



Програмне забезпечення комп'ютерних систем (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти

Другий (магістерський)

Галузь знань	12 Інформаційні технології
Спеціальність	121 Інженерія програмного забезпечення
Освітня програма	Інженерія програмного забезпечення комп'ютерних систем
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	очна(денна)
Рік підготовки, семестр	1 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	5 кредитів
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік
Розклад занять	Лекцій 18 (36 годин) Лабораторних 18 (36 годин)
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	https://ecampus.kpi.ua

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 здатним вирішувати професійні завдання та володіти такими компетенціями:

- Знання технічних характеристик, конструктивних особливостей, застосування і правил експлуатації програмних, програмно-технічних засобів, комп'ютерних систем (ФК 1);
- Здатність використовувати методи фундаментальних і прикладних дисциплін для опрацювання, аналізу й синтезу результатів професійних досліджень (ФК2);
- Здатність розробляти алгоритмічне та програмне забезпечення, компоненти комп'ютерних систем (ФК3);
- Здатність проектувати та моделювати комп'ютерні системи різного виду та призначення (ФК4);
- Здатність будувати архітектуру та створювати системне і прикладне програмне забезпечення комп'ютерних систем (ФК5);
- Здатність аргументувати вибір методів розв'язування спеціалізованих задач, критично оцінювати отримані результати та захищати прийняті рішення (ФК13);
- Готовність до створення ефективного програмного забезпечення для комп'ютерних систем (ФК22);

- Здатність до дослідження та проектування комп'ютерних систем різного призначення (ФК1.1);
- Здатність до програмування для комп'ютерних систем (ФК2.1)

Після засвоєння навчальної дисципліни студенти мають продемонструвати такі результати навчання:

ЗНАННЯ:

- засобів розробки програмного забезпечення комп'ютерних систем (ЗН13);
- методів та засобів дослідження комп'ютерних систем та мереж (ЗН16);
- технологій програмування комп'ютерних систем та мереж (ЗН19)

УМІННЯ:

- застосовувати знання для ідентифікації, формулювання і розв'язування технічних задач спеціальності, використовуючи відомі методи (УМ1);
- застосовувати знання для розв'язування задач аналізу та синтезу засобів, характерних для спеціальності (УМ2);
- системно мислити та застосовувати творчі здібності до формування принципово нових ідей (УМ3);
- застосовувати знання технічних характеристик, конструктивних особливостей, призначення і правил експлуатації програмно-технічних засобів комп'ютерних систем та мереж для вирішення технічних задач спеціальності (УМ4);
- здійснювати пошук інформації в різних джерелах для розв'язання задач комп'ютерної інженерії (УМ6);
- виконувати експериментальні дослідження за професійною тематикою (УМ9);
- оцінювати отримані результати та аргументовано захищати прийняти рішення (УМ10);
- проектувати сучасні високопродуктивні комп'ютерні системи (УМ22);
- програмувати комп'ютерні системи (УМ25).

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.
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.
3. Русанова О.В. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Програмне забезпечення комп'ютерних систем-1» для студентів напрямку напряму підготовки 7.05010201, 8. 05010201 - «Комп'ютерні системи та мережі» / О.В.Русанова. НТУУ-КПІ, 2015 – с.21.

Додаткова:

1. Трахтенгерц Э.А. Программное обеспечение параллельных процессов.- М.: Наука, 1987.- 356 с.
2. Системы параллельной обработки. Под ред. Д. Ивенса.-М.: Мир, 1985.-416 с.
3. СуперЭВМ. Аппаратная и программная реализация. Под ред. С.Фернбаха.-М.:Радио и связь, 1991.- 320 с.

4. Томас Бройнль. Паралельне програмування: Початковий курс.-К.:Вища школа, 1997.-358 с.
5. Вальковский В.А. Распаралеливание алгоритмов и программ. Структурный подход.-М.: Радио и связь, 1989.-176 с.
6. Барский А.Б. Параллельные процессы в вычислительных системах. Планирование и организация.-М.:Радио и связь, 1990.- 256 с.
7. Дж.Ортега Введение в параллельные и векторные методы решения линейных систем.-М.:Мир, 1991.-367 с.
8. Программирование на параллельных вычислительных системах. Под ред. Р.Бэбба.-М.:Мир,1991.-376 с.
9. D.V.Skillicorn,Jonathan M.D.Hill, W.F.McCOLL. Questions and Answers about BSP. Scientific Programming, Vol.6, pp.249-274 (1997).
10. Кейлингерт П. Элементы операционных систем.-М.:Мир,1985.-295 с.
11. Watson P., Robinson E.H. The Hardware Architecture of the ICL Goldrush MegaServer.Ungenuity. The ICL Technical Journal,1995.10(2): p.206-219.
12. Корнеев В.В. Параллельные вычислительные системы.-М:Мир, 2009.
13. V.Kumar, A.Grama, A.Gupta, G.Karypis. Introduction to Parallel Computing. Design and Analysis of Algorithms.- Benjamin/Cummings Pub.Co, 2013.-597 p.
14. Паралельні та розподілені обчислення:
<http://www.paralel.ru>
<http://www.osp.ru>
<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
Розділ 1. Сучасні паралельні комп'ютерні системи та особливості їх програмного забезпечення					
<i>Тема 1.1 Класифікація сучасних комп'ютерних систем</i>	12	2	-	8	2
<i>Тема 1.2 Основні етапи робіт при виконанні обчислювальних задач у ПКС та їх</i>	4	2	-	-	2

