

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Волинський національний університет імені Лесі Українки**  
**Факультет інформаційних технологій і математики**  
**Кафедра комп'ютерних наук та кібербезпеки**

**СИЛАБУС**  
**нормативного освітнього компонента**  
**ПАРАЛЕЛЬНІ ТА РОЗПОДІЛЕНІ ОБЧИСЛЕННЯ**  
**підготовки здобувачів освіти**  
**першого (бакалаврського) рівня**  
**спеціальності 122 Комп'ютерні науки**  
**освітньо-професійної програми**  
**Комп'ютерні науки та інформаційні технології**

**Силабус нормативного освітнього компонента «Паралельні та розподілені обчислення»** підготовки бакалавра, галузі знань 12 Інформаційні технології, спеціальності 122 Комп'ютерні науки, за освітньою програмою Комп'ютерні науки та інформаційні технології.

**Розробник:** Гришанович Т. О., доцент кафедри комп'ютерних наук та кібербезпеки, к.ф.-м.н.

**Погоджено**

Гарант освітньо-професійної програми:



Гришанович Т. О.

**Силабус освітнього компонента затверджено на засіданні кафедри комп'ютерних наук та кібербезпеки**

протокол № 2 від 29 вересня 2022 р.

Завідувач кафедри:



Гришанович Т. О.

## I. Опис освітнього компонента

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітньо-професійна програма, освітній рівень	Характеристика освітнього компонента
Денна форма навчання	12 Інформаційні технології 122 Комп'ютерні науки Комп'ютерні науки та інформаційні технології бакалавр	Нормативна
Кількість годин/кредитів 120 / 4		Рік навчання 1
		Семестр 7-ий
ІНДЗ: немає		Лекції 30 год.
		Лабораторні 40 год.
		Самостійна робота 42 год.
Мова навчання: українська		Консультації 8 год.
		Форма контролю: екзамен

## II. Інформація про викладача

ППІ Гришанович Тетяна Олександрівна  
Науковий ступінь кандидат фізико-математичних наук  
Вчене звання -  
Посада доцент  
Контактна інформація [hryshanovych.tatiana@vnu.edu.ua](mailto:hryshanovych.tatiana@vnu.edu.ua)  
Дні занять <http://194.44.187.20/>

## III. Опис освітнього компонента

### 1. Анотація курсу

Освітній компонент "Паралельні та розподілені обчислення" орієнтований на набуття теоретичних і практичних знань в області паралельних та розподілених обчислень, на ознайомлення здобувачів із концепціями сучасного програмування в рамках парадигм паралельного та розподіленого програмування. Основу курсу складають підходи до програмування у багатопотокових системах, розподілених системах, системах синхронних та асинхронних паралельних розрахунків, розглядаються проблеми сумісної роботи процесів паралельної програми та їх синхронізації. Реалізація синхронних або асинхронних паралельних процесів здійснюється з використанням бібліотек сучасних мов програмування, зокрема, стандартними засобами мов програмування Java, C++, Scala для розподілених та паралельних обчислень.

**2. Мета і завдання освітнього компонента:** є вивчення теоретичних основ та практичних аспектів використання паралельних та розподілених обчислювальних систем для вирішення задач, оволодіння концепціями сучасного програмування в рамках парадигм паралельного та розподіленого програмування.

### 3. Результати навчання.

#### Загальні 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 4.** Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

**ЗК 5.** Здатність спілкуватися іноземною мовою.

**ЗК 6.** Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями.

**ЗК 7.** Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

**ЗК 8.** Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

**ЗК 10.** Здатність бути критичним і самокритичним.

**ЗК 11.** Здатність приймати обґрунтовані рішення.

**ЗК 12.** Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

**ЗК 13.** Здатність діяти на основі етичних міркувань.

**СК 1.** Здатність до математичного формулювання та дослідження неперервних та дискретних математичних моделей, обґрунтування вибору методів і підходів для розв'язування теоретичних і прикладних задач у галузі комп'ютерних наук, аналізу та інтерпретування

**СК 8.** Здатність проектувати та розробляти програмне забезпечення із застосуванням різних парадигм програмування: узагальненого, 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.

