

ДЕРЖАВНИЙ ТОРГОВЕЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ

Система забезпечення якості освітньої діяльності та якості вищої освіти  
сертифікована на відповідність ДСТУ ISO 9001:2015 / ISO 9001:2015

Кафедра комп'ютерних наук та інформаційних систем

ЗАТВЕРДЖЕНО

вченою радою

(пост. п. 9 від «29» 09 2022 р.)

Ректор



Анаторій МАЗАРАКІ

**ТЕХНОЛОГІЇ РОЗПОДІЛЕНИХ СИСТЕМ ТА  
ПАРАЛЕЛЬНИХ ОБЧИСЛЕНЬ/  
DISTRIBUTED SYSTEMS AND PARALLEL  
COMPUTING TECHNOLOGIES**

**РОБОЧА ПРОГРАМА /  
COURSE OUTLINE**

освітній ступінь	бакалавр	/	bachelor
галузь знань	<u>12 Інформаційні технології</u>	/	<u>Information Technology</u>
спеціальність	<u>126 Інформаційні системи та технології</u>	/	<u>Information Systems and Technologies</u>
освітня програма	<u>Інформаційні системи та технології</u>	/	<u>Information Systems and Technologies</u>

Київ 2022

**Розповсюдження і тиражування без офіційного дозволу ДТЕУ заборонено**

Автори: Г. Т. Самойленко, кандидат фізико-математичних наук, доцент,  
А.В. Селіванова, старший викладач

Робочу програму розглянуто і затверджено на засіданні кафедри комп'ютерних наук та інформаційних систем 17.05.2022р., протокол № 18

Рецензенти: П.Г. Демідов, кандидат технічних наук, доцент.  
С.П. Кудрявцева, к.т.н, провідний науковий співробітник  
Міжнародного науково-навчального центру інформаційних  
технологій та систем НАН України.

# **ТЕХНОЛОГІЇ РОЗПОДІЛЕНИХ СИСТЕМ ТА ПАРАЛЕЛЬНИХ ОБЧИСЛЕНЬ/ DISTRIBUTED SYSTEMS AND PARALLEL COMPUTING TECHNOLOGIES**

## **РОБОЧА ПРОГРАМА / COURSE OUTLINE**

<b>освітній ступінь</b>	<b>бакалавр</b>	/	<b>Bachelor</b>
<b>галузь знань</b>	<b><u>12 Інформаційні технології</u></b>	/	<b><u>Information Technology</u></b>
<b>спеціальність</b>	<b><u>126 Інформаційні системи та технології</u></b>	/	<b><u>Information systems and technologies</u></b>
<b>освітня програма</b>	<b><u>Інформаційні системи та технології</u></b>	/	<b><u>Information systems and technologies</u></b>

# 1. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛІНИ ТА РОЗПОДІЛ ГОДИН ЗА ТЕМАМИ (ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН)

Назва теми	Кількість годин			Форми контролю	
	Усього годин / кредитів	з них			
		лекції	лабораторні заняття		самостійна робота студентів
1	2	3	4	5	6
Тема 1. Паралельні обчислювальні системи.	<b>20</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>14</b>	<b>О, ПСР, ПЛР</b>
Тема 2. Принципи побудови розподіленої системи.	<b>20</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>14</b>	<b>О, ПСР, ПЛР</b>
Тема 3. Принципи розробки та етапи проектування паралельних методів	<b>24</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>14</b>	<b>О, ПСР, ПЛР</b>
Тема 4. Моделювання паралельних програм	<b>24</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>14</b>	<b>О, ПСР, ПЛР</b>
Тема 5. Етапи розробки паралельних алгоритмів.	<b>24</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>14</b>	<b>О, ПСР, ПЛР</b>
Тема 6. Основи паралельного програмування.	<b>24</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>14</b>	<b>О, ПСР, ПЛР</b>
Тема 7. Технологій паралельного програмування.	<b>20</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>12</b>	<b>О, ПСР, ПЛР</b>
Тема 8. Паралельне програмування в стандартах OpenMP, MPI. Гібридне паралельне програмування в стандартах OpenMP та MPI.	<b>24</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>14</b>	<b>О, ПСР, МК, ПЛР</b>
<b>Разом</b>	<b>180/6</b>	<b>28</b>	<b>42</b>	<b>110</b>	
<b>Підсумковий контроль – екзамен</b>					

Умовні позначення: ПСР – перевірка самостійної роботи; МК – модульний контроль; ПЛР – перевірка лабораторної роботи; О – опитування.

