



ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ СУЧАСНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти

Третій (доктор філософії)

Галузь знань	12 Інформаційні технології
Спеціальність	123 Комп'ютерна інженерія
Освітня програма	Комп'ютерна інженерія
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	очна(денна)
Рік підготовки, семестр	2 курс, весняний семестр 2025 (вступ 2023) 1 курс, осінній семестр 2024 (вступ 2024)
Обсяг дисципліни	3 кредити 90 годин
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен
Розклад занять	Лекцій -18 годин Практичних - 18 годин Самостійна - 54 годни
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	доцент каф. ОТ к.т.н. Волокита Артем Миколайович, artem.volokita@kpi.ua асистент каф. ОТ Гончаренко Олександр Олексійович
Розміщення курсу	https://comsys.kpi.ua/silabusi-specialnist-123-kompyuterna-injeneriya-tretogo-phd-rivnya-vishchoyi-osviti-stupen-doktor-filosofiyi

Програма навчальної дисципліни

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

Дисципліна “Тенденції розвитку сучасних комп'ютерних систем” спрямована на вивчення нових підходів, методів і механізмів суттєвого підвищення продуктивності та інтелектуальних можливостей комп'ютерних систем. Необхідність в використанні нових підходів обумовлена тим, що сучасні підходи до вирішення поставлених завдань базуються переважно на просторово-кількісній основі. При цьому комп'ютерні системи, які є лідерами в TOP-500, налічують десятки мільйонів процесорних ядер і потребують індивідуальної електростанції такої потужності, яка могла би повністю забезпечити сотисячне місто. Це тільки одна із множини проблем, які мають місце при вирішенні поставлених завдань.

Вивчення даної дисципліни майбутніми науковцями дозволить їм набути важливих компетенцій в плані розвитку існуючих і використанню нових підходів проектування високопродуктивних та надвисокопродуктивних комп'ютерних систем, а також освоїти еволюційні методи обчислень і нові технології побудови комп'ютерних систем.

Метою вивчення дисципліни “Тенденції розвитку сучасних комп’ютерних систем” є підготовка фахівців, здатних розв’язувати комплексні проблеми в галузі дослідницько-інноваційної діяльності у сфері побудови нових ефективних високопродуктивних та надвисокопродуктивних комп’ютерних систем, організацію паралелізму при реалізації генетичних алгоритмів, організацію квантових комп’ютерних систем та обчислень.

Предметом дисципліни є:

- підходи, методи та механізми побудови нових ефективних високопродуктивних та надвисокопродуктивних комп’ютерних систем;

методи розпаралелювання та реалізації генетичних алгоритмів;

організацію квантових комп’ютерів та обчислень.

Дисципліна «Тенденції розвитку сучасних комп’ютерних систем» забезпечує наступні програмні компетентності і програмні результати освітньо-наукової програми (ОНП): ЗК5, ЗК6, ФК2, ФК3, ФК5, ФК6, ФК8, ФК9, ФК10, ПРН4, ПРН6, ПРН11, ПРН12, ПРН7, ПРН17, ПРН20.

Згідно з вимогами ОНП здобувачі після засвоєння дисципліни «Комп’ютерні системи реального часу» мають продемонструвати такі програмні результати навчання:

- Прогнозувати вплив і ефект застосовуваних методів, технічних засобів і технологій комп’ютерної інженерії.
- Розв’язувати складні задачі і проблеми, що виникають у професійній діяльності.
- Демонструвати знання концептуальних і методологічних засад розв’язання наукових проблем в комп’ютерній інженерії та дотичних міждисциплінарних напрямках.
- Самостійно обирати та безпечно застосувати відповідні технічні та програмні засоби для використання в комп’ютерній інженерії.
- Здійснювати дослідження та проектування технічних та програмних складових високопродуктивних комп’ютерних систем на підставі знання тенденцій розвитку сучасних комп’ютерних систем

За результатами вивчення навчальної дисципліни «“Тенденції розвитку сучасних комп’ютерних систем”» мають бути отримані такі знання.

