А. Спосіб формування структури віртуальної GRID системи // Вісник НТУУ «КПІ». Інформатика, управління та обчислювальна техніка. – К.: Век+, 2009. – № 50. - С. 97-100.
8. Кулаков О.Ю., Бролінський С.М., Ашаєв Ю.М. Динамічне створення віртуальних GRID систем для вирішення розподілених задач на основі менеджера ресурсів // Вісник НТУУ «КПІ». Інформатика, управління та обчислювальна техніка: Зб. наук. пр. – К.: Век+, 2009. – № 51. - С. 125-129.
9. Кулаков О.Ю., Бролінський С.М., Ашаєв Ю.М. Динамічне створення віртуальних GRID систем для вирішення розподілених задач на основі менеджера ресурсів // Вісник НТУУ «КПІ». Інформатика, управління та обчислювальна техніка: Зб. наук. пр. – К.:

Век+, 2009. – № 51. - С. 125-129.
10. Петренко А.І. Grid-інтелектуальна обробка даних // Системні дослідження та інформаційні технології. - Київ, №4, 2008. - С. 97-110.
11. Петренко А.І. Національна Grid-інфраструктура для забезпечення наукових досліджень і освіти // Системні дослідження та інформаційні технології. - Київ, №1, 2008. - С.79-92.

Інформаційні ресурси

1. MPI: A Message-Passing Interface Standard. Message Passing Interface Forum. – Version 1.1. – http://www-unix.mcs.anl.gov/mpi
2. Portable Batch System. – http://www.openpbs.org
3. ScaLAPACK Users' Guide. – http://www.netlib.org/scalapack/scalapack_home.html
4. The OpenMP Application Program Interface (API). – http://www.openmp.org