

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ЗАТВЕРДЖУЮ
Декан факультету комп'ютерних
інформаційних технологій
Ігор ЯКИМЕНКО
"29" серпня 2025 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ
Проректор з науково-
педагогічної роботи
Віктор ОСТРОВЕРХОВ
"29" серпня 2025 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ
Директор навчально-наукового
інституту новітніх освітніх технологій
Святослав ПИТЕЛЬ
"29" серпня 2025 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА

з дисципліни «Паралельні та розподілені комп'ютерні системи»

ступінь вищої освіти – бакалавр

галузь знань – 12 “Інформаційні технології”

спеціальність – 123 “Комп'ютерна інженерія”

освітньо-професійна програма – „Комп'ютерна інженерія”

Кафедра комп'ютерної інженерії

Форма навчання	Курс	Семестр	Лекції (год.)	Лабораторні (год.)	ІРС (год.)	Тренінг, (год.)	Самост. робота студ. (год.)	Разом (год.)	Залік (сем.)	Екз. (сем.)
Денна	3	5	30	30	4	8	78	150	-	5
Заочна	3	5	8	4	-	-	138	150	-	6

29.08.2025
[Підпис]

Тернопіль – ЗУНУ
2025

Робоча програма складена на основі освітньо – професійної програми підготовки бакалавра галузі знань 12 “Інформаційні технології” спеціальності 123 “Комп’ютерна інженерія”, затвердженої Вченою радою ЗУНУ (протокол № 10 від 23.06.2023 р.).

Робочу програму склав к.т.н., доцент кафедри КІ

Олег ПІЦУН

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри комп’ютерної інженерії, протокол №1 від 26 серпня 2025 р.

Завідувач кафедри



Леся ДУБЧАК

Гарант ОП



Леся ДУБЧАК

СТРУКТУРА РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
" Паралельні та розподілені комп'ютерні системи "

1. Опис дисципліни «Паралельні та розподілені комп'ютерні системи»

Дисципліна «Паралельні та розподілені комп'ютерні системи»	Галузь знань, спеціальність, ступінь вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів – <i>Денна – 5,</i> <i>Заочна – 5</i>	Галузь знань – 12 „Інформаційні технології”	Статус дисципліни – обов'язкова Мова навчання – українська
Кількість залікових модулів: 5	Спеціальність – 123 „Комп'ютерна інженерія”	Рік підготовки: <i>Денна - 3</i> <i>Заочна - 3</i> Семестр: <i>Денна – 5</i> <i>Заочна – 5,6</i>
Кількість змістових модулів – <i>Денна – 4</i> <i>Заочна - 4.</i>	Ступінь вищої освіти - бакалавр	Лекції: <i>Денна - 30 год.,</i> <i>Заочна – 8 год.</i> Лабораторні заняття: <i>Денна - 30 год.</i> <i>Заочна – 4 год.</i>
Загальна кількість годин – <i>Денна –150 год.,</i> <i>Заочна - 150 год.</i>		Самостійна робота: <i>Денна - 78 год.</i> <i>Заочна – 138 год.</i> Тренінг – 8 год. Індивідуальна робота: <i>Денна - 4 год.</i>
Тижневих годин: <i>Денна: 1 семестр – 10 год.,</i> <i>з них аудиторних – 3 год.</i>		Вид підсумкового контролю <i>Денна: 5 семестр –</i> <i>екзамен</i> <i>Заочна: 5 семестр –</i> <i>екзамен</i>

2. Мета й завдання дисципліни

" Паралельні та розподілені комп'ютерні системи "

2.1. Мета вивчення дисципліни

Програма та тематичний план дисципліни орієнтовані на отримання студентами навиків та знань щодо використання технологій паралельних та розподілених обчислень під час розробки програмного забезпечення.

Студенти вивчають теоретичні та практичні аспекти розробки програмного забезпечення із застосуванням сучасних алгоритмів розпаралелення

Вивчення курсу „ Паралельні та розподілені комп'ютерні системи” передбачає наявність систематичних та ґрунтовних знань із суміжних курсів («Прикладне ПЗ для КСМ», «Комп'ютерна логіка», «Архітектура комп'ютерів»), а також цілеспрямованої роботи на лекційних та лабораторних заняттях, самостійної роботи студентів.