## 2. ТЕМАТИКА ТА ЗМІСТ ЛЕКЦІЙНИХ, ПРАКТИЧНИХ (СЕМІНАРСЬКИХ), ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ, САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ

Результати навчання	Навчальна діяльність*	Робочий час студента, год
1	2	3
<p><b>Знати:</b> основні види паралелізму та їх особливості</p> <p><b>Вміти:</b> Визначати особливості складних обчислювальних проектів</p>	<p><b>Тема 1. Паралельні обчислювальні системи.</b> <b>Лекція № 1. Паралельні обчислювальні системи.</b> План лекції:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Поняття паралельної обчислювальної системи.</li> <li>2. Паралельна обробка.</li> <li>3. Види паралелізму: багатопроцесорна обробка, конвейерна обробка, векторна обробка, векторно-конвейерна обробка.</li> <li>4. Паралельні обчислювальні системи.</li> </ol> <p><b>Список рекомендованих джерел:</b> <i>Основний: 1[с.23-28],2 [с.8-15]</i> <i>Додатковий: 1 [с.10-45]</i> <i>Інтернет-ресурси: 1,2</i></p>	20  2
	<p><b>Самостійна робота.</b> Вивчення матеріалу до теми «Паралельні обчислювальні системи», підготовка до лабораторного заняття. Самостійна робота передбачає вивчення окремих питань дисципліни на основі опрацювання літератури та пошуку інформаційних джерел у середовищі Інтернет. Пропонуються такі питання для самостійного опрацювання:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Типи паралелізму</li> <li>2. Паралелізм на рівні бітів.</li> <li>3. Паралелізм на рівні інструкцій.</li> <li>4. Паралелізм даних</li> <li>5. Паралелізм завдань (багатопоточність).</li> </ol> <p>Самостійна робота студентів перевіряється з допомогою опитувань, перевірки виконання лабораторних робіт та написання рефератів на питання винесених на самостійне опрацювання.</p> <p><b>Список рекомендованих джерел:</b> <i>Основний: 1[с.23-28],2 [с.8-15]</i> <i>Додатковий: 1 [с.10-45]</i> <i>Інтернет-ресурси: 1,2</i></p>	14
	<p><b>Лабораторне заняття №1. Тема: «Організація розподілених обчислень».</b> Завдання до заняття:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ознайомитись з принципами організації розподілених обчислень і актуальними</li> </ol>	4

	<p><i>обчислювально складними проектами.</i></p> <p><i>2. Встановити клієнт BOINC для відповідної операційної системи, використовуючи посилання <a href="http://boincstats.com/page/download.php">http://boincstats.com/page/download.php</a>.</i></p> <p><i>3. Вибрати проект згідно варіанту. Ознайомитися із змістом і статусом проекту використовуючи посилання <a href="http://boincstats.com">http://boincstats.com</a></i></p> <p><i>4. Додати вибраний проект в клієнт (Головне меню → Сервіс → Додати проект). Дочекатися завершення завантаження даних проекту і початку розрахунку (для деяких проектів, наприклад World Community Grid, потрібна попередня реєстрація на сайті)</i></p> <p><i>5. Підготувати звіт про виконання лабораторної роботи.</i></p>	
<p><b>Знати:</b> основні поняття, атрибути розподілених систем</p> <p><b>Вміти:</b> використовувати отримані теоретичні знання про побудову розподілених систем в практичній діяльності.</p>	<p><b>Тема 2. Принципи побудови розподіленої системи.</b></p> <p><b>Лекція № 2. Принципи побудови розподіленої системи.</b></p> <p>План лекції:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Апаратна побудова розподілених систем.</li> <li>2. Програмна побудова розподілених систем.</li> <li>3. Види паралельної взаємодії.</li> </ol> <p><b>Список рекомендованих джерел:</b>  <i>Основний: 1[с.30-39],2 [с.16-35]</i>  <i>Додатковий: 3 [с.10-42],4[с.10-68]</i>  <i>Інтернет-ресурси: 1,2</i></p>	<p>20</p> <p>2</p>
	<p><b>Самостійна робота.</b></p> <p>Вивчення матеріалу до теми «Принципи побудови розподіленої системи», підготовка до лабораторного заняття.</p> <p>Самостійна робота передбачає вивчення окремих питань дисципліни на основі опрацювання літератури та пошуку інформаційних джерел у середовищі Інтернет. Пропонуються такі питання для самостійного опрацювання:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Класифікація архітектур паралельних обчислювальних систем.</li> <li>1. Класифікація Флінна.</li> <li>2. Класифікація Фенга.</li> <li>3. Класифікація Хокні.</li> <li>4. Класифікація Скіллікорна.</li> </ol> <p>Самостійна робота студентів перевіряється з допомогою опитувань, перевірки виконання лабораторних робіт та написання рефератів на питання винесених на самостійне опрацювання.</p> <p><b>Список рекомендованих джерел:</b>  <i>Основний: 1[с.30-39],2 [с.16-35]</i>  <i>Додатковий: 3 [с.10-42],4[с.10-68]</i></p>	<p>14</p>

