



Національний технічний університет України
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»



Кафедра обчислювальної
техніки

Технології розподілених обчислень

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>F Інформаційні технології</i>
Спеціальність	<i>F2 Інженерія програмного забезпечення F6 Інформаційні системи та технології F7 Комп'ютерна інженерія</i>
Освітня програма	<i>Інженерія програмного забезпечення комп'ютерних систем Інженерія програмного забезпечення інформаційних систем Інженерія квантового програмного забезпечення Інтегровані інформаційні системи Інформаційні управляючі системи та технології Інформаційне забезпечення робототехнічних систем Інформаційні системи та технології Комп'ютерні системи та мережі</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити/120 год. денна форма: лекцій 32 год., лабораторних занять 14 год., СРС 74 год.</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік</i>
Розклад занять	<i>schedule.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: ст. викладач Кочура Юрій Петрович, iuriy.kochura@gmail.com Лабораторні роботи: ст. викладач Кочура Юрій Петрович, iuriy.kochura@gmail.com
Розміщення курсу	https://classroom.google.com/c/ODM2ODY2NTA5MTg5?cjc=nixzmw7d

Програма навчальної дисципліни

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

Навчальна дисципліна присвячена вивченню принципів побудови, програмування та експлуатації розподілених обчислювальних систем. У межах курсу розглядаються архітектури розподілених систем, моделі паралельних і розподілених обчислень, алгоритми взаємодії між процесами, а також сучасні програмні платформи для масштабованої обробки даних у кластерних і хмарних середовищах.

Предмет навчальної дисципліни – методи та алгоритми розподілених обчислювальних систем.

Метою дисципліни є формування у студентів системних знань і практичних умінь щодо проєктування та реалізації розподілених обчислювальних систем, а також набуття навичок використання сучасних технологій і фреймворків для паралельної та розподіленої обробки даних у наукових і прикладних задачах.

Вивчення дисципліни формує наступні **компетенції**:

- Здатність застосовувати моделі паралельних і розподілених обчислень.
- Здатність використовувати сучасні програмні платформи та фреймворки для розподіленої обробки даних.
- Здатність організовувати взаємодію, синхронізацію та обмін даними між процесами у розподіленому середовищі.

Програмні результати навчання, на формування яких спрямована дисципліна:

1. Уміти застосовувати паралельні та розподілені алгоритми, враховуючи характеристики задачі, архітектуру розподіленої обчислювальної системи та особливості мережевої взаємодії між вузлами.
2. Уміти аналізувати масштабованість розподілених систем, оцінювати вплив кількості вузлів, обсягу передаваних даних та мережових затримок на загальну продуктивність.
3. Уміти застосовувати розподілені обчислення для розв'язання прикладних задач, зокрема обробки великих даних, чисельного моделювання та машинного навчання.

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

Пререквізити

Для опанування дисципліни необхідні знання з лінійної алгебри та вищої математики, уміння програмувати на C/C++ або Python, а також розуміння основ архітектури комп'ютерних систем і принципів паралельних обчислень.

Постреквізити

Розглянута теорія та отриманий практичний досвід в рамках даної навчальної дисципліни буде корисним для розв'язання прикладних задач розподіленої обробки даних, високопродуктивних обчислень, хмарних сервісів, машинного навчання, чисельного моделювання складних систем, робототехніки та інших задач, що потребують масштабованих обчислювальних ресурсів.

Знання, одержані студентами під час вивчення дисципліни можуть бути використані у дисциплінах «Науково-дослідна практика», «Машинне навчання», «Нейронні мережі», «Навчання нейронних мереж з підкріпленням».

