

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра комп'ютерних наук та інформаційних технологій (№ 302)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Керівник проектної групи



2019 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НОРМАТИВНОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Технології розподілених систем та паралельних обчислень

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 12 «Інформаційні технології»
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 122 «Комп'ютерні науки»
(код та найменування спеціальності)

Освітня програма: «Комп'ютеризація обробки інформації та управління»
(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: другий (магістерський)

Харків 2019 рік

Робоча програма «Технології розподілених систем та паралельних обчислень»

(назва дисципліни)

для студентів за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки» освітньою програмою «Комп'ютеризація обробки інформації та управління»

« 27 » 08 2019 р., – 13 с.

Розробник: Прохоров О.В., професор, д.т.н., доцент
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання)


(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри комп'ютерних наук та інформаційних технологій

Протокол № 611/07 від « 28 » 08 2019 р.

Завідувач кафедри д.т.н., проф.
(науковий ступінь та вчене звання)


(підпис)

О.Є. Федорович
(ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 6	Галузь знань: <u>12 «Інформаційні технології»</u> Спеціальність: <u>122 «Комп'ютерні науки»</u> Освітня програма: <u>«Комп'ютеризація обробки інформації та управління»</u> Рівень вищої освіти: другий (магістерський)	Нормативна
Кількість модулів – 2		Навчальний рік
Кількість змістових модулів – 3		2019/2020
Індивідуальне завдання <u>РР</u> «Розробка мультиагентної системи» <small>(назва)</small>		Семестр
Загальна кількість годин: денна – 64*/180		10-й
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи студента – 7		Лекції *
		32 години
		Практичні, семінарські*
		-
	Лабораторні *	
	32 години	
	Самостійна робота	
	116 годин	
	Вид контролю	
	модульний контроль, іспит	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить – 64/116.

* Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину в залежності від розкладу занять.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення – дати знання про сучасні методи та засоби високопродуктивних паралельних та розподілених обчислень для різних

проблемних галузей.

Завдання - вивчення сучасних методів та засобів високопродуктивних паралельних та розподілених обчислень.

Результати навчання: у результаті вивчення даного курсу здобувач вищої освіти повинен знати:

- моделі взаємодії розподілених компонент;
- методи розподілення обчислень;
- базові принципи розробки паралельних алгоритмів;
- основні методи паралельних обчислень;
- основні методи паралельного програмування для багатоядерних процесорів та обчислювальних кластерів;

На підставі отриманих теоретичних знань здобувач вищої освіти повинен уміти:

- формулювати задачі для їх вирішення паралельною реалізацією алгоритму;
- створювати багатоланкові та багаторівневі розподілені програми для корпоративної та сервіс-орієнтованої архітектури;
- використовувати програмні засоби для створення, налагодження та оптимізації паралельних програм;
- використовувати комунікаційні бібліотеки для організації паралельного виконання програм;
- використовувати вивчені методи для наукових та технічних задач;
- проводити аналіз отриманих результатів з метою їхнього практичного застосування для конкретної предметної галузі.

Міждисциплінарні зв'язки: дисципліна «Технології розподілених систем та паралельних обчислень» базується на наступних дисциплінах, які були вивчені здобувачем вищої освіти на попередніх курсах:

- «Розподілені системи обробки інформації та управління»;
- «Проектування інформаційних систем»;
- «Інтегровані автоматизовані системи управління».

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовий модуль 1. Основні поняття розподілених систем та паралельних обчислень.

Тема 1. Вступ до навчальної дисципліни «Технології розподілених систем та паралельних обчислень».

Роль і значення високопродуктивних паралельних та розподілених обчислень для різних проблемних галузей. Місце дисципліни в навчальному плані. Список рекомендованої літератури.

Тема 2. Основні поняття розподілених систем та паралельних обчислень.