	<p><i>Інтернет-ресурси: 1,2</i></p> <p><b>Лабораторне заняття №2. Тема: «Принципи побудови розподіленої системи».</b></p> <p><i>Завдання до заняття:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li><i>1. Вибрати проект згідно варіанту. Ознайомитися із змістом і статусом проекту використовуючи посилання <a href="http://boincstats.com">http://boincstats.com</a></i></li> <li><i>2. Навести конфігурацію комп'ютера і характеристики проекту</i></li> <li><i>3. Навести технічні screenshot-и характеристик виконаного проекту (мінімальний і максимальний час обчислення завдання на комп'ютері, можливість використання багатоядерності, об'єм вхідного трафіку при завантаженні завдання, об'єм вихідного трафіку при відправці результатів обчислень)</i></li> <li><i>4. Узагальнити отримані результати.</i></li> <li><i>5. Підготувати звіт про виконання лабораторної роботи.</i></li> </ol>	4
<p><b>Знати:</b> основні принципи декомпозиції обчислювальних систем</p> <p><b>Вміти:</b> Розподіляти набори підзадач між процесорами</p>	<p><b>Тема 3. Принципи розробки та етапи проектування паралельних методів</b></p> <p><b>Лекція № 3. Принципи розробки паралельних методів.</b></p> <p>План лекції:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Аналіз обчислювальних систем .</li> <li>2. Декомпозиція обчислювальних систем на частини (підзадачі).</li> <li>3. Реалізація підзадач.</li> </ol> <p><b>Лекція № 4. Етапи проектування паралельних методів.</b></p> <p>План лекції:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Визначення обчислювальної системи, необхідної для вирішення задачі.</li> <li>2. Розподілення набору підзадач між процесорами системи.</li> </ol> <p><b>Список рекомендованих джерел:</b>  <i>Основний: 1[с.40-85], 2 [с.35-48]</i>  <i>Додатковий: 3[с.45-90]</i>  <i>Інтернет-ресурси: 1,2</i></p>	24  2  2
	<p><b>Самостійна робота.</b></p> <p>Вивчення матеріалу до теми «Принципи розробки та етапи проектування паралельних методів», підготовка до лабораторного заняття.</p> <p>Самостійна робота передбачає вивчення окремих питань дисципліни на основі опрацювання літератури та пошуку інформаційних джерел у середовищі Інтернет. Пропонуються такі питання для самостійного опрацювання:</p>	14