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Базові поняття та передумови розподілених обчислень

Тема 1.1. Великомасштабні обчислення та обмеження одновузлових систем

Тема 1.2. Поняття розподілених систем, їх властивості та складність

Тема 1.3. Архітектурні та концептуальні патерни розподілених систем

Тема 1.4. Розподілені системи машинного навчання: доцільність застосування та обмеження

Розділ 2. Патерни розподіленої підготовки та обробки даних

Тема 2.1. Процеси завантаження та підготовки даних у розподілених системах

Тема 2.2. Батчинг як спосіб оптимізації обчислень і використання пам'яті

Тема 2.3. Шардинг даних у багатовузлових обчислювальних середовищах

Тема 2.4. Кешування та повторне використання даних у розподілених застосунках

Розділ 3. Патерни розподіленого навчання та обчислень

- Тема 3.1.** Поняття та моделі розподіленого навчання
- Тема 3.2.** Архітектура параметричного сервера
- Тема 3.3.** Колективні комунікації та синхронізація параметрів
- Тема 3.4.** Еластичність та відмовостійкість розподілених обчислень

Розділ 4. Операційні аспекти розподілених систем

- Тема 4.1.** Керування ресурсами та планування задач у кластері
- Тема 4.2.** Патерни планування у спільному обчислювальному середовищі
- Тема 4.3.** Метадані, моніторинг та обробка відмов
- Тема 4.4.** Забезпечення надійності та стабільності систем

4. Навчальні ресурси та матеріали

1. Базова література

1. Минайленко Р.М. Паралельні та розподілені обчислення: навч. посіб. – Кропивницький: Видавець Лисенко В. Ф., 2021. – 153 с. <https://dspace.kntu.kr.ua/server/api/core/bitstreams/396e02d2-725b-47b5-a1c0-ae07a9bec326/content>.

2. Додаткова література

2. Tang, Y. (2024). *Distributed machine learning patterns*. Simon and Schuster.

3. Hirvonen J. Distributed Algorithms / J. Hirvonen, J. Suomela. – Aalto: Aalto University, 2023. 221 p. <https://jukkasuomela.fi/da2020/da2020.pdf>.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компоненту)

5.1 Лекційні заняття

№ розділу	Назва лекції та перелік основних питань	Кількість ауд. годин
1	Розділ 1. Базові поняття та передумови розподілених обчислень Тема 1.1. Великомасштабні обчислення та обмеження одновузлових систем Тема 1.2. Поняття розподілених систем, їх властивості та складність Тема 1.3. Архітектурні та концептуальні патерни розподілених систем Тема 1.4. Розподілені системи машинного навчання: доцільність застосування та обмеження	8
2	Розділ 2. Патерни розподіленої підготовки та обробки даних Тема 2.1. Процеси завантаження та підготовки даних у розподілених системах Тема 2.2. Батчинг як спосіб оптимізації обчислень і використання пам'яті	8

	Тема 2.3. Шардинг даних у багатовузлових обчислювальних середовищах Тема 2.4. Кешування та повторне використання даних у розподілених застосунках	
3	Розділ 3. Патерни розподіленого навчання та обчислень Тема 3.1. Поняття та моделі розподіленого навчання Тема 3.2. Архітектура параметричного сервера Тема 3.3. Колективні комунікації та синхронізація параметрів Тема 3.4. Еластичність та відмовостійкість розподілених обчислень	8
4	Розділ 4. Операційні аспекти розподілених систем Тема 6.1. Керування ресурсами та планування задач у кластері Тема 6.2. Патерни планування у спільному обчислювальному середовищі Тема 6.3. Метадані, моніторинг та обробка відмов Тема 6.4. Забезпечення надійності та стабільності систем. МКР	8
	Разом:	32

5.2 Лабораторні заняття

№ з/п	Назва лабораторної роботи	Кількість ауд. годин
1	Ознайомлення з розподіленими системами та архітектурними патернами	4
2	Підготовка та обробка даних у розподілених системах	4
3	Розподілене навчання моделей	4
4	Моделювання відмов вузлів і відновлення обчислень	2
	Разом:	14

5.3 Модульна контрольна робота

Модульна контрольна робота виконується за усіма темами, що розглядаються в дисципліні.

6. Самостійна робота здобувача вищої освіти денної форми навчання

До СРС відносяться такі види робіт:

- вивчення теоретичного матеріалу лекційних занять;
- виконання завдань лабораторних робіт та оформлення протоколів;
- підготовка до модульної контрольної роботи та семестрового контролю.

