



Програмне забезпечення комп'ютерних систем

Робоча програма навчальної дисципліни(Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти

Другий (магістерський)

Галузь знань	<i>F Інформаційні технології</i>
Спеціальність	<i>F2 Інженерія програмного забезпечення</i>
Освітня програма	<i>Інженерія програмного забезпечення комп'ютерних систем</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>5 кредитів/150 годин, лекцій 30 год., лабораторних 30 год., СРС 90 год.</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік</i>
Розклад занять	https://schedule.kpi.ua/
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу/ викладачів	Лектор: к.т.н, доцент кафедри обчислювальної техніки Русанова О.В. rusanova.olga@ill.kpi.ua Лабораторні: к.т.н, доцент кафедри обчислювальної техніки Русанова О.В. rusanova.olga@ill.kpi.ua
Розміщення курсу	На платформі дистанційного навчання «Сікорський»: https://classroom.google.com/c/NDEzMjM5MzQwNDc4?cjc=arbwuhq

Програма навчальної дисципліни

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

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів здатностей (компетентностей) розробки програмного забезпечення для паралельних комп'ютерних систем (ПКС) на робочих місцях і підрозділах під час майбутньої професійної діяльності на першій посаді. За результатами вивчення дисципліни згідно освітньої програмі здобувач має бути здатними вирішувати професійні завдання та володіти такими компетентностями:

- Здатність створювати та використовувати програмне забезпечення високопродуктивних комп'ютерних систем (ФК12)
- Здатність планування обчислювальних процесів та проектування архітектури програмного забезпечення у паралельних обчислювальних системах (ФК13).

Після засвоєння навчальної дисципліни студенти мають продемонструвати такі програмні результати навчання:

- Знати методи організації та алгоритми високопродуктивних обчислень (ПРН23)
- Знати мовні засоби опису паралельних процесів, особливості побудови компіляторів для паралельних комп'ютерних систем (ПРН24).

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

Дана дисципліна є підготовкою до виконання дисертаційних магістерських робіт, а також отримані знання можуть бути використані при вивченні дисципліни «Організація обробки на основі потоків даних»

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Сучасні паралельні обчислювальні системи та особливості їх програмного забезпечення.

Тема 1.1. Класифікація сучасних комп'ютерних систем.

Тема 1.2. Основні етапи робіт при виконанні обчислювальних задач у ПКС та їх взаємозв'язок.

Розділ 2. Мовні засоби опису паралельних процесів.

Тема 2.1. Основні способи програмування для ПКС.

Тема 2.2. Мовні засоби опису синхронних паралельних процесів.

Тема 2.3. Способи розміщень масивів у пам'яті матричних комп'ютерних систем.

Тема 2.4. Основні функції відповідності розмірностей масивів.

Тема 2.5. Способи виборки об'єктів масива.

Тема 2.6. SIMD-мови програмування.

Тема 2.7. Мовні засоби опису асинхронних паралельних процесів.

Тема 2.8. Мовні засоби опису, ініціалізації та завершення паралельних процесів.

Тема 2.9. Мовні засоби синхронізації доступу до спільних ресурсів в комп'ютерних системах класу MIMD.

Тема 2.10. Мовні засоби обміну та синхронізації повідомлень в комп'ютерних системах класу із роздільною пам'яттю.

Тема 2.11. MIMD-мови програмування.

Розділ 3. Особливості побудови компіляторів для ПКС.

Тема 3.1. Характеристика основних функцій компіляторів ПКС.

Тема 3.2. Автоматичне розпаралелювання програм.

Тема 3.3. Компіляція програм для комп'ютерних систем, керованих потоком даних.

Тема 3.4. Векторизація та розпаралелювання циклічних ділянок програм.

Розділ 4. Організація паралельних процесів у ПКС.

Тема 4.1. Способи конфігурації операційних систем (ОС) для ПКС.

Тема 4.2. Функція ініціалізації та синхронізації асинхронних паралельних процесів. Тупики в ПКС.

Розділ 5. Планування паралельних процесів.

Тема 5.1. Основні поняття планування паралельних процесів для ПКС різних

архітектур

Тема 5.2. Визначення задачі планування з точки зору теорії розкладу.

