



**Приватний вищий навчальний заклад
«Буковинський університет»
Факультет інформаційних технологій та економіки
Кафедра комп'ютерних систем і технологій**

СХВАЛЕНО
на засіданні науково-методичної
ради факультету
протокол № 1 від 26 серпня 2025 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ
Декан факультету ІТЕ
_____/ Тетяна ШТЕРМА/
«___» _____ 2025 р.

СИЛАБУС

обов'язкової навчальної дисципліни

«Технології розподілених систем та паралельних обчислень»

Освітньо-професійна програма:	<u>Комп'ютерні науки</u>
Спеціальність:	<u>Комп'ютерні науки</u>
Галузь знань:	<u>Інформаційні технології</u>
Рівень вищої освіти:	<u>перший (бакалаврський)</u>
Факультет:	<u>Інформаційних технологій та економіки</u>
Мова навчання:	<u>українська</u>
Розробник:	Артеменко Ольга Іванівна – кандидат технічних наук, доцент
Профайл викладача:	https://bukuniver.edu.ua/university/faculties-and-departments/ite-faculty/department-of-computer-systems-and-technologies/
E-mail:	olgaartemenko@bukuniver.edu.ua
Консультації:	четвер з 10.00 до 16.00.

1. Анотація (призначення навчальної дисципліни).

Освітній компонент «Технології розподілених систем та паралельних обчислень» є складовою навчального плану підготовки фахівців першого (бакалаврського) рівня вищої освіти галузі знань **Інформаційні технології** спеціальності **Комп'ютерні науки**, яка побудована відповідно до вимог Європейської кредитної трансферно-накопичувальної системи (ECTS) і містить 4 кредити. Форма підсумкового контролю – залік.

Предметом вивчення курсу «Технології розподілених систем та паралельних обчислень» є принципи побудови та архітектурні особливості розподілених систем, методи розробки та аналізу ефективності паралельних алгоритмів, а також сучасні програмні технології для реалізації високопродуктивних обчислень на різних апаратних платформах.

2. Мета та завдання вивчення дисципліни.

Мета курсу – формування у здобувачів системи теоретичних знань та практичних навичок щодо архітектурних принципів побудови розподілених систем, методів розроблення та аналізу ефективності паралельних алгоритмів, а також використання сучасних програмних засобів для реалізації високопродуктивних обчислень при розв'язанні складних прикладних задач.

Завдання дисципліни – засвоєння студентами архітектурних принципів побудови високопродуктивних систем, оволодіння методами розроблення та аналізу ефективності паралельних алгоритмів, вивчення механізмів синхронізації та комунікації в розподілених середовищах, а також набуття практичних навичок використання сучасних програмних засобів для розв'язання прикладних задач із оцінюванням масштабованості та продуктивності отриманих рішень.

Основні знання та вміння, яких набуває студент після опанування цієї дисципліни

Основні знання:

- класифікація архітектур обчислювальних систем за Флінном та принципи організації паралелізму;
- математичні закони оцінювання прискорення та ефективності паралельних обчислень (закони Амдала та Густафсона-Барсіса);
- програмування для систем з розподіленою пам'яттю на основі стандарту передачі повідомлень MPI;
- технології багатопотокового програмування для систем зі спільною пам'яттю з використанням OpenMP;
- методи декомпозиції даних і задач та алгоритми динамічного балансування навантаження;
- механізми синхронізації процесів та потоків (м'ютекси, семафори, бар'єри) у багатозадачних середовищах;
- архітектурні шаблони, моделі консистентності та протоколи взаємодії у розподілених системах;
- методи забезпечення відмовостійкості, реплікації та цілісності даних у розподілених обчисленнях;
- принципи побудови та функціонування сучасних ґрид-систем та хмарних обчислювальних середовищ;
- інструментальні засоби для тестування, налагодження та аналізу продуктивності паралельного програмного забезпечення.

Основні вміння:

- розробляти паралельне програмне забезпечення з використанням бібліотек MPI та директив OpenMP;
- аналізувати та критично оцінювати показники прискорення, ефективності та масштабованості паралельних алгоритмів;
- реалізовувати алгоритми синхронізації та міжпроцесної взаємодії для запобігання станам змагань;
- здійснювати декомпозицію складних обчислювальних задач для їх ефективного

виконання у високопродуктивних середовищах;

- використовувати профілювальники для виявлення «вузьких місць» та усунення дисбалансу навантаження;
- проектувати та впроваджувати архітектури розподілених систем з урахуванням мережних затримок;
- налаштовувати програмні середовища для запуску та адміністрування паралельних програмних комплексів;
- застосовувати методики тестування багатопотокових та розподілених застосунків для виявлення тупикових ситуацій;
- оцінювати вплив топології мережі та обсягів комунікаційних витрат на загальну продуктивність системи;
- адаптувати послідовні алгоритми до виконання у розподілених обчислювальних середовищах.