2.2 Завдання вивчення дисципліни

Завдання курсу полягає в ознайомленні студентів з сучасними підходами до розробки програмного забезпечення, що включає елементи паралельних та розподілених обчислень, а також освоєння студентами практичних навичок роботи з існуючими бібліотеками та фреймворками.

2.3. Найменування та опис компетентностей, формування котрих забезпечує вивчення дисципліни:

К13. Здатність створювати системне та прикладне програмне забезпечення комп'ютерних систем та мереж.

К15. Здатність використовувати засоби і системи автоматизації проектування до розроблення компонентів комп'ютерних систем та мереж, Інтернет додатків, кіберфізичних систем тощо.

К17. Здатність використовувати та впроваджувати нові технології, включаючи технології розумних, мобільних, зелених і безпечних обчислень, брати участь в модернізації та реконструкції комп'ютерних систем та мереж, різноманітних вбудованих і розподілених додатків, зокрема з метою підвищення їх ефективності.

К24. Здатність проектувати системи та їхні компоненти з урахуванням усіх аспектів їх життєвого циклу та поставленої задачі, включаючи створення, налаштування, експлуатацію, технічне обслуговування та утилізацію.

2.4. Передумови для вивчення дисципліни

Зазначена дисципліна включена до циклу дисциплін професійної підготовки за переліком програми. У структурно-логічній схемі навчання зазначена дисципліна розміщена на III-му курсі. Вивчення курсу " Паралельні та розподілені комп'ютерні системи " передбачає наявність систематичних та ґрунтовних знань із курсу «Комп'ютерні системи», цілеспрямованої роботи над вивченням спеціальної літератури, активної роботи на лекціях та практичних заняттях, самостійної роботи.

2.5. Результати навчання

В результаті вивчення дисципліни студенти повинні:

ПРН3. Знати новітні технології в галузі комп'ютерної інженерії.

ПРН9. Вміти застосовувати знання технічних характеристик, конструктивних особливостей, призначення і правил експлуатації програмно -технічних засобів комп'ютерних систем та мереж для вирішення технічних задач спеціальності.

ПРН13. Вміти ідентифікувати, класифікувати та описувати роботу комп'ютерних систем та їх компонентів

ПРН15. Вміти виконувати експериментальні дослідження за професійною тематикою.

3. Програма навчальної дисципліни «Паралельні та розподілені комп'ютерні системи»

Змістовий модуль 1. Основи паралельних та розподілених обчислень.

Тема 1. Вступ. Поняття паралельних і розподілених обчислень.

Поняття паралелізму. Два узагальнені підходи до досягнення паралельності. Переваги паралельних обчислень. Найпростіша модель розпаралелення. Переваги розподілених обчислень. Найпростіші моделі розподілених обчислень. Мульти-агентні розподілені обчислення. Основні етапи проектування паралельних та розподілених алгоритмів. Базові рівні програмного паралелізму.

Література: 1-3,10.

Тема 2. Структури паралельних та розподілених комп'ютерних систем.

Класифікація паралельних систем. Архітектура векторно - конвейерних паралельних комп'ютерів. Векторно – конвейерні комп'ютерb/ Паралельні комп'ютери з сумісною пам'яттю. Архітектура паралельних комп'ютерів з розподіленою пам'яттю. Архітектури кластерних обчислень. Концепція GRID та метакомп'ютинг.

Література: 6-9.

Тема 3. Моделі паралельних та розподілених обчислень

Основні типи паралельних програм. Ітеративний паралелізм. Рекурсивний паралелізм. Модель „виробники-споживачі”. Паралельна парадигма „клієнт - сервер”. Паралельна модель „Взаємодіючі рівні”.

Література: 3, 9.

Тема 4. Представлення паралельних алгоритмів

Графове представлення паралельного алгоритму. Алгоритми з необмеженим паралелізмом. Алгоритми з внутрішнім паралелізмом. Графи залежностей і розвертання графів.

