

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ МЕДИЦИНИ ТА
БІОТЕХНОЛОГІЙ ІМЕНІ С.З. ГЖИЦЬКОГО**

Факультет механіки, енергетики та інформаційних технологій
Кафедра інформаційних технологій

ПОГОДЖЕНО

Гарант ОПП «Комп'ютерні науки»

Вадим ПТАШНИК

(ім'я та прізвище, підпис)

«27» серпня 2025 року

ЗАТВЕРДЖЕНО

Декан факультету механіки, енергетики та
інформаційних технологій

Степан КОВАЛИШИН

(ім'я та прізвище, підпис)

«28» серпня 2025 року



**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«ТЕХНОЛОГІЯ РОЗПОДІЛЕНИХ ТА ПАРАЛЕЛЬНИХ ОБЧИСЛЕНЬ»**

(код і назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

(назва освітнього рівня)

галузь знань 12 «Інформаційні технології»

(назва галузі знань)

спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»

(назва спеціальності)

освітня програма «Комп'ютерні науки»

(назва)

вид дисципліни обов'язкова

(обов'язкова / за вибором)

2025–2026 навчальний рік

Робоча програма «Технологія розподілених та паралельних обчислень»
(назва навчальної дисципліни)

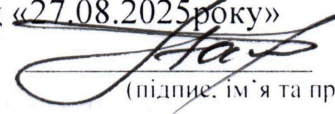
Укладач: Тимченко О.В., д.т.н., професор, професор кафедри інформаційних технологій
Запорожцев С.Ю. – к.т.н., доцент, доцент кафедри інформаційних технологій
(вказати укладачів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри інформаційних технологій.

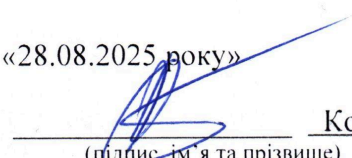
Протокол № 1 від 26.08.2025 року.

Завідувач кафедри  Тригуба А.М.
(підпис, ім'я та прізвище)

Погоджено навчально-методичною комісією спеціальності
«Комп'ютерні науки»
(назва спеціальності)

Протокол № 8/1 від «27.08.2025 року»
Голова НМКС  Пташник В.В.
(підпис, ім'я та прізвище)

Схвалено рішенням навчально-методичної ради факультету ФМЕІТ
(назва факультету)

Протокол № 1 від «28.08.2025 року»
Голова НМРФ  Ковалишин С.Й.
(підпис, ім'я та прізвище)

Ухвалено вченою радою ФМЕІТ протокол №1 від «28.08.2025 року»

ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Всього годин	
	денна форма здобуття освіти	заочна форма здобуття освіти
Семестр	6	6
Кількість кредитів/годин	3/90	3/90
Усього годин аудиторної роботи	48	16
в т.ч.:		
- лекційні заняття, год.	16	8
- практичні заняття, год.	—	—
- лабораторні заняття, год.	32	8
- семінарські заняття, год.	—	—
Усього годин самостійної роботи	42	74
Форма контролю	залік	залік

Примітка.

Частка аудиторного навчального часу студента у відсотковому вимірі:

для денної форми здобуття освіти – 53,3%

для заочної форми здобуття освіти – 17,7%

1. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою вивчення освітньої компоненти «ТЕХНОЛОГІЯ РОЗПОДІЛЕНИХ ТА ПАРАЛЕЛЬНИХ ОБЧИСЛЕНЬ» є формування необхідного рівня теоретичної і практичної підготовки студентів для грамотного використання ними знань основ паралельних та розподілених обчислень при освоєнні суміжних дисциплін та у майбутній професійній діяльності, а також формування знань для організації ефективного розв'язку великих задач на комп'ютерах з паралельною архітектурою.

Завдання навчальної дисципліни передбачають:

- набуття теоретичних і практичних знань в області розподілених та паралельних обчислень;
- оволодіння концепціями сучасного програмування в рамках парадигм паралельного та розподіленого програмування;
- засвоєння основних понять, методів та підходів до програмування в багатопотокових системах, розподілених системах, системах синхронних паралельних розрахунків;
- формування знань про проблеми сумісної роботи процесів паралельної програми та їх синхронізації;
- набуття компетентностей щодо реалізації паралельних процесів з використанням сучасних бібліотек для розподілених обчислень.

Преквізити: для успішного опанування курсу «Технологія розподілених та паралельних обчислень» необхідно демонструвати наявність систематичних та ґрунтовних знань з основ програмування, алгоритмізації та об'єктно-орієнтованого підходу, які формуються під час вивчення дисциплін «Програмування», «Алгоритми та структури даних».