Предметом вивчення навчальної дисципліни є принципи побудови та архітектурні особливості розподілених систем, методи розробки та аналізу ефективності паралельних алгоритмів, а також сучасні програмні технології для реалізації високопродуктивних обчислень.

3. Пререквізити:

- ОК13 Чисельні методи;
- ОК22 Об'єктно-орієнтоване програмування.

4. Компетентності та результати навчання.

Під час вивчення дисципліни, відповідно до освітньо-професійної програми, формуються компетентності:

Інтегральна компетентність

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у галузі комп'ютерних наук або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів інформаційних технологій і характеризується комплексністю та невизначеністю умов і вимог.

Загальні компетентності (ЗК)

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК6. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК11. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності

СК3. Здатність до логічного мислення, побудови логічних висновків, використання формальних мов і моделей алгоритмічних обчислень, проектування, розроблення й аналізу алгоритмів, оцінювання їх ефективності та складності, розв'язності та нерозв'язності алгоритмічних проблем для адекватного моделювання предметних областей і створення програмних та інформаційних систем.

СК8. Здатність проектувати та розробляти програмне забезпечення із застосуванням різних парадигм програмування: узагальнення, об'єктно-орієнтованого, функціонального, логічного, з відповідними моделями, методами й алгоритмами обчислень, структурами даних і механізмами управління.

СК9. Здатність реалізувати багаторівневу обчислювальну модель на основі архітектури клієнт-сервер, включаючи бази даних, знань і сховища даних, виконувати розподілену обробку великих наборів даних на кластерах стандартних серверів для забезпечення обчислювальних потреб користувачів, у тому числі на хмарних сервісах.

СК12. Здатність забезпечити організацію обчислювальних процесів в інформаційних системах різного призначення з урахуванням архітектури, конфігурування, показників результативності функціонування операційних систем і системного програмного забезпечення.

СК16. Здатність реалізовувати високопродуктивні обчислення на основі хмарних сервісів і технологій, паралельних і розподілених обчислень при розробці й експлуатації розподілених систем паралельної обробки інформації.

Програмні результати навчання

РН5. Проектувати, розробляти та аналізувати алгоритми розв'язання обчислювальних та логічних задач, оцінювати ефективність та складність алгоритмів на основі застосування формальних моделей алгоритмів та обчислюваних функцій.

PH9. Розробляти програмні моделі предметних середовищ, вибирати парадигму програмування з позицій зручності та якості застосування для реалізації методів та алгоритмів розв'язання задач в галузі комп'ютерних наук.

PH13. Володіти мовами системного програмування та методами розробки програм, що взаємодіють з компонентами комп'ютерних систем, знати мережні технології, архітектури комп'ютерних мереж, мати практичні навички технології адміністрування комп'ютерних мереж та їх програмного забезпечення.

PH16. 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.

5. Зміст навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Основи паралельних обчислень та програмування для багатопроцесорних систем

Тема 1. Архітектурні засади паралелізму, класифікація обчислювальних систем та рівні реалізації паралельних обчислень.

Тема 2. Математичні моделі оцінювання ефективності, прискорення та масштабованості паралельних алгоритмів.

Тема 3. Технології паралельного програмування для систем зі спільною пам'яттю на основі стандартів OpenMP та Pthreads.

Тема 4. Розробка розподілених застосунків для кластерних систем із використанням інтерфейсу передачі повідомлень MPI.

Тема 5. Методи декомпозиції обчислювальних задач та стратегії статичного і динамічного балансування навантаження.

Змістовий модуль 2. Архітектура розподілених систем та висопродуктивні обчислювальні інфраструктури

Тема 6. Моделі архітектурної організації та протоколи міжпроцесної взаємодії в розподілених середовищах.

Тема 7. Механізми синхронізації, узгодженості даних та забезпечення відмовостійкості в розподілених системах.

Тема 8. Технології віртуалізації та контейнеризації в контексті розгортання розподілених обчислювальних ресурсів.

Тема 9. Організація обчислень у Grid-мережах та сучасних хмарних інфраструктурах (IaaS, PaaS, SaaS).

Тема 10. Профілювання продуктивності, моніторинг та методи налагодження складних паралельних і розподілених систем.

6. Система контролю та оцінювання.

Методи навчання:

- словесні методи (лекція, дискусія, пояснення, розповідь);
- практичні методи (практичні заняття, практичні завдання);
- наочні методи (демонстрація, ілюстрація, презентація);
- робота з інформаційними ресурсами: з навчально-методичною, науковою, нормативною літературою та інтернет-ресурсами;
- самостійна робота над індивідуальним завданням або за програмою навчальної дисципліни;
- дистанційне навчання з використанням відповідних онлайн-платформ.