Література: 4, 15.

Змістовий модуль 2. Моделі паралельних обчислень та їх представлення

Тема 5. Обчислювальні процеси та їх синхронізація

Визначення етапів та структури процесу. Неділимі дії і оператор очікування. Блокування та бар'єри. Семафор. Бар'єрна синхронізація за допомогою семафора.

Література: 5, 6.

Тема 6. Процеси. Стан процесу. Взаємодія процесів

Поняття процесу. Можливі стани, історія та властивості процесів. Створення/Завершення, виконання процесу. Інформація, що характеризує стан процесу. Блок управління процесом. Організація комунікації між процесами.

Література: 10.

Тема 7. Класичні проблеми синхронізації процесів. Атомарні змінні, семафори, мютекси, події, критичні секції, монітори

Оператор очікування. Тип синхронізації „виробник-споживач”. Виконання критичної секції: взаємне виключення. Виробники та споживачі: двійкові семафори. Кільцеві буфера. Задача „обідаючих філософів”. Задача „читачі та письменники” з використанням семафорів. Задача „читачі та письменники” з використанням механізму виключень. Задача „читачі та письменники” з використанням умовної синхронізації. Загальне визначення мютексів. Обробка подій. Загальне визначення монітору. Основні властивості моніторів. Вирішення задачі взаємного виключення за допомогою моніторів.

Література: 1, 2, 10.

Змістовий модуль 3. Поняття процесу та синхронізація процесів.

Тема 8. Поняття асинхронності.

Асинхронна передача повідомлень. Використання фільтрів для передачі повідомлень. Передача повідомлень в архітектурі „клієнт-сервер”. Передача повідомлень: активні монітори. Синхронна передача повідомлень. Синхронізація в модулях. Розробка автоматизованих тестів.

Література: 7.

Тема 9. Мови паралельного програмування

Класифікація паралельних мов і систем програмування. Технології паралельного і розподіленого програмування в мовах Java, C++.

Література: 7.

Тема 10. Бібліотеки паралельного програмування

Використання бібліотеки паралельного програмування Pthreads. Бібліотека паралельного програмування OpenMP. Основні директиви компілятора бібліотеки OpenMP. Приклад паралельної програми з використанням бібліотеки OpenMP.

Література: 6.

Змістовий модуль 4. Програмні засоби синхронізації процесів та потоків.

Тема 11. Розпаралелення з допомогою бібліотеки MPI.

Стандарти бібліотеки паралельного програмування MPI. Основні функції MPI. Приклад паралельної програми з використанням бібліотеки MPI. Реалізації MPI.

Література: 7.

Тема 12. Організації розподіленого зберігання і обробки наборів великих даних з використанням технології Apache Hadoop

Розподілена обробка даних. Grid-технології. Хмарні обчислення. Поняття Apache Hadoop. Основні модулі Hadoop. Режими роботи Hadoop

Література: 12-15.

Тема 13. Веб – технології розпаралеленої обробки даних

Сучасні фреймворки для розробки веб-застосунків з елементами розпаралелення.

Література: 12-15.

4. Структура залікового кредиту дисципліни «Паралельні та розподілені комп'ютерні системи»

(денна форма навчання)

Тема	Кількість годин					
	Лекції	Лаб. заняття	Самостійна робота	Індивіду альна робота	Тренінг	Контрольні заходи
Змістовий модуль 1						
Тема 1. Вступ. Поняття паралельних і розподілених обчислень	2	2	6	1	2	опитування
Тема 2. Структури паралельних та розподілених комп'ютерних систем	2	2	6			опитування
Тема 3. Моделі паралельних та розподілених обчислень.	2	2	6			опитування
Тема 4. Представлення паралельних алгоритмів	2	2	6			опитування
Змістовий модуль 2						
Тема 5. Обчислювальні процеси та їх синхронізація	2	2	7	1	2	опитування