Тема 5.3. Динамічне планування паралельних процесів.

Тема 5.4. Загальна характеристика методів статичного планування.

4. Навчальні матеріали та ресурси

4.1. Базова література:

1. Русанова О.В., Корочкін О.В. Програмне забезпечення комп'ютерних систем. Програмування та компіляція: Навч. посібник. [Електронний ресурс]/О.В. Корочкін, Русанова О.В.—Електронні текстові дані (1 файла: 1,8 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020.—95с. Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол № 6 від 31.01.2020 р.) за поданням Вченої ради ФІОТ(протокол № 4 від 25.11.2019 р.)<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/48296>
2. Корочкін О.В., Русанова О.В. Паралельні та розподілені обчислення. Вибрані розділи: Навч. посібник. [Електронний ресурс]/О.В. Корочкін, Русанова О.В.—Електронні текстові дані(2файла:43,8Мбайт).— Київ:КПІм.Ігоря Сікорського, 2020.— 123с. Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол № 6 від 31.01.2020 р.) за поданням Вченої ради ФІОТ (протокол № 4 від 25.11.2019 р.)
<http://ela.kpi.ua/handle/123456789/48224>
3. Програмне забезпечення комп'ютерних систем. Частина 2. Навчальний посібник для здобувачів ступеня магістра за спеціальністю 123«Комп'ютерні системи та мережі»/ О. Русанова., О.Корочкін – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 112 с. Електронний ресурс. Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол №5 від 26.05.2022 р.) за поданням Вченої ради факультету інформатики та обчислювальної техніки (протокол № 8 від 18.04.2022 р.)
<http://ela.kpi.ua/handle/123456789/48215>
4. Програмне забезпечення комп'ютерних систем. Лабораторний практикум» [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. освітньої програми «Комп'ютерні системи та мережі» спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія» / Русанова О.В., Корочкін О.В., Писарчук О.О. –Електронні текстові дані (1файл:249Кбайт).—Київ: КПІ ім.Ігоря Сікорського, 2022. – 18с Гриф надано Методичною радою КПІ ім.Ігоря Сікорського (протокол № 1 від 02.09.2022 р.) за поданням Вченої ради ФІОТ (протокол № 11 від 11.07.2022р.) <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/52166>

4.2. Додаткова література

1. Паралельні та розподілені обчислення. Вибрані розділи: Навч. посібник для здобувачів ступеня бакалавр за спеціальністю 123 «Комп'ютерні системи та мережі» / Корочкін О.В., Русанова О.В. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 123с Електронний ресурс. Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол № 6 від 31.01.2020 р.) за поданням Вченої ради ФІОТ (протокол № 4 від 25.11.2019 р.) <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/48224>
2. Планування обчислень в паралельних та розподілених комп'ютерних системах. Лабораторний практикум» [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. освітньої програми «Комп'ютерні системи та мережі» спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія» / Русанова О.В., Писарчук О.О. – Електронні текстові дані (1 файл: 191

- Кбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 24с. Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол № 1 від 02.09.2022 р.) за поданням Вченої ради ФІОТ (протокол № 11 від 11.07.2022 р.) <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/52164>
3. Програмне забезпечення високопродуктивних комп'ютерних систем. Конспект лекцій [Електронний ресурс] : навч. посібн. для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Програмне забезпечення комп'ютерних систем» спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення» / О. В.Корочкін, Ю. О.Кулаков, О. В. Русанова ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,71 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. – 257 с. – <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/66519>
 4. "Програмне забезпечення високопродуктивних комп'ютерних систем. Комп'ютерний практикум [Електронний ресурс] : навч. посібн. для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Програмне забезпечення комп'ютерних систем» спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення» / укладачі: О.В.Корочкін, О.В. Русанова, О.Ю.Кулаков; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 17,9 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2025. – 222 с. Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол № 5 від 06.03.2025 р.) за поданням Вченої ради факультету інформатики та обчислювальної техніки (протокол № 7 від 27.01.2025 р.): <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/72951>
 5. Tanenbaum A.S. Structured Computer Organization: 6th Edition – 2013. - [Електронний ресурс]
 6. Anshul Gupta. Introduction to Parallel and High-Performance Computing – 2016 .- 91 p. https://www.auai.org/uai2016/tutorials_pres/parallel.pdf
 7. Korochkin O. Multicore programming in Ada. Навч. посібник з грифом НТУУ “КПІ” [Електронний ресурс]., Київ, НТУУ-КПІ, 2018.- 114 с. //comsys.kpi.ua

