



ПАРАЛЕЛЬНЕ ПРОГРАМУВАННЯ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
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	3 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	4 кредити 120 годин, лекцій 36 годин, лаб. роб. 18 год., СРС 66 год.
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік
Розклад занять	Згідно розкладу на осінній семестр поточного навчального року за посиланням http://rozklad.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н, доцент, Корочкін Олександр Володимирович avcora@gmail.com , @avcora Лабораторні: к.т.н, доцент, Корочкін Олександр Володимирович avcora@gmail.com
Розміщення курсу	https://drive.google.com/drive/folders/16ilvpmuo-lidh18hgDnxwMR0JS6U2nrv

Програма навчальної дисципліни

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

Дисципліна “Паралельне програмування” спрямована на опанування студентами методів та засобів побудови паралельних програм. Знання основ паралельного програмування необхідні для створення програмного забезпечення для паралельних та розподілених комп'ютерних систем, систем реального часу, Інтернет-додатків, мобільних пристроїв.

Дисципліна забезпечує наступні компетентності та програмні результати навчання освітньо-професійної програми Комп'ютерні системи та мережі:

Вивчення дисципліни забезпечує наступні загальні та фахові компетенції:

- ЗК2 Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями
- ФК2 Здатність використовувати сучасні методи і мови програмування для розроблення алгоритмічного та програмного забезпечення.
- ФК12 Здатність ідентифікувати, класифікувати та описувати роботу програмно-технічних засобів, комп'ютерних та кіберфізичних систем, мереж та їхніх компонентів шляхом використання аналітичних методів і методів моделювання;.
- ФК16 Здатність проектувати, впроваджувати та обслуговувати високопродуктивні паралельні та розподілені комп'ютерні системи та їх складові з використання ПЛІС модулів і систем автоматизованого проектування
- ФК17 Здатність проектувати, впроваджувати, адмініструвати та обслуговувати глобальні,

локальні інтелектуальні програмно - конфігуровані комп'ютерні мережі.

- ФК18 Здатність розробляти, адаптувати, використати програмне забезпечення для покращення ефективності застосування високопродуктивних комп'ютерних систем
- ФК19 Здатність організації обчислювальних процесів в високопродуктивних комп'ютерних системах з різною структурною організацією на основі використання новітніх технологій планування і диспетчеризації та сучасних операційних систем.

У відповідності до вищезазначеного, студенти отримають наступні результати навчання:

- ПРН2 Мати навички проведення експериментів, збирання даних та моделювання в комп'ютерних системах.
- ПРН3 Знати новітні технології в галузі комп'ютерної інженерії.
- ПРН9 Вміти застосовувати знання технічних характеристик, конструктивних особливостей, призначення і правил експлуатації програмно-технічних засобів комп'ютерних систем та мереж для вирішення технічних задач спеціальності.
- ПРН10 Вміти розробляти програмне забезпечення для вбудованих і розподілених застосувань, мобільних і гібридних систем, розраховувати, експлуатувати, типове для спальності обладнання
- ПРН24 Проводити зборку, налагодження та використання операційних систем типу Linux.

2. Пре реквізити та пост реквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Необхідні дисципліни: "Програмування", "Об'єктна - орієнтоване програмування", "Структури даних та алгоритми", "Інженерія програмного забезпечення", "Алгоритми та методи обчислень"

Дисципліни, які базуються на результатах навчання з даної дисципліни: "Системне програмне забезпечення", "Комп'ютерні системи"

3. Зміст навчальної дисципліни

Вступ

Розділ 1. Структури паралельних комп'ютерних систем (ПКС)

Тема 1.1 Базові структури ПКС

Тема 1.2 Організація пам'яті та зв'язків у КС

Розділ 2. Програмування паралельних обчислень

Тема 2.1 Особливості програмування паралельних обчислень

Тема 2.2 Життєвий цикл розробки паралельних програм.

Розділ 3. Аналіз та побудова паралельних алгоритмів

Тема 3.1 Концепція необмеженого паралелізму

Тема 3.2 Ярусно-паралельна форма представлення паралельного алгоритму. Лема Брента. Теорема Мунро-Петерсона.