1. Мати передові концептуальні та методологічні знання у сфері побудови нових ефективних високопродуктивних та надвисокопродуктивних комп’ютерних систем.
2. Мати методологічні та алгоритмічні знання в плані еволюційних обчислень та знання методів розпаралелювання генетичних алгоритмів;
3. Мати концептуальні та методологічні знання у сфері побудови квантових комп’ютерів та обчислень.

Уміння, які мають бути отримані у рамках вивчення навчальної дисципліни «Тенденції розвитку сучасних комп’ютерних систем».

1. Вміти ефективно здійснювати пошук та критичний аналіз топологічної організації високопродуктивних комп’ютерних систем .
2. Вміти розв’язувати задачі генетичного програмування.
3. Вміти розв’язувати задачі розпаралелювання генетичних алгоритмів.
4. Вміти застосовувати технології побудови квантових алгоритмів.
5. Вміти застосовувати технології побудови комп’ютерних систем з управлінням потоком даних.

Здобувачі наукового ступеня також мають бути здатні.

1. Застосовувати прикладні бібліотеки та програмні системи, які використовуються при розпаралелюванні обчислювальних процесів.

2. Володіти методами та технологіями програмування з використанням прикладних бібліотек та програмних систем, призначених для розпаралелюванні обчислювальних процесів.

Таке поєднання загальних та спеціальних компетентностей, теоретичних та практичних знань, умінь та здатностей сприяє підвищенню науково-практичного рівня здобувачів наукового ступеня доктора філософії задля здійснення ними ефективних наукових досліджень.

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

Для успішного оволодіння дисципліною необхідні знання:

- основ математичного аналізу, теорії графів, теорії функцій та математичної статистики;
- основ функціонування операційних систем;
- основ паралельного програмування.

Компетентності, знання та вміння, отримані в рамках вивчення даної дисципліни, можуть бути застосовані для отримання обґрунтованих результатів досліджень та підвищення наукового рівня дисертаційних робіт.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Нові принципи організації комп'ютерних систем і обчислювальних процесів масового розпаралелювання.

Тема 1.1. Загальні вимоги, що пред'являються до сучасних комп'ютерних систем.

Тема 1.2. Огляд нових принципів організації комп'ютерних систем масового розпаралелювання. Рейтинг суперкомп'ютерів top500.

Тема 1.3. Огляд нових принципів організації обчислювальних процесів з можливістю реалізації масового розпаралелювання.

Тема 1.4. Віртуалізація і віртуальні машини.

Розділ 2. Розвиток методів обробки інформації на основі управління потоком даних.

Тема 2.1. Основні вимоги до систем, які управляються потоком даних.

Тема 2.2. Скалярна і векторна організації асоціативної пам'яті в системах, які управляються потоком даних.

Тема 2.3. Оптична асоціативна пам'ять.

Тема 2.4. Архітектура екзафлопсного суперкомп'ютера.

Тема 2.5. Біологічні мережі.

Розділ 3. Основи еволюційних обчислень.

Тема 3.1. Основи генетичних алгоритмів.

Тема 3.2. Теорія схем і моделі генетичних алгоритмів.

Тема 3.3. Модифікації і узагальнення генетичних алгоритмів.

Тема 3.4. Паралельні генетичні алгоритми.

Тема 3.5. Генетичне програмування.

Розділ 4. Фізика квантової інформації.

- Тема 4.1 Кубіт.
- Тема 4.2. Принцип суперпозиції.
- Тема 4.3. Визначення та приклади.
- Тема 4.4. Клонування станів.
- Тема 4.5. Електромагнітна хвиля і фотон.

Розділ 5. Квантовий світ проти класичного.

- Тема 5.1. Переплутані стани.
- Тема 5.2. Телепортація квантових станів.
- Тема 5.3. Квантова криптографія.
- Тема 5.4. Квантове вимірювання.