Інформаційні ресурси:

Паралельні та розподілені обчислення:

<http://www.beowulf.org>

<http://www.topcluster.org>

<http://www.csa.oru>

<http://www.top500.org>

<http://www.OpenMP.org>

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з дисципліни згідно з робочим навчальним планом. На вивчення дисципліни виділено 150 годин/5 кредити, лекцій 30 годин, лабораторних робіт 30 годин, самостійної роботи 90 годин.

Для досягнення мети навчальної дисципліни слід зосередитись в лекційному матеріалі на особливостях розробки ефективного користувацького та системного програмного забезпечення для сучасних паралельних комп'ютерних систем з різними характеристиками, компонентами яких є сучасні багатоядерні процесори з використанням різних комунікаційних мереж. Особливу увагу необхідно приділити засобам досягнення високої реальної продуктивності КС.

Основні завдання циклу лабораторних занять (комп'ютерного практикуму) - надбання

практичних навичок, пов'язаних з програмною реалізацією функцій лексичного, синтаксичного аналізу, а також функцій оптимального розпаралелювання обчислень для комп'ютерної системи із заданою архітектурою.

№з/п	Назва лабораторної роботи (комп'ютерного практикуму)	Кількість ауд. годин
1	Лексичний та синтаксичний аналіз заданого арифметичного виразу (АВ)	4
2	Автоматичне розпаралелювання арифметичного виразу	6
3	Визначення множини еквівалентних форм АВ з використанням першого заданого алгебраїчного закону	4
4	Визначення множини еквівалентних форм АВ з використанням другого заданого алгебраїчного закону	4
5	Розробка програмної моделі заданої ПКС та визначення з її допомогою часу виконання АВ.	8
6	Вибір оптимального способу розпаралелювання АВ при його виконанні на заданій ПКС з урахуванням її параметрів.	4
	Разом:	30

6. Самостійна робота здобувача вищої освіти

Види самостійної роботи для студентів денної форми навчання (90 годин):

- підготовка до аудиторних занять, виконання поточних домашніх завдань та опрацювання матеріалів лекцій (0,5 годин x 30 годин = 15 годин);
- виконання індивідуального завдання до практичних робіт, розв'язок задач, оформлення протоколу, підготовка та оброблення проведення розрахунків за первинними даними, отриманими на практичних заняттях, оформлення звіту до практичної роботи (1 година x 30 годин лабораторних занять (6 лабораторних робіт) = 30 годин);
- підготовка до поточної (модульної) контрольної роботи (2 години)
- підготовка до заліку (6 годин);
- самостійне опрацювання теоретичного матеріалу (37 годин).

Теми на самостійне опрацювання

Розділ 1. Сучасні паралельні комп'ютерні системи (ПКС) та особливості їх програмного забезпечення.

Тема 1.1. Класифікація сучасних комп'ютерних систем. Аналіз особливостей архітектур найпродуктивніших комп'ютерних систем у світі згідно з останньою редакцією TOP500

Тема 1.2. Основні етапи робіт при виконанні обчислювальних задач у ПКС та їх взаємозв'язок. Аналіз особливостей виконання різних етапів вирішення обчислювальних задач на сучасних кластерних системах

Розділ 2. Мовні засоби опису паралельних процесів.

Тема 2.1. Основні способи програмування для ПКС. Аналіз проблеми ефективної організації вводу даних та виводу результатів при програмуванні на ПКС

Тема 2.5. Способи виборки об'єктів масива. Визначення та аналіз найбільш вживаних способів вибірки об'єктів масивів для мовних засобів опису синхронних паралельних процесів

Тема 2.6. SIMD-мови програмування. Основні оператори для паралельної обробки даних, оператори циклів у мові PARALLAXIS

Тема 2.8. Мовні засоби опису, ініціалізації та завершення паралельних процесів.