**СК 12.** 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.

**ПРН 1.** 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.

**ПРН16.** 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.

#### **IV. Структура освітнього компонента.**

<b>Назви змістових модулів і тем</b>	<b>Усього</b>	<b>Лек.</b>	<b>Лабор.</b>	<b>Сам. роб.</b>	<b>Конс.</b>	<b>Форма контролю/ Бали</b>
<b>Змістовий модуль 1. Розподілені розрахунки</b>						
Тема 1. Вступ до розподілених розрахунків.	6	2		4		
Тема 2. Модель, спеціалізації розподілених розрахунків.	12	4	2	4	2	Звіт по лаб. роботі/2
Тема 3. Парадигми розподіленого програмування.	6	2	2	2		Звіт по лаб. роботі/2
Тема 4. Процеси та синхронізація.	10	4	4	2		Звіт по лаб. роботі/4
Разом за модулем 1	34	12	8	12	2	<b>8</b>

<b>Змістовий модуль 2. Паралельні обчислення. Паралельні алгоритми розв'язування задач.</b>						
Тема 1. Мета та задачі паралельної обробки даних.	6	2	2	2		Звіт по лаб. роботі/2
Тема 2. Моделі обчислень та методи аналізу ефективності.	16	4	6	6		Звіт по лаб. роботі/6
Тема 3. Принципи розробки паралельних алгоритмів.	10	2	4	4		Звіт по лаб. роботі/4
Тема 4. Моделювання і аналіз паралельних обчислень.	16	2	6	6	2	Звіт по лаб. роботі/6
Тема 5. Паралельні алгоритми розв'язування задач. Матричні операції.	20	4	8	6	2	Звіт по лаб. роботі/8
Тема 6. Паралельні обчислення в багатопроцесорних системах. Технологія Fork-Join.	18	4	6	6	2	Звіт по лаб. роботі/6
Разом за модулем 2	86	18	32	30	6	<b>32</b>
<b>Види підсумкових робіт</b>						Бал
Тестування						30
Модульна контрольна робота 1						15
Модульна контрольна робота 2						15
<b>Всього годин/Балів</b>	120	30	40	42	8	100

Методи контролю\*: ДС – дискусія, ДБ – дебати, Т – тести, ТР – тренінг, РЗ/К – розв'язування задач/кейсів, ІНДЗ/ІРС – індивідуальне завдання/індивідуальна робота здобувача освіти, РМГ – робота в малих групах, МКР/КР – модульна контрольна робота/ контрольна робота, Р – реферат, а також аналітична записка, аналітичне есе, аналіз твору тощо.

2. Завдання для самостійного опрацювання.

Самостійна робота здобувачів включає в себе:

Опрацювання лекційного матеріалу. 6 год

Перевірка здійснюється під час лабораторних занять та оцінюється при виставленні оцінки за змістовий модуль.

Підготовка до практичних занять, виконання домашніх завдань. 8 год

Перевірка здійснюється під час практичних занять.

Систематизація вивченого матеріалу перед іспитом. 4 год  
Перевірка здійснюється під час іспиту.

Вивчення тем, що не розглядаються в курсі лекцій. 24 год  
Перевірка здійснюється під час модульних контрольних заходів і оцінюється відповідною кількістю балів.

