



**ДЕРЖАВНИЙ ТОРГОВЕЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**  
**Факультет інформаційних технологій**  
**Кафедра комп'ютерних наук та інформаційних систем**

**СИЛАБУС (SYLLABUS)**

**Дисципліна «Технології розподілених систем та паралельних обчислень»/  
Distributed systems and parallel computing technologies»**

**ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВИКЛАДАЧА**

Викладач	Самойленко Ганна Тимофіївна
Науковий ступінь	Кандидат фізико-математичних наук
Вчене звання	Доцент
Посада	Доцент кафедри комп'ютерних наук та інформаційних систем
Адреса кафедри	м.Київ, вул. Кіото 19, каб. Б-507, Б-526
E-mail	compdep@knute.edu.ua
Консультації	Відповідно до графіку індивідуальних консультацій на сайті кафедри

**ПОЛІТИКА АКАДЕМІЧНОЇ ДОБРОЧЕСНОСТІ**

<https://knute.edu.ua/file/MzEyMQ==/c12a9f74e87d9154696ca0f761da2e5c.pdf>

**Дотримання академічної доброчесності передбачає:**

- самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю результатів навчання (для осіб з особливими освітніми потребами ця вимога застосовується з урахуванням їхніх індивідуальних потреб і можливостей);
- посилання на джерела інформації у разі використання не авторських ідей, розробок, тверджень, відомостей і т.п.;
- дотримання норм законодавства про авторське право і суміжні права;
- надання достовірної інформації про результати власної наукової діяльності, використанні методики досліджень і джерела інформації.

**Порушенням академічної доброчесності вважається:**

- академічний плагіат – оприлюднення (частково або повністю) наукових (творчих) результатів, отриманих іншими особами, як результатів власного дослідження (творчості) та/або відтворення опублікованих текстів (оприлюднених творів мистецтва) інших авторів без зазначення авторства;
- самоплагіат – оприлюднення (частково або повністю) власних раніше опублікованих наукових результатів як нових наукових результатів;
- фабрикація – вигадкування даних чи фактів, що використовуються в наукових дослідженнях;
- фальсифікація – свідомо зміна чи модифікація вже наявних даних, що стосуються наукових досліджень.

**За порушення академічної доброчесності здобувачі освіти можуть бути притягнені до академічної відповідальності:**

- повторне проходження оцінювання (модульний контроль, іспит, залік тощо);
- повторне проходження відповідного освітнього компонента освітньо-професійної програми;
- відрахування з Університету;
- позбавлення наданих університетом пільг;
- відмова у присудженні відповідного ступеня вищої освіти;

## ПОЛІТИКА ЩОДО ВІДВІДУВАННЯ ЗАНЯТЬ

- відвідування занять є обов'язковим;
- за об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування та ін.) навчання може відбуватись в он-лайн формі за погодженням із викладачем дисципліни.

### ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

<b>Назва дисципліни / тип дисципліни</b>	Технології розподілених систем та паралельних обчислень /обов'язкова
<b>Навчальний рік</b>	2023-2024
<b>Факультет</b>	Факультет інформаційних технологій
<b>Курс</b>	4
<b>Семестр</b>	7
<b>Освітній ступінь</b>	Бакалавр
<b>Галузь знань</b>	12 «Інформаційні технології»
<b>Спеціальність</b>	126 «Інформаційні системи і технології»
<b>Загальна характеристика</b>	Кількість годин –180 Кількість кредитів – 6 <b>Види занять:</b> лекції, лабораторні, самостійна робота. <b>Співвідношення аудиторних годин і годин самостійної роботи -</b> 70/110 <b>Мова викладання</b> – українська <b>Форма викладання</b> – очна
<b>Підсумковий контроль</b>	Екзамен
<b>Програмне забезпечення</b>	MPI, Visual Studio
<b>Обладнання</b>	Проектор, комп'ютерна техніка із встановленим програмним забезпеченням та доступом до мережі Інтернет.
<b>Необхідні попередні дисципліни</b>	«Алгоритмізація та програмування»; «Чисельні методи програмування»
<b>Методика вивчення</b>	Методика вивчення дисципліни полягає у набутті студентами знань теоретичного і практично-прикладного характеру під час лекцій, лабораторних занять, самостійної роботи та вивчення першоджерел і навчально-методичної літератури.
<b>Мета і завдання</b>	<b>Метою</b> вивчення дисципліни «Технології розподілених систем та паралельних обчислень» є надання поглиблених знань та практичних навичок щодо теорії та практики побудови й використання розподілених систем і паралельних обчислень. <b>Завданням</b> вивчення дисципліни «Технології розподілених систем та паралельних обчислень» є засвоєння методів створення розподілених систем та технологій їх проектування, наповнення та підтримання в робочому стані, вивчення методів і засобів паралельних обчислень та їх застосувань на практиці.
<b>Місце дисципліни в освітньо-професійній програмі</b>	
<b>Загальні компетентності</b>	КЗ 3 Здатність до розуміння предметної області та професійної діяльності.
<b>Фахові компетентності (результати навчання)</b>	КС 2 Здатність застосовувати стандарти в області інформаційних систем та технологій при розробці функціональних профілів, побудові та інтеграції систем, продуктів, сервісів і елементів інфраструктури організації. КС 3 Здатність до проектування, розробки, налагодження та вдосконалення системного, комунікаційного та програмно-апаратного