Представлення про розподілені системи. Сучасні тенденції розвитку. Особливості розподілених систем. Вимоги до розподілених систем. Поняття проміжного середовища. Моделі взаємодії розподілених компонентів: використання повідомлень і віддалений виклик. Розподілені та паралельні обчислення: основні поняття. Шляхи досягнення паралелізму. Поняття паралельних обчислень. Необхідність паралельних обчислень. Класифікація сучасних обчислювальних систем. Систематика Флина та її деталізація. Системи з загальною пам'яттю. Загальна характеристика, приклади, проблеми. Системи з розподіленою пам'яттю. Загальна характеристика, приклади, проблеми. Мультикомп'ютери. Загальна характеристика, приклади, проблеми. Суперкомп'ютери. Загальна характеристика, приклади, проблеми. Комп'ютерні кластери. Загальна характеристика, приклади, проблеми. Коротка характеристика рейтингу Top500. Сучасні тенденції розвитку процесорів. Гібридні високопродуктивні обчислювальні системи. Організація міжпроцесорних зв'язків – комунікаційні топології. Характеристики інтерконекту.

Тема 3. Концепція GRID і метакомп'ютинг.

Метакомп'ютинг. Визначення GRID-системи. Класифікація GRID-систем. Основні вимоги та характеристики GRID-систем. Історія виникнення та еволюція GRID-систем. Сучасні тенденції розвитку GRID-систем. Семантичний GRID. Основні поняття в GRID: ресурси, віртуальні організації, користувачі. Архітектура GRID: рівні та головні компоненти, протоколи та інтерфейси. Поняття проміжного середовища (middleware) для GRID. Відкрита архітектура GRID-сервісів (OGSA) - сервісно-орієнтований підхід. Процес виконання завдання в GRID. Прикладні додатки GRID. „Хмарні” обчислення та GRID-комп'ютинг. Сучасний стан та проблеми в GRID. GRID в Україні.

Тема 4. Парадигми, моделі та технології паралельного програмування.

Паралельні алгоритми як засіб вирішення більших задач на високопродуктивних системах. Граф „операції-операнди”. Паралельне програмування. Загальна характеристика та моделі. Особливості паралельних алгоритмів. Час виконання паралельного та послідовного алгоритму. Властивості оцінок часу виконання паралельного алгоритму. Оцінки ефективності паралельного алгоритму. Ступінь паралелізму чисельного алгоритму. Закони Амдала. Оцінка максимально досяжного паралелізму. Аналіз масштабування паралельних обчислень. Поняття паралельного процесу. Зернистість. Парадигми паралельного програмування. Паралелізм даних. Парадигми паралельного програмування. Паралелізм задач. Коротка характеристика етапів розробки паралельного алгоритму. Етапи розробки паралельного алгоритму. Тривіальна декомпозиція, та декомпозиція по даним. Зміна елементів даних та області перекриття. Граничний обмін. Функціональна

декомпозиція. Етапи розробки паралельного алгоритму. Проектування комунікацій. Масштабування. Планування обчислень. Парадигма master-slave.

Змістовий модуль 2. Програмування з використанням MPI та OpenMP.

Тема 5. Паралельне програмування з використанням інтерфейсу передачі повідомлень MPI.

Модель обміну повідомленнями – MPI. Парадигма SPMD. Стандарт MPI. Коротка характеристика, переваги та недоліки. Поняття комунікаторів. Ініціалізація та завершення MPI-програми. Точкові обміни даними між процесами MPI-програми. Режими відправлення повідомлень. Блокуючі операції. Неблокуючі операції. Проблема deadlock'ів. Загальна характеристика колективних взаємодій процесів в MPI. Колективні операції передачі даних.

Тема 6. Паралельне програмування на системах із загальною пам'яттю (OpenMP).

Модель загальної пам'яті – OpenMP. Використання багатопоточності при програмуванні для багатоядерних платформ. Виконання OpenMP-програми. Основні директиви та функції. Модель даних, класи змінних. Варіанти розподілу роботи між запущеними нитями. Характеристика типів розподілу ітерацій. Варіанти синхронізації роботи нитей. Бар'єрна синхронізація. Варіанти синхронізації роботи нитей. Критичні секції. Варіанти синхронізації роботи нитей. Семафори. Проблема консистентності пам'яті. Консистентність пам'яті в OpenMP.

Тема 7. Розподілені обчислення у GRID.

Розробка додатків у GRID. Загальна характеристика та компоненти Alchemi. Моделі грід-додатків. Кластер. Мультикластер. Глобальна GRID. Огляд компонент інструментарію. Менеджер. Виконавець. Користувач. Архітектура Alchemi.

