



Силабус курсу

Високопродуктивні обчислення

Ступінь вищої освіти - бакалавр

Спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»

Освітньо-професійна програма: «Комп'ютерні науки»

Рік навчання: IV, Семестр: VII

Кредитів: 5 Мова викладання: українська

Керівник курсу

ППП

к.т.н., доцент Осолінський Олександр Романович

Контактна інформація

oso@wunu.edu.ua, +380501063782

Опис дисципліни

Дисципліна «Високопродуктивні обчислення» спрямована на ознайомлення студентів з необхідних теоретичних знань про класифікацією високопродуктивних обчислювальних систем, принципів розробки високопродуктивних програм, технологічні засоби паралельного та розподіленого програмування, основні принципи побудови, методи і засоби функціонування високопродуктивних комп'ютерних систем та мереж (ВКС).

Завдання навчальної дисципліни «Високопродуктивні обчислення»: опануванні базових принципів функціонування, призначення основних класів сучасних паралельних комп'ютерів, загальну класифікацію обчислювальних систем, архітектуру та принципи функціонування основних високопродуктивних комп'ютерних систем, ознайомлення з моделями програмування в різних класах паралельних комп'ютерів, навчитися здійснювати оцінку продуктивності високопродуктивних комп'ютерів і обчислювальних систем, ефективно використовувати хмарні обчислення для організації високопродуктивних обчислень, здійснювати доступ та приймати участь у проектах по розподілених обчисленнях.

Структура курсу

Години (лек./лаб.)	Тема	Результати навчання	Завдання
2/2	Тема 1. Базові поняття і класи сучасних ВКС	Знати історію, сфери застосування, класифікацію високопродуктивних комп'ютерних систем. Вміти здійснювати оцінку продуктивності обчислювальної системи	Лабораторна робота
2/-	Тема 2. Основні класи паралельних комп'ютерів.	Знати архітектуру та принципи роботи симетричних мультипроцесорних системи (SMP), масивно-паралельних системи (MPP), систем з неоднорідним доступом до пам'яті (NUMA), паралельно-векторні системи (PVP).	Питання
2/4	Тема 3. Оцінка продуктивності високопродуктивних комп'ютерних систем.	Знати основні показники продуктивності ВКС, тестові програми, критерії ранжування, характеристики комп'ютерів, чинники, що знижують продуктивність паралельних комп'ютерів, закон Амдала. Вміти визначати максимальну продуктивність алгоритму з використанням Roofline моделі.	Лабораторна робота
4/-	Тема 4. Типи	Знати архітектуру CISC, RISC та MISC	Питання

	процесорів та їх використання у високопродуктивних комп'ютерних системах	процесорів та VLIW процесорів. Основні тестові програми. Знати області застосування матричних, суперскалярних, з конвеєрною обробкою та комунікаційних процесорів	
4/4	Тема 5. Топології зв'язків ВКС та ефективна організація дискових накопичувачів	Знати компоненти ВКС (АЛП, пам'ять, пристрої вводу-виводу). Топології зв'язків ВКС. Організацію дискових накопичувачів. Вміти проводити дослідження розміру кешу і як він впливає на продуктивність програми.	Лабораторна робота
4/4	Тема 6. Архітектура існуючих суперкомп'ютерів	Знати архітектуру векторно-конвеєрного суперкомп'ютера (на прикладі CRAY C90). масивно-паралельного комп'ютера (на прикладі CRAY T3D), новітні платформи ВКС: суперкомп'ютери на графічних картах GPU (NVidia Tesla M2050), Суперкомп'ютер на GPU картах сімейства Kepler. Вміти визначати ефективність програми. Встановлювати схожості програми через диспетчер завдань у Windows або у Linux.	Лабораторна робота
2/4	Тема 7. Фундаментальні обмеження паралельних обчислень.	Знати проблему когерентності кешу. Знати як працюють системи на основі каталогів, обмеження пропускної спроможності, обмеження по затримках, методи обходу обмежень по затримках. Вміти користуватись довідковою системою ВКС Earth Simulator та знати які класи задач вирішуються з її допомогою.	Лабораторна робота
2/4	Тема 8. Енергоємні обчислення і зв'язок	Знати методи обробки з врахуванням потужності, дизайн пам'яті з врахуванням енергоспоживання, як проектуються зв'язки з врахуванням енергоспоживання. Вміти підключатись до проектів по розподілений обробці даних SETI@Home або інших подібних проектів.	Лабораторна робота
2/-	Тема 9. Сучасний стан нових напрямків в ВКС	Знати нові напрямки застосування оптики в паралельних обчисленнях, основи функціонування квантових комп'ютерів.	Питання,
4/4	Тема 10. Комп'ютерні кластери	Знати принцип функціонування кластерів, їх призначення та історію створення, класифікацію, програмні засоби та засоби моніторингу, функціонування кластерів. Вміти працювати з хмарними сервісами та виконання обчислень на них.	Лабораторна робота
2/4	Тема 11. Метакомп'ютинг та Grid-обчислення на основі мережеских технологій.	Знати основні напрямки метакомп'ютингу та концепції Grid. Історію виникнення Grid. Вміти компілювати програми для паралельного виконання, створювати потоки для обчислення π паралельно за допомогою OpenMP.	Лабораторна робота
4/4	Тема 12. Паралельне програмування на	Знати конструкції роботи з потоками, розподілення роботи, планування,	Лабораторна робота

