



ОСНОВИ ПАРАЛЕЛЬНИХ ОБЧИСЛЕНЬ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни	
Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>12 Інформаційні технології</i>
Спеціальність	<i>122 Комп'ютерні науки</i>
Освітня програма	<i>Комп'ютерні технології в біології та медицині</i>
Статус дисципліни	<i>Обов'язкова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)/дистанційна/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>120 годин, 4 кредити (Лекції-28 годин, комп'ютерні практикуми - 26 годин, СР-66 годин)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен, модульна контрольна робота</i>
Розклад занять	<i>Згідно розкладу на сайті http://roz.kpi.ua/</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лекції: к.т.н., доцент Кравченко Ольга Віталіївна, e-mail: bmk_kravchenko_fbmi@lil.kpi.ua Практичні: ас. Давидько Олександр Богданович, e-mail: davydko.oleksandr@lil.kpi.ua ас. Матвійчук Олександр Вадимович, e-mail: matviichuk.oleksandr@lil.kpi.ua
Розміщення курсу	https://classroom.google.com/c/NTQ0Mzc1ODYxODc0

Програма навчальної дисципліни

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ, ЇЇ МЕТА, ПРЕДМЕТ ВИВЧАННЯ ТА РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Паралельні обчислення — це форма обчислень, в яких кілька дій проводяться одночасно. Ґрунтуються на тому, що великі задачі можна розділити на кілька менших, кожному з яких можна розв'язати незалежно від інших.

Мережеві технології та засоби Інтернет, операційні системи й прикладне програмне забезпечення в сучасних умовах так чи інакше базуються на концепціях паралельних та розподілених обчислень. Поява та швидке розповсюдження мов програмування нового покоління, таких як Java, C, C++, C# визначили новий напрям в дослідженнях проблем

програмування багатоплатформенних розподілених та паралельних застосувань. Тому для інженера або програміста важливо знати й використовувати основні поняття та засоби мультипроцесорної обробки й паралельного програмування для підвищення ефективності та надійності обчислень.

Метою дисципліни є набуття знань про класичну теорію та методи паралельних обчислень та практичних навичок у відповідності з новими досягненнями в розвитку паралельних обчислювальних систем і в розробці сучасного паралельного програмного забезпечення.

Дисципліна формує наступні **компетентності**:

Компетентності:

- ЗК 1 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу
- ЗК 2 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях
- ЗК 3 Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності
- ЗК 8 Здатність генерувати нові ідеї (креативність)
- Здатність реалізувати багаторівневу обчислювальну модель на основі архітектури клієнт-сервер, включаючи бази даних, знань і сховища даних,
- ФК 9 виконувати розподілену обробку великих наборів даних на кластерах стандартних серверів для забезпечення обчислювальних потреб користувачів, у тому числі на хмарних сервісах.
- Здатність реалізовувати високопродуктивні обчислення на основі хмарних сервісів і технологій, паралельних і розподілених обчислень при розробці й експлуатації розподілених систем паралельної обробки інформації.
- ФК 16

Програмні результати навчання:

- Застосовувати знання основних форм і законів абстрактно-логічного мислення, основ методології наукового пізнання, форм і методів вилучення, аналізу, обробки та синтезу інформації в предметній області комп'ютерних наук
- Використовувати інструментальні засоби розробки клієнт-серверних застосувань, проектувати концептуальні, логічні та фізичні моделі баз даних,
- ПР 10 розробляти та оптимізувати запити до них, створювати розподілені бази даних, сховища та вітрини даних, бази знань, у тому числі на хмарних сервісах, із застосуванням мов веб-програмування.
- Виконувати паралельні та розподілені обчислення, застосовувати чисельні методи та алгоритми для паралельних структур, мови паралельного програмування при розробці та експлуатації паралельного та розподіленого програмного забезпечення.
- ПР 17

2. ПРЕРЕКВІЗИТИ ТА ПОСТРЕКВІЗИТИ ДИСЦИПЛІНИ (МІСЦЕ В СТРУКТУРНОЛОГІЧНІЙ СХЕМІ НАВЧАННЯ ЗА ВІДПОВІДНОЮ ОСВІТНЬОЮ ПРОГРАМОЮ)

В структурно-логічній схемі програми підготовки фахівця навчальна дисципліна “Основи паралельних обчислень” входить до переліку нормативних дисциплін, циклу професійної підготовки.

