



КОМП'ЮТЕРНІ СИСТЕМИ

Робоча програма дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	12 Інформаційні технології
Спеціальність	123 Комп'ютерна інженерія
Освітня програма	ОПП Системне програмування та спеціалізовані комп'ютерні системи
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	очна(денна)
Рік підготовки, семестр	4 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	4 кредити ECTS
Семестровий контроль/ контрольні заходи	1 семестр: МКР, залік
Розклад занять	rozklad.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лекції, лабораторні заняття: к.т.н., доц. Потапова К.Р., avatarkina-avatarochka@ukr.net
Розміщення курсу	Кампус КПІ ім. Ігоря Сікорського https://campus.kpi.ua

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Навчальна дисципліна «Комп'ютерні системи» спрямована на вивчення архітектур паралельних комп'ютерних систем, зокрема систем класу SMP, MPP, NUMA. Питання і принципи побудови сучасних кластерних систем також розглядаються досить ретельно. Підвищення швидкодії систем і її вплив на спроможність реалізації задач Grand Challenges за допомогою систем з паралельною архітектурою. Сучасні комп'ютерні системи є необхідним механізмом, завдяки якому можна вирішувати різноманітні питання, а саме опрацьовувати транзакції у режимі реального часу (OLTP), створювати сховища даних для організації систем підтримки прийняття рішень, будувати системи для глобальних корпоративних обчислень, здійснювати Grand Challenges (прогнозування погоди, клімату, глобальних змін у атмосфері; науки про матеріали; побудова напівпровідникових пристроїв; розробка фармацевтичних препаратів; астрономія; логістика; розпізнавання та синтез мови; розпізнавання зображень і т. ін.). Як можна спроектувати паралельну комп'ютерну системи із заданими показниками ефективності. Як здійснити це максимально економічним шляхом, виходячи із специфіки математичних задач, що потребують вирішення. Яким чином здійснюється побудова математичної моделі задля подальшого її опрацювання й оптимізації за допомогою паралельних обчислювальних систем.

Метою дисципліни є засвоєння основних принципів, формування знань і навичок щодо сучасних комп'ютерних систем, принципів їх побудови, технологій проектування, питань забезпечення високої швидкодії.

Предметом навчальної дисципліни "Комп'ютерні системи" є технології побудови паралельних обчислювальних систем, методи й засоби організації обробки даних у межах подібних систем.

Об'єктом навчальної дисципліни є процес побудови сучасних комп'ютерних систем.

Вивчення дисципліни «Комп'ютерні системи» сприяє формуванню у студентів наступних компетентностей.

Знання:

- з основних понять організації комп'ютерних систем;
- вміння порівнянні альтернатив;
- аналізу сильних та слабких кваліметричних шкал порівнянь;
- навичок застосування принципів побудови комп'ютерних систем;
- методів обробки інформації;
- навичків пошуку оптимальних методів для вирішення різних класів задач в області побудови сучасних комп'ютерних систем.

Уміння:

- використовувати сучасні технології проектування в розробці алгоритмічного та програмного забезпечення комп'ютерних систем.
- вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
- аналізувати об'єкт проектування або функціонування та його предметну область.
- проводити обчислювальні експерименти, порівнювати результати експериментальних даних і отриманих рішень.
- оволодіти сучасними технологіями програмування та тестування програмного забезпечення.
- здійснювати пошук, оброблення та узагальнення інформації з різних джерел.
- формулювати математичну постановку задачі, спираючись на постановку мовою предметної галузі та обирати метод її розв'язання, що забезпечує потрібні точність і надійність результату.

Досвід:

- на основі знання основних тенденцій розвитку паралельних обчислювальних систем вирішувати питання створення нових нетрадиційних варіантів побудови високопродуктивних і надпродуктивних засобів обчислювальної техніки;
- базуючись на вивченні основних методів і засобів організації вводу-виводу даних, вирішувати питання побудови ефективних підсистем вводу-виводу даних з обліком продуктивності процесорних елементів системи;
- розуміти шляхи і способи побудови як комп'ютерних систем паралельної архітектури, так і в подальшому комп'ютерних мереж, зрозуміти саму ідеологію розпаралелювання на рівні архітектури;
- зв'язати у єдиний ансамбль методи і принципи паралельного програмування та методи і принципи побудови систем паралельної архітектури;
- вільно орієнтуватись у світі високопродуктивних комп'ютерних систем та високопродуктивних обчислень на базі таких систем. Знати світові рейтинги