Тема 3.4 Паралельні алгоритми рішення основних задач лінійної алгебри

Розділ 4. Потоки

Тема 4.1 Поняття потоку. Стан потоку. Операції з потоками

Тема 4.2 Потоки в сучасних мовах та бібліотеках паралельного програмування

Розділ 5. Комунікація потоків

Тема 5.1 Види комунікації потоків

Тема 5.2 Моделі взаємодії потоків.

Розділ 6. Задачі взаємного виключення і синхронізації

Тема 6.1 Постанова та загальна схема рішення задачі взаємного виключення і синхронізації

Тема 6.2 Алгоритми Деккера
Тема 6.3 Семафори.
Тема 6.4 Мютекси.
Тема 6.5 Події.
Тема 6.6 Критичні секції.

Розділ 7. Монітори

Тема 7.1 Концепція моніторів
Тема 7.2 Реалізація і застосування моніторів

Розділ 8. Взаємодія процесів через посилання повідомлень.

Тема 8.1 Загальна концепція механізму повідомлень
Тема 8.2 Особливості реалізації і використання механізму повідомлень.

Розділ 9. Розробка програм для паралельних комп'ютерних систем

Тема 9.1 Розробка програм для ПК СП
Тема 9.2 Розробка програм для ПК ЛП

4. Навчальні матеріали та ресурси

4.1 Базова:

1. Жуков І.А., Корочкін О.В. Паралельні та розподілені обчислення. Навч. посібник. Друге видання. – К.: Корнійчук, 2014. – 284 с. Гриф надано МОН.
<https://comsys.kpi.ua/metodichni-vkazannya-po-disciplinam>
2. Багатоядерне програмування на мові Ада: Англ. мовою [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія», спеціалізації «Комп'ютерні системи та мережі», «Технології програмування для комп'ютерних системи та мереж» О.В. Корочкін ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,44 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 114 с. Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського. <https://comsys.kpi.ua/metodichni-vkazannya-po-disciplinam>.
3. 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 факультету інформатики та обчислювальної техніки (протокол № 4 від 25.11.2019 р.) <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/48224>
4. Паралельне програмування. Лабораторний практикум. /Корочкін О.В., – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 32 с. Електронний ресурс. Гриф надано Вченою радою ФІОТ КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол № 11 від 11.07.2022 р.)
<https://comsys.kpi.ua/metodichni-vkazannya-po-disciplinam>

4.2 Додаткова:

5. Жуков І.А., Корочкін О.В. Паралельні та розподілені обчислення. Навч. посібник – К.: Корнійчук, 2005. – 226 с. Гриф надано МОН
<https://comsys.kpi.ua/metodichni-vkazannya-po-disciplinam>
6. Loutsky G., Zhukov I., Korochkin A. Parallel Computing. – Kyiv, Kornechuk, 2007. – 216 pp. Гриф надано МОН.
<https://comsys.kpi.ua/metodichni-vkazannya-po-disciplinam>
7. Семеренко, В. П. Технології паралельних обчислень : навчальний посібник. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 104 с. ([Електронний ресурс] - Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/334710599_V_P_Semerenko_TEHNOLO..._OBCISLE_N_Ministerstvo_osviti_i_nauki_Ukraini_Vinnickij_nacionalnij_tehnicnij_universitet.
8. Ringler R. C# Multithreaded and Parallel Programming. Birmingham: Packt Publishing, 2014. – 323с. ([Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://www.pdfdrive.com/c-multithreaded-and-parallel-programming-develop-powerful-c-applications-to-take-advantage-of-todays->

multicore-hardware-e187077213.html

9. Terrell R. Concurrency in .NET. Shelter Island: Manning, 2018. – 534с. ([Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://www.pdfdrive.com/concurrency-in-net-modern-patterns-of-concurrency...>).
10. Програмне забезпечення високопродуктивних комп'ютерних систем. Конспект лекцій: Навч. посібник для здобувачів ступеня бакалавр за спеціальністю 121 «Інженерія програмного забезпечення» / Корочкін О.В., Русанова О.В., Кулаков Ю.О. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. – 257 с. Електронний ресурс. Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол № 8 від 19.02.2024 р.) <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/66519>

4.3 Інформаційні ресурси

1. <https://drive.google.com/drive/folders/16ilvpmuo-lidh18hgDnxwMR0JS6U2nrv>

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компоненту)

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з дисципліни згідно з робочим навчальним планом. На вивчення дисципліни виділено 120 годин/4 кредитів, лекцій 36 годин, лабораторних робіт 18 годин, самостійної роботи 66 годин.