Тема 6. Процеси. Стан процесу. Взаємодія процесів	2	2	7			опитування
Тема 7. Класичні проблеми синхронізації процесів. Атомарні змінні, семафори, мютекси, події, критичні секції, монітори	3	23	7			опитування
Змістовий модуль 3						
Тема 8. Поняття асинхронності	2	2	7	1	2	опитування
Тема 9. Мови паралельного програмування	2	2	6			опитування
Тема 10. Бібліотеки паралельного програмування	3	3	7			опитування
Змістовий модуль 4						
Тема 11. Розпаралелення з допомогою бібліотеки MPI.	2	2	6	1	2	опитування
Тема 12. Організації розподіленого зберігання і обробки наборів великих даних з використанням технології Apache Hadoop	3	3	6			опитування
Тема 13. Веб – технології розпаралеленої обробки даних	3	3	6			опитування
Разом	30	30	78	4	8	

(заочна форма навчання)

	Кількість годин		
	Лекції	Лабораторні заняття	Самостійна робота
Тема 1. Основи паралельних і розподілених обчислень.	1	1	20
Тема 2. Структури паралельних та розподілених комп'ютерних систем	1		20
Тема 3. Моделі паралельних та розподілених обчислень	1		20
Тема 4. Представлення паралельних алгоритмів.	1	1	20
Тема 5. Обчислювальні процеси та їх синхронізація	1		20
Тема 6. Процеси. Стан процесу. Взаємодія процесів	1		20
Тема 7. Класичні проблеми синхронізації процесів. Атомарні змінні, семафори, мютекси, події, критичні секції, монітори..	1	1	10
Тема 8. Поняття асинхронності	1		8
Разом	8	4	138

5. Тематика лабораторних занять

Лабораторна робота №1.

Тема: Організація багатозадачності за допомогою потоків на основі технології JAVA.

Мета: Організація із синтаксисом мови програмування JAVA та бібліотек для роботи з потоками.

Питання для обговорення:

1. Підходи для забезпечення багатопотоковості в Java
2. Інтерфейс Runnable
3. Клас Thread та його методи

Лабораторна робота №2.

Тема: Розпаралелення секцій програми за допомогою технології OpenMP.

Мета: Ознайомитись із бібліотекою OpenMP для розпаралелення задач на рівні потоків з допомогою C++.

Питання для обговорення:

1. Поняття прагми
2. Прагми для розпаралелення циклів
3. Прагми для розпаралелення секцій коду

Лабораторна робота №3.

Тема: Веб – технології для забезпечення асинхронної роботи.

Мета: Ознайомитись із асинхронною обробкою в клієнт-серверних застосунках.

Питання для обговорення:

1. Поняття технології AJAX
2. Відмінність асинхронного виконання від синхронного
3. Засоби технології Javascript для забезпечення асинхронності

Лабораторна робота №4.

Тема: Організації розподіленого зберігання і обробки наборів великих даних з використанням технології Apache Hadoop.

Мета: Набуття практичних навичок налаштування фреймворку Apache Hadoop на ОС Linux.

Питання для обговорення:

1. Основні складові Apache Hadoop
2. Команди Linux для роботи з користувачами
3. Технологія MapReduce

Лабораторна робота №5.

Тема: Ознайомлення з технологією реалізації паралельних обчислень на основі технології CUDA.

Мета: Навчитись розпаралелювати задачі на рівні графічного процесора.

Питання для обговорення:

1. Функції CUDA для роботи з потоками
2. Синхронізація в CUDA
3. Види алгоритмів

6. Організація та проведення тренінгу з дисципліни «Паралельні та розподілені комп'ютерні системи»

№п/п	Вид роботи	Порядок проведення тренінгу
1	Огляд сучасних систем	Розгляд сучасних технологій паралельних та

	паралельних та розподілених обчислень	розподілених обчислень DCOM, OpenMP, MPI, MPE, CUDA;
2	Проектування процесу реалізації завдання на основі технології паралельних чи розподілених обчислень (згідно завдання)	– постановка задачі; – проектування процесу реалізації завдання – розробка алгоритмів розпаралелення – ярусно-паралелельна форма алгоритму
3	Реалізація паралельного чи розподіленого процесу (згідно завдання)	– вибір середовища програмування – реалізація завдання у вибраному середовищі – використання хмарних технологій для реалізації задачі розпаралелення