ефективності, слідкувати за подіями у світі паралельних обчислень й паралельних суперкомп'ютерів;

- *набути здатність проектувати, розробляти та використовувати засоби реалізації комп'ютерних систем;*
- *мати здатність оцінювати та враховувати економічні, соціальні, технологічні та екологічні фактори на всіх етапах життєвого циклу комп'ютерних систем;*
- *мати здатність до аналізу, синтезу і оптимізації комп'ютерних систем з використанням математичних моделей і методів.*

Компетентності, формуванню яких сприяє дана дисципліна:

Здатність до адаптації і дій в новій ситуації

Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу

Здатність проводити дослідження на відповідному рівні

Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел

Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми

Здатність приймати обґрунтовані рішення

Здатність до визначення технічних характеристик, конструктивних особливостей застосування і експлуатації програмних, програмно-технічних засобів, комп'ютерних систем та мереж різного призначення

Здатність розробляти алгоритмічне та програмне забезпечення, компоненти комп'ютерних систем та мереж, інтернет додатків, кіберфізичних систем з використанням сучасних методів і мов програмування, а також засобів і систем автоматизації проектування

Здатність будувати та досліджувати моделі комп'ютерних систем та мереж

Здатність будувати архітектуру та створювати системне і прикладне програмне забезпечення комп'ютерних систем та мереж

Здатність обирати ефективні методи розв'язання складних задач комп'ютерної інженерії, критично оцінювати отримані результати та аргументувати прийняті рішення

Формування зазначених компетентностей забезпечує досягнення наступних програмних результатів навчання:

Знаходити необхідні дані, аналізувати та оцінювати їх

Будувати та досліджувати моделі комп'ютерних систем і мереж, оцінювати їх адекватність, визначати межі застосовності

Розробляти і реалізовувати проекти у сфері комп'ютерної інженерії та дотичні до неї міждисциплінарні проекти з урахуванням інженерних, соціальних, економічних, правових та інших аспектів

Вирішувати задачі аналізу та синтезу комп'ютерних систем та мереж

Приймати ефективні рішення з питань розроблення, впровадження та експлуатації комп'ютерних систем і мереж, аналізувати альтернативи, оцінювати ризики та імовірні наслідки рішень

Мати знання та навички щодо проведення експериментів, збору даних та моделювання в комп'ютерних системах

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Даному курсу передують курси «Дискретна математика», «Бази даних», «Теорія імовірностей та математична статистика», «Комп'ютені системи штучного інтелекту», «Об'єктно-орієнтоване програмування».

Успішне оволодіння знаннями з даної дисципліни забезпечує вивчення надалі таких курсів, як «Системи реального часу» (ПО5), «НДД в комп'ютерній інженерії» (ПО6), «Наукова робота за темою магістерської дисертації» (ПО7).

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Предмет курсу. Вступ.

Тема 1.1. Комп'ютерні системи. Продуктивність комп'ютерних систем. Системи обробки даних. Характеристики та параметри СОД. Обчислювальний комплекс та обчислювальна система.

Розділ 2. Режими обробки даних. Способи паралельної обробки. Паралелізм.

Тема 2.1. Режими обробки даних. Оперативна та пакетна обробка. Режим обробки даних у реальному масштабі часу. Режим віддаленої обробки даних.

Тема 2.2. Способи паралельної обробки даних. Поняття процес і потік. Способи організації паралельної обробки та види паралелізму.

Тема 2.3. Поняття конвеєра. Конвеєр операцій та конвеєр команд.

Розділ 3. Системи паралельної обробки даних. Класифікація.

Тема 3.1. Класифікація систем паралельної обробки за М.Дж.Флінном.

Тема 3.2. ОКОД (SISD) системи.

Тема 3.3. МКОД (MISD) системи.

Тема 3.4. ОКМД (SIMD) системи. Система STARAN. Система ILLIAC-IV. Система SOLOMON. Система ПС-2000. Асоціативні ОКМД.

Тема 3.5. Система МКМД (MIMD).

Тема 3.6. Багатомашинні обчислювальні системи (БМОС)

Тема 3.7. Багатопроцесорні обчислювальні системи (БПОС).

