

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА**

**Кафедра інформаційних технологій**

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Гарант освітньої програми

Р.І. Ліщук Р.І. Ліщук

« 30 » 08 2021 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**«Технології розподільних систем та паралельних обчислень»**

<b>Освітній рівень:</b>	Перший рівень вищої освіти
<b>Галузь знань:</b>	12 «Інформаційні технології»
<b>Спеціальність:</b>	122 «Комп'ютерні науки»
<b>Освітня програма:</b>	«Комп'ютерні науки»
<b>Факультет:</b>	економіки і підприємництва

Робоча програма навчальної дисципліни «Технології розподільних систем та паралельних обчислень» для здобувачів вищої освіти спеціальності 122 «Комп'ютерні науки». – Умань: Уманський НУС, 2021 р. – 10 с.

Розробник: к.т.н., доцент, доцент кафедри інформаційних технологій

 А.Є. Соколов

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри інформаційних технологій

Протокол № 1 від 30 серпня 2021 року

Завідувач кафедри, к.т.н., доцент  Р.І. Ліщук

« 30 »  2021 року

Схвалено науково-методичною комісією факультету економіки і підприємництва

Протокол № 1 від 31 серпня 2021 року

Голова  Л.В. Смолій

« 31 »  2021 року

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітній рівень, назва освітньої програми	Характеристика навчальної дисципліни
		денна форма навчання
Кількість кредитів - 5	Галузь знань: <i>12 «Інформаційні технології»</i>	<i>Обов'язкова</i>
Модулів - 1	Спеціальність: <i>122 «Комп'ютерні науки»</i>	
Змістових модулів - 5		<b>Рік підготовки:</b> <i>4-й</i>
Індивідуальне науково-дослідне завдання		<b>Семестр</b>
<small>(назва)</small>		
Загальна кількість годин - 150		<i>7-й</i>
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних - 4 самостійної роботи студента - 7	Освітній рівень <i>перший (бакалаврський)</i>  Освітня програма «Комп'ютерні науки»	<b>Лекції</b>
		<i>28 год.</i>
		<b>Лабораторні</b>
		<i>24 год.</i>
		<b>Практичні, семінарські</b>
		-
		<b>Самостійна робота</b>
<i>98 год.</i>		
	Вид контролю: <i>екзамен</i>	

## **2. Мета та завдання навчальної дисципліни**

**Мета:** формування знань щодо розв'язування складних спеціалізованих задач та практичних проблем у галузі комп'ютерних наук або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів комп'ютерних наук, інформаційних технологій і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

**Завдання:** ознайомлення студентів з основними принципами проектування паралельних програм, що працюють в системах з загальною та розподіленою пам'яттю та їх застосуванням, набуття компетенцій, навиків на рівні сучасних досягнень у технологіях розподільних систем та паралельних обчислень.

**Місце дисципліни у структурно-логічній схемі підготовки здобувачів вищої освіти:**

Теоретичною базою вивчення навчальної дисципліни є такі дисципліни: «Комп'ютерні мережі», «Об'єктно-орієнтоване програмування», «Комп'ютерна схемотехніка та архітектура комп'ютера», «Організація баз даних», «Комп'ютерна графіка».

Навики отримані при вивченні дисципліни можуть бути використанні при вирішенні задач з таких дисциплін: «Управління ІТ-проектами», «Системний аналіз» та «Геоінформаційні системи».

**Компетентності:**

**Загальні:**

1. - знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності (ЗК3);
2. - здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями (ЗК6).

**Спеціальні:**

3. - 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 (СК9);
4. - здатність реалізовувати високопродуктивні обчислення на основі хмарних сервісів і технологій, паралельних і розподільних обчислень при розробці й експлуатації розподільних систем паралельної обробки інформації (СК16).

**Програмні результати:**

5. - 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(ПР17).

### 3. Програма навчальної дисципліни

#### Модуль 1. Технології розподільних систем та паралельних обчислень

##### Змістовий модуль 1. Ідеологія паралельного програмування

**Тема 1.** Вступ. Принципи паралельного програмування.

Поняття паралельних обчислень. Необхідність паралельних обчислень. Моделювання паралельних програм. Методика розробки паралельних алгоритмів. Розподіл обчислень на незалежні частини (виділення підзадач). Виділення інформаційних залежностей. Масштабування набору підзадач. Розподіл підзадач між процесорами (процесами).

