

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
(повне найменування закладу вищої освіти)

Факультет математики та інформатики
(назва факультету/навчально-наукового інституту)

Кафедра математичного моделювання
(назва кафедри)



Мартинюк О.В.
2024 року

РОБОЧА ПРОГРАМА
навчальної дисципліни
Технології високопродуктивних обчислень
(назва навчальної дисципліни)

вибіркова

(вказати: обов'язкова / вибіркова)

Освітньо-професійна програма «Системний аналіз»
(назва програми)

Спеціальність 124 – Системний аналіз

(вказати: код, назва)

Галузь знань 12 – Інформаційні технології

(вказати: шифр, назва)

Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

(вказати: перший бакалаврський/другий магістерський)

факультет математики та інформатики

(назва факультету/ навчально-наукового інституту, на якому здійснюється підготовка фахівців за вказаною освітньо-професійною програмою)

Мова навчання українська

(вказати: на якій мові читається дисципліна)

Чернівці 2024 рік

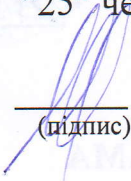
Робоча програма навчальної дисципліни «Технології високопродуктивних обчислень» складена відповідно до освітньо-професійної програми «Системний аналіз», затвердженої Вченою радою Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича (протокол № 7 від 29 квітня 2024 р.)

Розробники: к. ф.-м. н., доц. Горбатенко М.Ю.

Погоджено з гарантом ОП і затверджено на засіданні кафедри математичного моделювання

Протокол № 18 від “25” червня 2024 року

Завідувач кафедри


(підпис)

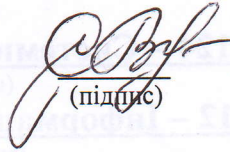
Черевко І.М.

(прізвище та ініціали)

Схвалено методичною радою факультету/навчально-наукового інституту

Протокол № 11 від “25” червня 2024 року

Голова методичної ради факультету
математики та інформатики


(підпис)

Сікора В.С.

(прізвище та ініціали)

1. Мета навчальної дисципліни: формування навичок проектування, розробки, встановлення додатків, використання сучасних методів програмування та сучасних середовищ розробки. Переваги навчальної дисципліни:

- вивчення сучасних підходів до розробки високопродуктивних додатків;
- розгляд розробки додатків з використанням високопродуктивних та паралельних обчислень;
- застосування ефективних практик для написання швидких, стабільних та безпечних додатків;
- коректні підходи при роботі в стандартних та нештатних ситуаціях;
- ефективні принципи організації взаємодії в середині додатку та коректна синхронізація між модулями.

2. Результати навчання: у результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати: теоретичні положення високопродуктивні додатки, теоретичні положення про паралельні обчислення, теоретичні положення про клієнтську обробку, теоретичні положення про взаємодію з користувачем, теоретичні положення про обробку виключних ситуацій, теоретичні положення про створення багатопоточних додатків.

вміти: створювати високопродуктивні додатки, реалізовувати паралельні обчислення, створювати та супроводжувати проекти, коректно обробляти нештатні ситуації, вміти користуватися основними можливостями IDE.

Студент повинен оволодіти програмним матеріалом, виконати лабораторні роботи, засвоїти теоретичний матеріал.

Під час вивчення дисципліни, відповідно до освітньо-професійної програми, формуються наступні

загальні компетентності:

ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК04. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК07. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК08. Здатність бути критичним і самокритичним.

ЗК09. Здатність до адаптації та дії в новій ситуації.

ЗК10. Здатність працювати автономно.

ЗК11. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

фахові компетентності:

ФК1. Здатність використовувати системний аналіз як сучасну міждисциплінарну методологію, що базується на прикладних математичних методах та сучасних інформаційних технологіях і орієнтована на вирішення задач аналізу і синтезу технічних, економічних, соціальних, екологічних та інших складних систем.

ФК8. Здатність організовувати роботу з аналізу та проектування складних систем, створення відповідних інформаційних технологій та програмного забезпечення.