Для досягнення мети навчальної дисципліни слід зосередитись в лекційному матеріалі на особливостях побудови паралельних програм, формуванні паралельних алгоритмів, концепції потоку і її реалізації в сучасних мовах і бібліотеках паралельного програмування. Особливу увагу необхідно приділити методам і сучасним засобам організації взаємодії потоків.

Мета лабораторних робіт – придбання вмінь та навиків застосування на практиці принципів паралельного програмування при створенні програм для високопродуктивних комп'ютерних систем з різною структурною організацією.

Тематика лабораторних робіт:

Лабораторна робота 1. Програмування незалежних потоків (2 год).

Лабораторна робота 2. Програмування взаємодіючих потоків з застосування низькорівневих засобів (семафорів, мютексів, подій, критичних секцій, бар'єрів, атомік змінних) (4 год).

Лабораторна робота 3. Програмування взаємодіючих потоків з застосування моніторів (4 год).

Лабораторна робота 4. Програмування взаємодіючих потоків з застосування бібліотеки OpenMP (4 год).

Лабораторна робота 5. Програмування взаємодіючих потоків з застосування повідомлень (4 год).

6. Самостійна робота здобувача вищої освіти

Види самостійної роботи для студентів денної форми навчання (66 годин):

- підготовка до аудиторних занять, опрацювання матеріалів лекцій (0,5 годин x 36 годин = 18 годин);
- виконання завдання до лабораторних робіт, розробка програми, оформлення протоколу, підготовка та оброблення проведення розрахунків за первинними даними, отриманими на практичних заняттях, оформлення звіту до практичної роботи (1 годин x 18 = 18 годин);
- підготовка до заліку (6 годин);
- самостійне опрацювання запланованого додаткового теоретичного матеріалу (24 годин).

Під час планування індивідуального завдання з певного ОК необхідно забезпечити баланс часу СРС відповідної освітньої компоненти. Підґрунтям цього розрахунку є орієнтовні норми часу на виконання здобувачами вищої освіти окремих робіт:

Вид роботи	Підготовка до одного аудиторного академічного часу					Підготовка та складання		Виконання	
	Лекції	Практичні	Семінарські	Лабораторні	МКР* (денна)	Залік	Екзамен	ІСЗ (денна)	ДКР (заочна)
Норма часу (год.)	0,3-0,5	0,5-1	1,5-2	1-1,5	2	6	30	10-15	10-20

**) На виконання МКР для здобувачів вищої освіти за денною формою відводиться дві академічні аудиторні години. При плануванні контрольних заходів двогодинна МКР може бути поділена, наприклад, на дві одогодинні. Тривалість і методика проведення МКР визначається силябусом – робочою програмою навчальної дисципліни (освітнього компонента).*

Теми на самостійне опрацювання

- Тема 1.1. Трансп'ютері системи
- Тема 2.2. Особливості налагодження паралельних програм
- Тема 3.1. Рейтинг високопродуктивних КС
- Тема 3.4 Паралельні алгоритми рішення системи лінійних алгебраїчних рівнянь
- Тема 4.1 Потoki в мові Python
- Тема 4.2. Java. Пули потоків. Керування виконанням потоків
- Тема 6.2. Алгоритми Деккера 3, 4.
- Тема 7.1. Монітори в мові Modula
- Тема 8.1. Бібліотека PVM
- Тема 9.1. Програмування для трансп'ютерних систем. Мова Оккам
- Тема 9.2. Паралельне програмування циклів в OpenMP

Політика та контроль

6. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

При зарахування та оцінювання лабораторних робіт (ЛР) беруться до уваги наступні чинники:

- Повнота виконання завдання на лабораторну роботу за індивідуальним варіантом;
- Своєчасність виконання лабораторної роботи згідно графіку;
- Самостійність виконання лабораторної роботи та відсутність ознак плагіату;
- Відповіді на питання щодо змісту лабораторної роботи під час її захисту.