Пререквізити . навчальна дисципліна викладається в 6-му семестрі 3-го курсу та не залежить від інших навчальних дисциплін в структурно-логічній схемі освітньої програми. Основою вивчення навчальної дисципліни є базові знання, які студенти набувають у середній школі з інформаційних дисциплін.

Постреквізити. Отримані під час вивчення навчальної дисципліни «Основи паралельних обчислень» теоретичні знання та засвоєні практичні навички використовуються в подальшому під час вивчення навчальної дисципліни “Моделювання систем” , а також є основою для підготовки дипломних робіт за спеціальністю та в подальшій практичній роботі

за фахом.

3. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Розділ 1. Основні поняття та теоретичні питання паралельних обчислень.

1. Основні поняття паралельних обчислень.
2. Класифікація апаратних архітектур для паралельних обчислень. Парадигми паралельного програмування.
3. Моделі складності паралельних обчислень.
4. Методи розробки паралельних алгоритмів.

Розділ 2. Системи паралельних обчислень із спільною пам'яттю.

1. Взаємодія процесів у системах із спільною пам'яттю
2. Робота із процесами та потоками в операційній системі
3. Сучасні інтерфейси паралельного програмування

Розділ 3. Розподілені обчислення.

1. Основи розподілених обчислень
2. Розподілені обчислення з використанням сокетів
3. Хмарні обчислення
4. Кластерні системи

4. НАВЧАЛЬНІ МАТЕРІАЛИ ТА РЕСУРСИ

Базові джерела:

1. Паралельні та розподілені обчислення: навчальний посібник для вищих закладів освіти / К.Т. Кузьма, О.В. Мельник. – Миколаїв: ФОП Швець В.М., 2020. – 172 с. // http://dspace.mdu.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/860/1/%D0%9A%D1%83%D0%B7%D1%8C%D0%BC%D0%B0%2C%20%D0%9C%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B8%D0%BA_%D0%9F%D0%B0%D1%80%D0%B0%D0%BB%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%96%20%D1%82%D0%B0%20%D1%80%D0%BE%D0%B7%D0%BF%D0%BE%D0%B4%D1%96%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D1%96%20%D0%VE%D0%B1%D1%87%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F.pdf
2. Паралельні та розподілені обчислення. Вибрані розділи [Електронний ресурс] : / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: О. В. Корочкін, О. В. Русанова. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,41 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 123 с. – Назва з екрана.

Допоміжні джерела

1. Теорія паралельних обчислень: навчальний посібник. Ужгород: ПП «АУТДОР-Шарк», 2021. 188 с.
2. Коцовський В. М. Технології розподілених систем та паралельних обчислень. Частина I: Методичний посібник. Ужгород: Видавництво УжНУ "Говерла", 2017. 51 с.
3. Коцовський В. М. Технології розподілених систем та паралельних обчислень. Частина II: Методичний посібник. Ужгород: Видавництво УжНУ "Говерла", 2017. 76 с
4. Software architecture in practice / Len Bass., 2013

Інформаційні ресурси

1. C++ documentation. URL: <http://docs.microsoft.com/en-us/cpp/>
2. C++ documentation. URL: <http://www.cplusplus.com>

3. C# documentation. URL: <http://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/csharp>

Навчальний контент

5. МЕТОДИКА ОПАНУВАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ (ОСВІТНЬОГО КОМПОНЕНТА)

Для вивчення навчальної дисципліни заплановано проведення 14 лекційних та 13 комп'ютерних практикумів, під час яких студенти мають виконати модульну контрольну роботу.

Під час навчання застосовуються такі методи навчання:

Метод навчання	Рекомендовано при проведенні	
	Лекційних занять	Комп'ютерні практикуми
Словесний метод (лекція, бесіда, інструктаж тощо)	+	+
Наочний метод (метод ілюстрацій і метод демонстрацій)	+	+
Дискусійний метод	+	+
Частково-пошуковий або евристичний метод (організація активного пошуку рішення поставлених пізнавальних завдань)		+
Метод проблемного викладу (до викладу матеріалу ставиться проблема, формується завдання на основі різних джерел і засобів. На занятті розглядається спосіб рішення задачі).		+
Дослідницький метод (самостійна пошукова робота з літературно-інформаційних джерел / завдань тощо та проведення аналізу матеріалу / завдання).		+

Нижче наведено розподіл аудиторних годин за темами курсу та календарний план їх проведення.