Реалізація різних способів ініціалізації та завершення асинхронних паралельних процесів у сучасних мовах програмування

Тема 2.9. Мовні засоби синхронізації доступу до спільних ресурсів в комп'ютерних системах класу MIMD. Аналіз та реалізація механізмів синхронізації доступу до спільних ресурсів, які використовуються в сучасних мовах програмування

Розділ 3. Особливості побудови компіляторів для ПКС.

Тема 3.1. Характеристика основних функцій компіляторів ПКС. Аналіз сучасних мов програмування, з точки зору використання функцій автоматичного розпаралелювання

Тема 3.4. Векторизація та розпаралелювання циклічних ділянок програм. Класифікація ПКС, для яких використовується векторизація та розпаралелювання циклів. Приклади ПКС, в яких використовується метод маскування та метод скорочених векторів. Сфери використання різних методів векторизації та розпаралелювання циклічних ділянок програм.

Розділ 4. Організація паралельних процесів у ПКС.

Тема 4.1. Способи конфігурації операційних систем (ОС) для ПКС. Перспективні конфігурації ОС для найпродуктивніших MPP та кластерних систем.

Тема 4.2. Функція ініціалізації та синхронізації асинхронних паралельних процесів. Способи попередження, недопущення та виявлення тупиків для ПКС із розділеною пам'яттю; труднощі боротьби з тупиками для ПКС із роздільною пам'яттю; способи боротьби з тупиками для ПКС із роздільною пам'яттю

Тема 5.4. Загальна характеристика методів статичного планування. Порівняльний аналіз генетичних, кластерних та спискових евристичних методів статичного планування.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог до студентів:

- студент зобов'язаний відвідувати лекції та лабораторні заняття, активно працювати над засвоєнням викладеного на них матеріалу;
- на лекції лектор використовує власний презентаційний матеріал;
- лабораторні роботи захищаються у два етапи: перший етап – студенти виконують завдання, складають електронний звіт та надсилають викладачу; другий етап - захист лабораторних робіт шляхом перевірки звіту про лабораторні роботи, а також теоретичних питань з матеріалів робіт. Студент, який відвідав заняття без підготовленого протоколу до захисту лабораторної роботи не допускається. Студент спочатку захищає результати виконання індивідуального завдання до лабораторної роботи, а потім захищає теорію шляхом усного опитування або тестування.

Дистанційний режим навчання. У разі запровадження обмежень на відвідування університету, пов'язаних з введенням карантину або режиму воєнного стану в державі, освітній процес здійснюється у дистанційному режимі відповідно до Положення про дистанційне навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського (<https://osvita.kpi.ua/index.php/node/188>), Регламенту організації освітнього процесу в дистанційному режимі (<https://profkom.kpi.ua/reglament-organizatsiyi-osvitnogo-protsesu-v-distantsiynomu-rezhimi>) та

Регламенту проведення семестрового контролю в дистанційному режимі (<https://osvita.kpi.ua/node/148>).

Визнання результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті. Порядок визнання таких результатів регламентується Положенням про визнання результатів навчання, набутих у неформальній / інформальній освіті (<https://osvita.kpi.ua/index.php/node/179>). Можуть бути зараховані окремі змістовні модулі або теми дисципліни. В такому разі здобувач звільняється від виконання відповідних завдань, отримуючи за них максимальний бал відповідно до рейтингової системи оцінювання.

Політика щодо академічної доброчесності. Обов'язковою умовою виконання завдань з освітньої компоненти є дотримання політики та принципів академічної доброчесності (<https://kpi.ua/academic-integrity>), які, у тому числі, викладено у Кодексі честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (<https://kpi.ua/code>), Положенні про систему запобігання академічному плагіату в КПІ ім. Ігоря Сікорського (<https://osvita.kpi.ua/node/47>). У разі виявлення дублювання робіт, плагіату роботи здобувачі отримують нульовий рейтинг.