Тема 3.8. Типи структурної організації БПОС. БПОС із загальною шиною. БПОС із перехресною комутацією. БПОС із багатовходовими ОЗП.

Тема 3.9. Порівняльна характеристика БМОС та БПОС.

Розділ 4. Векторно-конвеєрні системи.

Тема 4.1. Система Cray-1.

Тема 4.2. Загальна структура системи CRAY Y-MP C90.

Тема 4.3. Розподілені ресурси процесора системи CRAY Y-MP C90.

Тема 4.4. Секція управління процесора системи CRAY Y-MP C90. Паралельне виконання програм системи CRAY Y-MP C90. Пікова продуктивність системи CRAY Y-MP C90.

Розділ 5. Кластерні проекти

Тема 5.1. Кластерні проекти як обчислювальні системи із розподіленою пам'яттю.

Тема 5.2. Комунікаційні технології побудови кластерів.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

1. Лазарович, І.М. Комп'ютерні системи: навч. посіб. – Видавництво Прикарпатського національного університету ім. Василя Стефаника, - 2014. – 190 с.
2. Рамський, Ю.С., Олексюк, В.П., Балик, А.В. Адміністрування комп'ютерних мереж та систем: навч. посіб. – К.: «Навчальна книга – Богдан», - 2017. – 196 с.

3. Пасічник, В.В., Лупенко, С.А., Тиш, Є.В. Комп'ютерна логіка: навч. посіб. – К. – Видавництво «Магнолія 2006», - 2021. – 354 с.
4. Микитишин, А.Г., Митник, М.М., Стухляк, П.Д. Комп'ютерні системи: навч. посіб. – К.: Видавництво «Магнолія 2006», - 2021. – 256 с.

Допоміжна література:

1. Антонов, А.С. Паралельне програмування з використанням технології MPI: навч. посіб. – Видавництво «МДУ», - 2004. – 71 с.
2. Корнєєв, В.В. Паралельні обчислювальні системи – М.: Видавництво «Нолідж» - 1999. – 320 с.
3. Воеводін, В.В., Воеводін, Вл.В. Паралельні обчислення – БХВ – 2002. – 608 с.
4. Jason Bell. Machine Learning: Hands-On for Developers and Technical Professionals. – John Wiley & Sons, 2014. – 408 p.
3. Michael Abernethy. Data mining with WEKA. – IBM developerWorks, 2010. – 14 p.
4. Han J. Data Mining: Concepts and Techniques: 3rd ed. / Jiawei Han, Micheline Kamber, Jian Pei. – NY: Elsevier, 2012. – 740 p.

Електронні ресурси:

1. В. М. Коцовський Теорія паралельних обчислень Конспект лекцій Частина I ДВНЗ "Ужгородський національний університет" Факультет інформаційних технологій Кафедра інформаційних управляючих систем та технологій, 2019 р. <https://dSPACE.uzhnu.edu.ua/jspui/bitstream/lib/25826/1/%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D1%81%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D1%82%20%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%86%D1%96%D0%B9.%20%D0%A7%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BD%D0%B0%201.pdf>
2. Міністерство освіти і науки України Вінницький національний технічний університет В. П. Семеренко ТЕХНОЛОГІЇ ПАРАЛЕЛЬНИХ ОБЧИСЛЕНЬ Навчальний посібник Вінниця ВНТУ 2018 http://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/IRVC/2021/Semerenko_2018_104.pdf
3. <https://www.top500.org/>
4. <https://www.top500.org/lists/green500/>
5. Лазарович, І.М. Комп'ютерні системи: навч. посіб. – Видавництво Прикарпатського національного університету ім. Василя Стефаника, - 2014. – 190 с. https://dut.edu.ua/uploads/l_1807_76899307.pdf

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

5.1 Лекційні заняття

Матеріали для вивчення дисципліни розміщені в електронному вигляді (Кампус КПІ ім. Ігоря Сікорського <https://campus.kpi.ua>). Контент доступний студенту із будь-якого місця в мережі Інтернет.

Лекції по дисципліні проводяться із використанням сучасних мультимедійних презентаційних технологій.

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань
1	Предмет курсу. Вступ.