	<p><i>Додатковий: 1[с. 50-90], 2 [с.50-90]</i></p> <p><i>Інтернет-ресурси: 1,2</i></p>	
	<p><b>Самостійна робота.</b></p> <p>Вивчення матеріалу до теми «Моделювання паралельних програм», підготовка до лабораторного заняття.</p> <p>Самостійна робота передбачає вивчення окремих питань дисципліни на основі опрацювання літератури та пошуку інформаційних джерел у середовищі Інтернет. Пропонуються такі питання для самостійного опрацювання:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Приклади моделей описів паралельних програм</li> <li>2. Особливості застосування моделі «процеси – канали».</li> </ol> <p>Самостійна робота студентів перевіряється з допомогою опитувань, перевірки виконання лабораторних робіт та написання рефератів на питання винесених на самостійне опрацювання.</p> <p><b>Список рекомендованих джерел:</b></p> <p><i>Основний: 1[с.90-107],3[с. 6-18]</i></p> <p><i>Додатковий: 1[с. 50-90], 2 [с.50-90]</i></p> <p><i>Інтернет-ресурси: 1,2</i></p>	14
	<p><b>Лабораторне заняття №4. Тема: «Створення простих MPI-програм в середовищі Visual Studio».</b></p> <p><i>Завдання до заняття:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Налаштувати проект для виконання MPI -програми в Visual Studio.</li> <li>2. Створити консольний проект</li> <li>3. Підготувати доповідь про актуальність використання програм обміну повідомленнями.</li> </ol> <p><b>Лабораторне заняття №5. Тема: «Вивчення операцій попарного і колективного обміну повідомленнями в MPI».</b></p> <p><i>Завдання до заняття:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Створити MPI–програму, яка працює з множиною процесів (від 2 до 6), і використовуючи функції попарного передавання даних передає і виводить в нульовому процесі прізвище автора і номер процесу, від якого надійшло повідомлення.</li> <li>2. Оформити звіт до роботи, який включає тему, мету, хід роботи з наведеними screenshot-ами (лістинг програми, Wtrіехес для варіантів запуску (2, 4, 6 процесів) і короткими пояснення до них.</li> </ol>	3
<b>Знати: основні</b>	<b>Тема 5. Етапи розробки паралельних алгоритмів. Лекція № 7. Методи декомпозиції.</b>	24



<p>методи декомпозицій</p> <p><b>Вміти:</b> використовувати отримані теоретичні знання для декомпозиції даних в практичній діяльності.</p>	<p>План лекції:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Розділення обчислень на незалежні частини.</li> <li>2. Паралелізм по даним.</li> <li>3. Функціональний паралелізм.</li> <li>4. Методи декомпозиції: рекурсивний, декомпозиція даних, дослідницька декомпозиція, спекулятивна декомпозиція.</li> <li>5. Вибір належного рівня декомпозиції.</li> </ol> <p><b>Лекція № 8. Балансування обчислювального навантаження.</b></p> <p>План лекції:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Динамічне балансування обчислювального навантаження.</li> <li>2. Концепція машин потоків даних.</li> <li>3. Асинхронна паралельність.</li> <li>4. Синхронна паралельність. Віртуальні процесори.</li> <li>5. Оцінка ефективності паралельних алгоритмів. Показники ефективності паралельних алгоритмів.</li> <li>6. Оцінка максимально досяжного паралелізму. Закони Амдала. Закон Густавсона-Барсиса.</li> </ol> <p><b>Список рекомендованих джерел:</b>  <i>Основний: 1[с.110-150], 3[с. 19-26]</i>  <i>Додатковий: 2 [с.110-180]</i>  <i>Інтернет-ресурси: 1,2</i></p>	<p>2</p> <p>2</p>
	<p><b>Самостійна робота.</b></p> <p>Вивчення матеріалу до теми «Етапи розробки паралельних алгоритмів», підготовка до лабораторного заняття.</p> <p>Самостійна робота передбачає вивчення окремих питань дисципліни на основі опрацювання літератури та пошуку інформаційних джерел у середовищі Інтернет. Пропонуються такі питання для самостійного опрацювання:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Виділення інформаційних залежностей.</li> <li>2. Проектування зв'язків.</li> <li>3. Класифікація зв'язків.</li> <li>4. Локальні зв'язки. Глобальні зв'язки.</li> <li>5. Масштабування набору підзадач: агрегація і деталізація обчислень.</li> <li>6. Розподілення задач між процесорами.</li> <li>7. Схеми "менеджер - виконавець".</li> <li>8. Топології багатопроцесорних обчислювальних систем.</li> </ol> <p>Самостійна робота студентів перевіряється з допомогою опитувань, перевірки виконання лабораторних робіт та написання рефератів на</p>	<p>14</p>