Розділ 6. Принципи квантових обчислень.

- Тема 6.1. Загальні принципи побудови.
- Тема 6.2. Кодування, одно та дво-кубітні оперптори.
- Тема 6.3. Структура квантового алгоритму.
- Тема 6.4. Алгоритм Шора.
- Тема 6.5. Алгоритм Гровера.
- Тема 6.6. Швидке квантове перетворення Фур'є.
- Тема 6.7. Декогеренція.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова:

1. Тенденції розвитку сучасних комп'ютерних систем. МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ до практичних робіт для аспірантів спеціальності 123 - Комп'ютерна інженерія. <https://comsys.kpi.ua/tendenciyi-rozvitku-suchasnix-kompyuternix-sistem-1>
2. Artem Volokyta, Heorhii Loutskii, Oleksandr Honcharenko, Oleksii Cherevatenko, Volodymyr Rusinov, Yurii Kulakov, Serhii Tsybulia, "Fault Tolerance Exploration and SDN Implementation for de Bruijn Topology based on betweenness Coefficient", International Journal of Computer Network and Information Security(IJCNIS), Vol.16, No.1, pp.97-112, 2024. DOI:10.5815/ijcnis.2024.01.08
3. Artem Volokyta, Heorhii Loutskii, Pavlo Rehida, Artem Kaplunov, Bohdan Ivanishchev, Oleksandr Honcharenko, Dmytro Korenko, "Extended DragonDeBruijn Topology Synthesis Method", International Journal of Computer Network and Information Security(IJCNIS), Vol.14, No.6, pp.23-36, 2022. DOI:10.5815/ijcnis.2022.06.03
4. Loutskii, H. et al. (2021). Topology Synthesis Method Based on Excess De Bruijn and Dragonfly. In: Hu, Z., Petoukhov, S., Dychka, I., He, M. (eds) Advances in Computer Science for Engineering and Education IV. ICCSEEA 2021. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 83. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-80472-5_27
5. Волокита, А. ., & Герега, Б. . (2023). Еволюція агентів навчання з підкріпленням за допомогою генетичного алгоритму. Технічні науки та технології, (2 (32), 175–184. [https://doi.org/10.25140/2411-5363-2023-2\(32\)-175-184](https://doi.org/10.25140/2411-5363-2023-2(32)-175-184)
6. Додонов, А. Г.; Ланде, Д. Живучість інформаційних систем. Київ: Наукова думка, 2011.
7. Bohm, David. Quantum theory. Courier Corporation, 2012.

Додаткова:.

8. Кормен, Т., Лейзерсон, Ч., Рівест, Р., & Стайн, К. (2019). Вступ до алгоритмів. КІС.
9. Борисенко, О.А. Диференціальна геометрія і топологія : навч. посіб. для студентів мех.-мат. фак. ун-тів, дисципліна "Диференційна геометрія і топологія" — Х. : Основа, 1995. — 209 с.
10. Brandl, Matthias F. "A quantum von Neumann architecture for large-scale quantum computing." arXiv preprint arXiv:1702.02583 (2017).
11. DiVincenzo, David P. "Quantum gates and circuits." Proceedings of the Royal Society of London. Series A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences 454.1969 (1998): 261-276.
12. Beauregard, Stephane. "Circuit for Shor's algorithm using $2n+3$ qubits." arXiv preprint quant-ph/0205095 (2002).
13. Kwiat, P. G., et al. "Grover's search algorithm: an optical approach." Journal of Modern Optics 47.2-3 (2000): 257-266.
14. Collins, David, K. W. Kim, and W. C. Holton. "Deutsch-Jozsa algorithm as a test of quantum computation." Physical Review A 58.3 (1998): R1633.
15. Terhal, Barbara M. "Quantum supremacy, here we come." Nature Physics 14.6 (2018): 530-531.