Форми та методи оцінювання:

- усне опитування;
- тестування;
- презентація результатів виконаних завдань;
- виконання вправ;
- контрольні роботи;
- підсумковий контроль – залік.

Поточний контроль проводиться на кожному практичному занятті.

Об'єктом поточного контролю знань студентів є:

- систематичність, якість та своєчасність виконання і захисту практичних робіт;
- систематичність та своєчасність виконання завдань самостійної роботи студента;
- якість виконання модульних контрольних робіт.

Семестрова кількість балів може становити від 0 до 100 балів і визначається як сума балів: отриманих за всі види роботи на практичних заняттях; за виконання самостійної роботи; модульних

контрольних робіт. Результат підсумкового контролю у формі заліку.

Оцінювання здійснюється за національною шкалою – «відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно» та за шкалою ECTS.

Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Оцінка за шкалою ЄКТС	Оцінка за шкалою, що використовується у закладі вищої освіти та фахової передвищої освіти	Оцінка за національною шкалою
A	90-100	5 (відмінно)
B	80-89	4 (добре)
C	70-79	
D	60-69	3 (задовільно)
E	50-59	
FX	35-49	2 (незадовільно) з можливістю повторного складання
F	1-34	2 (незадовільно) з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

Розподіл балів з навчальної дисципліни

Поточний контроль		Загальна кількість балів
Модуль I	Модуль II	
50	50	100

Політика академічної доброчесності

Студент зобов'язаний ознайомитися з Положенням про забезпечення академічної доброчесності у ПВНЗ «Буковинський університет» та неухильно його дотримуватися. Текст документа розміщено у відкритому доступі на офіційному сайті університету. В освітньому процесі студент має виявляти дисциплінованість, ввічливість, доброзичливість, чесність і відповідальність.

Дотримання академічної доброчесності здобувачами освіти передбачає: самостійне виконання навчальних завдань, завдань підсумкового контролю результатів навчання (для осіб з особливими освітніми потребами ця вимога застосовується з урахуванням їхніх індивідуальних потреб і можливостей); посилання на джерела інформації у разі використання ідей, розробок, тверджень, відомостей; дотримання норм законодавства про авторське право і суміжні права; надання достовірної інформації про результати власної навчальної (наукової, творчої) діяльності, використані методики досліджень і джерела інформації. Списування (копіювання тексту) під час виконання письмових робіт заборонені. Самостійні роботи у вигляді рефератів, доповідей, презентацій повинні мати коректні текстові посилання на використані інформаційні джерела. Дозволяється використання інструментів штучного інтелекту за умови дотримання принципів академічної доброчесності.

7.Рекомендована література

1. Минайленко, Р. М. Паралельні та розподілені обчислення : навч. посіб. [Електронний ресурс]. – Кропивницький : Видавець Лисенко В. Ф., 2021. – 153 с. – Режим доступу: <https://dspace.kntu.kr.ua/server/api/core/bitstreams/396e02d2-725b-47b5-a1c0-ae07a9bec326/content>
2. OpenMP Architecture Review Board. *OpenMP Application Programming Interface* [Електронний ресурс]. – Version 5.2, 2023. – Режим доступу: <https://www.openmp.org/specifications/>
3. MPI Forum. *MPI: A Message-Passing Interface Standard* [Електронний ресурс]. – Version 4.1, 2023. – Режим доступу: <https://www.mpi-forum.org/docs/>
4. Chen, X., He, B. Profiling and Debugging Tools for Parallel Applications [Електронний ресурс] // *IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems*. – 2023. – Режим доступу: <https://ieeexplore.ieee.org/xpl/RecentIssue.jsp?punumber=71>
5. Коцовський В. М. Теорія паралельних обчислень : навч. посіб. / В. М. Коцовський ; рец. : А. М. Завілопуло, О. А. Тилищак; ДВНЗ «Ужгородський національний університет». — Ужгород : ПП «АУТДОР-Шарк», 2021. — 188 с. : іл. — Бібліогр.: с. 186—187.
6. Мусійовська М. М., Гусак О. М., Артеменко О. І. Інженерія програмного забезпечення для самовідновлювальних розподілених систем // *Наука і техніка сьогодні*. — 2025. — №10(51). — С. 1796-1810. — DOI: 10.52058/2786-6025-2025-10(51)-1796-1810
7. Kovalenko, A., Miroshnychenko, R., Martyntsov, A. Розподілені обчислювальні системи на основі використання Grid-технологій [Електронний ресурс] // *Системи управління, навігації та зв'язку*. Збірник

Web-ресурси:

1. Open MP: Specifications [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.openmp.org
2. Open MPI: Open Source High Performance Computing [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.open-mpi.org/
3. Message Passing Interface (MPI) Forum Home Page [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.mpi-forum.org/