

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЄРЕВАНСЬКИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор Єреванського навчально-наукового інституту ЗУНУ



ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з науково-педагогічної роботи



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 фундаментальних дисциплін

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

Робоча програма складена на основі освітньо-професійної програми «Комп'ютерна інженерія» підготовки здобувачів вищої освіти на першому (бакалаврському) рівні за спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія» галузі знань 12 Інформаційні технології, затвердженої Вченою радою ЗУНУ (протокол № 9 від 15.06.2022р.), зі змінами відповідно до рішення Вченої ради ЗУНУ (протокол № 11 від 26.06.2024р.).

Робочу програму розробив викладач кафедри фундаментальних дисциплін ЄННІ ЗУНУ.
Карен ХАЧАТРЯН.



Робоча програма затверджена на засіданні кафедри фундаментальних дисциплін, протокол № 1 від 27.08.2024 року.

Завідувач кафедри
фундаментальних дисциплін,
доктор технічних наук, професор



Гамлет АРУТЮНЯН

Розглянуто та схвалено групою забезпечення спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія», протокол № 1 від 30.08.2024 р.

Голова ГЗС,
д.т.н., професор



Гамлет АРУТЮНЯН

Гарант
д.т.н., професор



Гамлет АРУТЮНЯН

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 – 5	Галузь знань – 12 „Інформаційні технології”	Статус дисципліни – обов’язкова Мова навчання – українська, вірменська
	Спеціальність – 123 „Комп’ютерна інженерія”	Рік підготовки: 3 Семестр: 5
Кількість змістових модулів – 4	Ступінь вищої освіти - бакалавр	Лекції: 8 год. Лабораторні заняття: 4 год.
Загальна кількість годин – 150 год.		Самостійна робота: 138 год.
		Вид підсумкового контролю - Екзамен

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:

СК3. Здатність створювати системне та прикладне програмне забезпечення комп'ютерних систем та мереж.

СК5. Здатність використовувати засоби і системи автоматизації проектування до розроблення компонентів комп'ютерних систем та мереж, Інтернет додатків, кіберфізичних систем тощо.

СК7. 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.

СК14. 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 лабораторних заняттях, самостійної роботи.

2.5. Результати навчання

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.

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.

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

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

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”.

Тема 4. Представлення паралельних алгоритмів.

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

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.

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.

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.

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.

Тема 9. Мови паралельного програмування.

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

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.

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.

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. Режим роботи Hadoop

Тема 13. Веб – технології розпаралеленої обробки даних.

Сучасні фреймворки для розробки веб-застосунків з елементами розпаралелення.

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

(заочна форма навчання)

Назва теми	Кількість годин		
	Лекції	Лабораторні заняття	Самостійна робота
Змістовий модуль 1. Основи паралельних та розподілених обчислень.			
Тема 1. Вступ. Поняття паралельних і розподілених обчислень.	1		10
Тема 2. Структури паралельних та розподілених комп'ютерних систем.			10
Тема 3. Моделі паралельних та розподілених обчислень	1		10
Тема 4. Представлення паралельних алгоритмів			10
Змістовий модуль 2. Моделі паралельних обчислень та їх представлення			
Тема 5. Обчислювальні процеси та їх синхронізація	1	1	10
Тема 6. Процеси. Стан процесу. Взаємодія процесів.			10

Тема 7. Класичні проблеми синхронізації процесів. Атомарні змінні, семафори, мютекси, події, критичні секції, монітори.	1		12
Змістовий модуль 3. Поняття процесу та синхронізація процесів.			
Тема 8. Поняття асинхронності.	1		10
Тема 9. Мови паралельного програмування.			12
Тема 10. Бібліотеки паралельного програмування.	1	1	10
Змістовий модуль 4. Програмні засоби синхронізації процесів та потоків.			
Тема 11. Розпаралелення з допомогою бібліотеки MPI.	1	1	10
Тема 12. Організації розподіленого зберігання і обробки наборів великих даних з використанням технології Apache Hadoop.	1	1	12
Тема 13. Веб – технології розпаралеленої обробки даних.			12
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

1. Самостійна робота студентів (підготовка наскрізного проєкту)