№ з/п	Тема	Кількість годин
-------	------	-----------------

1	Розподілені обчислення на базі технології «клієнт-сервер».	2
2	Система Impala – аналіз даних, які зберігаються в розподілених файлових системах.	2
3	Система Mahout – реалізація розподілених алгоритмів ML, орієнтованих на лінійну алгебру.	2
4	Файлова система MapR.	2
5	Розподілені обчислення. Взаємодія паралельних потоків.	2
6	Розподілення обчислень великих даних	2
7	Оцінка максимально досяжного паралелізму	2
8	Паралельне програмування на основі MPI.	2
9	Колективні операції передачі даних.	2
10	Управління групами процесів і комунікаторами.	2
11	Технологія OpenMP для розробки паралельних програм для систем із спільною пам'яттю.	2
12	Алгоритми паралельного розв'язку диференціальних рівнянь	2
	Всього	24

#### **IV. Політика оцінювання**

##### **Політика викладача щодо студента**

Усі учасники освітнього процесу повинні дотримуватись вимог чинного законодавства України, Статуту і Правил внутрішнього розпорядку ВНУ імені Лесі Українки, загальноприйнятих моральних принципів, правил поведінки та корпоративної культури; підтримувати атмосферу доброзичливості, відповідальності, порядності й толерантності. Атмосфера на заняттях повинна бути творчою, відкритою до конструктивної критики. Недопустимі запізнення на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття; списування. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції і лабораторні заняття курсу.

##### **Політика щодо академічної доброчесності**

Під час навчання учасники освітнього процесу зобов'язані дотримуватися академічної доброчесності: етичних принципів та визначених законом правил, якими мають керуватися учасники освітнього процесу під час навчання, викладання та провадження наукової діяльності.

Дотримання академічної доброчесності здобувачами передбачає: самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю (для осіб з особливим освітніми потребами ця вимога застосовується з урахуванням їх індивідуальних потреб і можливостей); посилення на джерела інформації у разі використання ідей, тверджень, відомостей; дотримання норм законодавства про авторське право; надання достовірної інформації про результати власної навчальної (наукової, творчої) діяльності.

Під час оцінювання результатів навчання студенти не користуються забороненими засобами (мобільний телефон, планшет, конспект, навчальна література, інші джерела інформації, в тому числі Інтернет-ресурси), самостійно виконують запропоновані завдання.

##### **Політика щодо дедлайнів та перескладання**

Якщо здобувач вищої освіти був відсутній на заняттях з будь-якої причини, він/вона вивчають теоретичний матеріал самостійно використовуючи навчальні посібники, конспекти лекцій, виконують всі домашні завдання. Прозвітуватися про виконання завдань можна під

час лабораторних робіт або під час консультацій, одночасно при цьому з'ясувати незрозумілі моменти, задати питання викладачу. Перескладання контрольних робіт та тестувань заборонено. Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку.

## V. Підсумковий контроль

Підсумковою формою контролю освітнього компонента “Паралельні та розподілені обчислення” є іспит. Оцінювання навчальних досягнень здійснюється за 100 бальною шкалою. Оцінка включає в себе поточний контроль (оцінюється робота на парах, вчасне і якісне виконання домашніх завдань) та підсумковий контроль (самостійне виконання індивідуальних завдань, контрольні роботи, перевірка теоретичної підготовки у формі тестування, ІНДЗ). Максимальна кількість балів, яку може отримати здобувач під час поточного оцінювання за семестр – 40 балів. Максимальна кількість балів, яку може отримати здобувач за підсумковий контроль за семестр складає 60 балів.

Передбачається виконання індивідуальних завдань. Варіант ІНДЗ включає себе набір задач, що охоплюють одну або кілька близьких тем. Або одне завдання, розв'язання якого вимагає самостійного опрацювання невеликих тем.

Якщо здобувач самостійно набув компетентностей із паралельних обчислень, використовуючи дистанційний курс “Parallel programming” (<https://www.coursera.org/learn/scala-parallel-programming>) та отримав сертифікат про завершення курсу, йому буде зараховано модульну контрольну роботу 1 із результатом 15 балів. Якщо здобувач самостійно набув компетентностей із паралельних обчислень, використовуючи дистанційний курс “Hadoop Administration” (<https://www.mindluster.com/>) та отримав сертифікат по завершенню курсу, йому буде перезараховано тему 6 із змістового модуля 2 із результатом 6 балів. Визнання результатів навчання з паралельних та розподілених обчислень, які отримані у формальній освіті, здійснюється згідно «Положення про визнання результатів навчання, отриманих у формальній, неформальній та/або інформальній освіті у ВНУ імені Лесі Українки» (<https://cutt.ly/yNUt5Y4>).

