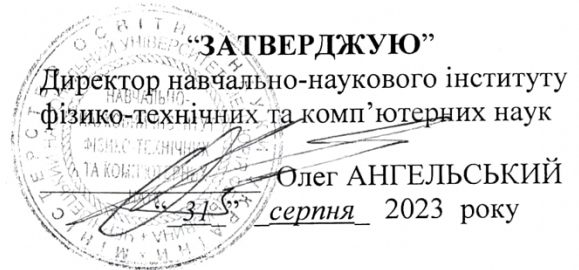


Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

Навчально-науковий інститут фізико-технічних та комп'ютерних наук

Кафедра комп'ютерних наук



**РОБОЧА ПРОГРАМА**

навчальної дисципліни

**ТЕХНОЛОГІЇ РОЗПОДІЛЕНИХ СИСТЕМ  
ТА ПАРАЛЕЛЬНИХ ОБЧИСЛЕНЬ**

обов'язкова

Освітньо-професійна програма «Інформаційні системи та технології»

Спеціальність 126 Інформаційні системи та технології

Галузь знань 12 Інформаційні технології

Рівень вищої освіти перший бакалаврський

Мова навчання українська

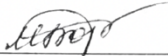
Чернівці 2023 рік

Робоча програма навчальної дисципліни «ТЕХНОЛОГІЇ РОЗПОДІЛЕНИХ СИСТЕМ ТА ПАРАЛЕЛЬНИХ ОБЧИСЛЕНЬ» складена відповідно до освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти «Інформаційні системи та технології» за спеціальністю 126 Інформаційні системи та технології галузі знань 12 Інформаційні технології, затвердженої Вченою радою Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича (Протокол № 7 від «31» серпня 2020 року).

Розробник: Горський Михайло Петрович, асистент кафедри комп'ютерних наук, кандидат фізико-математичних наук, доцент.

Погоджено з гарантом ОПП і затверджено на засіданні кафедри інформаційних технологій та комп'ютерної фізики

Протокол № 1 від «28» серпня 2023 року

Завідувачка кафедри ІТКФ  Борча М.Д.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри комп'ютерних наук

Протокол № 1 від «28» серпня 2023 року

Завідувач кафедри КН  Ушенко Ю.О.

Схвалено методичною радою навчально-наукового інституту фізико-технічних та комп'ютерних наук

Протокол № 1 від «29» серпня 2023 року

Голова методичної ради ННІФТКН  Струк Я.М.

## 1. Мета навчальної дисципліни.

Технології розподілених систем та паралельних обчислень присвячено огляду технологій створення паралельно працюючого коду на мовах Java та C++, методам попередньої оцінки ефективності, розв'язку конфліктів при спільному використанні ресурсів та оптимізації алгоритмів.

**Мета навчальної дисципліни:** Ознайомлення студентів з можливостями прискорення виконання алгоритмів за допомогою паралельних процесів. Набуття практичних навичок створення паралельних програм на мовах Java та C++.

**Завдання** – вивчити методи створення паралельних програм, ознайомитися з основними проблемами які виникають в паралельних програмах та шляхами їх вирішення.

**Пререквізити.** Перед початком вивчення дисципліни студенти мають прослухати: Програмування на мові Java, програмування на мові C++..

## 2. Результати навчання

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен **знати:**

- основи проектування та розробки складних об'єктів та інтелектуальних систем у розподілених інформаційних середовищах;

**вміти:**

- реалізувати багаторівневу обчислювальну модель на основі архітектури клієнт-сервер;
- реалізовувати високопродуктивні обчислення на основі паралельних і розподілених обчислень при розробці й експлуатації розподілених систем паралельної обробки інформації;

Під час вивчення даної дисципліни студенти набудуть:

**загальних компетентностей:**

КЗ 1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

КЗ 3. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

**спеціальних (фахових, предметних) компетентностей:**

КС 3. Здатність до проектування, розробки, налагодження та вдосконалення системного, комунікаційного та програмноапаратного забезпечення інформаційних систем та технологій, Інтернету речей (IoT), комп'ютерно-інтегрованих систем та системної мережної структури, управління ними.

КС 4. Здатність проектувати, розробляти та використовувати засоби реалізації інформаційних систем, технологій та інфокомунікацій (методичні, інформаційні, алгоритмічні, технічні, програмні та інші).

КС 6. Здатність використовувати сучасні інформаційні системи та технології (виробничі, підтримки прийняття рішень, інтелектуального аналізу даних та інші),

методики й техніки кібербезпеки під час виконання функціональних завдань та обов'язків.

КС 11. Здатність до аналізу, синтезу і оптимізації інформаційних систем та технологій з використанням математичних моделей і методів.