Назви розділів і тем	Лекції		Практикуми		Контрольні заходи та оцінювання
	Години	Тижні навчання	Години	Тижні навчання	
Розділ 1. Основні поняття та теоретичні питання паралельних обчислень.					
Тема 1.1. Основні поняття паралельних обчислень	2	1			
Тема 1.2. Класифікація апаратних архітектур для паралельних обчислень. Парадигми паралельного програмування	2	2	2	4	Звіт з комп'ютерного практикуму (КП) №1
Тема 1.3 Моделі складності паралельних обчислень	2	3	2	5	Звіт з КП №2
Тема 1.4 Класи складності P і NPMетоди розробки паралельних алгоритмів	2	4	2	6	
Разом за розділом 1	8		6		
Розділ 2. Системи паралельних обчислень із спільною пам'яттю.					
Тема 2.1 Взаємодія процесів у системах із спільною пам'яттю	4	5, 6	2	8	Звіт з КП №3
Тема 2.2 Робота із процесами та потоками в операційній системі	4	7, 8	2	10	
Тема 2.3 Сучасні інтерфейси паралельного програмування	4	9, 10	4	11-12	Звіт з КП №4
Разом за розділом 2	12		8		
Розділ 3. Розподілені обчислення.					

Назви розділів і тем	Лекції		Практикуми		Контрольні заходи та оцінювання
	Годи-ни	Тижні навчання	Годи-ни	Тижні навчання	
Тема 3.1 Основи розподілених обчислень	2	11			
Тема 3.2 Розподілені обчислення з використанням сокетів	2	12	4	13-14	Звіт з КП №№5-6
Тема 3.3 Хмарні обчислення	2	13	4	15-16	Звіт з КП №7
Тема 3.4 Кластерні системи	2	14	2	17	
Разом за розділом 3	8		10		
Модульна контрольна робота			2	18	МКР
Іспит	Згідно графіку екзаменаційної сесії				
Разом	28		26		

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань
1	Вступ до дисципліни. Основні поняття паралельних обчислень. <u>Основні питання:</u> Методика опанування дисципліни. Основні поняття дисципліни. Поняття та розвиток паралельних обчислень.
2	Класифікація апаратних архітектур для паралельних обчислень. Парадигми паралельного програмування. <u>Основні питання:</u> Класифікація апаратних архітектур для паралельних обчислень. Парадигми паралельного програмування.
3	Моделі складності паралельних обчислень. <u>Основні питання:</u> Моделі паралельних обчислень. Закон Амдала та принцип Брента.
4	Методи розробки паралельних алгоритмів. <u>Основні питання:</u> Методи балансованого дерева та divide and conquer.
5	Взаємодія процесів у системах із спільною пам'яттю. (Ч 1) <u>Основні питання:</u> Взаємне виключення
6	Взаємодія процесів у системах із спільною пам'яттю. (Ч 2) <u>Основні питання:</u> Синхронізація процесів.
7	Робота із процесами та потоками в операційній системі (Ч 1) <u>Основні питання:</u> Створення процесів та потоків, примітиви синхронізації режимів користувача та ядра
8	Робота із процесами та потоками в операційній системі (Ч 2) <u>Основні питання:</u> Критичні секції, події, семафори.
9	Сучасні інтерфейси паралельного програмування (Ч 1) <u>Основні питання:</u> Parallel Virtual Machine
10	Сучасні інтерфейси паралельного програмування (Ч 2) <u>Основні питання:</u> Parallel Virtual Machine

11	Основи розподілених обчислень. <i>Основні питання:</i> Моделі розподілених обчислювальних систем, зв'язок у РОС, архітектура РОС.
12	Розподілені обчислення з використанням сокетів. <i>Основні питання:</i> Застосування сокетів для розробки системи розподілених обчислень.
13	Хмарні обчислення. <i>Основні питання:</i> Архітектура хмарних додатків, переваги та недоліки використання хмарних обчислень.
14	Кластерні системи. <i>Основні питання:</i> Грид системи та їх стандарти. Порівняння із хмарними обчисленнями

Комп'ютерні практикуми:

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань	Кількість ауд. годин
1	Налаштування середовища розробки, простий клієнт-серверний додаток	2
2 -3	Паралелізація послідовних алгоритмів	4
4-5	Синхронізація критичних секцій для багатьох потоків в рамках одного процесу.	4
6-7	Паралельні обчислення у системах із спільною пам'яттю.	4
8	Розподілені системи обчислень із serial командним сервером	2
9	Розподілені системи обчислень із concurrent командним сервером	2
10-11	Створення хмарної функції (Azure, AWS)	4
12	Кластерні системи	2
13	Модульна контрольна робота	2
	Всього	26 годин

