



# Програмне забезпечення комп'ютерних систем

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти

*Другий (магістерський)*

Галузь знань	12 Інформаційні технології
Спеціальність	123 Комп'ютерна інженерія
Освітня програма	Комп'ютерні системи та мережі
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	очна(денна)
Рік підготовки, семестр	1 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	4 кредити
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік
Розклад занять	Лекцій 36 годин Лабораторні роботи -18 годин, Самостійна робота студентів – 66 годин, РГР
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н, доцент кафедри обчислювальної техніки Русанова О.В. olga.rusanova.v@gmail.com Лабораторні: к.т.н, доцент кафедри обчислювальної техніки Русанова О.В. olga.rusanova.v@gmail.com
Розміщення курсу	<a href="https://ecampus.kpi.ua">https://ecampus.kpi.ua</a>

### Програма навчальної дисципліни

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

**Метою** навчальної дисципліни є формування у студентів здатностей (компетенцій) 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 студент має бути здатними вирішувати професійні завдання та володіти такими компетенціями:

- здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу (ЗК2);
- здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел (ЗК4);
- здатність генерувати нові ідеї (креативність) (ЗК5);
- 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 (ФК2);
- здатність будувати та досліджувати моделі комп'ютерних систем та мереж (ФК4);
- здатність будувати архітектуру та створювати системне і прикладне програмне забезпечення комп'ютерних систем та мереж (ФК5);

- здатність використовувати та впроваджувати нові технології, включаючи технології розумних, мобільних, зелених і безпечних обчислень, брати участь в модернізації та реконструкції комп'ютерних систем та мереж, різноманітних вбудованих і розподілених додатків, зокрема з метою підвищення їх ефективності (ФК6);
- здатність ідентифікувати, класифікувати та описувати роботу програмно-технічних засобів, комп'ютерних систем, мереж та їхніх компонентів (ФК10).

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

- застосовувати загальні підходи пізнання, методи математики, природничих та інженерних наук до розв'язання складних задач комп'ютерної інженерії (ПРН1);
- аналізувати проблематику, ідентифікувати та формулювати конкретні проблеми, що потребують вирішення, обирати ефективні методи їх вирішення (ПРН6);
- вирішувати задачі аналізу та синтезу комп'ютерних систем та мереж (ПРН7);
- розробляти програмне забезпечення для вбудованих і розподілених застосувань, мобільних і гібридних систем (ПРН9);
- Планувати і виконувати наукові дослідження в сфері комп'ютерної інженерії, формулювати і перевіряти гіпотези, обирати методики та інструменти, аналізувати результати, обґрунтовувати висновки (ПРН14).

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

Дисципліни, що передують: Дискретна математика, Програмування, Програмна інженерія, Системне програмування, Паралельні та розподілені обчислення, Операційні системи, Комп'ютерні системи.

Дана дисципліна є підготовкою до виконання дисертаційних магістерських робіт.

## **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.

#### **4. Навчальні матеріали та ресурси**

##### **Базова:**

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. – 95 с. 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 (2 файла: 43,8 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 123 с. 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. Русанова О.В. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Програмне забезпечення комп'ютерних систем» [Електронний ресурс] розміщені на сайті [//comsys.kpi.ua](http://comsys.kpi.ua) . 2022 – с.21.

##### **Додаткова:**

1. Жуков І.А., Корочкін О.В. Паралельні та розподілені обчислення. Навч. посібник. Друге видання. – К.: Корнійчук, 2014. – 284 с. //comsys.kpi.ua
2. Loutsky G., Zhukov I., Korochkin A. Parallel Computing. – Kyiv, Kornechuk, 2007. -216 pp. //comsys.kpi.ua
3. Жуков І.А., Корочкін О.В. Паралельні та розподілені обчислення. Навч. посібник. – К.: Корнійчук, 2005. – 226 с. //comsys.kpi.ua
4. Korochkin O. Multicore programming in Ada. Навч. посібник з гріфом НТУУ “КПІ” [Електроний ресурс]., Київ, НТУУ-КПІ, 2018.- 114 с. //comsys.kpi.ua
5. Kumar V, Grama A., A.Gupta, G.Karypis. Introduction to Parallel Computing. Design and Analysis of Algorithms.- Benjamin/Cummings Pub.Co, 2013.-597 p. [http://srmcse.weebly.com/uploads/8/9/0/9/8909020/introduction\\_to\\_parallel\\_computing\\_second\\_edition-ananth\\_grama..pdf](http://srmcse.weebly.com/uploads/8/9/0/9/8909020/introduction_to_parallel_computing_second_edition-ananth_grama..pdf)

Інформаційні ресурси:

<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)

