



**ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

Кафедра кібербезпеки та програмного забезпечення



СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ВИСОКОПРОДУКТИВНІ ТА ПАРАЛЕЛЬНІ ОБЧИСЛЕННЯ В КОМП'ЮТЕРНІЙ ІНЖЕНЕРІЇ

Другого рівня вищої освіти

м. Кропивницький

1. Загальна інформація

Назва дисципліни	Високопродуктивні та паралельні обчислення в комп'ютерній інженерії
Викладач	Лектор – Дреєва Ганна Миколаївна, доктор філософії, доцент, старший викладач кафедри кібербезпеки та програмного забезпечення.
Контактний телефон	службовий: (0522)390-449 – робочі дні з 8 ³⁰ до 14 ²⁰
E-mail:	drieievahm@kntu.kr.ua
Консультації	<i>Очні консультації</i> відповідно до затвердженого графіку консультацій <i>Онлайн консультації</i> засобами електронної пошти, месенджерів у робочі дні

2. Анотація дисципліни

Курс «**Високопродуктивні та паралельні обчислення в комп'ютерній інженерії**» спрямований на вивчення принципів побудови та програмної реалізації високопродуктивних обчислювальних систем, а також методів паралельної обробки даних у сучасних апаратно-програмних середовищах. Курс орієнтований на формування у здобувачів вищої освіти системного розуміння архітектур багатоядерних процесорів, графічних прискорювачів, кластерних та гібридних обчислювальних систем, а також підходів до ефективного використання їхніх ресурсів.

3. Мета і завдання дисципліни

Метою викладання дисципліни «Високопродуктивні та паралельні обчислення в комп'ютерній інженерії» є формування у здобувачів вищої освіти глибоких теоретичних знань і практичних навичок проєктування, програмування та аналізу високопродуктивних і паралельних обчислювальних систем, а також підготовка до професійної діяльності у сфері розроблення програмного забезпечення та апаратно-програмних комплексів, що потребують інтенсивної обробки даних і високої обчислювальної ефективності.

Основними завданнями вивчення дисципліни є оволодіння базовими та сучасними поняттями високопродуктивних і паралельних обчислень; вивчення архітектур багатоядерних процесорів, графічних прискорювачів і кластерних систем; формування навичок аналізу обчислювальних задач з погляду можливості їх ефективного розпаралелювання; набуття практичного досвіду програмування паралельних і багатопотокових застосунків; освоєння методів оцінювання продуктивності, масштабованості та ефективності обчислювальних рішень; розвиток інженерного мислення щодо оптимального використання апаратних ресурсів сучасних обчислювальних платформ.

4. Результати навчання

У результаті вивчення дисципліни здобувач вищої освіти повинен вміти:

- аналізувати обчислювальні задачі з погляду можливостей їх паралельної реалізації та обґрунтовувати вибір відповідної обчислювальної архітектури;
- проектувати та реалізовувати паралельні й багатопотокові програми з використанням сучасних апаратно-програмних засобів високопродуктивних обчислень;
- ефективно використовувати ресурси багатоядерних процесорів, графічних прискорювачів та кластерних систем для розв’язання інженерних і прикладних задач;
- здійснювати оцінювання продуктивності, масштабованості та ефективності паралельних обчислювальних рішень з використанням відповідних метрик і методів аналізу;
- виконувати оптимізацію обчислювальних алгоритмів і програмних реалізацій з урахуванням архітектурних особливостей високопродуктивних обчислювальних платформ.

5. Обсяг дисципліни

Ознака дисципліни	
Кількість кредитів / годин	4/120
Нормативна / вибіркова	вибіркова
Вид підсумкового контролю	залік

6. Політика дисципліни

Академічна доброчесність:

Очікується, що студенти будуть дотримуватися принципів академічної доброчесності, усвідомлювати наслідки її порушення. Детальніше за посиланням URL : <http://www.kntu.kr.ua/doc/dobro.pdf>

Відвідування занять

Відвідування занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають лекції і лабораторні заняття курсу.

Пропущені заняття повинні бути відпрацьовані не пізніше, ніж за тиждень до залікової сесії.

Поведінка на заняттях

Недопустимість: запізнень на заняття, списування та плагіат, несвоєчасне виконання поставленого завдання.

При організації освітнього процесу в Центральнотехнічному національному технічному університеті студенти, викладачі та адміністрація діють відповідно до: Положення про організацію освітнього процесу; Положення про організацію вивчення навчальних дисциплін вільного вибору; Положення про рубіжний контроль успішності і сесійну атестацію студентів ЦНТУ, Кодексу академічної доброчесності ЦНТУ.