**Тема 2.** Поняття паралельної, векторної та конвеєрної обробки даних.

Класифікація комп'ютерних систем. Векторно-конвеєрні комп'ютери. Обчислювальні системи з розподіленою пам'яттю (мультикомп'ютери). Паралельні комп'ютери із спільною пам'яттю (мультипроцесори). Кластери.

**Тема 3.** Парадигми паралельного програмування. Паралелізм даних. Паралелізм задач. Паралелізм за задачами та паралелізм за даними. Апаратний та програмний паралелізм. Паралельне програмно-апаратне забезпечення.

##### Змістовий модуль 2. Архітектури паралельних обчислювальних систем

**Тема 4.** Основні елементи архітектури високопродуктивних обчислювальних систем. Багатопроесорна архітектура. Паралельні обчислення в мікропроцесорах.

**Тема 5.** Класифікація паралельних комп'ютерів і систем. Класифікація Фліна. MISD, MIMD, SISD, SIMD - архітектури. Класифікації, систематика Флінна. Основні типи систем. Властивості мультипроцесорних систем та мультикомп'ютерів. Комбінування різноманітних архітектур в одній системі та побудова неоднорідних систем.

**Тема 6.** Класифікація Хокні, Фена, Хендлера, Снайдера, Скилликорна. Взаємозв'язок класифікацій. Класифікація комп'ютерних систем. Загальні класифікації.

##### Змістовий модуль 3. Характеристики паралельних та векторних алгоритмів

**Тема 7.** Вартість роботи. Завантаженість. Пікова та реальна продуктивність. Модель обчислень у вигляді графу «операції-операнди». Схема паралельного виконання алгоритму. Оцінка максимальних показників паралелізму. Аналіз масштабованості паралельних обчислень.

**Тема 8.** Прискорення, ефективність.

Технологія підготовки паралельних прикладних програм. Форми інформаційної взаємодії. Масштабування розробленої обчислювальної схеми паралельних обчислень. Розподіл підзадач між обчислювальними елементами.

**Тема 9.** Формальна модель прискорення алгоритму. Закон Амдала.

Оцінка ефективності розроблених паралельних методів. Фактори, які впливають на продуктивність. Показники ефективності паралельного алгоритму.

##### Змістовий модуль 4. Інструментальні засоби паралельного програмування

**Тема 10.** Паралельне програмування з застосуванням інтерфейсу передачі повідомлень MPI. Введення в MPI. Основні поняття та визначення. Ініціалізація та завершення MPI програм. Визначення кількості та рангу процесів. Передача повідомлень. Базові типи даних MPI. Прийом повідомлень. Визначення часу виконання MPI програми. Початкове знайомство з колективними операціями передачі даних.

**Тема 11.** Обмін повідомленнями в MPI. Двохточковий та колективний обмін. Операції передачі даних між двома процесами. Організація неблокуючих та блокуючих обмінів даними між процесами. Колективні операції передачі даних. Узагальнена передача даних від одного процесу всім процесам. Узагальнена передача даних від всіх процесів одному процесу. Загальна передача даних від всіх процесів всім процесам. Похідні типи даних в MPI.

**Тема 12.** Групи та комунікатори. Керування групами процесів та комунікаторами. Керування комунікаторами. Віртуальні топології.

**Змістовий модуль 5. Паралельні чисельні алгоритми для вирішення типових задач обчислювальної математики**

**Тема 13.** Множення матриць. Множення матриці на вектор. Послідовний алгоритм підсумовування. Каскадна схема підсумовування. Модифікована каскадна схема. Обчислення всіх частинних сум. Множення матриці на вектор. Матричне множення. Організація паралелізму на основі поділу даних.

**Тема 14.** Методи розв'язання систем лінійних рівнянь на паралельних і векторних системах. Розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь. Методи розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь.