(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. Тутики

6	Взаємодія процесів через спільні змінні. Завдання взаємного виключення і синхронізації та засоби її вирішення
7	Взаємодія процесів через посилення повідомлень. Примітиви Send/Receive.
8	Мови паралельного програмування
9	Підходи для забезпечення багатопотоковості в Java
10	Бібліотеки паралельного програмування
11	Програмування для багатоядерних систем

7. Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання

У навчальному процесі застосовуються: лекції, в тому числі з використанням мультимедіапроектора та інших ТЗН; практичні 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;
- презентації результатів виконання завдань та досліджень;
- студентські презентації та виступи на наукових заходах;
- завдання на лабораторному обладнанні;
- оцінювання результатів самостійної роботи;
- екзамен.

8. Критерії, форми впровадження та підсумкового контролю

В процесі вивчення дисципліни " Паралельні та розподілені комп'ютерні системи" використовуються наступні методи оцінювання навчальної роботи студента:

- поточне тестування та опитування;
- оцінювання наскрізного проекту у результаті самостійної роботи
- підсумковий екзамен

Оцінювання здійснюється за 100 бальною шкалою.

Критерії оцінювання знань:

90–100 балів – у повному обсязі володіє навчальним матеріалом, вільно самостійно та аргументовано його викладає під час відповідей, глибоко та всебічно розкриває зміст питань;

75–89 балів – достатньо повно володіє навчальним матеріалом, але при викладанні деяких питань не вистачає достатньої глибини та аргументації, допускаються при цьому окремі несуттєві неточності та незначні помилки;

65–74 бали – в цілому володіє навчальним матеріалом та викладає його основний зміст, але без глибокого всебічного аналізу, обґрунтування та аргументації, допускаючи при цьому окремі суттєві неточності та помилки;

60–64 бали – не в повному обсязі володіє навчальним матеріалом, фрагментарно (без аргументації та обґрунтування) його викладає, недостатньо розкриває зміст

теоретичних питань, допускаючи при цьому суттєві неточності;

1–59 балів – не володіє навчальним матеріалом, не розкриває зміст теоретичних питань.

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)

9 .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. Аксак Н.Г. Паралельні та розподілені обчислення: підручник / Н.Г. Аксак, О.Г. Руденко, А.М. Гуржій. - Х.: Компанія СМІТ, 2009. - 480с.
2. Вільямс Ентоні Паралельне програмування на C++ в дії. практика розробки багатопотокових програм/Пер. з англ. ДМК Прес – 2016 – 672 с.
3. Лафорі Роберт Структури даних та алгоритми в Java. – 2016 – 720 с.
4. Daniel Kusswurm Modern Parallel Programming with C++ and Assembly Language. 1st Ed. – Apress – pp. 633 – 2022
5. Баранов М. А. Паралельна версія алгоритму кластеризації – 2014
6. Гергель В.П. Теорія та практика паралельних обчислень/Гергель В.П. - М.: ІНТУІР.РУ Інтернет-Університет Інформаційних технологій, 2007.
7. Designing Distributed Systems: Patterns and Paradigms for Scalable, Reliable Services 1st Edition. O'Reilly Media – p 166 – 2018
8. Domingos P. The Master Algorithm - Penguin., 2017. - 877 с.
9. Cheng John Professional CUDA C Programming / John Cheng, Max Grossman, Ty McKercher/John Wiley & Sons, Inc., Indianapolis, Indiana - 2014.
10. Eijkhout V. Introduction to High Performance Scientific Computing / Victor Eijkhout // Paperback – December 28, 2015
11. R. Trobec . Introduction to Parallel Computing: From Algorithms to Programming on State-of-the-Art Platforms - Springer (October 4, 2018) - 270 pages.
12. Згуровський М.З., Петренко А.І. Е-наука на шляху до семантичного Грід. Частина 1: Об'єднання Web- і Грід- технологій // Системні дослідження та інформаційні

технології. - Київ, №1, 2010. - с.26-38.

13. Згуровський М.З., Петренко А.І. Е-наука на шляху до семантичного Грід. Частина 2: Семантичний Web- і семантичний Грід // Системні дослідження та інформаційні технології. - Київ, №2, 2010. - с. 7-25.
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