Постреквізити: вивчення дисципліни «Технологія розподілених та паралельних обчислень» створює підґрунтя для опанування наступних компонент освітньої програми. Здобуті знання безпосередньо використовуються у курсах «Управління ІТ-проектами», «Операційні системи та системне програмування», «Основи штучного інтелекту». Важливим постреквізитом дисципліни є «Виробничо-передкваліфікаційна практика», під час проходження якої здобувачі мають можливість реалізувати отримані знання в реальних умовах виробництва та на обчислювальних програмно-апаратних комплексах.

Результати навчання: у процесі вивчення дисципліни «Технологія розподілених та паралельних обчислень» здобувачі набувають знань про основні принципи, методи та інструменти при використанні засобів розробки клієнт-серверних застосувань, вміння 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. Це дозволяє 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.

Відповідно до освітньо-професійної програми вивчення дисципліни «Технологія розподілених та паралельних обчислень» забезпечує набуття здобувачами таких компетентностей та програмних результатів навчання:

Фахові (спеціальні) компетентності	- Здатність реалізувати багаторівневу обчислювальну модель на основі архітектури клієнт-сервер, включаючи бази даних, знань і сховища даних, виконувати розподілену обробку великих наборів даних на кластерах стандартних серверів для забезпечення обчислювальних потреб користувачів, у тому числі на хмарних сервісах. (СК9). - Здатність реалізовувати високопродуктивні обчислення на основі хмарних сервісів і технологій, паралельних і розподілених обчислень при розробці й експлуатації розподілених систем паралельної обробки інформації. (СК16) - Здатність проектувати та реалізовувати програмне забезпечення для вирішення різноманітних прикладних задач інтелектуальної комп'ютеризації у сфері природокористування із використанням різних мов програмування, сучасних бібліотек крос-платформного програмування, проводити тестування на різних апаратних платформах, впроваджувати і підтримувати роботу інформаційних систем на сучасних платформах. (СК17)
Програмні результати навчання	- 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. (ПРН10). - 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. (ПРН16).

2. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви тем	Кількість годин											
	денна форма здобуття освіти (ДФЗО)						заочна форма здобуття освіти (ЗФЗО)					
	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
	Рік підготовки 3 Семестр 6						Рік підготовки 3 Семестр 6					

Тема 1. Мета, задачі та цілі паралельної обробки даних.	10	2	–	4	–	4	10	1	–	1	–	8
Тема 2. Приклади паралельних обчислювальних систем.	10	2	–	4	–	4	10	1	–	1	–	8
Тема 3. Закон Амдала. Класифікація багатопроцесорних систем.	10	2	–	4	–	4	10	1	–	1	–	8
Тема 4. Моделювання паралельних алгоритмів.	12	2	–	4	–	6	12	1	–	1	–	10
Тема 5. Паралельні чисельні алгоритми.	12	2	–	4	–	6	12	1	–	1	–	10
Тема 6. Паралельні та мережні методи розв'язання задач лінійного програмування.	12	2	–	4	–	6	12	1	–	1	–	10
Тема 7. Паралельне програмування в Python.	12	2	–	4	–	6	12	1	–	1	–	10
Тема 8. Розподілені обчислення в Python.	12	2	–	4	–	6	12	1	–	1	–	10
Усього годин	90	16	0	32	0	42	90	8	0	8	0	74

3. ЛЕКЦІЙНІ ЗАНЯТТЯ

№ з/п	Назви тем та їх короткий зміст	Кількість годин	
		ДФЗО	ЗФЗО
1	Тема 1. Мета, задачі та цілі паралельної обробки даних. Принципи побудови паралельних структур обчислювальних систем. Способи розпаралелювання та організація обчислень у багатопроцесорних системах.	2	1
2	Тема 2. Приклади паралельних обчислювальних систем. Суперкомп'ютери. Кластери. Класифікація обчислювальних систем. Мультипроцесори. Мультикомп'ютери.	2	1
3	Тема 3. Закон Амдала. Мережний закон Амдала. Класифікація багатопроцесорних систем. Класи багатопроцесорних систем. Технічна реалізація багатопроцесорних систем. Системи з масовим паралелізмом.	2	1
4	Тема 4. Моделювання паралельних алгоритмів. Алгоритм і його представлення. Форми запису алгоритму. Граф алгоритму. Топологічне сортування. Модель обчислень у вигляді графа	2	1