При оцінюванні контрольних робіт до уваги приймаються:

- Правильність та повнота виконання завдань;
- Кількість виконаних завдань в умовах обмеженого часу;
- Самостійність виконання завдань та відсутність ознак плагіату;
- Використанні оптимальним чином ВСІХ засобів організації взаємодії в мові (бібліотеці) що використовується в ЛР.

При атестації до уваги приймається кількість лабораторних робіт, зарахованих на час проведення атестації. Для першої атестації – дві ЛР, для другої атестації студент повинен виконати всі обрані ЛР, крім останній - ЛР5.

7. 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, заохочувальних та штрафних балів.

Здобувачі, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку 60 і більше балів, отримують відповідну до набраного рейтингу оцінку без додаткових випробувань.

Зі здобувачами, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку менше 60 балів, а також з тими здобувачами, хто бажає підвищити свою рейтингову оцінку, на останньому за розкладом занятті з дисципліни в семестрі викладач проводить семестровий контроль у вигляді співбесіди.

Види контролю з навчальної дисципліни «Паралельне програмування» включають:

Лабораторні роботи:

Заплановано виконання від трьох до п'яти лабораторних робіт (за вибором). Темі лабораторних робіт узгоджені у часі та за змістом з темами лекцій. Виконання лабораторних робіт у повному обсязі дозволяє набути практичних навичок програмування потоків за допомогою використання сучасних мов та бібліотек паралельного програмування.

Семестровий контроль

Залік (**за бажанням**) проводиться у вигляді співбесіди зі студентом для об'єктивного визначення рівня знань, умінь та практичних навичок, отриманих за семестр

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

Таблиця 1 Оцінювання окремих видів навчальної роботи студента (у балах)

Вид навчальної роботи	Всього за видом роботи (мах)
Виконання та захист лабораторної роботи № 1	20
Виконання та захист лабораторної роботи № 2	20
Виконання та захист лабораторної роботи № 3	20
Виконання та захист лабораторної роботи № 4	20
Виконання та захист лабораторної роботи № 5	20
Виконання лабораторних робіт Rл	100
Залік (додатково) у вигляді співбесіди зі студентом (за бажанням) Rз	20
Усього за семестр (R = Rл + Rз)	100

Індивідуальний поточний рейтинг студента (**Rл**) складається з балів, які він отримує за виконання і захист лабораторних робіт. Протягом семестру студенти виконують обрану кількість (3-5) лабораторних робіт. Максимальна кількість балів за кожну лабораторну роботу – 20. Бали нарахувуються за:

- теоретична складова – 10 бали,
- практична складова – 10 бали.

Максимальний можливий бал за лабораторну роботу – 20 балів.

Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи $5 \times 20 = 100$ балів.

Розрахунок розміру шкали (R) рейтингу для отримання заліку

Необхідною умовою допуску студента до заліку (додатково) є його індивідуальний семестровий рейтинг R не менший, ніж 60 балів, та відсутність заборгованості з лабораторних робіт. При невиконанні згаданих вимог студент до заліку не допускається.

Семестровий рейтинг розраховується як $R = R_l + R_z$. Якщо студент має $R_l > 59$, то він може не

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру становить:

$R = R_l$, де R_l – семестровий рейтинг студента (лише лабораторні роботи).

Таблиця 2 Відповідності 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

8. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

В рамках вивчення дисципліни «Паралельне програмування» допускається зарахування балів (до 5 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 доцент, к.т.н, доцент, Корочкін Олександр Володимирович

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

Погоджено методичною комісією ФІОТ (протокол №11 від 27.06.2025 р.)