	забезпечення інформаційних систем та технологій, Інтернету речей (IoT), комп'ютерно-інтегрованих систем та системної мережної структури, управління ними. КС 4 Здатність проектувати, розробляти та використовувати засоби реалізації інформаційних систем, технологій та інфокомунікацій (методичні, інформаційні, алгоритмічні, технічні, програмні та інші).
<b>Програмні результати навчання</b>	<p>ПР 3 Використовувати базові знання інформатики й сучасних інформаційних систем та технологій, навички програмування, технології безпечної роботи в комп'ютерних мережах, методи створення баз даних та інтернет-ресурсів, технології розроблення алгоритмів і комп'ютерних програм мовами високого рівня із застосуванням об'єктно-орієнтованого програмування для розв'язання задач проектування і використання інформаційних систем та технологій.</p> <p>ПР 5 Аргументувати вибір програмних та технічних засобів для створення інформаційних систем та технологій на основі аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до системи і експлуатаційних умов; мати навички налагодження та тестування програмних і технічних засобів інформаційних систем та технологій.</p> <p>ПР 6 Демонструвати знання сучасного рівня технологій інформаційних систем, практичні навички програмування та використання прикладних і спеціалізованих комп'ютерних систем та середовищ з метою їх запровадження у професійній діяльності.</p> <p>ПР 7 Обґрунтувати вибір технічної структури та розробляти відповідне програмне забезпечення, що входить до складу інформаційних систем та технологій.</p>

## **ТЕМАТИКА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

### **Тема 1. Паралельні обчислювальні системи.**

Поняття паралельної обчислювальної системи. Паралельна обробка. Види паралелізму: багатопроцесорна обробка, конвейерна обробка, векторна обробка, векторно-конвейерна обробка. Паралельні обчислювальні системи. Типи паралелізму: Паралелізм на рівні бітів. Паралелізм на рівні інструкцій. Паралелізм даних Паралелізм завдань (багатопоточність).

### **Тема 2. Принципи побудови розподіленої системи.**

Апаратна побудова розподілених систем. Програмна побудова розподілених систем. Види паралельної взаємодії. Класифікація архітектур паралельних обчислювальних систем: Класифікація Флінна. Класифікація Фенга. Класифікація Хокні. Класифікація Скїллікорна.

### **Тема 3. Принципи розробки та етапи проектування паралельних методів.**

Аналіз обчислювальних систем і декомпозиція їх на частини (підзадачі), які можуть бути реалізовані незалежно одна від одної. Виділення для сформованого набору під задач інформаційних взаємодій, що відбуваються в процесі вирішення поставленої задачі. Визначення обчислювальної системи, необхідної для вирішення задачі. Розподілення набору підзадач між процесорами системи.

### **Тема 4. Моделювання паралельних програм.**

Представлення паралельного методу на стадії проектування графом «підзадачі – повідомлення». Модель для опису паралельної програми на стадії виконання у вигляді графа «процеси – канали». Особливості застосування моделі «процеси – канали».

### **Тема 5. Етапи розробки паралельних алгоритмів.**

Розділення обчислень на незалежні частини: Паралелізм по даним. Функціональний паралелізм. Методи декомпозиції: рекурсивний, декомпозиція даних, дослідницька декомпозиція, спекулятивна декомпозиція. Вибір належного рівня декомпозиції. Виділення інформаційних залежностей. Проектування зв'язків. Класифікація зв'язків. Локальні зв'язки. Глобальні зв'язки. Масштабування набору підзадач: агрегація і деталізація обчислень. Розподілення задач між процесорами. Схема "менеджер - виконавець". Топології багатопроекторних обчислювальних систем. Динамічне балансування обчислювального навантаження. Концепція машин потоків даних. Асинхронна паралельність. Синхронна паралельність. Віртуальні процесори. Оцінка ефективності паралельних алгоритмів. Показники ефективності паралельних алгоритмів. Оцінка максимально досяжного паралелізму. Закони Амдала. Закон Густавсона-Барсиса.