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Академічна доброчесність

Під час проходження цього курсу студенти зобов'язані дотримуватись політики та принципів академічної доброчесності визначених Кодексом честі КПІ ім. Ігоря Сікорського (Детальніше Розділ 3: <https://kpi.ua/code>) та усі наступні правила:

1. Кожен із здобувачів повинен відправляти на перевірку власно виконану роботу. Використання чужих розв'язків або програмного коду і представлення їх за свої напрацювання є плагіатом та серйозним порушенням основних академічних стандартів.
2. Здобувачі не повинні ділитися своїми розв'язками з іншими студентами, а також просити інших ділитися своїми розв'язками з Вами.
3. Якщо студенти отримували допомогу у вирішенні певного завдання — потрібно зазначити це у звіті, а саме: від кого та яку допомогу отримували.

Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів і працівників університету визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Виконання лабораторних робіт

Викладачем встановлюється граничний термін для виконання кожного практичного завдання з метою послідовного та збалансованого засвоєння студентами навчального матеріалу, визначеного даним силабусом. Здача на перевірку практичних завдань після встановлених термінів супроводжується штрафними балами. Кінцевим терміном для здачі на перевірку усіх практичних завдань є останнє заняття з комп'ютерного практикуму. У період проведення в університеті семестрового контролю приймання практичних завдань не здійснюється. Студент(-ка) має можливість переробити або доопрацювати практичне завдання на перездачі з метою підвищення свого поточного рейтингу.

Процедура оскарження оцінок

Якщо студент(-ка) вважає, що його(її) роботу недооцінено або переоцінено — потрібно звернутися до викладача, який здійснював оцінювання та повідомити про це із зазначенням короткого обґрунтування (оцінка буде переглянута).

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

8.1 Поточний контроль

Поточний контроль успішності засвоєння знань виконується шляхом перевірки завдань лабораторних робіт та МКР. Таким чином, семестровий рейтинг студентів з дисципліни складається з балів, що вони отримують за:

- виконання та захист завдань лабораторних робіт;
- модульну контрольну роботу.

8.2 Календарний контроль

Календарний контроль провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Умови позитивного календарного контролю:

- за результатами навчальної роботи на першому календарному контролі (7-й тиждень семестру) студент отримує статус «атестований», якщо його поточний рейтинг становить

не менше ніж 50% від максимально можливої кількості балів, які можна було набрати протягом перших 6 тижнів;

- за результатами навчальної роботи на другому календарному контролі (13-й тиждень семестру) студент отримує статус «атестований», якщо його поточний рейтинг становить не менше ніж 50% від максимально можливої кількості балів, які можна було набрати протягом перших 12 тижнів.

8.3 Семестровий контроль

Семестровий контроль проводиться для встановлення рівня досягнення здобувачами програмних результатів навчання з навчальної дисципліни (освітнього компонента) за семестр. Семестровий контроль проводиться відповідно до навчального плану у вигляді заліку в терміни, встановлені графіком навчального процесу.

Здобувач допускається до семестрового контролю, якщо:

- виконав і захистив усі передбачені силабусом лабораторні роботи;
- набрав не менше ніж **60%** від максимальної кількості балів поточного контролю:

Важливо! Умова допуску до семестрового контролю (заліку):

$$\text{Лабораторні роботи} + \text{МКР} \geq 36 \text{ балів}$$

8.4 Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

Система оцінювання

40 балів	Лабораторні роботи (10 балів кожна)
20 балів	МКР
40 балів	Залік

Завдання лабораторних робіт

Ваговий бал кожної лабораторної роботи – 10 балів. Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи дорівнює: $4 \square 10 = 40$ балів.

Складові оцінки та відповідний максимальний бал:

- програмна реалізація алгоритмів – 2 бали;
- експериментальне дослідження/порівняння алгоритмів – 2 бали;
- звіт (відповідність структурі, презентація результатів роботи, якість та обґрунтування рішень, висновки) – 2 бали;
- захист результатів комп'ютерного практикуму (теоретичні знання за темою лабораторної роботи; обґрунтування прийнятих рішень; правильні відповіді на питання) – 4 бали.

Бал може бути знижений у разі неповного виконання завдань, недостатньої якості звіту, помилок у програмному коді чи логіці реалізації, неправильної інтерпретації отриманих результатів, порушення принципів академічної доброчесності або строку здачі завдань.