Модуль 2.

Змістовий модуль 3. Розподілені інтелектуальні системи.

Тема 8. Основні поняття розподілених інтелектуальних систем.

Основні проблеми та сучасний стан розвитку методів та засобів штучного інтелекту. Поняття знань. Проблеми представлення знань. Коротка характеристика моделей представлення знань. Загальна характеристика напрямків дослідження в області інтелектуальних інформаційних технологій. Загальні поняття розподілених інтелектуальних систем.

Тема 9. Розподілені інтелектуальні системи на основі мультиагентних технологій.

Поняття мультиагентної системи. Різні точки зору на мультиагентні системи. Поняття агента, властивості. Архітектури агентів. Структура інтелектуального агента. Характеристики та особливості мультиагентних систем. Взаємодії агентів. Комунікаційні мови та протоколи. Онтології. Визначення, призначення та різновиди. Концепція Semantic Web. Загальна характеристика мов Semantic Web. Мови Semantic Web. RDF, RDFS. Мови Semantic Web. OWL. Онтологічні формалізми. Дескриптивні логіки. Онтологічний інжиніринг. Методи роботи та обробка онтологій. Загальна характеристика проектів мета-онтологій. Онтологічний проект WordNet. Особливості застосування онтологій при взаємодії агентів. Особливості та стандарти у галузі створення мультиагентних систем. Мультиагентні платформи. Архітектура платформи JADE. Приклади мультиагентних інтелектуальних систем у різноманітних предметних галузях.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	денна форма				
	усього	у тому числі			
л		п	лаб	с.р.	
Модуль 1					
Змістовий модуль 1. Основні поняття теорії прийняття рішень					
1. Вступ до навчальної дисципліни «Технології розподілених систем та паралельних обчислень»	2	2	-	-	-
2. Основні поняття розподілених систем та паралельних обчислень.	12	2	-	-	10
3. Концепція GRID і метакомп'ютинг.	16	2	-	-	14
4. Парадигми, моделі та технології паралельного програмування.	22	4		-	18
Змістовий модуль 2. Прийняття рішень із залученням експертних процедур					
5. Паралельне програмування з використанням інтерфейсу передачі повідомлень MPI	30	4		8	18
6. Паралельне програмування на системах із загальною пам'яттю (OpenMP)	28	4		8	16
7. Розподілені обчислення у GRID	22	4		4	14
Модульний контроль	2	2	-	-	-
Усього годин	134	24	-	20	90
Модуль 2					
Змістовий модуль 3. Основні поняття теорії оптимізації					
8. Основні поняття розподілених інтелектуальних систем	22	2	-	8	12
9. Розподілені інтелектуальні системи на основі мультиагентних технологій	24	6	-	4	14
Модульний контроль	2	2	-	-	-
Усього годин	46	8	-	12	26
Усього з дисципліни	180	32	-	32	116

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
1	Не передбачено навчальним планом		
	Разом		

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
1	Не передбачено навчальним планом		
	Разом		

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
1	Розробка паралельних програм для системи з розподіленою пам'яттю з використанням MPI	8	
2	Розпаралелювання програм з використанням директив OpenMP	8	
3	Розподілені обчислення у GRID Alchemi	4	
4	Розробка онтологій предметної галузі у редакторі Protégé	4	
5	Розробка мультиагентної системи на платформі Jade	4	
6	Мультиагентний підхід в середовищі моделювання Anylogic	4	
	Разом	32	

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
1	Тема 1. Коротка характеристика основних мов високопродуктивних обчислень	10	
2	Тема 2. Міждисциплінарні Grid проекти	14	
3	Тема 3. Теоретичні моделі паралельних алгоритмів, програм і систем	18	
4	Тема 4. Програмний інструментарій механізму передачі повідомлень MPI для написання паралельних програм	18	
5	Тема 5. Директиви мови OpenMP	18	
6	Тема 6. Моделі гід-додатків	14	

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
7	Тема 7. Архітектура та принципи роботи пошукових систем на базі мультиагентних технологій	12
8	Тема 8. Сучасні приклади використання Semantic Web	14
	Разом	116

9. Індивідуальні завдання

Виконання розрахункової роботи на тему «Розробка мультиагентної системи».

