

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

Кафедра програмного забезпечення комп'ютерних систем

«ЗАТВЕРДЖЕНО»

завідувач кафедри

Алексєєв М.О. _____

« ____ » _____ 2023 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«Технологія розподілених систем та паралельних обчислень»

Галузь знань	12 Інформаційні технології
Спеціальність	121 Інженерія програмного забезпечення
Освітній рівень.....	бакалавр
Освітня програма	
Спеціалізація	
Статус.....	вибіркова
Загальний обсяг	5 кредитів ECTS (150 годин)
Форма підсумкового контролю	залік
Термін викладання	6-й семестр
Мова викладання	українська

Викладачі: проф. Куваєв В.М.

Пролонговано: на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__»__ 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__»__ 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

Дніпро
НТУ «ДП»
2023

Робоча програма навчальної дисципліни «**Технологія розподілених систем та паралельних обчислень**» для бакалаврів спеціальності 121 «**Інженерія програмного забезпечення**» / Нац. техн. ун-т. «Дніпровська політехніка», каф. ПЗКС. – Д. : НТУ «ДП», 2023. – 10 с.

Розробники: проф. Куваєв В.М.

Робоча програма регламентує:

- мету дисципліни;
- дисциплінарні результати навчання, сформовані на основі трансформації очікуваних результатів навчання освітньої програми;
- базові дисципліни;
- обсяг і розподіл за формами організації освітнього процесу та видами навчальних занять;
- програму дисципліни (тематичний план за видами навчальних занять);
- алгоритм оцінювання рівня досягнення дисциплінарних результатів навчання (шкали, засоби, процедури та критерії оцінювання);
- інструменти, обладнання та програмне забезпечення;
- рекомендовані джерела інформації.

Робоча програма призначена для реалізації компетентнісного підходу під час планування освітнього процесу, викладання дисципліни, підготовки студентів до контрольних заходів, контролю провадження освітньої діяльності, внутрішнього та зовнішнього контролю забезпечення якості вищої освіти, акредитації освітніх програм у межах спеціальності.

Робоча програма буде в пригоді для формування змісту підвищення кваліфікації науково-педагогічних працівників кафедр університету.

Погоджено рішенням методичної комісії спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення» (протокол № 5 від 05.10.2023).

Рекомендовано до видання редакційною радою НТУ «ДП» (протокол № 9 від 17.10.2023).

ЗМІСТ

1 МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ	4
2 ОЧІКУВАНІ ДИСЦИПЛІНАРНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ.....	4
3 БАЗОВІ ДИСЦИПЛІНИ	4
4 ОБСЯГ І РОЗПОДІЛ ЗА ФОРМАМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ ТА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ	5
5 ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ.....	5
6 ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ	7
6.1 Шкали	7
6.2 Оцінювання та процедури	Error! Bookmark not defined.
6.3 Критерії оцінювання підсумкової роботи.....	9
7 ПОЛІТИКА КУРСУ	9
8 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ	10

1 МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИЦИПЛІНИ

В освітньо-професійній програмі Національного технічного університету «Дніпровська політехніка» спеціальності _____ здійснено розподіл програмних результатів навчання (ПРН) за організаційними формами освітнього процесу. Зокрема, до вибіркової дисципліни В «Технологія розподілених систем та паралельних обчислень» віднесено такі результати навчання:

ПР13	Знати і застосовувати методи розробки алгоритмів, конструювання програмного забезпечення та структур даних і знань.
ПР15	Мотивовано обирати мови програмування та технології розробки для розв'язання завдань створення і супроводження програмного забезпечення.
ПР18	Знати та вміти застосовувати інформаційні технології обробки, зберігання та передачі даних.

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.

Реалізація мети вимагає трансформації програмних результатів навчання в дисциплінарні та адекватний відбір змісту навчальної дисципліни за цим критерієм.