ФК11. Здатність системно аналізувати свою професійну і соціальну діяльність, оцінювати накопичений досвід.

та отримуються наступні **програмні результати навчання**:

ПР8. Володіти сучасними методами розробки програм і програмних комплексів та прийняття оптимальних рішень щодо складу програмного забезпечення, алгоритмів процедур і операцій.

ПР13. Проектувати, реалізовувати, тестувати, впроваджувати, супроводжувати, експлуатувати програмні засоби роботи з даними і знаннями в комп'ютерних системах і мережах.

3. Опис навчальної дисципліни

3.1. Загальна інформація

Форма навчання	Рік підготовки	Семестр	Кількість		Кількість годин						Вид підсумкового контролю
			кредитів	годин	лекції	практичні	семінарські	лабораторні	самостійна робота	індивідуальні завдання	
Денна	4	8	4	120	22	-	-	22	76	-	Залік

3.2. Структура змісту навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем навчальних занять	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		лекц.	прак./ семін.	лаб.	інд.	с.р.		лекц.	прак./ сем.	лаб.	інд.	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Теми навчальних занять	Змістовий модуль 1. Паралельні обчислення											
Тема 1. Вступ. Огляд паралелізації.	20	4	-	4	-	12	-	-	-	-	-	-
Тема 2. Обмеження швидкодії. Дизайн даних. Моделі швидкодії.	22	4	-	4	-	14	-	-	-	-	-	-
Тема 3. Паралельні	22	4	-	4	-	14	-	-	-	-	-	-

алгоритми та шаблони.												
Разом за ЗМ1	64	12	-	12	-	40	-	-	-	-	-	-
Теми навчальних занять	Змістовий модуль 2. Високопродуктивні обчислення											
Тема 4. Векторизація. OpenMP.	21	4	-	5	-	12	-	-	-	-	-	-
Тема 5. GPU архітектури, концепти програмування.	21	4	-	5	-	12	-	-	-	-	-	-
Тема 6. Профайлери, виявлення та вирішення помилок.	14	2	-	-	-	12	-	-	-	-	-	-
Разом за ЗМ 2	56	10	-	10	-	36	-	-	-	-	-	-
Усього годин	120	22	-	22	-	76	-	-	-	-	-	-

3.3. Тематика лабораторних занять

№	Назва теми	Кількість годин
Змістовий модуль 1. Паралельні обчислення		
1	Реалізація додатку та визначення кількості необхідних ресурсів.	4
2	Вибір моделі паралельних обчислень та її реалізація.	4
3	Розробка алгоритму паралельної обробки.	4
Змістовий модуль 2. Високопродуктивні обчислення		
5	Реалізація OpenMP додатку	5
6	Реалізація GPU додатку	5

3.4. Самостійна робота студента

№	Назва теми (форма контролю)	Кількість балів
Змістовий модуль 1. Паралельні обчислення		
1	Закон Амдаля, закон Густавсона-Барсіса та їх роль в паралельних обчисленнях. (звіт)	5
2	Огляд моделей паралельних обчислень та їх застосування. (звіт)	5
3	Паралельні алгоритми, хешування та інші техніки для паралелізації обчислень. (звіт)	5
Змістовий модуль 2. Високопродуктивні обчислення		
4	Роль векторизації у високопродуктивних обчисленнях. (звіт)	5
5	Роль GPU для зменшення енергозатратності та підвищення продуктивності обчислень. (звіт)	5
6	Використання профайлерів, виявлення помилок, вузьких місць та використання інших інструментів для вирішення проблем та підвищення продуктивності обчислень. (звіт)	5

4. Освітні технології, методи навчання і викладання навчальної дисципліни

Використовуються як класичні методи навчання, такі як лекційні та лабораторні заняття, так і Google Classroom, де розміщуються матеріали для ознайомлення та завдання для лабораторних робіт з можливістю завантаження отриманих результатів під час самостійної роботи та роботи над лабораторними роботами, а також перевагу надається використанню Google Forms для проведення підсумкового оцінювання за наявності такої можливості. Google Meet використовується за умови змішаної або дистанційної форми навчального процесу.