10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, лабораторних занять, індивідуальні консультації з питань нового матеріалу, самостійна робота здобувачів вищої освіти.

11. Методи контролю

Здача лабораторних робіт, модульний контроль, іспит.

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

12.1. Розподіл балів, які отримують здобувачів вищої освіти (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної Роботи	Бали за одне заняття	Кількість занять	Сумарна кількість балів
Модуль 1			
Робота на лекціях	0...0.5	8	0...4
Виконання і захист лабораторних робіт	5...8	4	20...32
Модульний контроль	10...12	1	10...12
Модуль 2			
Робота на лекціях	0...0.5	8	0...4
Виконання і	5...8	3	15...24

захист лабораторних робіт			
Виконання розрахункової роботи	5...12	1	5...12
Модульний контроль	10...12	1	10...12
Усього за семестр			60...100

З метою активізації аудиторної та самостійної роботи здобувачів вищої освіти розроблено презентації лекцій, а також набори тестів для організації електронного навчання та модульного контролю.

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови здобувача вищої освіти від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту. Під час складання семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається з 2 теоретичних запитань та 1 практичного завдання. За повну правильну відповідь на два перших запитання здобувач вищої освіти отримує по 30 балів. За повну правильну відповідь на практичне завдання – 40 балів.

12.2 Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

- принципи взаємодії розподілених компонент інформаційних систем;
- існуючі методи розподілення обчислень;
- основні поняття та принципи розробки паралельних алгоритмів;
- основні методи паралельних обчислень;
- основні методи паралельного програмування для багатоядерних процесорів та обчислювальних кластерів.

Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки:

- створювати багатоланкові та багаторівневі розподілені програми для корпоративної та сервіс-орієнтованої архітектури;
- використовувати програмні засоби для створення, налагодження та оптимізації паралельних програм;
- використовувати вивчені методи для наукових та технічних задач.

12.3 Критерії оцінювання роботи здобувач вищої освіти протягом семестру

Задовільно (60-74). Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі лабораторні роботи. Вміти самостійно формулювати задачі для їх вирішення паралельною реалізацією алгоритму. Знати принципи

побудови, основні поняття і методи розподілення обчислень. Знати існуючі підходи та сучасні технології паралельних обчислень.

Добре (75-89). Мати достатній рівень знань з розподілених систем та технологій паралельних обчислень. Показати вміння виконувати та захищати всі лабораторні роботи в обумовлений викладачем строк, з обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновані у роботах. Виконати розрахункову роботу. Вміти детально пояснювати складові архітектури розподілених систем, створювати багатоланкові та багаторівневі розподілені програми для корпоративної та сервіс-орієнтованої архітектури. Знати характеристики основних компонентів розподілених систем та особливостей налагодження та оптимізації паралельних програм.

Відмінно (90-100). Повно знати основний та додатковий матеріал. Детально знати усі теми дисципліни. Досконально знати інформаційні технології інтеграції розподілених систем та паралельних обчислень. Вміти формувати завдання з проектування багатоланкових та багаторівневих розподілених програм для корпоративної та сервіс-орієнтованої архітектури. Безпомилково виконувати та захищати всі лабораторні роботи в обумовлений викладачем строк, а також розрахункову роботу з докладним обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах.

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за національною шкалою	
	Іспит, диференційований залік, курсова робота	Залік
90-100	Відмінно	Зараховано
75-89	Добре	
60-74	Задовільно	
0-59	Незадовільно	Не зараховано

13. Методичне забезпечення

1. Прохоров, А.В. Технологии распределенных систем и параллельных вычислений [Текст]: учеб. пособ. / А.В. Прохоров, Е.М. Пахнина. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т им. Н.Е. Жуковского «Харьк. авиац. ин-т», 2013. – 184 с.

14. Рекомендована література

Базова

1. Воеводин В.В. Параллельные вычисления. СПб.: БХВ-Петербург, 2002. – 609 с.

2. Гергель, В.П. Лекции по параллельным вычислениям [Текст]: учеб. пособие / В.П. Гергель, В.А.Фурсов. – Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2009. – 164 с.