7. Самостійна робота студентів (підготовка наскрізного проєкту) (денна форма навчання)

№ п/п	Тематика	Завдання
1	Актуальність паралельних і розподілених обчислень	Проектування алгоритму розпаралелення задачі опрацювання великого об'єму даних.
2	Структури паралельних та розподілених комп'ютерних систем.	
3	Моделі паралельних та розподілених обчислень	
4	Паралельні алгоритми: представлення, побудова та аналіз	
5	Процеси. Стан процесу. Взаємодія процесів. Тупики	
6	Взаємодія процесів через спільні змінні. Завдання взаємного виключення і синхронізації та засоби її вирішення	Розробка модулів для розпаралелення задачі на рівні потоків (з елементами розпаралелення на рівні графічного процесора)
7	Взаємодія процесів через посилання повідомлень. Примітиви Send/Receive.	
8	Мови паралельного програмування	
9	Підходи для забезпечення багатопотоковості в Java	Програмна реалізація модулю розпаралелення задач на рівні потоків з використанням технологій Java, CUDA
10	Бібліотеки паралельного програмування	
11	Програмування для багатоядерних систем	

(заочна форма навчання)

№ п/п	Тематика
1	Актуальність паралельних і розподілених обчислень
2	Структури паралельних та розподілених комп'ютерних систем.
3	Моделі паралельних та розподілених обчислень
4	Паралельні алгоритми: представлення, побудова та аналіз
5	Процеси. Стан процесу. Взаємодія процесів. Тупики
6	Взаємодія процесів через спільні змінні. Завдання взаємного виключення і синхронізації та засоби її вирішення

7	Взаємодія процесів через посилання повідомлень. Примітиви Send/Receive.
8	Мови паралельного програмування
9	Підходи для забезпечення багатопотоковості в Java
10	Бібліотеки паралельного програмування
11	Програмування для багатоядерних систем

8 Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання

У навчальному процесі застосовуються: лекції, в тому числі з використанням мультимедіапроектора та інших ТЗН; практичні заняття; індивідуальні заняття, самостійна робота студента, робота в Інтернет.

У процесі вивчення дисципліни "Паралельні та розподілені комп'ютерні системи" використовуються наступні засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання:

- поточні опитування;
- залікове модульне тестування та опитування;
- студентські презентації та виступи на наукових заходах;
- завдання на лабораторному обладнанні;
- оцінювання результатів виконання тренінгу;
- оцінювання результатів самостійної роботи;
- екзамен.

10. Критерії, форми поточного та підсумкового контролю

Підсумковий бал (за 100-бальною шкалою) з дисципліни "Паралельні та розподілені комп'ютерні системи" визначається як середньозважена величина, в залежності від питомої ваги кожної складової залікового кредиту:

5 семестр

Модуль 1		Модуль 2		Модуль 3	Модуль 4	Модуль 5
10 %	10 %	10 %	10 %	5 %	15%	40 %
Поточне оцінювання	Модульний контроль 1	Поточне оцінювання	Модульний контроль 2	Тренінг	Самостійна робота	Екзамен
Середнє арифметичне із оцінок, отриманих за виконання лабораторних робіт	Оцінка за результатами тестування на основі тем 1-2 залікового модулю (25 тестів по 4 бали)	Середнє арифметичне із оцінок, отриманих за виконання лабораторних робіт	Оцінка за результатами тестування на основі тем 3-4 залікового модулю (25 тестів по 4 бали)	Визначається як єдина оцінка, отримана під час презентації проекту, розробленого під час тренінгу	Визначається як єдина оцінка по 100-бальній шкалі за результат самостійної роботи за обраною тематикою	Визначається як єдина оцінка по 100-бальній шкалі та складається з двох теоретичних питань по 25 балів і задачі – 50 балів.