Обладнання, що необхідне для проведення занять

Лекційні заняття проводяться в аудиторії, яка обладнано проектором, практичні заняття – в комп'ютерному класі.

Навчальний контент

12. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Назви розділів, тем	Кількість годин			
	Всього	У тому числі		
Лекції		Практичні роботи	СРС	
Розділ 1. Нові принципи організації комп'ютерних систем і обчислювальних процесів масового розпаралелювання. Тема 1.1. Загальні вимоги, що пред'являються до сучасних комп'ютерних систем. Тема 1.2 Огляд нових принципів організації комп'ютерних систем масового розпаралелювання. Тема 1.3. Огляд нових принципів організації обчислювальних процесів з можливістю реалізації масового розпаралелювання. Тема 1.4. Віртуалізація і віртуальні машини.	15	2	4	9

<p>Розділ 2. Розвиток методів обробки інформації на основі управління потоком даних.</p> <p>Тема 2.1. Основні вимоги до систем, які управляються потоком даних.</p> <p>Тема 2.2. Скалярна і векторна організації асоціативної пам'яті в системах, які управляються потоком даних.</p> <p>Тема 2.3. Оптична асоціативна пам'ять.</p> <p>Тема 2.4. Архітектура ексафлопсного суперкомп'ютера.</p> <p>Тема 2.5. Біологічні мережі.</p>	15	2	4	9
<p>Розділ 3. Основи еволюційних обчислень.</p> <p>Тема 3.1. Основи генетичних алгоритмів.</p> <p>Тема 3.2. Теорія схем і моделі генетичних алгоритмів.</p> <p>Тема 3.3. Модифікації і узагальнення генетичних алгоритмів.</p> <p>Тема 3.4. Паралельні генетичні алгоритми.</p> <p>Тема 3.5. Генетичне програмування.</p>	15	2	4	9
<p>Розділ 4. Фізика квантової інформації.</p> <p>Тема 4.1 Кубіт.</p> <p>Тема 4.2. Принцип суперпозиції.</p> <p>Тема 4.3. Визначення та приклади.</p> <p>Тема 4.4. Клонування станів.</p> <p>Тема 4.5. Електромагнітна хвиля і фотон.</p>	15	2	2	9
<p>Розділ 5. Квантовий світ проти класичного.</p> <p>Тема 5.1. Переплутані стани.</p> <p>Тема 5.2. Телепортація квантових станів.</p> <p>Тема 5.3. Квантова криптографія.</p> <p>Тема 5.4. Квантове вимірювання.</p>	15	4	2	6
<p>Розділ 6. Принципи квантових обчислень.</p> <p>Тема 6.1. Загальні принципи побудови.</p> <p>Тема 6.2. Кодування, одно та дво-кубітні оперптори.</p> <p>Тема 6.3. Структура квантового алгоритму.</p> <p>Тема 6.4. Алгоритм Шора.</p> <p>Тема 6.5. Алгоритм Гровера.</p> <p>Тема 6.6. Швидке квантове перетворення Фур'є.</p> <p>Тема 6.7. Декогеренція.</p>	15	4	2	6
Екзамен	8	2		6
Всього в семестрі:	90	18	18	54

13. Самостійна робота аспіранта

- підготовка до лекцій
- підготовка до практичних занять
- підготовка до екзамену

14. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Під час занять з навчальної дисципліни «Методи добування даних» аспіранти повинні дотримуватись певних дисциплінарних правил:

- забороняється запізнюватись на заняття;
- при вході викладача, на знак привітання, особи, які навчаються в КПІ ім. Ігоря Сікорського повинні встати;
- не допускаються сторонні розмови або інший шум, що заважає проведенню занять;
- виходити з аудиторії під час заняття допускається лише з дозволу викладача.
- не допускається користування мобільними телефонами та іншими технічними засобами без дозволу викладача.

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

для спеціальності: 123 «Комп'ютерна інженерія»

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з дисципліни згідно з робочим навчальним планом.