### **Тема 6. Основи паралельного програмування.**

Основні поняття. Концепція процесу. Визначення потоку. Поняття ресурсу. Організація паралельних програм як системи потоків. Взаємодія і взаємовиключення потоків. Розробка алгоритму взаємовиключення: Варіант1: Жорстка синхронізація. Варіант2: Загублення взаємовиключення. Варіант 3: Можливість взаємоблокування. Варіант4: Безкінечне відкладання. Варіант5: Алгоритм Деккера. Семафори. Монітори. Синхронізація потоків. Умовні змінні. Бар'єрна синхронізація. Взаємоблокування потоків. Модель програми у вигляді графу «потік – ресурс». Опис можливих змін стану програми. Знаходження та виключення тушків. Класичні задачі синхронізації. Методи підвищення ефективності паралельних програм: Оптимізація кількості потоків. Мінімізація взаємодії потоків. Оптимізація роботи з пам'яттю.

### **Тема 7. Технології паралельного програмування.**

Класифікація технологій. Розпаралелюючі компілятори. Паралельні мови. Паралельні розширення. Інтерфейси паралельного програмування. Інструментальні системи розробки. Спеціалізовані прикладні пакети.

### **Тема 8. Паралельне програмування в стандартах OpenMP, MPI. Гібридне паралельне програмування в стандартах OpenMP та MPI.**

Модель Fork-Join. Стандарт OpenMP. Проста OpenMP-програма. Переваги OpenMP. Директиви OpenMP. Функції бібліотеки OpenMP. Змінні оточення OpenMP. Область бачення змінних. Власні та загальні змінні. Розподілення обчислень. Розпаралелювання циклів. Редукція операцій в циклах. Розподілення ітерацій цикла. Синхронізація обчислень. Директиви і параметри. Модель передачі повідомлень для паралельного програмування в системах з розподіленою пам'яттю. Режими запуску паралельних програм SPMD та MPMD. Стандарт Message Passing Interface (MPI). Основні поняття та функції MPI. Порівняння стандартів OpenMP та MPI. Плюси та мінуси архітектури OpenMP+MPI. OpenMP-програма. MPI-програма. Підходи до розпаралелювання. OpenMP+ MPI-програма.

### **Перелік навчальних робіт студентів та оцінки їх у балах з дисципліни «Технології розподілених систем та паралельних обчислень»**

<b>Види робіт</b>	<b>К-сть балів</b>
Лабораторне заняття №1. Тема: «Організація розподілених обчислень»	5
Лабораторне заняття №2. Тема: «Принципи побудови розподіленої системи»	5
Лабораторне заняття №3. Тема: «Організація кластерних обчислень з використанням технології MPI»	5

Лабораторне заняття №4. Тема: «Створення простих MPI-програм в середовищі Visual Studio»	5
Лабораторне заняття №5. Тема: «Вивчення операцій попарного і колективного обміну повідомленнями в MPI»	5
Лабораторне заняття №6. Тема: «Вивчення колективного обміну повідомленнями засобами MPI»	5
Лабораторне заняття №7. Тема: «Вивчення віртуальних топологій»	5
Лабораторне заняття №8. Тема: «Засвоєння основних принципів створення віртуальних топологій в MPI та роботи з ними»	5
Лабораторне заняття №9. Тема: «Технології паралельного програмування»	5
Лабораторне заняття №10. Тема: «Гібридне паралельне програмування в стандартах OpenMP та MPI»	5
Модульний контроль	20
Виконання індивідуального завдання (СР)	30
<b>Разом: Аудиторна робота</b>	<b>70</b>
<b>Самостійна робота (СР)</b>	<b>30</b>
<b>Всього:</b>	<b>100</b>

### КОНТРОЛЬ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЗНАТЬ СТУДЕНТІВ

При вивченні дисципліни використовуються наступні форми контролю знань студентів: поточний; модульний; підсумковий.

**Поточний контроль** передбачає перевірку теоретичних питань, самостійної роботи, практичних робіт та усне опитування по кожній практичній роботі. По даному виду контролю оцінювання знань здійснюється у відповідності до бального розподілу наведеного в попередній таблиці.

**Модульний контроль** передбачає виконання модульної контрольної роботи. Всі завдання оцінюються в 20 балів. Перше завдання (теоретичне) – 4 бали, друге завдання (практичне) – 8 балів, третє завдання (практичне) – 8 балів.

**Формою підсумкового контролю** є екзамен. Екзаменаційна оцінка (100 балів) є результатом виконання двох теоретичних питань (2 x 20 балів = 40 балів) та практичного завдання (60 балів).

**Результуюча оцінка з дисципліни** визначається як середня від балів набраних протягом семестру та отриманих на іспиті.

### СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

#### Основний:

1. Пасічник В.В. , Луценко С.А. , Луців А.М. Паралельні та розподілені обчислення. / В.В. Пасічник , С.А. Луценко, А.М. Луців Паралельні та розподілені обчислення. – Магнолія , 2021. – 648с.
2. Коцовський В. М. Теорія паралельних обчислень. Частина І: Методичний посібник. Ужгород: Видавництво УжНУ "Говерла", 2019. 51 с.
3. Коцовський В. М. Теорія паралельних обчислень. Частина ІІ: Методичний посібник. Ужгород: Видавництво УжНУ "Говерла", 2019. 52 с.