	<p>відповідає один номер процесу.</p> <p>4. Побудувати таблицю відповідності номеру процесу та його координат.</p> <p>5. За допомогою функції <code>MPI_Cart_shift</code> виконати (циклічний) зсув заданого самостійно масиву із 10 цілих випадкових чисел. В звіті навести проведені транзакції.</p> <p>6. Підготувати звіт про виконання лабораторної роботи.</p>	
<p><b>Знати:</b> Поняття паралельного програмування</p> <p><b>Вміти:</b> використовувати отримані теоретичні знання з паралельного програмування в практичній діяльності.</p>	<p><b>Тема 7. Технології паралельного програмування.</b></p> <p><b>Лекція № 11. Паралельні мови.</b></p> <p>План лекції:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Класифікація технологій.</li> <li>2. Розпаралелюючі компілятори.</li> <li>3. Паралельні мови.</li> <li>4. Паралельні розширювання.</li> </ol>	20
	<p><b>Лекція № 12.</b></p> <p>План лекції:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Інтерфейси паралельного програмування.</li> <li>2. Інструментальні системи розробки.</li> <li>3. Спеціалізовані прикладні пакети.</li> </ol> <p><b>Список рекомендованих джерел:</b>  <i>Основний: 1[с.208-265],3[с. 35-48]</i>  <i>Додатковий: 5 [с.68-112]</i>  <i>Інтернет-ресурси: 1,2</i></p>	2
	<p><b>Самостійна робота.</b></p> <p>Вивчення матеріалу до теми «Технології паралельного програмування», підготовка до лабораторного заняття.</p> <p>Самостійна робота передбачає вивчення окремих питань дисципліни на основі опрацювання літератури та пошуку інформаційних джерел у середовищі Інтернет. Пропонуються такі питання для самостійного опрацювання:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Паралельні розширювання.</li> <li>2. Інтерфейси паралельного програмування.</li> <li>3. Інструментальні системи розробки.</li> </ol> <p>Самостійна робота студентів перевіряється з допомогою опитувань, перевірки виконання лабораторних робіт та написання рефератів на питання винесених на самостійне опрацювання.</p> <p><b>Список рекомендованих джерел:</b>  <i>Основний: 1[с.208-265],3[с. 35-48]</i>  <i>Додатковий: 5 [с.68-112]</i>  <i>Інтернет-ресурси: 1,2</i></p>	12
<p><b>Лабораторне заняття №9. Тема: «Технології</b></p>		4

	<p>паралельного програмування».</p> <p><i>Завдання до заняття:</i></p> <p><i>Написати паралельну програму реалізації матрично-векторного множення відповідно до наступних етапів:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li><i>1. Ініціалізація елементів матриці і вектора та їх розподіл між процесорами (реалізується в процесі 0).</i></li> <li><i>2. Обчислення блока результуючого вектора (реалізується в кожному процесорі).</i></li> <li><i>3. Пересилання фрагментів вектора-результату на нульовий процесор, або в кожен процесор (реалізується в кожному процесорі).</i></li> <li><i>4. Вивід перших 10 елементів рядків матриці, вектора та результату.</i></li> <li><i>5. Оцінка і вивід часу виконання алгоритму.</i></li> </ol> <p><i>Підготувати звіт про виконання лабораторної роботи.</i></p>	
<p><b>Знати:</b> поняття паралельного та гібридного програмування</p> <p><b>Вміти:</b> використовувати отримані теоретичні знання паралельного програмування в стандартах OpenMP та MPI в практичній діяльності.</p>	<p><b>Тема 8. Паралельне програмування в стандартах OpenMP, MPI. Гібридне паралельне програмування в стандартах OpenMP та MPI.</b></p> <p><b>Лекція № 13. В Паралельне програмування в стандартах OpenMP, MPI.</b></p> <p>План лекції:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Змінні оточення OpenMP.</li> <li>2. Область бачення змінних.</li> <li>3. Власні та загальні змінні.</li> <li>4. Розподілення обчислень.</li> <li>5. Розпаралелювання циклів.</li> <li>6. Редукція операцій в циклах.</li> <li>7. Розподілення ітерацій цикла.</li> <li>8. Синхронізація обчислень.</li> <li>9. Директиви і параметри.</li> </ol> <p><b>Лекція № 14. Гібридне паралельне програмування в стандартах OpenMP та MPI.</b></p> <p>План лекції:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Модель передачі повідомлень для паралельного програмування в системах з розподіленою пам'яттю.</li> <li>2. Режими запуску паралельних програм SPMD та MPMD.</li> <li>3. Стандарт Message Passing Interface (MPI). Основні поняття та функції MPI.</li> <li>4. Порівняння стандартів OpenMP та MPI.</li> <li>5. Плюси та мінуси архітектури OpenMP+MPI. OpenMP-програма. MPI-програма.</li> <li>6. Підходи до розпаралелювання. OpenMP+ MPI-програма.</li> </ol>	<p>24</p> <p>2</p> <p>2</p>