Учебний Семестр	Кількість годин за учебним планом							Екзамен
	Усього	Лекції	Практ. заняття	Лаборат. заняття	ДКР	МКР	Самост. робота	
1 (4)	90	18	18			1	54	Екзамен
Всього	90	18	18			1	54	Екзамен

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за:

- 1) виконання 5 практичних робіт,
- 2) модульну контрольну роботу;
- 3) екзамен.

Система рейтингових балів та критерії оцінювання

1. Практичні роботи

Ваговий бал – 45. Максимальна кількість балів за виконані роботи та правильні відповіді дорівнює $9 \text{ балів} \times 5 = 45 \text{ балів}$.

2. Модульний контроль (Контрольна розрахунково-графічна робота за формою наукової публікації)

Ваговий бал – 30. Максимальна кількість балів за правильні відповіді дорівнює $6 \text{ балів} \times 5 = 30 \text{ балів}$.

3. Екзамен

Ваговий бал -25. Максимальна кількість балів за – 25,

Критерії оцінювання екзамену:

правильність відповіді на одне запитання – 5 балів

максимальна кількість балів за правильні відповіді дорівнює : 5 балів x 5 = 25 балів.

Розмір шкали рейтингу $R = 100$ балів. $RD = R_C + R_E$

Розмір стартової шкали $R_C = 50$ балів, (практичні + МКР).

Розмір екзаменаційної роботи $R_E = 25$ балів.

Умови позитивної проміжної атестації

Умови допуску до заліку: виконання МКР, а також стартовий рейтинг $R_C = 50$ балів.

Таблиця переведення рейтингової оцінки з навчальної дисципліни RD (згідно з Табл. 1).

Табл.1

Рейтинг RD	Оцінка ECTS
95...100	Відмінно
85...94	Дуже добре
75...84	Добре
65...74	Задовільно
60...64	Достатньо
$R_C < 60$	Незадовільно
$R_C \leq 50$ або не виконані інші умови допуску до екзамену	Не допущено

Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль.

1. Поняття про проблеми суттєвого підвищення продуктивності в сучасних умовах.
2. Поняття о системах масового розпаралелювання.
3. Поняття о масштабованих системах.
4. Мультипроцесорні та мультикомп'ютерні системи, їх переваги і недоліки.
5. NUMA – системи.
6. Кластерні системи.
7. GRID – системи.
8. CLOUD -системи.
9. Data-Flow – системи.
10. Асоціативна пам'ять і сучасні підходи до її організації.

11. Сучасні підходи до побудови ефективних систем, які керуються потоком даних.
12. Перспективи побудови надвисокопродуктивних комп'ютерних систем, які керуються потоком даних.
13. Еволюційні обчислення як адаптивні ефективні алгоритми вирішення завдань оптимізації, управління, навчання.
14. Паралельні генетичні алгоритми на основі моделі "робітник-господар".
15. Паралельні генетичні алгоритми на основі "моделі островів".
16. Особливості генетичного програмування.
17. Поняття кубіту.
18. Принцип суперпозиції.
19. Клонування станів.
20. Електромагнітна хвиля і фотон.
21. Переплутані стани.
22. Телепортація квантових станів.
23. Квантове вимірювання.
24. Алгоритм Шора.
25. Алгоритм Гровера.
26. Швидке квантове перетворення Фур'є.
27. Декогеренція.

Умова зарахування додаткових балів.

В рамках вивчення навчальної дисципліни допускається зарахування балів, одержаних в результаті дистанційних курсів на платформі "Coursera" та ін., за умови попереднього погодження програми даного курсу з викладачем та за умови отримання офіційного сертифікату.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцент каф. ОТ к.т.н. Волокита Артем Миколайович,
асистент каф. ОТ Гончаренко Олександр Олександрович

Ухвалено кафедрою обчислювальної техніки ((протокол № 15 від 29.05.2024р.)

Погоджено Методичною комісією ФІОТ (протокол № 10 від 21.06.2024 р.)