	<i>Комп'ютерні системи. Продуктивність комп'ютерних систем. Системи обробки даних. Характеристики та параметри СОД. Обчислювальний комплекс та обчислювальна система. Висновки.</i>
2	Режими обробки даних. <i>Оперативна та пакетна обробка. Режим обробки даних у реальному масштабі часу. Режим віддаленої обробки даних. Висновки.</i>
3	Способи паралельної обробки. Паралелізм. <i>Способи паралельної обробки даних. Поняття процес і потік. Способи організації паралельної обробки та види паралелізму. Висновки.</i>
4	Векторно-конвеєрна обробка. Конвеєрізація операцій та команд. <i>Поняття конвеєра. Конвеєр операцій та конвеєр команд. Векторно-конвеєрна обробка. Висновки.</i>
5	Класифікація систем паралельної обробки за М.Дж.Флінном. <i>ОКОД (SISD), ОКМД (SIMD), МКОД (MISD) та МКМД (MIMD) системи. Коротка характеристика. Висновки.</i>
6	ОКОД (SISD) системи. <i>Характеристика систем класу ОКОД. Висновки.</i>
7	МКОД (MISD) системи. <i>Характеристика. Висновки.</i>
8	ОКМД (SIMD) системи. <i>Система STARAN. Система ILLIAC-IV. Система SOLOMON. Система PC-2000. Асоціативні ОКМД. Висновки.</i>
9	Система МКМД (MIMD).
10	Багатомашинні обчислювальні системи (БМОС)
11	Багатопроцесорні обчислювальні системи (БПОС).
12	Типи структурної організації БПОС. БПОС із загальною шиною. БПОС із перехресною комутацією. БПОС із багатовходовими ОЗП.
13	Порівняльна характеристика БМОС та БПОС.
14	Векторно-конвеєрні системи. <i>Система Cray-1.</i>
15	Векторно-конвеєрні системи. <i>Загальна структура системи CRAY Y-MP C90.</i>
16	Векторно-конвеєрні системи. <i>Розподілені ресурси процесора системи CRAY Y-MP C90. Секція управління процесора системи CRAY Y-MP C90. Паралельне виконання програм системи CRAY Y-MP C90. Пікова продуктивність системи CRAY Y-MP C90.</i>
17	Кластерні проєкти. <i>Кластерні проєкти як обчислювальні системи із розподіленою пам'яттю.</i>
18	Кластерні проєкти. <i>Комунікаційні технології побудови кластерів.</i>

5.2. Лабораторні роботи

№ з/п	Назва лабораторної роботи	Кількість ауд. годин
1	Планування задач у багатопроцесорній системі	6
2	Вивчення роботи багатопроцесорних обчислювальних систем із загальною пам'яттю	4

3	Моделювання конвеєрної обчислювальної системи	4
4	Моделювання обчислювальної системи класу ОКМД	4

В умовах дистанційного навчання 2022-2023 навчального року усі види занять, у тому числі контрольні заходи, проводяться з використанням сервісу Zoom.

6. Самостійна робота студента

До самостійної роботи студента відноситься виконання індивідуальних завдань з тематики, яка виноситься на лабораторні роботи, а також опрацювання теоретичного матеріалу за наданими текстами лекцій та додатковою літературою, у тому числі за темами, які винесені на самостійне вивчення (згідно таблиці 1). Усі навчальні матеріали (презентації лекцій, практичних занять, методичні вказівки до виконання лабораторних робіт) розміщені в електронному вигляді в e-mail груп, а також в середовищі «Електронний кампус». Навчальний контент доступний із будь-якого місця в мережі Інтернет. На самостійну роботу студент має витратити кількість годин, що співмірна із кількістю годин, проведених ним на аудиторних заняттях.