Оцінка за «Поточне оцінювання» визначається як середнє арифметичне оцінок, отриманих студентом при виконанні лабораторних завдань. Кожне завдання оцінюється за 100 бальною шкалою на основі якості виконання та відповідності поставленим завданням. Бали нараховуються відповідно до таких критеріїв:

- 15 балів – розуміння теоретичних відомостей (розкриття понятійного апарату відповідно до теми лабораторного заняття);
- 25 балів – правильність розв'язування (коректність реалізації, правильний вибір підходу);

- 10 балів – якість виконання (унікальність рішення, стиль програмування, якість програмного коду);
- 10 балів – результативність / тестування (програма видає коректний результат при тестуванні);
- 10 балів – аналіз і висновки (опис отриманих результатів, засоби їх досягнення);
- 30 балів – захист практичної роботи (відповідь на запитання викладача).

Модульний контроль проводиться у формі виконання тестових завдань з однією правильною відповіддю. Тестовий контроль складається з теоретичних питань і одного практичного завдання, що передбачає проведення практичних дій перед вибором варіанту відповіді. Частка виконання практичного завдання становить 40% (40 балів при правильній відповіді) у підсумку. Відповідно частка теоретичної частини складає 60% (60 балів). Максимальний бал за виконання теоретичних питань модульного контролю залежить від середнього арифметичного правильних відповідей (наприклад, якщо тестів 20 і студент відповів на 15 правильно, то результат рівний $15/20 = 0.75$, тобто 75 % від максимально можливого балу).

Підсумкове значення виконання тестового контролю визначається сумою балів отриманих при виконанні тестових і практичних завдань.

Тренінг оцінюється з повнотою реалізації, якістю програмного коду, тестуванням та аналізом ефективності виконання завдань відповідно до п.7 даної робочої програми. Оцінювання рівня виконання завдань тренінгу проводиться викладачем за 100-бальною шкалою згідно таблиці 1.

Таблиця 1 – Критерії оцінювання тренінгу

Завдання	Макс. бал	Високий рівень	Достатній рівень	Середній рівень	Низький рівень
1. Огляд сучасних систем паралельних та розподілених обчислень	30	22-30 аргументоване, з порівняльним аналізом	15-21 достатньо аргументоване, але без альтернатив	10-14 поверхневий аналіз	0-9 відсутнє або невідповідне
2. Проектування процесу реалізації завдання на основі технології паралельних чи розподілених обчислень	30	22-30 реалізація у повній мірі	15-21 реалізація з незначними недоліками	10-14 передбачено лише часткові випадки	0-9 відсутнє або невідповідне
3. Реалізація паралельного чи розподіленого процесу	40	26-40 комплексне тестування	17-25 тестування, часткове	10-16 часткова відповідність, наявність помилок	0-9 відсутнє або невідповідне

Разом	100	-	-	-	-
-------	-----	---	---	---	---

Модуль «Самостійна робота» оцінюється викладачем за якістю виконаного індивідуального завдання та звіту відповідно до критеріїв, визначених у розділі «Самостійна робота» цієї робочої програми. Підсумковий бал розраховується як сума оцінок за окремими критеріями у таблиці 2.

Таблиця 2 – Критерії оцінювання самостійної роботи

Завдання	Макс. бал	Високий рівень	Достатній рівень	Середній рівень	Низький рівень
Проектування алгоритму розпаралелення задачі опрацювання великого об'єму даних.	30	22-30 алгоритм реалізовано у повній мірі	15-21 алгоритм реалізований в неповній мірі	10-14 поверховий аналіз	0-9 відсутнє або невідповідне
Розробка модулів для розпаралелення задачі на рівні потоків (з елементами розпаралелення на рівні графічного процесора)	30	22-30 універсальний підхід	15-21 загальний, не універсальний підхід	10-14 типові рішення	0-9 відсутнє або невідповідне
Програмна реалізація модулю розпаралелення задач на рівні потоків з використанням технологій Java, CUDA	40	26-40 комплексне тестування	17-25 тестування, часткове	10-14 часткова відповідність, наявність помилок	0-9 відсутнє або невідповідне
Разом	100	-	-	-	-

Модуль екзамен оцінюється за 100-бальною шкалою та включає два теоретичних питання по 25 балів і задачу – 50 балів. Якщо студент розв'язує задачу, аналізує отриманий результат та обґрунтовує рішення, отримує – 50 балів. Розв'язана задача без аналізу та висновків – 40 балів. Отримано розв'язок без наведених схем та ґрунтового аналізу – 30 балів. Частковий розв'язок задачі – 20 балів. Частковий розв'язок задачі із неточностями – 10 балів.