	OpenMP	синхронізації та встановлення бар'єрів. Вміти використовувати основні алгоритми сортування, використання директив розпаралелення	
2/2	Тема 13. Паралельне програмування з використанням MPI	Знати модель інтерфейсу передачі повідомлень, застосування блокуючої та неблокуючої комунікації, структуру програм MPI. Вміти інсталиувати MPICH2, завантажувати на виконання програми MPI, ініціалізацію MPI, виконання завдань на декількох процесах.	Лабораторна робота
2/2	Тема 14. Паралельне програмування з використанням GPU	Знати еволюцію графічних процесорів, програмну модель CUDA, апаратну реалізацію, організацію потоку даних. Вміти інсталиувати CUDA, використовувати потоки на GPU, обчислювати вектори, комбінувати потоки і блоки.	Лабораторна робота
2/-	Тема 15. Хмарні обчислення та сучасні хмарні платформи	Знати основні поняття хмарних обчислень, технології віртуалізації, класифікацію хмар, хмарні рішення від Google Cloud Platform, Amazon Web Services та Open Source рішення.	Питання

Літературні джерела

1. Dhabaleswar K. Panda, Xiaoyi Lu and Dipti Shankar, High-Performance Big Data Computing, 2022, 272 pp.
2. John Levesque, Gene Wagenbreth, High Performance Computing Programming and Applications, 2018, 244 P. ISBN 9781138372689
3. John Levesque, Aaron Vose, Programming for Hybrid Multi/Manycore MPP Systems, 2020, 341 P. ISBN 9780367572907
4. Robert Robey and Yuliana Zamora, Parallel and High Performance Computing, 2021, 704 P. ISBN 9781617296468
5. Victor Eijkhout with Edmond Chow, Robert van de Geijn, Introduction to High Performance Scientific Computing, 2022, 495 P.
6. High Performance Computing in Science and Engineering '19, 2021. ISBN : 978-3-030-66791-7
7. Masaaki Geshi, The Art of High Performance Computing for Computational Science , Vol. 1, 2019, 222 P.
8. C. Alexandrou, "The LinkSCEEM FP7 Infrastructure Project: Linking Scientific Computing in Europe and the Eastern Mediterranean," in Computing in Science & Engineering, vol. 20, no. 3, pp. 13-20, May./Jun. 2018, doi: 10.1109/MCSE.2018.03221925.
9. S. Ahn, J. Kim, E. Lim and S. Kang, "Soft Memory Box: A Virtual Shared Memory Framework for Fast Deep Neural Network Training in Distributed High Performance Computing," in IEEE Access, vol. 6, pp. 26493-26504, 2018, doi: 10.1109/ACCESS.2018.2834146.
10. S. Caíno-Lores, J. Carretero, B. Nicolae, O. Yildiz and T. Peterka, "Toward High-Performance Computing and Big Data Analytics Convergence: The Case of Spark-DIY," in IEEE Access, vol. 7, pp. 156929-156955, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2949836.
11. Коцовський В. М. Теорія паралельних обчислень: навчальний посібник. Ужгород: ПП «АУТДОР-Шарк», 2021. 188 с.
12. Семеренко, В. П. Технології паралельних обчислень : навчальний посібник. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 104 с.
13. Осолінський О.Р. Опорний конспект лекцій з дисципліни «Високопродуктивні обчислення» для студентів спеціальності 122 «Комп'ютерні науки». - Тернопіль: ЗУНУ,

2021. - 90 с.

14. Осолінський О.Р. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Високопродуктивні обчислення» для студентів спеціальності 122 «Комп'ютерні науки». - Тернопіль: ЗУНУ, 2021. - 30 с.
15. OPEN STANDARD FOR PARALLEL PROGRAMMING OF HETEROGENEOUS SYSTEMS //khronos.org [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://www.khronos.org/api/openssl>
16. Open MPI:Open Source High Performance Computing //open-mpi.org [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://www.open-mpi.org/>
17. Earth Simulator Projects //jamstec.go.jp [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.jamstec.go.jp/es/en/index_proj.html
18. Обчислення для Науки //berkeley.edu [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://boinc.berkeley.edu/index.php>

Політика оцінювання

Політика щодо дедаунів та перескладання: Перескладання модулів відбувається із дозволу деканату за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).

Політика щодо академічної доброчесності: Списування під час контрольних робіт та екзаменів заборонені (в т.ч. із використанням мобільних пристроїв). Мобільні пристрої дозволяється використовувати лише під час он-лайн тестування.

Політика щодо відвідування: Відвідування занять є обов'язковим компонентом оцінювання. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування) навчання може відбутись в он-лайн формі за погодженням із керівником курсу.

Оцінювання

Заліковий модуль 1	Заліковий модуль 2	Заліковий модуль 3	Екзамен
20 %	20 %	20 %	40 %
1. Виконання та захист лабораторних робіт (5 робіт по 8 балів) – 40 балів 2. Модульна контрольна робота – 60 балів	1. Виконання та захист лабораторних робіт (6 робіт по 5 балів) – 30 балів 2. Ректорська контрольна робота – 70 балів	1. Виконання завдань під час тренінгу – 20 балів 2. Написання та захист КПЗ – 80 балів	1.Тестові завдання (25 тестів по 2 бали) – 50 балів 2.Завдання 1 – 25 балів 3.Завдання 2 – 25 балів

Шкала оцінювання:

За шкалою ЗУНУ	За національною шкалою	За шкалою ECTS
90-100	відмінно	A (відмінно)
85-89	добре	B (дуже добре)
75-84		C (добре)
65-74	задовільно	D (задовільно)
60-64		E (достатньо)
35-59	незадовільно	FX (незадовільно з можливістю повторного складання)
1-34		F (незадовільно з обов'язковим повторним курсом)