Модульна контрольна робота (МКР)

Модульна контрольна робота проводиться у вигляді тесту з 10 питань. Ваговий бал кожного питання становить 2 бали. Правильна відповідь – 2 бали; неправильна – 0 балів. Максимальна кількість балів за МКР – 20 балів.

Залікова робота

Максимальна кількість балів, які можна отримати за результатами здачі заліку – 40 балів.

Складові оцінки та відповідний максимальний бал за виконання залікової роботи:

- теоретичні питання (розуміння ключових понять, методів і принципів, здатність пояснити теоретичні положення власними словами, правильність використання термінології) – 15 балів;
- здатність застосувати теоретичні знання до практичних завдань (коректність побудови алгоритмів для розв'язку задач, правильність обчислень, обґрунтованість отриманих результатів) – 20 балів;

- ☐ додаткові уточнювальні запитання (розуміння отриманих результатів, уміння аргументувати обраний підхід, здатність аналізувати помилки та пояснювати альтернативні рішення) – 5 балів.

Максимальна сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:
 $4 * 10 + 20 + 40 = 100$.

Сума балів, які отримують студенти за роботу протягом семестру, обчислюється за формулою:

$$R_D = \sum_{i=1}^4 r_{ЛРi} + r_{МКР} + r_{ЗЛ},$$

де $r_{ЛРi}$ – бали, отримані за i -ту лабораторну роботу (0...10);

$r_{МКР}$ – бали, отримані за МКР (0...20).

$r_{ЗЛ}$ – бали, отримані на заліку (0...40).

Переведення рейтингових балів до оцінок за університетською шкалою (<https://kpi.ua/grading>):

95–100	Відмінно
85–94	Дуже добре
75–84	Добре
65–74	Задовільно
60–64	Достатньо
менше 60	Незадовільно
менше 36	Не допущений
Порушення принципів академічної доброчесності або морально-етичних норм поведінки	Усунений

9. Нормативні положення політики навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Правила відвідування занять. Відвідування занять є вільним, бали за присутність на лекціях та практичних заняттях не нараховуються, відповідно штрафні бали у разі відсутності на занятті не передбачаються.

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>). У режимі дистанційного навчання заняття відбуваються у вигляді онлайн-конференції на платформах BigBlueButton, Google Meet, Zoom. Посилання на конференцію видається на початку семестру і розміщується в АС «Електронний кампус». З метою забезпечення якісної підготовки здобувачів, дистанційний курс дисципліни розміщено на Платформі дистанційного навчання «Сікорський» (<https://www.sikorsky-distance.org>). Результати оцінювання висвітлюють у АС «Електронний кампус» на особистій сторінці здобувача (<https://ecampus.kpi.ua>).

Правила поведінки на заняттях. На заняттях слід дотримуватись норм етичної поведінки визначених у Кодексі честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (<https://kpi.ua/code>). На території університету здобувачі мають поводити себе відповідно до Правил внутрішнього розпорядку (<https://kpi.ua/admin-rule>).

Визнання результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті. Положення про визнання результатів навчання, набутих у неформальній / інформальній освіті (<https://osvita.kpi.ua/index.php/node/179>) регламентує визнання результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті:

- у разі навчання на неформальній освіті, яку студент обрав самостійно і хоче зарахувати результати навчання в рамках дисципліни, проходиться процедура валідації, що передбачає подання здобувачем заяви на ім'я декана, декларації підтверджувальних документів. Рішення про визнання чи не визнання приймається комісією у складі завідувача кафедри, викладача, гаранта освітньо-професійної програми.

Політика використання штучного інтелекту. Використання штучного інтелекту регламентується «Політикою використання штучного інтелекту для академічної діяльності в КПІ ім. Ігоря Сікорського» (<https://osvita.kpi.ua/node/1225>). Усі завдання, як під час виконання навчальних завдань з дисципліни, так і індивідуальні завдання, мають бути результатом власної оригінальної роботи здобувача. Використання ШІ для автоматичної генерації відповідей без подальшого їх аналізу та доопрацювання заборонено.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус)

Складено, ст. викладач кафедри ОТ Кочура Ю. П.,

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

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