	<p><b>Список рекомендованих джерел:</b>  <i>Основний: 1[с.268-354]</i>  <i>Додатковий: 3 [с.90-98],5[с. 115-180]</i>  <i>Інтернет-ресурси: 1,2</i></p>	
	<p><b>Самостійна робота.</b>  Вивчення матеріалу до теми «Паралельне програмування в стандартах OpenMP, MPI. Гібридне паралельне програмування в стандартах OpenMP та MPI», підготовка до лабораторного заняття.  Самостійна робота передбачає вивчення окремих питань дисципліни на основі опрацювання літератури та пошуку інформаційних джерел у середовищі Інтернет. Пропонуються такі питання для самостійного опрацювання:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Модель Fork-Join.</li> <li>2. Стандарт OpenMP.</li> <li>3. Проста OpenMP-програма.</li> <li>4. Переваги OpenMP.</li> <li>5. Директиви OpenMP.</li> <li>6. Функції бібліотеки OpenMP.</li> </ol> <p>Самостійна робота студентів перевіряється з допомогою опитувань, перевірки виконання лабораторних робіт та написання рефератів на питання винесених на самостійне опрацювання.</p> <p><b>Список рекомендованих джерел:</b>  <i>Основний: 1[с.268-354]</i>  <i>Додатковий: 3 [с.90-98],5[с. 115-180]</i>  <i>Інтернет-ресурси: 1,2</i></p>	14
	<p><b>Лабораторне заняття №10. Тема: «Гібридне паралельне програмування в стандартах OpenMP та MPI».</b>  Завдання до заняття:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Реалізувати задачу матрично-векторного множення, використовуючи вхідні дані відповідно до завдань (<math>n</math> – розмірність квадратної матриці).</li> <li>2. Виконати розбиття матриці по горизонтальних та по вертикальних смужках.</li> <li>3. Розроблену програму виконати по чергово на 1, 2, 4, 6 вузлах. Отримані часові показники проаналізувати і використати для побудови графіка</li> <li>4. Підготувати звіт про виконання лабораторної роботи.</li> </ol>	6
	<b>Разом</b>	180

### 3. СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

#### Основний:

1. Пасічник В.В. , Луценко С.А. , Луців А.М. Паралельні та розподілені обчислення. / В.В. Пасічник , С.А. Луценко, А.М. Луців Паралельні та розподілені обчислення. – Магнолія , 2021. – 648с.
2. Коцовський В. М. Теорія паралельних обчислень. Частина I: Методичний посібник. Ужгород: Видавництво УжНУ "Говерла", 2019. 51 с.
3. Коцовський В. М. Теорія паралельних обчислень. Частина II: Методичний посібник. Ужгород: Видавництво УжНУ "Говерла", 2019. 52 с.

#### Додатковий:

- 1.Павленко Л. А. Корпоративні інформаційні системи: Навчальний посібник./ Л. А. Павленко Корпоративні інформаційні системи - Харків: ВД "ІНЖЕК", 2005. – 260с
2. Кузьма К.Т., Мельник О.В. Паралельні та розподілені обчислення: навчальний посібник для вищих закладів освіти / К.Т. Кузьма, О.В. Мельник. Паралельні та розподілені обчислення: навчальний посібник для вищих закладів освіти – Миколаїв: ФОП Швець В.М., 2020. – 172 с.
3. Семеренко В. П. Технології паралельних обчислень : навчальний посібник / Семеренко В. П. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 104 с
4. Joe Reis Fundamentals of Data Engineering. Plan and Build Robust Data Systems. - O'Reilly Media. - 2022. - 456 p.
5. Trobec R., Slivnik B., Bulić P., Robič B. Introduction to Parallel Computing: From Algorithms to Programming on State-of-the-Art Platforms // Springer, 2018. – 268p

#### Інтернет-ресурси:

1. <http://www.openmp.org/>) - OpenMP Architecture Review Board
2. <http://www.gridforum.org> - Open Grid Forum

\*- Курсивом виділені джерела, що є в бібліотеці ДТЕУ