Якщо за результатами семестру накопичено не менше 75 балів і студент погоджується із цим результатом, то оцінка за семестр може виставлятися без складання іспиту. В іншому випадку студент складає іспит; максимальна кількість балів, яку можна отримати на іспиті – 60 балів. Вони замінюють бали модульного семестрового контролю, поточний семестровий контроль при цьому зберігається.

На іспит виносяться основні питання, типові та комплексні задачі, ситуації, завдання, що потребують творчої відповіді та вміння синтезувати отримані знання і застосовувати їх під час розв'язання практичних задач.

Іспит з освітнього компонента “Паралельні та розподілені обчислення” передбачає усну відповідь на теоретичні питання. До білету входять 3 теоретичних питання. Кожне із завдань оцінюється 20 балами. Викладач залишає за собою право ставити уточнюючі питання під час відповіді студента.

### Питання іспиту

1. Поняття про розподілені обчислення.
2. Актуальність використання паралельних обчислень.
3. Сфери застосування паралельних обчислень.
4. Вимоги до розподілених систем: прозорість, відкритість, масштабованість.
5. Складність розробки розподілених систем.
6. Програмна реалізація синхронізованої багато поточності.
7. Блокування та бар'єри.
8. Критичні секції.
9. Бар'єрна синхронізація.
10. Семафори, розподілення ресурсів планування.

11. Монітори, методи синхронізації.
12. Особливості програмування під архітектуру з розподіленою пам'яттю.
13. Розгляд задачі розподілення обчислень великих даних.
14. Проблеми використання паралелізму.
15. Типові області використання паралельної обробки даних.
16. Моделювання паралельних програм.
17. Методика розробки паралельних алгоритмів.
18. Залежність ефективності паралельних обчислень від особливостей апаратури.
19. Загальна характеристика стандарту OpenMP.
20. Система MPI. Загальна характеристика. Паралельні алгоритми.

## VI. Шкала оцінювання

Оцінка в балах	Лінгвістична оцінка	Оцінка за шкалою ECTS	
		оцінка	пояснення
90–100	Відмінно	A	відмінне виконання
82–89	Дуже добре	B	вище середнього рівня
75–81	Добре	C	загалом хороша робота
67–74	Задовільно	D	непогано
60–66	Достатньо	E	виконання відповідає мінімальним критеріям
1–59	Незадовільно	Fx	Необхідне перескладання

## VI. Рекомендована література та інтернет-ресурси.

### Основна література

1. Коцовський В. М. Теорія паралельних обчислень : навч. посіб. Ужгород : ПП «АУТДОР-Шарк», 2021. 188 с.
2. Минайленко Р. М. Паралельні та розподілені обчислення : навч. посіб. Кропивницький: ЦНТУ, 2021. 153 с.
3. Семеренко В. П. Теорія паралельних обчислень : навч. посіб. Вінниця : ВНТУ, 2018. 104 с.

### Додаткова література та Інтернет-ресурси

1. Ваврук Є., Лашко О. Організація паралельних обчислень : навч. посіб. Львів : Вид. Нац. ун-ту «Львів. політехніка», 2007. 70 с.
2. Blanton M., Atallah M. J. Algorithms and Theory of Computation Handbook : Special Topics and Techniques. 2nd ed. Boca Raton : CRC Press, 2010. 952 p.
3. Jaja J. An introduction to parallel algorithms. Reading : Addison-Wesley publishing company, 2011. 45 p.



4. Дерев'янченко О. В. ПАРКС-JAVA система для паралельних обчислень на комп'ютерних мережах : навч. посіб. Київ : КНУ, 2011. 60 с.