2 ОЧІКУВАНІ ДИСЦИПЛІНАРНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Шифр ПРН	Компетентності за результатами навчання (КРН)	
	шифр КРН	зміст
ПР15	K25	Здатність обґрунтовано обирати та освоювати інструментарій з розробки та супроводження програмного забезпечення .
ПР13	K26	Здатність до алгоритмічного та логічного мислення .
ПР18	K15	Здатність розробляти архітектури, модулі та компоненти програмних систем

3 БАЗОВІ ДИСЦИПЛІНИ

Дисципліна «Технологія розподілених систем та паралельних обчислень» викладається в 5-му семестрі відповідно до навчального плану.

Назва дисципліни	Здобуті результати навчання
Ф8 «Алгоритмізація та програмування»	розв'язувати алгоритмічні проблеми для адекватного моделювання предметних областей і створення програмних та інформаційних систем.
	проекувати та розробляти програмне забезпечення із застосуванням різних парадигм програмування
Ф18 Операційні системи	забезпечувати організацію обчислювальних процесів в інформаційних системах різного призначення з урахуванням архітектури, конфігурування, показників результативності функціонування операційних систем і системного програмного забезпечення.

4 ОБСЯГ І РОЗПОДІЛ ЗА ФОРМАМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ ТА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ

Вид навчальних занять	Обсяг, години	Розподіл за формами навчання, години					
		денна		вечірня		заочна	
		аудиторні заняття	самостійна робота	аудиторні заняття	самостійна робота	аудиторні заняття	самостійна робота
лекційні	75	22	53				
практичні	68	17	51				
консультації/іспит	7	7	-				
РАЗОМ	150	46	104				

5 ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ

Шифри ДРН	Види та тематика навчальних занять	Обсяг складових, години
	ЛЕКЦІЇ	75
ВК1.10	<p>Тема 1. Головні складові архітектури високопродуктивних обчислювальних систем. 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>	8
	<p>Тема 2. Основи паралельних обчислювальних процесів. Вимоги до паралельних програм 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>	8

Шифри ДРН	Види та тематика навчальних занять	Обсяг складових, години
	Тема 3. Концепції потокової обробки Визначення програмних потоків Поточна обчислювальна модель Конструкції паралельного програмування	8
ВК1.12	Тема 4. Етапи розробки паралельних алгоритмів Загальна схема розробки паралельного алгоритму Декомпозиція Проектування комунікацій Укрупнення Планування обчислень Паралельні методи матричного множення Постановка задачі Аналіз ефективності Базовий паралельний алгоритм множення матриць Визначення завдань Виділення інформаційних залежностей Масштабування і розподіл підзадач Аналіз ефективності Вихідна проблема — стохастичне вирівнювання Аналіз алгоритму стохастичного вирівнювання Паралельне стохастичне вирівнювання Інші альтернативи	8
	Тема 5. Основи технології паралельного програмування OpenMP. Модель даних Директиви та функції Директива parallel Директива single Директива master Низькорівневе розпаралелювання Паралельні цикли Паралельні секції Критичні секції Бар'єри та замки	15
ВК2.5	Тема 6. Технологія передачі повідомлень MPI Введення в паралельне програмування з використанням MPI Операції обміну повідомленнями Коди завершення Як влаштована MPI-програма	8
	Тема 7. Операції обміну повідомленнями в MPI. Двоточковий обмін повідомленнями Блокуючі операції обміну Стандартний обмін Синхронний блокуючий обмін Буферизований обмін Обмін “по готовності” Підпрограми-пробники Спільні прийом і передача	10

Шифри ДРН	Види та тематика навчальних занять	Обсяг складових, години
	Не блокуючі операції обміну Перевірка виконання обміну Відстрочені обміни Скасування "чекаючих" обмінів.	
	Тема 8. Колективні операції обміну повідомленнями в MPI. Широкомовна розсилка Обмін з синхронізацією Розподіл і збір даних Векторні підпрограми розподілу даних Операції передачі даних від всіх процесів всім процесам Операції приведення і сканування	11
	ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ	68
BK1.12	Практична робота 1 Знайомство з технологією паралельного програмування OpenMP. Модель даних.	14
	Практична робота 2 Паралельне програмування за допомогою OpenMP. Засоби розподілу роботи між потоками.	16
	Практична робота 3 Паралельне програмування за допомогою OpenMP. Засоби синхронізації.	18
BK2.4	Практична робота 4 Знайомство з технологією паралельного програмування MPI. Колективні обміни.	20
	КОНСУЛЬТАЦІЇ/СПИТ	7
	РАЗОМ	150

6 ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Сертифікація досягнень студентів здійснюється за допомогою прозорих процедур, що ґрунтуються на об'єктивних критеріях відповідно до Положення університету «Про оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти».