**Програмними результатами навчання є:**

ПРН 3. **Використовувати** базові знання інформатики й сучасних інформаційних систем та технологій, навички програмування, технології безпечної роботи в комп'ютерних мережах, методи створення баз даних та інтернет-ресурсів, технології розроблення алгоритмів і комп'ютерних програм мовами високого рівня із застосуванням об'єктно-орієнтованого програмування для розв'язання задач проектування і використання інформаційних систем та технологій.

ПРН 4. **Проводити** системний аналіз об'єктів проектування та обґрунтовувати вибір структури, алгоритмів та способів передачі інформації в інформаційних системах та технологіях.

ПРН 5. **Аргументувати** вибір програмних та технічних засобів для створення інформаційних систем та технологій на основі аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до системи і експлуатаційних умов; мати навички налагодження та тестування програмних і технічних засобів інформаційних систем та технологій.

ПРН 7. **Обґрунтовувати** вибір технічної структури та **розробляти** відповідне програмне забезпечення, що входить до складу інформаційних систем та технологій.

**3. Опис навчальної дисципліни**

**3.1. Загальна інформація**

<b>«Технології розподілених систем та паралельних обчислень»</b>												
<b>Форма навчання</b>	<b>Рік підготовки</b>	<b>Семестр</b>	<b>Кількість</b>				<b>Кількість годин</b>					<b>Вид завдання підсумкового контролю</b>
			<b>кредитів</b>	<b>годин</b>	<b>змістових модулів</b>	<b>лекцій</b>	<b>практичні</b>	<b>семінарські</b>	<b>лабораторні</b>	<b>самостійна робота</b>	<b>індивідуальні</b>	
Денна	4	7	5	150	3	30	-	-	45	75	-	екзамен

### 3.2. Дидактична карта навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7
<b>Теми лекційних занять</b>	<b>Змістовий модуль 1. Паралельні алгоритми.</b>					
Тема 1. Використання паралельних алгоритмів	6	2	-	-	-	4
Тема 2. Архітектура багатопроцесорних систем	6	2	-	-	-	4
Тема 3. Основні види реалізації паралельних алгоритмів	13	2	-	4	-	7
Тема 4. Перетворення лінійних алгоритмів в паралельні	6	2	-	-	-	4
Тема 5. Оцінка ефективності паралельних алгоритмів	12	2	-	4	-	6
Тема 6. Методи оптимізації алгоритмів за допомогою графів	12	2	-	-	-	10
Разом за ЗМ1	55	12	-	8	-	35
<b>Теми лекційних занять</b>	<b>Змістовий модуль 2. Створення паралельних програм</b>					
Тема 1. Реалізація паралельних алгоритмів з використання потоків і процесів в ОС Windows.	10	2	-	-	-	8
Тема 2. Створення потоків на мові Java.	20	4	-	8	-	8
Тема 3. Основні типи конфліктів та методи їх розв'язання на мові Java.	22	4	-	10	-	8
Тема 4. Створення потоків на мові C++ з використанням OpenMP.	27	4	-	15	-	8
Тема 5. Створення паралельних програм на основі передачі повідомлень.	16	4	-	4	-	8
Разом за ЗМ 2	95	18	-	37	-	40
<b>Усього годин</b>	<b>150</b>	<b>30</b>	<b>-</b>	<b>45</b>	<b>-</b>	<b>75</b>

### 3.3. Зміст завдань для самостійної роботи

№	Назва теми
1	Побудова графу алгоритму перехідного процесу
2	Побудова та перетворення матриці слідування

3	Принципи розпаралелення алгоритмічних структур по інформаційному графу
4	Принципи та правила побудови паралельних програм на основі стандартів MPI
5	Алгоритми паралельної реалізації матричного множення
6	Алгоритми паралельної реалізації сортування

#### 4. Система контролю та оцінювання

Контроль та оцінювання результатів навчання здійснюється згідно Положення про контроль і систему оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у Чернівецькому національному університеті імені Юрія Федьковича (<https://drive.google.com/file/d/1aDDzrMzuZ7OA1CervuLzeYlONEosLySV/view?usp=sharing>).

Поточний модульний контроль (ПМК) здійснюється під час проведення лекційних, практичних та індивідуально-консультативних занять з метою перевірки рівня засвоєння теоретичних знань та практичних навичок студента. ПМК проводиться у формі написання письмових робіт, проміжних тестувань та активності й влучності обговорення відповідних тем під час навчальних занять. Згідно з навчальним планом семестровий контроль з дисципліни «Технології хмарних та розподілених систем й паралельних обчислень» відбувається у формі іспиту.

*Відвідування занять.* Відсутність на аудиторному занятті не передбачає нарахування штрафних балів, оскільки фінальний рейтинговий бал студента формується виключно на основі оцінювання результатів навчання. Разом з тим, обговорення результатів виконання тематичних завдань, а також презентація / публічний виступ та участь у обговореннях та доповнення на практичних заняттях оцінюватимуться під час аудиторних занять.