Отримана оцінка за національною шкалою ECTS виставляється відповідно до шкали оцінювання рівня знань.

Шкала оцінювання:

За шкалою університету	За національною шкалою	За шкалою ECTS
90-100	Відмінно	A (відмінно)
85-89	Добре	B (дуже добре)
75-84		C (добре)
65-74	Задовільно	D (задовільно)
60-64		E (достатньо)
35-59	Незадовільно	FX (незадовільно, з можливістю повторного складання)
1-34		F (незадовільно, з обов'язковим повторним курсом)

11. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна

№	Найменування	Номер теми
1.	Apache NetBeans, Java	3, 5, 10
2.	OpenMP, C++	10, 11, 13
3.	Hadoop, Linux	9
4.	PHP, javascript	6, 7

Рекомендовні джерела інформації

1. Paul E. McKenney. Is Parallel Programming Hard? If So, What Can You Do About It? / Paul E. McKenney // kernel.org (2021); eBook (Creative Commons Licensed) - 599 pages
2. Вільямс Ентоні Паралельне програмування на C++ в дії. практика розробки багатопотокових програм/Пер. з англ. ДМК Прес – 2016 – 672 с.
3. Michael Voss. Pro TBB: C++ Parallel Programming with Threading Building Blocks. / Michael Voss, Rafael Asenjo, James Reinders // - 2021 - Apress; 1st ed. edition (July 10, 2019); eBook (Open Access Edition) – 820 p.
4. Daniel Kusswurm Modern Parallel Programming with C++ and Assembly Language. 1st Ed. – Apress – pp. 633 – 2022
5. James Reinders. Data Parallel C++: Mastering DPC++ for Programming of Heterogeneous Systems using C++ and SYCL / James Reinders, Ben Ashbaugh, James Brodman, Michael Kinsner, John Pennycook, Xinmin Tian // Apress; 1st ed. edition (November 3, 2020); eBook (Creative Commons Licensed) – 565 p.
6. Wen-Jyi Hwang. Recent Progress in Parallel and Distributed Computing. - IN-TECH (July 19, 2017) – 150p.
7. Ian Foster. Designing and Building Parallel Programs: Concepts and Tools for Parallel Software Engineering. - Pearson; 1st edition (May 24, 2019)
8. Designing Distributed Systems: Patterns and Paradigms for Scalable, Reliable Services 1st Edition. O'Reilly Media – p 166 – 2018
9. Pitsun O. Multi-threaded Parallelization of Automatic Immunohistochemical Image Segmentation. In: Hu, Z., Wang, Y., He, M. (eds) Advances in Intelligent Systems, Computer Science and Digital Economics IV. CSDEIS 2022. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 158. Springer, Cham
10. Divakar Viswanath. Scientific Programming and Computer Architecture. - The MIT Press (July 28, 2017) - 430 p.
11. Pitsun O. GPU – based biomedical image processing / O. Berezhsky, L. Dubchak, P. Lyaschynsky, P. Lyaschynsky // Proceedings of XIV International Conference Perspective Technologies and methods in mems design (MEMSTECH 2018) 18-22 April, 2018, Lviv-Polyana, Ukraine, pp. 96-99
12. R. Trobec . Introduction to Parallel Computing: From Algorithms to Programming on State-of-the-Art Platforms - Springer (October 4, 2018) - 270 pages.
13. Pitsun O. MULTI-THREAD PARALLELIZING OF CELL CHARACTERISTICS OF BIOMEDICAL IMAGES. UJIT. 2022; Volume 4, Number 2 : 40-44
14. Java – Multithreading. Електронний ресурс. Режим доступу: https://www.tutorialspoint.com/java/java_multithreading.htm.19.05.2022
15. Laravel AJAX Tutorial Example. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://appdividend.com/2018/02/07/laravel-ajax-tutorial-example/>.19.05.2022