

# СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «ТЕХНОЛОГІЯ РОЗПОДІЛЕНИХ СИСТЕМ ТА ПАРАЛЕЛЬНИХ ОБЧИСЛЕНЬ»



Ступінь освіти	бакалавр
Освітня програма	Комп'ютерні науки
Тривалість викладання	осінній семестр (9, 10 чверті)
Кількість кредитів	4 кредити ЄКТС (120 годин)
Заняття:	
лекції:	9, 10 чверті: 2 години/тиждень
лабораторні заняття:	9 чверть-1 година/тиждень 10 чверть- 2 години/тиждень
Мова викладання	українська

Сторінка курсу в СДО НТУ «ДП»: <https://do.nmu.org.ua/>

Кафедра, що  
викладає

Програмного забезпечення комп'ютерних систем



Викладачі:

**Швачич Геннадій Григорович**

доктор технічних наук, професор, професор  
кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем

**Персональна сторінка**

<https://pzks.nmu.org.ua/ua/teachers/shvachichgg.php>

**E-mail: shvachych.h.h@nmu.one**

## 1. Анотація до курсу

Розглянуто рішення що забезпечили підвищення продуктивності процесорів, у тому числі за рахунок розпаралелювання виконання команд на рівні процесора, як то конвеєри, RISC-процесори, суперскалярні процесори, суперскалярні процесори зі наддовгим командним словом, та архітектуру багатоядерних процесорів, у тому числі – з підтримкою гіперпоточності. Приділена увага к принципам реалізації паралельних обчислень в сучасних векторно-конвеєрних комп'ютерах які поєднують в собі багатопроцесорні системи з SMP та MPP структурами.

Особливої значимості паралельні обчислення набули з переходом комп'ютерної індустрії на масовий випуск багатоядерних процесорів. Методи та програми паралельного вирішення задач обробки даних слід віднести до числа важливих кваліфікаційних характеристик сучасного спеціаліста з програмування. Розглянуто парадигми паралельного програмування, як то паралелізм даних, паралелізм задач та принципи організації взаємодії між задачами, що виконуються паралельно. Для розуміння технології організації паралельних обчислень на комп'ютерні і у розподілених системах має поняття потоків чи ниток які діють в рамках одного процесу (аналог SMP-структури) чи різних процесів (аналог MPP-структури). У курсі розглядаються способи аналізу складності обчислень та оцінки можливості їх паралельного виконання, даються основи практичних навичок паралельного програмування з використанням технології паралельного програмування OpenMP та технології передачі повідомлень MPI.

## **2. Мета та завдання курсу**

**Мета дисципліни** – вивчення парадигм та конструкцій паралельного програмування, способів передачі даних, комутації і синхронізації в розподілених системах, розробка базових алгоритмів паралельних обчислень, вимог та специфікацій компонентів інформаційних систем і об'єктів професійної діяльності.

### **Завдання курсу:**

Навчити здобувачів вищої освіти:

- вибирати та використовувати відповідну задачі методологію створення програмного забезпечення на базі технологій розподілених систем та паралельних обчислень;
- застосовувати фундаментальні концепції, парадигми і основні принципи функціонування інструментальних і обчислювальних засобів інженерії програмного забезпечення, що підтримують технології розподілених систем та паралельних обчислень;
- застосовувати на практиці ефективні підходи щодо проектування програмного забезпечення на основі технологій розподілених систем та паралельних обчислень;
- застосовувати методи компонентної розробки програмного забезпечення для реалізації технологій розподілених систем та паралельних обчислень.

## **3. Дисциплінарні результати навчання**

Дисциплінарні результати навчання:

- формувати відповідні вимоги до паралельних обчислювальних процесів та програм;

– виконувати паралельні та розподілені обчислення, застосовувати алгоритми для паралельних структур при розробці та експлуатації паралельного та розподіленого програмного забезпечення.

Дисциплінарні результати навчання сформовано на основі ПРН освітньо-професійної програми «Комп'ютерні науки» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти (ПР16).