Назви розділів і тем	Кількість годин				
	Всього	у тому числі			
		Лекції	Практичні (семінарські)	Лабораторні (комп'ютерний практикум)	СРС
1	2	3	4	5	6
<b>Розділ 1. Сучасні паралельні комп'ютерні системи та особливості їх програмного забезпечення</b>					
<i>Тема 1.1 Класифікація сучасних комп'ютерних систем</i>	<b>10</b>	<b>2</b>	-	<b>4</b>	<b>4</b>
<i>Тема 1.2 Основні етапи робіт при виконанні обчислювальних задач у ПКС та їх взаємозв'язок</i>	<b>4</b>	<b>2</b>	-	-	<b>2</b>
<b>Разом за розділом 1</b>	<b>14</b>	<b>4</b>	-	<b>4</b>	<b>6</b>
<b>Розділ 2. Мовні засоби опису паралельних процесів</b>					
<i>Тема 2.1 Основні способи програмування для ПКС</i>	<b>1</b>	<b>1</b>	-	-	
<i>Тема 2.2 Мовні засоби опису синхронних паралельних</i>	<b>3</b>	<b>1</b>	-	-	<b>2</b>

<i>процесів</i>					
<i>Тема 2.3. Способи розміщень масивів у пам'яті матричних комп'ютерних систем</i>	<b>3</b>	<b>1</b>			<b>2</b>
<i>Тема 2.4. Основні функції відповідності розмірностей масивів</i>	<b>3</b>	<b>1</b>			<b>2</b>
<i>Тема 2.5. Способи вибірки об'єктів масиву</i>	<b>4</b>	<b>2</b>			<b>2</b>
<i>Тема 2.6. SIMD- мови програмування. Основи PARALLAXIS</i>	<b>6</b>	<b>4</b>			<b>2</b>
<i>Тема 2.7. Мовні засоби опису асинхронних паралельних процесів .</i>	<b>5</b>	<b>1</b>			<b>4</b>
<i>Тема 2.8. Мовні засоби опису, ініціалізації та завершення паралельних Процесів.</i>	<b>3</b>	<b>1</b>			<b>2</b>
<i>Тема 2.9. Мовні засоби синхронізації доступу до спільних ресурсів в комп'ютерних системах класу MIMD.</i>	<b>3</b>	<b>1</b>			<b>2</b>
<i>Тема 2.10. Мовні засоби обміну та синхронізації повідомлень в Комп'ютерних системах класу MIMD із роздільною пам'яттю</i>	<b>3</b>	<b>1</b>			<b>2</b>
<i>Тема 2.11. MIMD- мови програмування.</i>	<b>4</b>	<b>2</b>			<b>2</b>
<b>Разом за розділом 2</b>	<b>38</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>22</b>
<b>Розділ 3. Особливості побудови компіляторів для ПКС</b>					
<i>Тема 3.1. Характеристика основних функцій компіляторів ПКС .</i>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	
<i>Тема 3.2. Автоматичне розпаралелювання програм.</i>	<b>20</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>10</b>	<b>6</b>
<i>Тема 3.3. Компіляція програм для комп'ютерних систем, керованих потоком даних.</i>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
<i>Тема 3.4. Векторизація та розпаралелювання циклічних ділянок програм</i>	<b>14</b>	<b>4</b>			<b>10</b>
<b>Разом за розділом 3</b>	<b>44</b>	<b>12</b>		<b>14</b>	<b>18</b>
<b>Розділ 4. Організація паралельних процесів у ПКС</b>					
<i>Тема 4.1. Способи конфігурації операційних систем (ОС) для ПКС.</i>	<b>2</b>	<b>2</b>			

Тема 4.2. Функція ініціалізації та синхронізації асинхронних паралельних процесів.	4	2	-		2
Разом за розділом 4	6	4	-		2
<b>РГР</b>	<b>10</b>				<b>10</b>
<b>Залік</b>	<b>8</b>				<b>8</b>
<b>Всього в семестрі:</b>	<b>120</b>	<b>36</b>	<b>-</b>	<b>18</b>	<b>66</b>

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	4
3	Визначення множини еквівалентних форм АВ з використанням першого заданого алгебраїчного закону	2
4	Визначення множини еквівалентних форм АВ з використанням другого заданого алгебраїчного закону	2
5	Розробка програмної моделі заданої ПКС та визначення з її допомогою часу виконання АВ.	6
	<b>Разом:</b>	<b>18</b>

#### 6. Самостійна робота студента/аспіранта

У процесі виконання індивідуальних завдань студенти повинні опрацювати знання, отримані під час лекцій та самостійної роботи, самостійно вивчати визначені теми, поглиблювати свої знання для подальшого навчання. Самостійна робота студентів полягає в наступному:

- підготовці до лекційних занять по вивченню попереднього лекційного матеріалу;
- виконанням лекційних завдань на СРС;
- підготовки до лабораторних робіт з вивченням теорії лабораторного заняття з усною відповіддю на наведені питання розділу;
- виконанням з оформленням на кожне лабораторне заняття протоколу по попередній темі;

- виконання РГР.