Досягнутий рівень компетентностей відносно очікуваних, що ідентифікований під час контрольних заходів, відображає реальний результат навчання студента за дисципліною.

6.1 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
75-89	добре
60-74	задовільно
0-59	незадовільно

Загальні критерії досягнення результатів навчання відповідають описам 6-го кваліфікаційного рівня НРК.

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 практичних робіт складатиме не менше 60 балів.

Теоретична частина оцінюється за результатами здачі контрольної тестової роботи, кожна яка містить двадцять тестових запитання з чотирьох варіантів відповідей, з яких вірними можуть бути від одної до трьох вірних відповідей. Максимальна кількість балів за запитання – 3 бала, причому

3 бали – відповіді відповідні еталону;

2 бали – неповні вірні відповіді. Невірних відповідей немає;

1 бал – є як вірні так і невірні відповіді;

0 балів – всі відповіді невірні

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

Лабораторні роботи виконуються згідно методичних вказівок. Звіти надаються в електронному вигляді на платформі MOODL або письмовому вигляді. (звіт з кожної лабораторної роботи оцінюється в межах 10 балів, загалом чотири лабораторні роботи враховуються, як 40% (максимум 40 балів). Лабораторні роботи захищаються вибірково у вигляді однієї контрольної лабораторної роботи з двох одночасно. Оцінюється як сам звіт, так і результати захисту роботи. При несвоєчасному здаванні лабораторної роботи оцінка знижується. У сумі за практичну частину курсу при поточному оцінюванні отримується **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	100

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 (диференційований**

залік) під час сесії, який включає контрольну тестову роботу з теоретичної частини та практичні завдання за темами незданих лабораторних робіт. Виконання кожного практичного завдання оцінюється до 8 балів. Максимально за підсумковою роботою здобувач вищої освіти може набрати 92 бала.

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://bit.ly/3ExtVKY>).

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.

7.5. Відвідування занять. Для здобувачів вищої освіти денної форми відвідування занять є обов'язковим. Поважними причинами для неявки на заняття є хвороба, участь в університетських заходах, академічна мобільність, які необхідно підтверджувати документами. Про відсутність на занятті та причини відсутності здобувач вищої освіти має повідомити викладача або особисто, або через старосту.

За об'єктивних причин (наприклад, міжнародна мобільність) навчання може відбуватись в он-лайн формі за погодженням з керівником курсу.

8 Рекомендовані джерела інформації

Базові

1. Луцків А.М., Лупенко С.А., Пасічник В.В. Паралельні та розподілені обчислення: підручник для студентів вищих навчальних закладів. Львів: Видавництво "Магнолія 2006", 2021.
2. 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.

Додаткові

1. 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. Петренко А. І. Практикум з грид-технологій : навчальний посібник / А. І. Петренко, С. Я. Свістунов, Г. Д. Кисельов. – К. : НТУУ «КПІ», 2011. – 580 с
3. Ваврук Є. Організація паралельних обчислень// Навчальний посібник з дисципліни «Паралельні та розподілені обчислення» для студентів базового напрямку 6.0915 — «Комп'ютерна інженерія» / Є.Ваврук, О.Лашко — Л.: Вид-во Нац. ун-ту «Львівська політехніка», 2007
4. Кузьменко Б.В. Технологія розподілених систем та паралельних обчислень. (конспект лекцій, частина 1. Розподілені об'єктні системи, паралельні обчислювальні системи та паралельні обчислення, паралельне програмування на основі MPI) Навчальний посібник/ Б.В Кузьменко., О.А. Чайковська. – К.: Видавничий центр КНУКІМ, 2011

Навчальне видання

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«Технологія розподілених систем та паралельних обчислень»
для бакалаврів спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення»

Розробники: проф. Куваєв В.М.