Платформа дистанційного навчання:

Для кращого засвоєння матеріалу навчальної дисципліни в період дистанційної роботи, використовується електронна пошта, платформа дистанційного навчання «Сікорський» на основі системи Google Classroom та платформа для проведення онлайн-зустрічей Google Meet, за допомогою яких:

- спрощується розміщення методичних рекомендацій, навчальних матеріалів, літератури тощо;
- здійснюється зворотній зв'язок зі здобувачами вищої освіти щодо навчальних завдань та змісту навчальної дисципліни;
- перевіряються і оцінюються виконані завдання;
- ведеться облік виконання здобувачами вищої освіти плану навчальної дисципліни, дотримання графіку подання навчальних/індивідуальних завдань та їх оцінювання

6. САМОСТІЙНА РОБОТА СТУДЕНТА

Студентам рекомендовано самостійно опрацювати матеріали з тем, що винесені на лекції та комп'ютерні практикуми, користуючись зазначеними в силабусі джерелами. Одним з видів семестрового контролю під час опанування навчальної дисципліни «Основи паралельних обчислень» є підготовка до лекцій та комп'ютерних практикумів; опанування теоретичного матеріалу; підготовка до модульної контрольної роботи та екзамену.

6.1. Теми для самостійного опрацювання – не заплановано

6.2. Підготовка до лекційних та комп'ютерних практикумів. Для підготовки до лекційних та комп'ютерних практикумів студенту необхідно опрацювати заплановану базову та допоміжну літературу, рекомендовані джерела та підготувати матеріал для його обговорення та виконання на заняттях. На це студенту виділяється 39 години.

6.3. Модульна контрольна робота. На підготовку до МКР відводиться 3 години СР.

6.4. Екзамен. Екзамен проводиться в період екзаменаційної сесії, по завершенню навчального семестру згідно ухваленого графіку. На підготовку до екзамену відводиться 24 годин СР. В період дистанційного навчання екзамен може бути проведений згідно графіку за допомогою Google Classroom та платформи для проведення онлайн-зустрічей Google Meet.

ПОЛІТИКА ТА КОНТРОЛЬ

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Відвідування занять

Відвідування занять є обов'язковим. В умовах дистанційного навчання проведення занять відбувається за допомогою Google Meet. Постійне посилання на конференцію знаходиться у заголовку курсу у Google Classroom. В разі невідвідування занять вимагається самостійне опрацювання теми.

Порушення термінів виконання завдань та заохочувальні бали

Здача комп'ютерних практикумів відбувається у електронному вигляді за допомогою Google Classroom (протоколи/пояснювальні записки, тест-опитування) та GitHub (програмна частина).

Заохочувальні бали можна отримати за активність на комп'ютерних практикумах та за виконання додаткових завдань з комп'ютерних практикумах. Обсяг балів визначається індивідуально у кожному випадку.

Штрафні бали можуть призначатись за запізнення у здачі комп'ютерних практикумів у розмірі -1 балу за кожен тиждень запізнення. Крім того, штрафні бали можуть бути призначені за прояви академічної недоброчесності, обсяг штрафу встановлюється індивідуально у кожному випадку. Примітка: штрафні бали за запізнення у здачі не призначаються в умовах навчання під час воєнного стану, але штрафи за прояви академічної недоброчесності є актуальними.

Сума заохочувальних або штрафних балів не може перевищувати 10% рейтингової шкали.

Академічна доброчесність

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського". Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Норми етичної поведінки

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

Процедура оскарження результатів контрольних заходів

Студенти мають можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто згідно із наперед визначеними процедурами.

Студент має право оскаржити результати контрольного заходу згідно затвердженого положення Про апеляції в КПІ імені Ігоря Сікорського (затверджено наказом №НОН/128/2021 від 20.05.2021 р.) - <https://osvita.kpi.ua/index.php/node/182>

Інклюзивне навчання

Навчальна дисципліна “Основи системного аналізу” може викладатися для більшості студентів з особливими освітніми потребами, крім студентів з серйозними вадами зору, які не дозволяють виконувати завдання за допомогою персональних комп’ютерів, ноутбуків та/або інших технічних засобів.

Дистанційне навчання

Дистанційне навчання відбувається через Платформу дистанційного навчання “Сікорський” “Google клас”.

Дистанційне навчання через проходження додаткових онлайн курсів за певною тематикою не допускається.

Навчання іноземною мовою

Навчання англійською мовою здійснюється лише для студентів-іноземців.