**4. Орієнтовна структура 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>Модуль 1. Технології розподільних систем та паралельних обчислень</b>						
<b>Змістовий модуль 1. Ідеологія паралельного програмування</b>						
Тема 1. Вступ. Принципи паралельного програмування.	10	2		1		7
Тема 2. Поняття паралельної, векторної та конвеєрної обробки даних.	10	2		1		7
Тема 3. Парадигми паралельного програмування. Паралелізм даних. Паралелізм задач.	11	2		2		7
<i>Разом за ЗМ1</i>	<i>31</i>	<i>6</i>		<i>4</i>		<i>21</i>
<b>Змістовий модуль 2. Архітектури паралельних обчислювальних систем</b>						
Тема 4. Основні елементи архітектури високопродуктивних обчислювальних систем.	10	2		1		7

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Денна форма					
	Усього	у тому числі				
		го	л	п	лаб	інд
1	2	3	4	5	6	7
Тема 5. Класифікація паралельних комп'ютерів і систем. Класифікація Фліна. MISD, MIMD, SISD, SIMD - архітектури.	10	2		1		7
Тема 6. Класифікація Хокні, Фена, Хендлера, Снайдера, Скилликорна. Взаємозв'язок класифікацій.	11	2		2		7
<i>Разом за ЗМ 2</i>	<i>31</i>	<i>6</i>		<i>4</i>		<i>21</i>
<b>Змістовий модуль 3. Характеристики паралельних та векторних алгоритмів</b>						
Тема 7. Вартість роботи. Завантаженість. Пікова та реальна продуктивність.	10	2		1		7
Тема 8. Прискорення, ефективність.	10	2		1		7
Тема 9. Формальна модель прискорення алгоритму. Закон Амдала.	11	2		2		7
<i>Разом за ЗМ 3</i>	<i>31</i>	<i>6</i>		<i>4</i>		<i>21</i>
<b>Змістовий модуль 4. Інструментальні засоби паралельного програмування</b>						
Тема 10. Паралельне програмування з застосуванням інтерфейсу передачі повідомлень MPI.	10	2		1		7
Тема 11. Обмін повідомленнями в MPI. Двохточковий та колективний обмін.	10	2		1		7
Тема 12. Групи та комунікатори.	11	2		2		7
<i>Разом за ЗМ 4</i>	<i>31</i>	<i>6</i>		<i>4</i>		<i>21</i>
<b>Змістовий модуль 5. Паралельні чисельні алгоритми для вирішення типових задач обчислювальної математики</b>						
Тема 13. Множення матриць. Множення матриці на вектор.	13	2		4		7
Тема 14. Методи розв'язання систем лінійних рівнянь на паралельних і векторних системах.	13	2		4		7
<i>Разом за ЗМ 5</i>	<i>26</i>	<i>4</i>		<i>8</i>		<i>14</i>
<b>УСЬОГО</b>	<b>150</b>	<b>28</b>		<b>24</b>		<b>98</b>

### 5. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	ЗМ1. Основи програмування та засоби синхронізації в багатозадачній операційній системі WINDOWS	4
2.	ЗМ2. Побудова паралельних алгоритмів	4
3.	ЗМ3. Знайомство з бібліотекою MPI	4
4.	ЗМ4. Функції обміну в MPI	4

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
5.	ЗМ5. Паралельні методи інтегрування. Використання функцій колективного обміну MPI	8
<b>Разом</b>		<b>24</b>

### **6. Самостійна робота**

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	ЗМ1. Вступ. Принципи паралельного програмування	7
2.	ЗМ1. Поняття паралельної, векторної та конвеєрної обробки даних.	7
3.	ЗМ1. Парадигми паралельного програмування. Паралелізм даних. Паралелізм задач	7
4.	ЗМ2. Основні елементи архітектури високопродуктивних обчислювальних систем	7
5.	ЗМ2. Класифікація паралельних комп'ютерів і систем. Класифікація Фліна. MISD, MIMD, SISD, SIMD - архітектури	7
6.	ЗМ2. Класифікація Хокні, Фена, Хендлера, Снайдера, Скилликорна. Взаємозв'язок класифікацій	7
7.	ЗМ3. Вартість роботи. Завантаженість. Пікова та реальна продуктивність	7
8.	ЗМ3. Прискорення, ефективність	7
9.	ЗМ3. Формальна модель прискорення алгоритму. Закон Амдала	7
10.	ЗМ4. Паралельне програмування з застосуванням інтерфейсу передачі повідомлень MPI.	7
11.	ЗМ4. Обмін повідомленнями в MPI. Двохточковий та колективний обмін.	7
12.	ЗМ4. Групи та комунікатори.	7
13.	ЗМ5. Множення матриць. Множення матриці на вектор.	7
14.	ЗМ5. Методи розв'язання систем лінійних рівнянь на паралельних і векторних системах.	7
<b>Разом</b>		<b>98</b>

### **1. 7. Методи навчання**

#### **2.**

Методи навчання - впорядковані способи взаємопов'язаної, цілеспрямованої діяльності викладача та студента, спрямовані на ефективне розв'язання навчальних завдань.