<i>взаємозв'язок</i>					
Разом за розділом 1	16	4	-	8	4
Розділ 2. Мовні засоби опису паралельних процесів					
<i>Тема 2.1 Основні способи програмування для ПКС</i>	5	1	-	2	2
<i>Тема 2.2 Мовні засоби опису синхронних паралельних процесів</i>	5	1	-	-	4
<i>Тема 2.3. Способи розміщень масивів у пам'яті матричних комп'ютерних систем</i>	5	1			4
<i>Тема 2.4. Основні функції відповідності розмірностей масивів</i>	3	1			2
<i>Тема 2.5. Способи вибірки об'єктів масиву</i>	4	2			2
<i>Тема 2.6. SIMD- мови програмування. Основи PARALLAXIS</i>	8	4			4
<i>Тема 2.7. Мовні засоби опису асинхронних паралельних процесів .</i>	5	1			4
<i>Тема 2.8. Мовні засоби опису, ініціалізації та завершення паралельних Процесів.</i>	3	1			2
<i>Тема 2.9. Мовні засоби синхронізації доступу до спільних ресурсів в комп'ютерних системах класу MIMD.</i>	3	1			2
<i>Тема 2.10. Мовні засоби обміну та синхронізації повідомлень в Комп'ютерних системах класу MIMD із роздільною пам'яттю</i>	5	1			4
<i>Тема 2.11. MIMD- мови програмування.</i>	6	2			4
Разом за розділом 2	52	16	-	2	34
Розділ 3. Особливості побудови компіляторів для ПКС					
<i>Тема 3.1. Характеристика основних функцій компіляторів ПКС .</i>	8	2	-	4	2
<i>Тема 3.2. Автоматичне розпаралелювання програм.</i>	22	4	-	16	2
<i>Тема 3.3. Компіляція програм для комп'ютерних систем, керованих потоком даних.</i>	14	2	-	4	8
<i>Тема 3.4. Векторизація та розпаралелювання циклічних</i>	12	4		2	6

ділянок програм					
Разом за розділом 3	56	12		26	18
Розділ 4. Організація паралельних процесів у ПКС					
Тема 4.1. Способи конфігурації операційних систем (ОС) для ПКС.	6	2			4
Тема 4.2. Функція ініціалізації та синхронізації асинхронних паралельних процесів.	6	2	-		4
Разом за розділом 4	12	4	-		8
Підготовка до заліку	6				6
Залік	8				8
Всього в семестрі:	150	36	-	36	78

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)	6
2	Автоматичне розпаралелювання арифметичного виразу	6
3	Визначення множини еквівалентних форм АВ з використанням першого заданого алгебраїчного закону	6
4	Визначення множини еквівалентних форм АВ з використанням другого заданого алгебраїчного закону	6
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:	36

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.

№ 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 6 лабораторних робіт.

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

Поточний контроль:

Передбачено 2 поточних тестувань закритими тестами, які повністю охоплюють розглянуту на лекціях тематику навчальної дисципліни. Кожний поточний закритий тест містить 10 питань та триває 10 хв. **Семестровий контроль**

Семестровий закритий тест 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

Розділ 1,2		Розділ 3,4	
Вид навчальної роботи	Максимальна кількість балів	Вид навчальної роботи	Максимальна кількість балів
Виконання та захист лабораторної роботи № 1	10	Виконання та захист лабораторної роботи № 4	10
Виконання та захист лабораторної роботи № 2	10	Виконання та захист лабораторної роботи № 5	10
Виконання та захист лабораторної роботи № 3	10	Виконання та захист лабораторної роботи № 6	10
Поточний контрольний тест №1	10	Поточний контрольний тест №2	10
		Атестаційний тест	20
<i>Усього за розділами 1,2</i>	40	<i>Усього за розділами 3,4</i>	60
Усього за семестр			100

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

1) Поточний контрольний тест №1 складається з 10 питань. Вага одного питання 1 бал. (1x10=10)

2) Поточний контрольний тест №2 складається з 10 питань. Вага одного питання 1 бал. (1x10=10)

3) Атестаційний тест складається з 20 питань. Вага одного питання 1 бал. (1x20=20)

4) Виконання лабораторних робіт.

Протягом семестру студенти виконують 6 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) – 60

Розрахунок розміру шкали (R) рейтингу:

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру становить:

$$R = \sum_k r_k, \text{ де } r_k \text{ – максимальний рейтинговий бал кожного з контрольних заходів}$$

(контрольні, лабораторні роботи).

Розмір рейтингової шкали з кредитного модуля становить:

$$R = 40 + 60 = 100 \text{ балів.}$$

У разі несвоєчасної здачі лабораторних робіт студентом без поважної причини нараховуються штрафні санкції у вигляді 3 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. 5).

Таблиця 5

Відповідність рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою

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

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.

Перелік теоретичних питань, які виносяться на семестровий контроль, наведено в Додатку 1

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

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

Ухвалено кафедрою обчислювальної техніки (протокол № 18 від 25.05.2021)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 14.06.2021)