	«операції—операнди». Модель паралельного алгоритму. Показники ефективності паралельного алгоритму. Модель паралельного програмування. Розробка паралельних алгоритмів. Проектування комунікацій.		
5	Тема 5. Паралельні чисельні алгоритми. Обчислення сум послідовності числових значень. Множення матриці на вектор. Матричне множення. Паралельні методи розв'язання СЛАР. Макроопераційний аналіз алгоритмів розв'язання задач. Організація паралелізму на основі розподілу даних.	2	1
6	Тема 6. Паралельні та мережні технології розв'язання задач лінійного програмування. Основи методу. Метод прямого перебору при розв'язанні задач лінійного програмування. Паралельний аналог «симплекс-методу». Паралельне розв'язання задачі цілочисельного лінійного програмування.	2	1
7	Тема 7. Паралельне програмування в Python. Основи роботи з процесами та потоками. Стандартні бібліотеки threading та multiprocessing. Відмінності між потоками й процесами в Python (GIL). Використання пулу процесів (Pool) для розпаралелювання обчислень. Приклади паралельного обчислення: числових сум, моделювання задач із великим навантаженням та ін.	2	1
8	Тема 8. Розподілені обчислення в Python. MPI4Py та сучасні фреймворки. Бібліотека mpi4py як обгортка над MPI для Python. Базові операції: надсилання/отримання повідомлень, колективні операції (broadcast, scatter, gather). Приклади обміну даними між процесами у кластері. Сучасні альтернативи для розподілених задач і роботи з великими даними.	2	1
Усього годин		16	8

4. ЛАБОРАТОРНІ ЗАНЯТТЯ

№ з/п	Назви тем та їх короткий зміст	Кількість годин	
		ДФЗО	ЗФЗО
1	Способи розпаралелювання та організація обчислень.	4	1
2	Керування об'єктами та потоками у Python.	4	1
3	Паралельні алгоритми сортування. Бульбашкове сортування, сортування Шелла, швидке сортування.	4	1
4	Паралельна реалізація алгоритмів розв'язання СЛАР.	4	1
5	Розв'язання задач на графах (Дейкстра, Флойда, Пріма) паралельними методами.	4	1
6	Основи кластерного програмування. Використання технології MPI у Python. Бібліотека mpi4py.	4	1
7	Програмування на графічних процесорах. CUDA та OpenCL у Python.	4	1
8	Grid та веб-технології. Робота з віддаленими обчисленнями та виклик обчислювальних задач через API.	4	1
Усього годин		32	8

5. САМОСТІЙНА РОБОТА

№ з/п	Назви тем та їх короткий зміст	Кількість годин	
		ДФЗО	ЗФЗО

1	Методи аналізу ефективності паралельних алгоритмів (порівняння прискорення, масштабованості, продуктивності).	4	8
2	Принципи та підходи до балансування навантаження у паралельних системах (методи статичного та динамічного розподілу задач).	4	8
3	Методи синхронізації та взаємодії потоків у паралельному програмуванні (семафори, м'ютекси, бар'єри).	4	8
4	Гетерогенні обчислювальні середовища: особливості роботи CPU, GPU та FPGA (організація взаємодії, ефективність).	6	10
5	Комунікаційні моделі у паралельних та розподілених обчисленнях (MPI, OpenMP, потокові бібліотеки).	6	10
6	Алгоритми розподілу ресурсів у багатопроцесорних системах (планування, доступ до пам'яті, кешування).	6	10
7	Методи візуалізації та профілювання паралельних програм (інструменти аналізу продуктивності).	6	10
8	Віртуалізація та контейнеризація у розподілених обчисленнях (Docker, Kubernetes, OpenStack).	6	10
Усього годин		42	74

6. ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Навчальним планом не передбачені

7. МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Навчання з дисципліни «Технологія розподілених та паралельних обчислень» здійснюється із застосуванням сучасних інтерактивних та практикоорієнтованих методів, що поєднують словесні (лекція, пояснення, дискусія), наочні (демонстрація, робота з мультимедійними матеріалами) та активні форми (групові проекти, семінари-дискусії, моделювання ситуацій, аналіз кейсів). Використання методів мозкового штурму, проблемно-орієнтованих і дослідницьких підходів сприяє розвитку критичного та креативного мислення, уміння працювати в команді й приймати ефективні управлінські рішення. Ефективність забезпечується залученням сучасних цифрових інструментів, програмних засобів для планування й контролю, а також роботи з професійною літературою та науковими публікаціями.

8. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Оцінювання результатів навчання студентів здійснюється проведенням поточного та підсумкового контролю.

Поточний контроль здійснюється під час практичних занять і має на меті перевірку рівня підготовленості студента до виконання відповідних завдань. Форми проведення поточного контролю – усне та письмове опитування, тестовий контроль.

Підсумковий контроль проводиться з метою оцінювання результатів навчання на завершальному етапі вивчення дисципліни. Підсумковий контроль здійснюється у формі екзамену.

9. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Успішність студента оцінюється шляхом проведення поточного та підсумкового контролю.

Максимальна кількість балів з дисципліни «Технологія розподілених та паралельних обчислень», яку може отримати студент протягом семестру за всі види роботи, становить 100,

при цьому 50 балів за результатами поточного оцінювання, та 50 – за результатами екзаменаційного контролю.