Політика використання штучного інтелекту. Використання штучного інтелекту (далі, ШІ) регламентується «Політикою використання штучного інтелекту для академічної діяльності в КПІ ім. Ігоря Сікорського» (<https://osvita.kpi.ua/node/1225>). Усі навчальні завдання з дисципліни мають бути результатом власної оригінальної роботи здобувача.

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

PCO з дисципліни, семестровий контроль з якої передбачений у формі заліку, для очної форми навчання розробляється за типом PCO-1 і включає оцінювання заходів поточного контролю з дисципліни впродовж семестру.

Рейтингова оцінка здобувача складається з балів, отриманих здобувачем за результатами заходів поточного контролю.

Види контролю з навчальної дисципліни «Програмне забезпечення комп'ютерних систем» включають:

Лабораторні роботи

Заплановано виконання 6 лабораторних робіт.

Теми лабораторних робіт узгоджені у часі та за змістом з темами лекцій

Модульна контрольна робота:

Модульна контрольна робота проводиться у вигляді тесту, складається з 20 питань, триває 20хв. за усіма розділами навчальної дисципліни. Вага одного питання 2 бал. (2х20=40).

Також може проводитися співбесіда у зі студентом для об'єктивного визначення рівня знань, умінь та практичних навичок, отриманих за семестр.

Семестровий рейтинг студента з дисципліни складається з балів, які він отримує за види робіт відповідно до таблиці 1.

Оцінювання окремих видів навчальної роботи студента

№	Вид навчальної роботи	Максимальна кількість балів
1	Виконання та захист лабораторної роботи № 1	10
2	Виконання та захист лабораторної роботи № 2	10
3	Виконання та захист лабораторної роботи № 3	10
4	Виконання та захист лабораторної роботи № 4	10
5	Виконання та захист лабораторної роботи № 5	10
6.	Виконання та захист лабораторної роботи № 6	10
7.	Модульна контрольна робота	40
	Усього за семестр	100

Протягом семестру студенти виконують 6 лабораторних робіт.

Максимальна кількість балів за кожну лабораторну роботу: 10.

Критерії оцінювання. Бали нараховуються за:

- своєчасність подання роботи до захисту 0–1 бал,
- оформлення протоколу лабораторної роботи 0–1 бал,
- виконання змістовного завдання на роботу 0–5 балів,
- відповіді на теоретичні запитання викладача 0–3 бали.

Разом за лабораторні роботи (максимальна кількість балів) – 60

Розрахунок розміру шкали (**R**) індивідуального семестрового рейтингу

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру становить:

$$R = R_1 + R_2,$$

де R_i – максимальний рейтинговий бал кожного з контрольних заходів:

R_1 - лабораторні роботи, R_2 - модульна контрольна робота.

Розмір рейтингової шкали з кредитного модуля становить:

$$R = 60 + 40 = 100 \text{ балів.}$$

Індивідуальний семестровий рейтинг студента (підсумкова семестрова рейтингова оцінка **RD**) є сумою балів, отриманих студентом протягом семестру за участі у передбачених контрольних заходах (контрольні та лабораторні роботи).

Студенти, які виконали всі умови допуску до семестрової атестації з кредитного модуля та мають рейтингову оцінку не менше 60 балів, отримують відповідну позитивну оцінку без додаткових випробувань.

Студенти, які набрали протягом семестру рейтинг з кредитного модуля менше 60 балів, зобов'язані здати усний залік у вигляді співбесіди з викладачем.

Необхідною умовою допуску студента до заліку є його індивідуальний семестровий рейтинг (**RD**) не менший, ніж 30% від R , тобто 30 балів, здані 4 лабораторні роботи та

наявність однієї позитивної атестації в семестрі. При невиконанні хоча б однієї зі згаданих умов студент до заліку не допускається.

Сума підсумкової семестрової (**RD**) та залікової рейтингових оцінок у балах становить підсумкову семестрову рейтингову оцінку, яка перераховується в оцінки за національною шкалою та шкалою ECTS (табл. 2).

Таблиця 2

Відповідність рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
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 доцент кафедри обчислювальної техніки, к.т.н., Русанова О. В.

Ухвалено кафедрою обчислювальної техніки (протокол № 12 від 23.06.2025р.)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 11 від 27.06.2025р.)