За бажанням студентів, допускається вивчення матеріалу за допомогою англійських он-лайн-курсів за тематикою, яка відповідає тематиці конкретних занять.

8. ВИДИ КОНТРОЛЮ ТА РЕЙТИНГОВА СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ (РСО)

Поточний контроль: робота на комп’ютерних практикумах з виконання та захисту 7 комп’ютерних звітів з акцентуванням на узагальнені й науковій інформації, рекомендації до їх виконання та оформлення, формулювання власної позиції та оцінки викладеного / проаналізованого матеріалу; модульна контрольна робота.

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу. Умови першого календарного контролю вважаються виконаними, якщо студентом здано 3 комп’ютерних практикуми. Умови другого календарного контролю вважаються виконаними, якщо студентом здано 5 комп’ютерних практикумів.

Семестровий контроль: Екзамен

Система оцінювання (поточний контроль):

№ з/п	Контрольний захід	%	Ваговий бал	Кіл-ть	Всього
1.	Виконання та захист звітів з КП	49	7	7	49
2.	Модульна контрольна робота	11	11	1	11
3.	Екзамен	40	40	1	40
	Всього	100			100

Результати оголошуються кожному студенту окремо у присутності або в дистанційній формі (е-поштою). Також фіксуються в системі «Електронний кампус»

Виконання та захист звітів з комп’ютерних практикумів

Заплановано 7 звітів з комп’ютерних практикумів.

Ваговий бал звіту -7. Максимальна кількість балів за звіти = 7 балів *47 звіти = 49 балів

Критерій оцінювання звіту:

<ul style="list-style-type: none">Робота виконана безпомилково, в повному обсязі, при захисті продемонстровані повні і міцні знання відповідного матеріалу Звіт –надано своєчасно та дотримано усіх вимог по його оформленню.	7 балів
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------

<ul style="list-style-type: none"> В роботі допущені несуттєві неточності, при захисті продемонстровані знання відповідного матеріалу з несуттєвими неточностями Звіт –надано своєчасно та дотримано усіх вимог по його оформленню	6-5 балів
<ul style="list-style-type: none"> Робота містить деякі помилки, які допущені через недбалість і відсутність сталих навичок, при захисті відповідного матеріалу відповідь студента неповна або містить неточну відповідь на теоретичні питання Звіт –надано не своєчасно та не дотримано усіх вимог по його оформленню	4 бали
<ul style="list-style-type: none"> В роботі допущені принципові помилки, неповний (невірний)розрахунок, неповна або неточна (невірна) відповідь на теоретичні питання. Звіт з роботи не здана і незахищена без поважної причини.	0 балів

Модульна контрольна робота

Ваговий бал - 11

Критерії оцінювання

«Відмінно», (не менше 90% потрібної інформації)	11 - 10 балів
«Добре», (не менше 75% потрібної інформації)	9 - 8 балів
«Задовільно», (не менше 60% потрібної інформації)	7 - 6,5 балів
«Незадовільно», (не відповідає вимогам «Задовільно»)	0 балів

Здобувач допускається до іспиту за результатами роботи в семестрі, якщо має підсумковий рейтинг за семестр не менше 30 балів та виконав умови допуску до семестрового контролю, які визначені РСО: виконання модульної контрольної роботи, виконання та захист всіх звітів.

Екзаменаційна робота

Кількість запитань у кожному білеті – 4.

Ваговий бал кожного запитання – 10.

Максимальна кількість балів за всі питання екзаменаційного білету становить 40 балів.

Критерії оцінювання запитань на екзамені:

- 9...10 балів – змістовна відповідь на теоретичне питання білету;
- 7...8 балів – добра відповідь на питання, але з невеликими зауваженнями;
- 6 балів – задовільна відповідь на питання (є декілька грубих помилок у відповіді);
- 0 бали – більше двох грубих помилок/незнання питання

Необов'язкові умови допуску до іспиту:

1. Активність на практичних заняттях.
2. Відвідування лекційних занять.

Таблиця переведення рейтингових балів до оцінок за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка за університетською шкалою
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)

Є можливість зарахування сертифікатів Coursera, Udeyу або Stepik за тематикою розподілені системи та паралельні обчислення, або деяких тем, що пов'язані з хмарними розрахунками.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено к.т.н., доц. Кравченко О.В., ас. Давидько О.Б., ас. Матвійчук О.В.

Ухвалено кафедрою _біомедичної кібернетики_ (протокол № 1 від 28.08.2023 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету ФБМІ (протокол № 1 від 01.09.2023р.)