Результати **поточного контролю** оцінюються за чотирибальною («2», «3», «4», «5») шкалою. В кінці семестру обчислюється середнє арифметичне значення (САЗ) усіх отриманих студентом оцінок з наступним переведенням його у 50-ти бальну шкалу за формулою:

$$ПК = 10 \cdot САЗ$$

Критерії поточного оцінювання знань студентів

Оцінка	Критерії оцінювання
5 («відмінно»)	У повному обсязі володіє навчальним матеріалом, вільно, самостійно та аргументовано його викладає, глибоко і всебічно розкриває зміст, використовуючи обов'язкову та додаткову літературу. Правильно вирішив 90% тестових завдань.
4 («добре»)	Достатньо повно володіє навчальним матеріалом, обґрунтовано його викладає, в основному розкриває зміст завдань, використовуючи обов'язкову літературу. При викладанні окремих питань не вистачає достатньої глибини та аргументації, допускаються несуттєві неточності й незначні помилки. Правильно вирішив більшість тестових завдань.
3 («задовільно»)	У цілому володіє навчальним матеріалом, викладає його основний зміст, але без глибокого всебічного аналізу, обґрунтування та аргументації, допускаючи окремі суттєві неточності та помилки. Правильно вирішив близько половини тестових завдань.
2 («незадовільно»)	Не в повному обсязі володіє навчальним матеріалом. Викладає матеріал фрагментарно та поверхово, без аргументації й обґрунтування, недостатньо розкриває зміст теоретичних і практичних завдань, допускає суттєві неточності. Правильно вирішив меншість тестових завдань.

Переведення підсумкових рейтингових оцінок з дисципліни, виражених у балах за 100-бальною шкалою, у оцінки за національною шкалою та шкалою ECTS

Таблиця 1 – **Шкала оцінювання: національна та ECTS**

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, диференційованого заліку, курсового проєкту (роботи), практики	для заліку
90–100	A	відмінно	зараховано
82–89	B	добре	
74–81	C		
64–73	D	задовільно	
60–63	E		
35–59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0–34	F	незадовільно з обов’язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов’язковим повторним вивченням дисципліни

10. МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Підручники і навчальні посібники; інструктивно-методичні матеріали до практичних занять; індивідуальні навчально-дослідні завдання; контрольні роботи; текстові та електронні варіанти тестів для поточного контролю, методичні матеріали для організації самостійної роботи студентів, виконання індивідуальних завдань.

11. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Базова

1. Малашонок Г.І., Сідько А.А. Паралельні обчислення на розподіленій пам'яті: OpenMPI, Java, Math Partner: підручник. Київ: НаУКМА, 2020. 266 с.
2. Кветний Р.Н., Титарчук Є.О. Хмарна система обміну електронними грошима на основі алгоритму частково гомоморфного шифрування. Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія, 2017. № 2 (39). С. 37-41.
3. Семеренко В. П. Технології паралельних обчислень: навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2018. – 104 с.
4. Шликов В.В., Данілова В.А. Високопродуктивні розподілені обчислювальні системи: Практикум. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 108 с.
5. Robey R., Zamora Y. Parallel and High Performance Computing. – Manning, 2021. – 704 p.
6. Hemanth D.J., Elhosney M., Nguyen T.N., Lakshmanan S. Advances in parallel computing technologies and applications. – IOS Press, 2021. – 448 p.

Допоміжна

1. Качко О.Г. Паралельне програмування. – Харків. нац. ун-т радіоелектроніки. – Харків : ХНУРЕ. – 403 с.
2. Жуков І., Корочкін О. Паралельні та розподілені обчислення – К. : Корнійчук, 2005. – 226 с.
3. Комплект методичних посібників виданих кафедрою, конспект лекцій.

12. ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

1. Бібліотечно-інформаційні ресурси

- Бібліотека ЛНУВМБ: м. Дубляни, вул. В.Великого, 1; тел. 22-45-915
- Львівська наукова бібліотека ім. Стефаника НАН України: вул. Стефаника, 2; тел. 74-43-72
- Львівська обласна наукова бібліотека: просп. Шевченка, 13; тел. 74-02-26
- Наукова бібліотека ЛНУ ім. Франка, метод. відділ: вул. Драгоманова, 17; тел. 296-42-41
- Центральна міська бібліотека ім Лесі Українки: вул. Мулярська, 2а; тел. 72-05-81

2. Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. Кабінет Міністрів України / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.kmu.gov.ua/
2. Законодавство України / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.rada.kiev.ua/
3. Державний комітет статистики України / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>
4. Національна бібліотека ім. В.І. Вернадського / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.nbuv.gov.ua/>
5. Український інститут науково технічної інформації [Електронний ресурс]. – Режим

доступу: http://www.uintei.kiev.ua/viewpage.php?page_id=7