3. Петренко А.І. Вступ до Grid-технологій в науці і освіті (навчальний посібник). Київ: Політехніка. – 2008. – 124 с.

4. Швецов А.Н., Яковлев С.А. Распределенные интеллектуальные информационные системы. – СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2003. – 318 с.

Допоміжна

1. Афанасьев К.Е. и др. Многопроцессорные вычислительные системы и параллельное программирование. – Кемерово: Кузбассвузиздат, 2003.

2. Богачев Н.Ю. Основы параллельного программирования. – М., "Бином", 2003.

3. Гаврилова Т.А. Онтологический подход к управлению знаниями при разработке корпоративных информационных систем // Новости искусственного интеллекта. – №2, 2003. – С. 24-30.

4. Дорошенко А.Е. Математические модели и методы организации высокопроизводительных вычислений, Киев: Наукова думка, 2000.

5. Немнюгин С.А., Стесик О.Л. Параллельное программирование для многопроцессорных систем.- СПб. БХВ Петербург, 2002.-400 с.

6. Цаленко М.Ш. Моделирование семантики в базах данных. – М.: Наука, 1989. –354с.

7. Fabio Bellifemine, Giovanni Caire, Tiziana Trucco (TILAB, formerly CSELT), Giovanni Rimassa (University of Parma) . JADE PROGRAMMER'S GUIDE, 2006.

8. Шпаковский, Г.И. Программирование для многопроцессорных систем в стандарте MPI [Текст]: пособие / Г.И. Шпаковский, Н.В. Серикова — Мн.: БГУ, 2002. – 323 с.

15. Інформаційні ресурси

1. Майкл К. Смит, Крис Велти, Дебора Л. МакГиннес. OWL, язык веб-онтологий. Руководство. - <http://www3.org/TR/2004/REC-owl-guide-20040210/>

2. OWL, язык веб-онтологий. Руководство [Электронный ресурс] / Майкл К. Смит, Крис Велти, Дебора Л. МакГиннес // <http://www3.org/TR/2004/REC-owl-guide-20040210/>

3. FIPA Interaction Protocol Specifications [Электронный ресурс] // <http://www.fipa.org/repository/ips.php3>

4. Сообщество пользователей, исследователей и разработчиков “Открытый грид-форум” (Open Grid Forum) [Электронный ресурс] // <http://www.ogf.org>.

5. Проект EGEE-III [Электронный ресурс] // <http://www.eu-egee.org>.

6. Репозиторий материалов (EGEE Digital Library) [Электронный ресурс] // <http://egee.lib.ed.ac.uk/>.
7. Интернет-портал по грид-технологиям [Электронный ресурс] // <http://www.gridclub.ru/>.
8. Украина Ukrainian Grid [Электронный ресурс] // <http://grid.ntu-kpi.kiev.ua/>.
9. Информационный ресурс Интернет с описанием стандарта MPI – форум по стандартизации MPI [Электронный ресурс] // <http://www.mpi-forum.org>.
10. Одна из наиболее распространенных реализаций MPI библиотека MPICH [Электронный ресурс] // <http://www-unix.mcs.anl.gov/mpi/mpich>.
11. Русскоязычные материалы о MPI и не только [Электронный ресурс] // <http://www.parallel.ru>.
12. OpenMP Architecture Review Board [Электронный ресурс] // <http://www.openmp.org>.
13. The Community of OpenMP Users, Researchers, Tool Developers and Providers [Электронный ресурс] // <http://www.compunity.org>.
14. Что такое OpenMP [Электронный ресурс] // http://www.parallel.ru/tech/tech_dev/openmp.html.
15. W3C Recommendation, Extensible Markup Language (XML) 1.0. [Электронный ресурс] / T. Bray, J. Paoli, C.M. Sperberg-McQueen and etc. – February 4, 2004. // <http://www.w3.org/TR/2004/REC-xml-20040204>
16. Web service business Process Execution Language Version 2.0 Specification. [Электронный ресурс], OASIS Standard, 11 April 2007. // <http://docs.oasis-open.org/wsbpel/2.0/wsbpel-v2.0.pdf>