#### 4. Структура курсу

Вид заняття	Внесок в загальну оцінку, %
<b>ЛЕКЦІЇ</b>	<b>60</b>
<p><b>Тема 1. Головні складові архітектури високопродуктивних обчислювальних систем.</b>            Історія розвитку високопродуктивних обчислювальних систем.            Класифікація паралельних архітектур по Флінну            Основні елементи архітектури високопродуктивних обчислювальних систем.                Конвеєри                RISC-процесори                Суперскалярні процесори                Суперскалярні процесори зі наддовгим командним словом            Архітектура багатоядерних процесорів            Різниця між многоядерною архітектурою і технологією гіперпоточності            Векторно-конвеєрні комп'ютери            Симетричні мультипроцесорні системи SMP            Системи з масовим паралелізмом (MPP)</p>	
<p><b>Тема 2. Основи паралельних обчислювальних процесів.</b>  <b>Вимоги до паралельних програм</b>            Парадигми паралельного програмування.                Паралелізм даних                Паралелізм завдань            Моделі паралельного програмування                Завдання/канал.                Модель спільної пам'яті.                Передача повідомлень            Продуктивність паралельних обчислень.                Закон Амдала.                Особливості закону Амдала.            Закон Густавсона</p>	
<p><b>Тема 3. Концепції потокової обробки</b>            Визначення програмних потоків            Поточна обчислювальна модель            Конструкції паралельного програмування</p>	
<p><b>Тема 4. Етапи розробки паралельних алгоритмів</b>            Загальна схема розробки паралельного алгоритму                Декомпозиція                Проектування комунікацій                Укрупнення</p>	

<p>Планування обчислень</p> <p>Паралельні методи матричного множення</p> <p>Постановка задачі</p> <p>Аналіз ефективності</p> <p>Базовий паралельний алгоритм множення матриць</p> <p>Визначення завдань</p> <p>Виділення інформаційних залежностей</p> <p>Масштабування і розподіл підзадач</p> <p>Аналіз ефективності</p> <p>Вихідна проблема — стохастичне вирівнювання</p> <p>Аналіз алгоритму стохастичного вирівнювання</p> <p>Паралельне стохастичне вирівнювання</p> <p>Інші альтернативи</p>	
<p><b>Тема 5. Основи технології паралельного програмування OpenMP.</b></p> <p>Модель даних</p> <p>Директиви та функції</p> <p>Директива parallel</p> <p>Директива single</p> <p>Директива master</p> <p>Низькорівневе розпаралелювання</p> <p>Паралельні цикли</p> <p>Паралельні секції</p> <p>Критичні секції</p> <p>Бар'єри та замки</p>	
<p><b>Тема 6. Технологія передачі повідомлень MPI</b></p> <p>Введення в паралельне програмування з використанням MPI</p> <p>Операції обміну повідомленнями</p> <p>Коди завершення</p> <p>Як влаштована MPI-програма</p>	
<p><b>Тема 7. Операції обміну повідомленнями в MPI.</b></p> <p>Двоточковий обмін повідомленнями</p> <p>Блокуючі операції обміну</p> <p>Стандартний обмін</p> <p>Синхронний блокуючий обмін</p> <p>Буферизований обмін</p> <p>Обмін "по готовності"</p> <p>Підпрограми-пробники</p> <p>Спільні прийом і передача</p> <p>Не блокуючі операції обміну</p> <p>Перевірка виконання обміну</p> <p>Відстрочені обміни</p> <p>Скасування "чекаючих" обмінів.</p>	
<p><b>Тема 8. Колективні операції обміну повідомленнями в MPI.</b></p> <p>Широкомовна розсилка</p> <p>Обмін з синхронізацією</p> <p>Розподіл і збір даних</p> <p>Векторні підпрограми розподілу даних</p> <p>Операції передачі даних від всіх процесів всім процесам</p> <p>Операції приведення і сканування</p>	
	60
<i>Контрольна робота (за темами 1-8)</i>	60
<b>ЛАБОРАТОРНІ ЗАНЯТТЯ</b>	<b>40</b>
<b>Лабораторна робота 1</b>	

Знайомство з технологією паралельного програмування OpenMP. Модель даних.	
<i>Звіт з роботи № 1 та захист лабораторної роботи.</i>	
<b>Лабораторна робота 2</b> Паралельне програмування за допомогою OpenMP. Засоби розподілу роботи між потоками.	
<i>Звіт з роботи № 2 та захист лабораторної роботи.</i>	
<b>Лабораторна робота 3</b> Паралельне програмування за допомогою OpenMP. Засоби синхронізації.	
<i>Звіт з роботи № 3 та захист лабораторної роботи.</i>	
<b>Лабораторна робота 4</b> Знайомство з технологією паралельного програмування MPI. Колективні обміни	
<i>Звіт з роботи № 4 та захист лабораторної роботи.</i>	
<b>Загальна кількість</b>	<b>100</b>

## 5. Технічне обладнання та/або програмне забезпечення\*

Використовуються лабораторії кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем (комп'ютерне та мультимедійне обладнання). Дистанційна платформа Moodle, MS Office 365, Microsoft Teams, Visual C ++.

## 6. Система оцінювання та вимоги

**6.1. Навчальні досягнення здобувачів вищої освіти за результатами вивчення курсу оцінюватимуться за шкалою, що наведена нижче:**

Рейтингова шкала	Інституційна шкала
90 – 100	відмінно
74 – 89	добре
60 – 73	задовільно
0-59	незадовільно

Кредити навчальної дисципліни зараховується, якщо студент отримав підсумкову оцінку не менше 60-ти балів. Нижча оцінка вважається академічною заборгованістю, що підлягає ліквідації відповідно до Положення про організацію освітнього процесу НТУ «ДП».