Навчальним планом дисципліни передбачено проведення методів навчання студентів: лекція, інтерактивна лекція (медіа презентація), online-лекція, лабораторні роботи, графічні роботи, самостійна робота, консультації.

Протягом вивчення дисципліни передбачено використання методів навчання за джерелом знань, зокрема, словесні: розповідь та пояснення під час



проведення лекційного заняття; індукції та пояснення під час проведення лабораторних занять. Наочні методи навчання використовуються під час викладу навчального матеріалу на лекційних заняттях.

### 3. 8. Методи контролю

#### 4.

Контроль за виконанням студентами плану підготовки проводиться викладачами кафедри постійно протягом семестру. Застосовуються такі методи контролю знань студентів:

1. Вибіркове усне опитування на предмет засвоєння теоретичного матеріалу (оцінювання засвоєння студентом основних положень лекції, знання теми, мети та порядку виконання роботи).
2. Перевірка конспекту лекцій.
3. Перевірка виконання студентами завдань на лабораторних заняттях.
4. Перевірка виконання завдань самостійної роботи.
5. Поточний (модульний) контроль. Проводиться раз за семестр, після завершення вивчення модуля дисципліни.
6. Підсумковий (семестровий) модульний контроль знань проводиться при складанні іспиту з дисципліни. При його проведенні використовуються програмно-технічні засоби комп'ютерних лабораторій університету.
- 7.

### 9. Розподіл балів, які отримують

#### студенти при формі контролю «екзамен»

Розподіл балів, які отримують студенти денної форми навчання

Поточний (модульний) контроль					МК	Підсумковий контроль	Сума балів
ЗМ1	ЗМ2	ЗМ3	ЗМ4	ЗМ5			
12	12	12	12	12	10	30	100

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка БСТБ	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 - 100	<b>A</b>	відмінно	зараховано
82-89	<b>B</b>	добре	
74-81	<b>C</b>		
64-73	<b>D</b>		
60-63	<b>E</b>	задовільно	
35-59	<b>FX</b>	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	<b>F</b>	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

## 10. Методичне забезпечення

1. Соколов А.Є. Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт студентами освітнього рівня «бакалавр» спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» з дисципліни «Технології розподільних систем та паралельних обчислень». Умань: УНУС, 2021. 60 с.

## 11. Рекомендована література

1. Андруник В.А. Висоцька В.А. Пасічник В.В. Чирун Л.Б. Чирун Л.В. Чисельні методи в комп'ютерних науках. I том. 2019. 470 с.
2. Андруник В.А. Висоцька В.А. Пасічник В.В. Чирун Л.Б. Чирун Л.В. Чисельні методи в комп'ютерних науках. II том. 2019 500 с.
3. Бородкіна І.Л. Теорія алгоритмів: посібник для студентів вищих навчальних закладів. 2019. 184 с.
4. Брайан У. Керниган, Роб Пайк. Практика програмування. 2015. 288 с.
5. Джейсон Мак-Колм Смит. Элементарные шаблоны проектирования. 2013. 304 с.
6. Максимович В. М. та ін. Цифрова схемотехніка. Елементи дискретних пристроїв інформаційно-комунікаційних систем. Навч. посіб. 2015. 136 с.
7. Матвієнко М.П. Теорія алгоритмів. (Реком. МОН). 2017. 344 с.
8. Мельник А.О., Мельник В.А. Персональні суперкомп'ютери: архітектура, проектування, застосування. Монографія. 2013. 516 с.
9. Рашкевич Ю.М., Ткаченко Р.О., Цмоць І.Г., Пелешко Д.Д. Нейроподібні методи, алгоритми та структури обробки сигналів і зображень у реальному часі. Монографія. 2014. 256 с.
10. Сідоров Д.Е. Основи інженерних розрахунків на ПЕОМ. Програмування алгоритмічною мовою Фортран. Навчальний посібник. 2017. 186 с.
11. Хэдли Уикем, Гарретт Гроулмунд. Язык R в задачах науки о данных: импорт, подготовка, обработка, визуализация и моделирование данных (полноцветное издание). 2018. 592 с.

## 12. Інформаційні ресурси

1. <http://www.cs.wisc.edu/condor/>
2. <http://setiathome.ssl.berkeley.edu/>
3. <http://www.Distributed.net/>

## 4. Зміни у робочій програмі на 2021 рік