*Оцінювання пропущених контрольних заходів.* Кожен студент має право відпрацювати пропущені з поважної причини (лікарняний, мобільність тощо) заняття за рахунок самостійної роботи.

*Процедура оскарження результатів контрольних заходів оцінювання.* Студент може підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто згідно із наперед визначеними процедурами Положенням про апеляцію на результати підсумкового семестрового контролю знань студентів Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича (<https://drive.google.com/file/d/16FPnHMJXd2a1362HvDwmvoZ5uEih42ks/view?usp=sharing>).

*Академічна доброчесність.* Політика та принципи академічної доброчесності визначені Етичним кодексом Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича ([https://drive.google.com/file/d/1CB4AIMVXSAykF\\_CepI-k98GPc9E8KznQ/view](https://drive.google.com/file/d/1CB4AIMVXSAykF_CepI-k98GPc9E8KznQ/view)).

*Інклюзивне навчання.* Засвоєння знань та умінь в ході вивчення дисципліни «Технології хмарних та розподілених систем й паралельних обчислень» може бути доступним для більшості осіб з особливими освітніми потребами, окрім здобувачів з серйозними вадами зору, які не 4 дозволяють виконувати завдання за допомогою персональних комп'ютерів, ноутбуків та/або інших технічних засобів.

*Навчання іноземною мовою.* У ході виконання завдань студентам може бути рекомендовано звернутися до англomовних джерел.

Підготовка до практичних занять та контрольних заходів здійснюється під час самостійної роботи студентів з можливістю консультування з викладачем у визначений час консультацій або за допомогою електронного листування (електронна пошта, месенджери).

*Неформальна освіта.* Регулюється Положенням про взаємодію формальної та неформальної освіти (<https://drive.google.com/file/d/1o0CFtXHLrgqST43aFun6blUvZO7Z0z1/view?usp=sharing>). При наявності сертифікатів про проходження професійно-спрямованих психолого-педагогічних курсів, тренінгів, майстер-класів з неформальної освіти, участь у неформальній освіті студентам може бути перезараховано до 10% змістового матеріалу, що відповідає прослуханому матеріалу, за умови підготовки ними презентацій та нотаток за матеріалами прослуханого курсу, чи веб-заходу та їх публічного захисту на практичних заняттях.

Також, як можливості неформальної освіти студентам під час вивчення курсу «Технології хмарних та розподілених систем й паралельних обчислень» пропонується проходження курсів з отриманням сертифікатів, як індивідуальне завдання (ІНДЗ). На один модуль не більше 5 балів при 100% (46 – 80-99%, 36 – 60-79% тощо) проходженні курсів на віртуальних платформах (Prometheus, Coursera та інші).

*Дуальна освіта.* За умови роботи в компанії чи на підприємстві: теоретична частина дисципліни слухається та оцінюється на кафедрі; практична частина дисципліни перезараховується при отриманні сертифікату/ів про проходження професійно-спрямованих, відповідно дисципліни, курсів на підприємстві чи інших підтверджуючих документів.

## **5. Критерії оцінювання результатів навчання з навчальної дисципліни**

Екзамен проводиться у формі, визначеній кафедрою. Екзаменаційний білет включає теоретичні і практичні завдання та містить 3 завдання (2 теоретичних питання, 1 практична задача) або 40 тестових питань. Результати екзамену оцінюються за національною чотирибальною шкалою. Максимальна кількість балів на екзамені за шкалою ВНЗ становить 40 балів.

Загальна підсумкова оцінка з дисципліни складається з суми балів за результатами ПМК та за виконання завдань, що виносяться на екзамен.

Якщо студент на екзамені отримав незадовільну оцінку, то це вважається як академічна заборгованість і набрані бали не заносяться до відомості. За графіком деканату студент перескладає екзамен і його результати заносяться до окремої відомості.

За результатами складання екзамену студент отримає:

36-40 балів – дана розгорнута вичерпна відповідь на теоретичні питання, дано правильні відповідь на тестові завдання та правильно виконане практичне завдання;

32-35 балів – студентом допущені незначні помилки у відповіді на теоретичні питання, дав правильні відповідь на тестові завдання чи допущені незначні помилки в практичному завданні;

28-31 бали – студент допустив значні помилки у відповіді на одне з теоретичних питань чи в практичному завданні, дав правильні відповідь на тестові завдання;

24-27 балів – студент, допустивши значні помилки, не дав чіткої відповіді на теоретичні питання, не в повному обсязі виконав практичне завдання та дав правильні відповідь на тестові завдання;

20-23 бали – студент не дав відповіді на одне із теоретичних питань, практичне завдання виконане не в повному обсязі та дав правильні відповідь не на всі тестові завдання;

14-19 балів – студент не дав відповіді на одне із теоретичних питань, не виконане практичне завдання та дав правильні відповідь не на всі тестові завдання.