7. Програма навчальної дисципліни

Тема 1. Сучасні парадигми високопродуктивних обчислень

НРС як інженерна платформа для наукових і промислових задач.

Обчислення на межі продуктивності, енергоефективності та масштабованості.

Тренди розвитку ексафлопних систем.

Тема 2. Архітектурні рішення паралельних і гібридних обчислювальних платформ

Гібридні CPU–GPU–Accelerator архітектури.

NUMA-домени, топологія пам'яті та міжз'єднань.

Вплив архітектури на модель паралельного програмування.

Тема 3. Теорія масштабування та продуктивності паралельних систем

Формальні моделі продуктивності.

Strong та weak scaling.

Аналіз обмежень паралелізму та ефектів деградації продуктивності.

Тема 4. Інженерія паралельного програмного забезпечення

Проектування паралельних алгоритмів.

Композиція багаторівневого паралелізму.

Керування конкурентністю та синхронізацією на системному рівні.

Тема 5. Розподілені обчислення та високопродуктивні комунікації

Моделі обміну повідомленнями в масштабованих системах.

Оптимізація комунікацій у кластерах.

Колективні операції та їх вплив на загальну продуктивність.

Тема 6. Апаратно-прискорені обчислення та спеціалізовані обчислювальні ядра

Використання GPU, FPGA та спеціалізованих прискорювачів.

Проблеми переносу обчислень на гетерогенні платформи.

Балансування навантаження між обчислювальними пристроями.

Тема 7. Профілювання, аналіз та оптимізація НРС-застосунків

Методи вимірювання продуктивності.

Аналіз використання обчислювальних ресурсів.

Оптимізація обчислень, пам'яті та комунікацій.

Тема 8. Надійність, відмовостійкість та експлуатація НРС-систем

Вплив збоїв на довготривалі обчислення.

Механізми checkpoint/restart.

Експлуатаційні аспекти великих паралельних систем.

8. Система оцінювання та вимоги

Види контролю: поточний, підсумковий.

Методи контролю: спостереження за навчальною діяльністю, усне опитування, письмовий контроль, тестовий контроль.

Форма підсумкового контролю: залік.

Поточний контроль знань здобувачів вищої освіти здійснюється шляхом оцінювання виконання лабораторних робіт протягом семестру. При цьому враховується коректність виконання поставлених завдань, рівень обґрунтованості та аргументованості відповідей під час захисту робіт, а також дотримання визначених строків їх подання. Важливим складником оцінювання є також рівень засвоєння теоретичного матеріалу та сформованість практичних умінь і навичок.

Підсумковий контроль проводиться у формі заліку та спрямований на перевірку ступеня опанування теоретичних положень дисципліни й здатності застосовувати набуті знання під час розв'язання практичних завдань. Водночас у межах навчального процесу передбачено виконання комплексу навчальних завдань під час лекційних і лабораторних занять, а також індивідуальних робіт, що може слугувати підставою для виставлення підсумкової оцінки понад 60 балів без обов'язкового проходження залікової процедури.

9. Рекомендована література

Базова

1. Hockney, Roger W., and Chris R. Jesshope. Parallel Computers 2: architecture, programming and algorithms. CRC Press, 2019.
2. Pacheco, Peter, and Matthew Malensek. An introduction to parallel programming. Morgan Kaufmann, 2021.
3. Using MPI: Portable Parallel Programming with the Message-Passing Interface, third edition, William Gropp, Ewing Lusk, and Anthony Skjellum, 2014
4. Chapman, B. Using OpenMP: Portable Shared Memory Parallel Programming. Vol. 300. MIT press, 2007.
5. Ansorge, Richard. Programming in parallel with CUDA: a practical guide. Cambridge University Press, 2022.

Допоміжна

6. Karniadakis, George Em, and Robert M. Kirby II. Parallel scientific computing in C++ and MPI: a seamless approach to parallel algorithms and their implementation. Cambridge university press, 2003.
7. Chandra, R. Parallel Programming in OpenMP. Academic Press, 2001.
8. Rajaraman, Vaidyeswaran, and Ram Murthy C. Siva. Parallel Computers Architecture and Programming. PHI Learning Pvt. Ltd., 2016

Інформаційні ресурси

9. Онлайн-курси Prometheus. – URL: <https://prometheus.org.ua/>
10. Онлайн-курси Coursera. – URL: <https://www.coursera.org>
11. Академія Cisco. – URL: <https://www.netacad.com>
12. Он-лайн ресурс з інформаційних технологій. – URL: <https://dou.ua/>
13. Пошукова система. – URL: <https://www.google.com/>
14. Он-лайн ресурс перегляду відеоуроків. – URL: <https://www.youtube.com>