Таблиця 1. Питання, які виносяться на самостійне опрацювання

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання
1	Векторні та векторно-конвеєрні КС
2	Засоби векторної обробки з конвеєрним АЛП
3	Засоби векторної обробки з масивом АЛП
4	Засоби векторної обробки з масивом процесорних елементів
5	Узагальнена структура векторного процесора
6	Матричні обчислювальні системи
7	КС нетрадиційної архітектури. Асоціативні КС
8	Систолічні КС
9	Обчислювальні системи з командними словами надвеликої довжини (VLIW)
10	Клітинні та ДНК обчислювальні системи
11	Основні поняття теорії обчислювальних систем
12	Задачі ідентифікації та синтезу комп'ютерних систем
13	Мультикомп'ютерні КС
14	Архітектури SMP
15	Системи з масовою паралельною обробкою (MPP)
16	Обчислювальні системи з неоднорідним доступом до пам'яті
17	Динамічні топології
18	Мережа ILLIAC-IV
19	Основні поняття відмовостійкості
20	Різні моделі відмовостійких систем

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Студент має вивчати дисципліну протягом другого семестру, дотримуючись календарного плану виконання завдань лабораторних робіт, вивчення тем лекційного

матеріалу, та виконання модульних контрольних робіт. Усі завдання студент має виконувати самостійно і вчасно.

Завдання з лабораторної роботи вважається виконаним, якщо студент захистив його у викладача (показав працездатність, відповів на усі питання. Несвоєчасним вважається виконання завдання із затримкою більше 1 тижня. За несвоєчасну здачу лабораторних робіт передбачені штрафні бали. Такі обмеження стимулюють студента організувати систематичне виконання завдань та не допускати значного накопичення незданих лабораторних робіт на кінець семестру.

Для перевірки як теоретичних знань, так і практичних навичок в семестрі передбачена модульна контрольна робота (МКР).

Оцінювання студентів здійснюється згідно рейтингової оцінки рівня підготовки студентів з дисципліни. Поточний стан успішності студенти можуть бачити в системі «Електронний кампус».

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

8.1 Поточний контроль

Поточний контроль результатів навчання передбачає виконання студентами лабораторних робіт та МКР.

Вагові бали кожного завдання лабораторної роботи залежать від його складності і варіюються у діапазоні від 0 до 5 балів відповідно до табл. 2.

Таблиця 2. Вагові бали та критерії оцінювання лабораторних робіт

1 семестр					
		алгоритм	оптимальність складання програми	захист	звіт
1	Планування задач у багатопроцесорній системі	8	4	4	4
2	Вивчення роботи багатопроцесорних обчислювальних систем із загальною пам'яттю	4	2	2	2
3	Моделювання конвеєрної обчислювальної системи	4	2	2	2
4	Моделювання обчислювальної системи класу ОКМД	4	2	2	2
Разом за лабораторні роботи		50 балів			

Критерії оцінювання лабораторних робіт включають якість розробки алгоритму програми, безпомилковість її виконання, якість захисту розробленої програми та підготовки звіту щодо виконаної роботи (див. табл. 2).

За несвоєчасну здачу комп'ютерного практикуму передбачені штрафні бали (% зниження згідно до табл. 3).

Таблиця 3. Штрафи за затримку здачі індивідуальних завдань комп'ютерного практикуму

Термін затримки	Величина від'ємного бала
2 тижні	1
4 тижні	2
6 тижнів	3
>8 тижнів	4

МКР проводиться у вигляді тестів, питання в яких можуть бути як теоретичними, так і практичними.

Вагові бали за МКР наведено в табл.4.

Таблиця 4. Вагові бали за МКР

№ та тема контрольної роботи	Ваговий бал
1 семестр	
Контрольна робота. Класифікація та регресія	30
Разом	30

МКР передбачає виконання індивідуальних завдань згідно до встановлених варіантів. Метою МКР є поглиблення знань роботи з методів побудови правил класифікації.

8.2 Календарний контроль

Проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог робочої програми.

8.3 Семестровий контроль

Семестровий контроль результатів навчання проводиться у вигляді заліку.

Умови допуску до семестрового контролю (заліку):

- зарахування усіх лабораторних робіт,
- виконання і захист МКР
- стартовий рейтинг $rC \geq 40$ балів (не менше 50 % від RC).

Розмір шкали рейтингу $R = 100$ балів, розмір стартової шкали $RC = 80$ балів, розмір залікової шкали $RZ = 20$ балів.

Підсумкова оцінка формується за результатами оцінювання знань та навичок студента в семестрі та на заліку за формулою: $R = RC + RZ$.

Підсумкова оцінка переводиться до залікової оцінки згідно з таблицею:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено к.т.н., доц. Потапова К.Р.

Ухвалено кафедрою СПСКС (протокол № 6 від 03.01.2024)

Погоджено Методичною комісією факультету ПМ (протокол № 6 від 26.01.2024)