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1	Грід-системи. Апаратне та програмне забезпечення.	4
2	Реалізація способів розпаралелювання процесу компіляції при побудові компіляторів	4
3	Методи боротьби з тупиками в сучасних ОС для ПКС	2

## Політика та контроль

### 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Під час занять з навчальної дисципліни студенти повинні дотримуватись певних дисциплінарних правил:

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

Лабораторні роботи здаються особисто з попередньою перевіркою теоретичних знань, які необхідні для виконання лабораторної роботи. Перевірка практичних результатів включає перевірку коду та виконання тестових завдань.

В процесі навчання викладач має право нарахувати до 3 заохочувальних балів за дострокове виконання лабораторної роботи, за проявлений творчий підхід при виконанні індивідуального завдання або за активну участь у обговоренні питань, що пов'язані з тематикою лекції або практичного заняття.

За виконання та здачу лабораторної роботи після зазначеного дедлайну, за значну кількість пропущених занять, або за порушення правил поведінки на заняттях викладач може призначити до 3 штрафних балів.

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

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

#### **Лабораторні роботи**

Заплановано самостійне виконання 5 лабораторних робіт.

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

#### **Розрахунково-графічна робота (РГР):**

РГР передбачає розробку програмного забезпечення для вибору оптимального способу розпаралелювання обчислень при їх виконанні на заданій паралельній комп'ютерній системі з урахуванням її параметрів.

#### **Контрольна робота**

Контрольна робота виконується у вигляді тесту, складається з 20 питань, триває 20 хв. за усіма розділами навчальної дисципліни.

### **Залік**

Проводиться у вигляді співбесіди зі студентом для об'єктивного визначення рівня знань, умінь та практичних навичок, отриманих за семестр.

Оскільки кредитний модуль має семестрову атестацію у вигляді заліку, рейтингова система оцінювання побудована за типом РСО – 1. Рейтинг студента з кредитного модуля складається з балів, які він отримує за види робіт відповідно до таблиці 4.

Таблиця 4

Оцінювання окремих видів навчальної роботи студента

Вид навчальної роботи	Максимальна кількість балів
Виконання та захист лабораторної роботи № 1	10
Виконання та захист лабораторної роботи № 2	10
Виконання та захист лабораторної роботи № 3	10
Виконання та захист лабораторної роботи № 4	10
Виконання та захист лабораторної роботи № 5	10
Виконання та захист РГР	20
Контрольна робота	20
Залік	10
<b>Усього за семестр</b>	<b>100</b>

Індивідуальний семестровий рейтинг (**RD**) студента з кредитного модуля складається з балів, які він отримує за:

1) Виконання та захист РГР складає 20 балів

2) Контрольна робота у вигляді тесту складається з 20 питань. Вага одного питання 1 бал. (1x20=20)

3) Виконання лабораторних робіт.

Протягом семестру студенти виконують 5 лабораторних робіт.

Максимальна кількість балів за кожну лабораторну роботу: 10.

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) – 50
- 4) Залік

*Розрахунок розміру шкали (RD) рейтингу:*

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру становить:

$$RD = R1 + R2 + R3 + R4.$$

де  $R_i$  - максимальний рейтинговий бал кожного з контрольних заходів ( $R1$  - лабораторні роботи,  $R2$  - РГР,  $R3$  - контрольна робота,  $R4$  - залік).

Розмір рейтингової шкали з кредитного модуля становить:

$$RD = 50 + 20 + 20 + 10 = 100 \text{ балів.}$$

Індивідуальний семестровий рейтинг студента (підсумкова семестрова рейтингова оцінка  $RD$ ) є сумою балів, отриманих студентом протягом семестру за участі у передбачених контрольних заходах (лабораторні роботи, РГР, контрольна робота, залік).

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

Студенти, які мають намір підвищити семестровий рейтинг здають усний залік у вигляді співбесіди з викладачем.

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. 5).

*Таблиця 5*

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

## 9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Методика вивчення дисципліни потребує глибокого розуміння особливостей архітектур сучасних ПКС. Слід приділити увагу розуміння впливу структурних організацій на особливості розпаралелювання, програмування та процесу компіляції програм для різних ПКС. Необхідно також приділити особливу увагу на вивчення методів і засобів програмування та компіляції, які забезпечують підвищення реальної продуктивності ПКС.

В рамках вивчення дисципліни «Програмне забезпечення комп'ютерних систем» допускається зарахування балів, одержаних в результаті дистанційних курсів на платформі “Coursera”, за умови попереднього погодження програми даного курсу з викладачем та за умови отримання офіційного сертифікату.

### **Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

**Складено** доцентом кафедри обчислювальної техніки, к.т.н , Русанова О.В.

**Ухвалено** кафедрою обчислювальної техніки (протокол № 10 від 25.05.2022)

**Погоджено** Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 09.06.2022)