### 6.2. Оцінювання та процедури

Здобувачі вищої освіти можуть отримати **підсумкову оцінку** з навчальної дисципліни **на підставі поточного оцінювання знань** за умови, якщо набрана кількість балів з поточного тестування та виконання і захисту лабораторних робіт складатиме не менше 60 балів.

**Теоретична частина** оцінюється за результатами задачі контрольної тестової роботи, яка містить двадцять тестових запитання з чотирьох варіантів відповідей.

Загалом за двадцять контрольних тестових запитань отримується **максимум 60 балів**, тобто 60% від оцінки за дисципліну.

**Лабораторні роботи** (чотири роботи – у вигляді індивідуального завдання з кожної, розподіл % див. в таблиці розділу 4) виконуються у письмовому вигляді (звіт з кожної роботи оцінюється в межах 10 балів, загалом лабораторні враховуються як 40% (максимум 40 балів).

Отримані бали за теоретичну частину та практичні роботи додаються і є підсумковою оцінкою за вивчення навчальної дисципліни. Максимально за поточною успішністю здобувач вищої освіти може набрати 100 балів.

Максимальне оцінювання поточного контролю в балах:

Теоретична частина	Лабораторна частина	Разом
60	40	<b>100</b>

### 6.3. Критерії оцінювання підсумкової роботи.

У випадку якщо здобувач вищої освіти за поточною успішністю отримав менше 60 балів та/або прагне поліпшити оцінку проводиться **підсумкове оцінювання**.

**Підсумкове оцінювання** проводиться у вигляді комплексної контрольної роботи, яка включає запитання з теоретичної та практичної частини курсу. Білет складається з **20 тестових завдань** з чотирма варіантами відповідей, оцінюється в 3 бали (**разом 60 балів**) та **2 завдань** з практичної частини, кожне з запитань оцінюється максимум у 20 балів (**разом 40 балів**).

## 7. Політика курсу

**7.1. Політика щодо академічної доброчесності.** Академічна доброчесність здобувачів вищої освіти є важливою умовою для опанування результатами навчання за дисципліною і отримання задовільної оцінки з поточного та підсумкового контролів. Академічна доброчесність базується на засудженні практик списування (виконання письмових робіт із залученням зовнішніх джерел інформації, крім дозволених для використання), плагіату (відтворення опублікованих текстів інших авторів без зазначення авторства), фабрикації (вигадування даних чи фактів, що використовуються в освітньому процесі). Політика щодо академічної доброчесності регламентується положенням "Положення про систему запобігання та виявлення плагіату у Національному технічному університеті "Дніпровська політехніка" <https://cutt.ly/MCfh5kv>

У разі порушення здобувачем вищої освіти академічної доброчесності (списування, плагіат, фабрикація), робота оцінюється незадовільно та має бути виконана повторно. При цьому викладач залишає за собою право змінити тему завдання.

**7.2. Комунікаційна політика.** Здобувачі вищої освіти повинні мати активовану корпоративну університетську пошту.

Усі письмові запитання до викладачів стосовно курсу мають надсилатися на університетську електронну пошту.

**7.3. Політика щодо перескладання.** Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання підсумкового оцінювання відбувається із дозволу деканату за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).

**7.4 Політика щодо оскарження оцінювання.** Якщо здобувач вищої освіти не згоден з оцінюванням його знань він може опротестувати виставлену викладачем оцінку у встановленому порядку.

## **8 Рекомендовані джерела інформації**

1. Національний університет "Києво-Могилянська академія", Геннадій Іванович Малашонок, та Алла Анатоліївна Сідько. Паралельні обчислення на розподіленій пам'яті: OpenMPI, Java, Math Partner: підручник. Київ: НаУКМА, 2020.

3. Луцків Андрій Мирославович, Сергій Анатолійович Лупенко та Володимир Володимирович Пасічник. Паралельні та розподілені обчислення: підручник для студентів вищих навчальних закладів. Львів: Видавництво "Магнолія 2006", 2019.

4. Малашонок Г.І. Сідько А.А. Паралельні обчислення на розподіленій пам'яті: OpenMPI. Java. МаїБ Рагіпег: підручник. / Г.І. Малашонок., А.А. Сідько. – Київ : НаУКМА, 2020. – 266 с.

5. Технології розподілених мереж та паралельних обчислень: конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньої програми «Комп'ютерні науки» галузі знань 12 Інформаційні технології спец. 122 Комп'ютерні науки денної та заоч. форм навч. / уклад.: В.О. Ліщина, Н.М. Ліщина. – Луцьк : Луцький НТУ, 2021. – 76 с.

2.