5. Критерії та засоби оцінювання результатів навчання з навчальної дисципліни

5.1. Критерієм підсумкового оцінювання має бути досягнення студентом мінімальних порогових рівнів оцінок (балів) за кожним передбаченим результатом навчання.

Мінімальний пороговий рівень оцінки варто визначати за допомогою якісних критеріїв і трансформувати його в мінімальну позитивну оцінку використовуваної числової (рейтингової) шкали).

5.2. Шкала оцінювання: національна та ECTS

Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ECTS	
	Оцінка (бали)	Пояснення за розширеною шкалою
Зараховано	A (90-100)	Відмінно
	B (80-89)	дуже добре
	C (70-79)	Добре
	D (60-69)	Задовільно
	E (50-59)	Достатньо
Не зараховано	FX (35-49)	(незадовільно) з можливістю повторного складання
	F (1-34)	(незадовільно) з обов'язковим повторним курсом

5.3. Засоби оцінювання

Засобами оцінювання та демонстрування навчання є аналітичні звіти та вихідний код проєктів виконаний самостійно або під час командної роботи.

6. Форми поточного контролю

Формами поточного контролю є захист лабораторних робіт, звіти.

Формою підсумкового контролю є залік.

7. Рекомендована література

7.1. Базова (основна)

1. High Performance Parallel Computing // Satyadhyam Chickerur, 2019 Intechopen.- 190pp.
2. Introduction to High Performance Scientific Computing First Edition // David L. Chopp, 2019 SIAM - Society for Industrial and Applied Mathematics.- 453pp.
3. High-Performance Computing with Julia: Optimizing Algorithms and Applications // Caleb Hudson, 2024 O'Reilly Media.- 212 pp.
4. High-Performance Computing with C#12 and .NET 8: Learning how to tackle specific HPC challenges in scientific computing, numerical analysis, machine learning, and beyond. // Katie Millie, 2024 Kindle Edition.- 334 pp.
5. High-Performance Computing Architectures // Koffka Khan, Kindle Edition.- 602 pp.

7.2. Допоміжна

1. Applied Machine Learning and High-Performance Computing on AWS: Accelerate the development of machine learning applications following architectural best practices 1st Edition // Mani Khanuja, Farooq Sabir, Shreyas Subramanian, Trenton Potgieter, 2022 Packt Publishing, 382 pp.
2. High Performance Computing and Grids in Action // Lucio Grandinetti, 2008 IOS Press, 552pp.
3. High Performance Heterogeneous Computing 1st edition // Jack Dongarra, Alexey L. Lastovetsky, 2009 Wiley-Interscience, 280pp.

8. Інформаційні ресурси

1. <https://www.openmp.org/>
2. <https://www.nvidia.com/en-us/high-performance-computing/>
3. <https://learn.microsoft.com/>
4. <https://code.visualstudio.com/>
5. <https://dotnet.microsoft.com/>

Додатково

(для контролю та самоконтролю роботи студента)

Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне оцінювання (аудиторна та самостійна робота)						Кількість балів (залік)	Сумарна к-ть балів
Змістовий модуль 1 (45 балів)			Змістовий модуль 2 (35 балів)			20	100
T1	T2	T3	T4	T5	T6		
15	15	15	15	15	5		

T1, T2 ... T6 – теми змістових модулів.

Політика освітнього процесу

Студенти зобов'язані своєчасно та якісно виконувати всі отримані завдання і акуратно їх оформлювати у вигляді звіту з наданням програмного коду у випадку чисельних розрахунків. За необхідністю з метою з'ясування всіх незрозумілих під час самостійної та індивідуальної роботи питань, відвідувати консультації викладача. Кожний студент зобов'язаний дотримуватися принципів академічної доброчесності. Виконаний студентом не свій варіант завдання не оцінюється. Складання (перескладання) екзамену проводиться за встановленим деканатом розкладом.