1-13 балів – студент виконав частину одного з теоретичних питань, практичне завдання не виконане та дав правильні відповідь не на всі тестові завдання. 0 балів – студент не з'явився на екзамені. При складанні іспиту у вигляді тестів – 1 бал за кожне питання.

### *Шкала оцінювання результатів екзамену*

Підсумкова кількість балів за екзамен	Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ECTS
<b>36 - 40</b>	5 (відмінно)	<b>A</b> (відмінно)
<b>32 – 35</b>	4 (добре)	<b>B</b> (дуже добре)
<b>28 – 31</b>		<b>C</b> (добре)
<b>24 – 27</b>	3 (задовільно)	<b>D</b> (задовільно)
<b>20 – 23</b>		<b>E</b> (достатньо)
<b>14 – 19</b>	2 (незадовільно) з можливістю повторного складання	<b>FX</b>
<b>0 – 13</b>	2 (незадовільно) з обов'язковим повторним курсом	<b>F</b>

### *Шкала оцінювання результатів навчальних досягнень при вивченні дисципліни*

Кількість балів за 100 бальною шкалою (max-100 балів)	Підсумкова оцінка за національною шкалою (max- 5 балів)	Підсумкова оцінка за шкалою ECTS
90-100	5 (відмінно)	A
80-89	4 ( добре)	B
70-79	4 (добре)	C
60-69	3 (задовільно)	D
50-59	3 (задовільно)	E
35-49	2 (незадовільно (з можливістю складання іспиту)	FX
1-34	2 (незадовільно (з додатковим вивченням дисципліни)	F



## Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне оцінювання (лабораторні роботи)					Модульний контроль		Кількість балів (іспит)	Сумарна кількість балів
Змістовий модуль №1	Змістовий модуль № 2				Змістовий модуль №1	Змістовий модуль № 2		
Л1	Л2	Л3	Л4	Л5	10	10	40	100
5	5	5	5	20				

## 6. Рекомендована література

### 6.1. Базова (основна)

1. Пасічник В.В. , Лупенко С.А. , Луців А.М. Паралельні та розподілені обчислення. – Київ: Магнолія 2006., 2021 – 648 с.
2. Аксак Н.Г. Паралельні та розподілені обчислення: підручник / Н.Г. Аксак, О.Г. Руденко, А.М. Гуржій. – Х.: Компанія СМІТ, 2019. – 480с.
3. А.Ю. Дорошенко, В.М. Кислоокій, О.Л. Синявський. Архітектура і операційні середовища комп'ютерних систем. Методичний посібник і конспект лекцій. – Київ: НаУКМА, 2015. – 250 с.
4. Maurice Herlihy, Nir Shavit The Art of Multiprocessor Programming, Revised Reprint – Morgan Kaufmann; 2021 – 536с.
5. Бройнль Т. Паралельне програмування: Початковий курс: Навч. посібник / Вступ. Слово А. Ройтера; Пер. з нім. В.А.Святного. – К.: Вища школа, 2009. – 358 С.
6. Scott Oaks, Henry Wong Java Threads: Understanding and Mastering Concurrent Programming Third Edition - O'Reilly Media; 2014 – 362с.

### 6.2. Допоміжна

1. Brian Goetz, Tim Peierls, Joshua Bloch, Joseph Bowbeer, David Holmes, Doug Lea Java Concurrency in Practice 1st Edition – Addison-Wesley Professional, 2006 – 432с.
2. D. P. Bovet, M. Cesati, Understanding the Linux Kernel, 3rd Edition, O'Reilly, 2005. – 254 p/  
3. Кулаков А.Ю., Клименко І.А. Спосіб формування структури віртуальної GRID системи // Вісник НТУУ «КПІ». Інформатика, управління та обчислювальна техніка. – К.: Век+, 2009. – № 50. - С. 97-100.
4. Кулаков О.Ю., Бролінський С.М., Ашаєв Ю.М. Динамічне створення віртуальних GRID систем для вирішення розподілених задач на основі менеджера ресурсів // Вісник НТУУ «КПІ». Інформатика, управління та обчислювальна техніка: Зб. наук. пр. – К.: Век+, 2009. – № 51. – С. 125-129

## 7. Інформаційні ресурси

1. The Java Tutorials. [електронний ресурс].– Режим доступу: <https://docs.oracle.com/javase/tutorial/>
2. Tutorials: C++ Language [електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://cplusplus.com/doc/tutorial/>
3. OpenMP 4.5 API C/C++ Syntax Reference Guide [електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.openmp.org/wp-content/uploads/OpenMP-4.5-1115-CPP-web.pdf>