

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Факультет радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем

Кафедра Комп'ютерної інженерії

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Декан факультету радіофізики, електроніки
та комп'ютерних систем

_____ І.О.Анісімов

«___» _____ 2017 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Методи кластерних обчислень

для здобувачів наукового ступеня доктор філософії

галузь знань	12 Інформаційні технології
спеціальність	123 Комп'ютерна інженерія
рівень вищої освіти освітньо-наукова програма	третій освітньо-науковий «Комп'ютерна інженерія»
вид дисципліни	вибіркова

Форма навчання - очна

Навчальний рік - 2017/2018

Курс - 2, півріччя - 2

Кількість кредитів ECTS - 4

Мова викладання, навчання

та оцінювання - українська

Форма заключного контролю - іспит

Викладач:

Погорілий Сергій Дем'янович, доктор технічних наук, професор кафедри Комп'ютерної інженерії

Пролонговано: на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» _____ 20__ р.

на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» _____ 20__ р.

КИЇВ – 2017

Розробник:

Погорілий Сергій Дем'янович, доктор технічних наук, професор кафедри Комп'ютерної інженерії

«ПОГОДЖЕНО»

Завідувач кафедри Комп'ютерної інженерії
_____ С.Д. Погорілий

Протокол № __ від «__» _____ 2017 р.

Схвалено науково-методичною комісією факультету радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем

Протокол № __ від «__» _____ 2017р.

Голова науково-методичної комісії

А.В. Нетреба

«__» _____ 2017 року.

1. Мета дисципліни – вивчення та аналіз формалізованих методів статичної та динамічної паралелізації алгоритмів для кластерних систем (КлС) в тому числі для: вузлів (SMP-архітектури, включаючи системи з відеоадаптерами у вузлах) та КлС в цілому (MPP-архітектури). Розглядаються теоретичні методи статичної та динамічної паралелізації, які ґрунтуються на системі алгоритмічних алгебр Глушкова та еквівалентних трансформаціях схем алгоритмів. Для динамічної паралелізації розглядається метод автоматичної динамічної паралелізації обчислень шляхом динамічного формування графа алгоритму.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

Навчальна дисципліна «Методи кластерних обчислень» є частиною вибіркового блоку дисциплін та базується на циклі дисциплін професійної та практичної підготовки бакалавра та магістра, а саме: “Дискретна математика”, “Теорія алгоритмів”, “Програмування для UNIX-систем”, “Комп’ютерні системи”, “Архітектура комп’ютерних систем”, “Паралельне програмування”, “Методологія проектування відкритих комп’ютерних систем”, “Інженерія програмного забезпечення”.

Попередні вимоги:

аспірант повинен знати: лінійну алгебру, теорію алгоритмів, дискретну математику, теорію множин та теорію графів на рівні випускника магістратури Київського національного університету імені Тараса Шевченка.

аспірант повинен вміти: вирішувати лінійні та нелінійні рівняння чисельними методами, користуватися інструментальними засобами програмування новітніх архітектур відеоадаптерів на рівні випускника магістратури Київського національного університету імені Тараса Шевченка.

3. Анотація навчальної дисципліни:

Вивчення дисципліни «Методи кластерних обчислень» дозволяє зрозуміти сутність процесів обчислень у новітніх КлС і надати можливість проводити аналіз засобів створення паралельних програм та їх вимог до багатопроцесорної архітектури. В дисципліні докладно розглянуто процес розробки та використання гібридних технологій MPI+OpenMP, DVM+OpenMP та створення графової моделі залежності за даними для написання паралельних програм. Будуть розглянуті інструментальні засоби створення застосувань для КлС. Викладені концепції ілюструються прикладами комп’ютерних програм.

4. Завдання (навчальні цілі):

1. Надати основні відомості курсу «Методи кластерних обчислень», які складають важливу частину сучасної математичної, загально-технічної та інженерної підготовки аспіранта за спеціальністю «Комп’ютерна інженерія».

2. Узагальнити та розширити відомі поняття курсів “Дискретна математика”, “Теорія алгоритмів”, “Програмування для UNIX-систем”, “Комп’ютерні системи”, “Архітектура комп’ютерних систем”, “Паралельне програмування”, “Методологія проектування відкритих комп’ютерних систем”, “Інженерія програмного забезпечення”, простежити взаємозв’язок об’єктів досліджень в методах кластерних обчислень з іншими компонентами підготовки; продемонструвати застосування теоретичних відомостей до розв’язання практичних та експериментальних задач.

3. Навчити застосовувати знання, уміння, навички використання інформаційних і комунікаційних технологій у професійній діяльності, розвивати логічне, математичне та аналітичне мислення аспірантів.

4. Навчити застосовувати знання та уміння при моделюванні для проведення високопродуктивних обчислень з використанням новітніх КлС.

5. Прищепити вміння розв’язувати прикладні задачі за допомогою інструментарію високопродуктивних обчислень.

5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (1, знати; 2, вміти; 3, комунікація; 4, автономність та відповідальність)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
1	аспірант повинен знати :	лекційні заняття, заняття з використанням транспортних бібліотек	письмові модульні контрольні роботи, оцінювання виконання завдань для самостійної роботи	до 45
1.1	Створення паралельних програм з використанням транспортних бібліотек PVM і MPI, використання гібридних технологій	лекція	письмові модульні контрольні роботи, оцінювання виконання завдань для самостійної роботи	
1.2	Система алгоритмічних алгебр Глушкова	лекція	-“-	
1.3	Створення паралельних застосувань для MPP-архітектури	лекція	-“-	
1.4	Метод створення застосувань для КлС з відеоадаптерами у вузлах	лекція	-“-	
1.5	Метод автоматичної динамічної паралелізації обчислень	лекція	-“-	
1.6	Методика реалізації автоматичної динамічної паралелізації обчислень	лекція	-“-	
1.7	Методи трансформації схем алгоритмів	лекція	-“-	
1.8	Методи проектування та моделювання роботи паралельних алгоритмів	лекція	-“-	
1.9	Реалізація системи проектування паралельних алгоритмів	лекція	-“-	
2	аспірант повинен вміти :	лекційні заняття, заняття з дистанційним доступом до КлС	письмові модульні контрольні роботи, оцінювання виконання завдань для самостійної роботи	до 45
2.1	Створювати паралельні програми з використанням бібліотек PVM та MPI	-“-	-“-	
2.2	Створювати паралельні програми з використанням гібридних технологій MPI+OpenMP та DVM+OpenMP	-“-	-“-	
2.3	Проектувати та моделювати роботу паралельних алгоритмів	-“-	-“-	
3	комунікація	лекційні заняття, заняття з дистанційним доступом до КлС		до 5
3.1	Здатність грамотно будувати комунікацію, виходячи з мети і ситуації спілкування			
3.2	Здатність бути відповідальним за внесок в роботу команди при вирішенні проблеми	лекційні заняття з використанням роботи у підгрупах	оцінювання виконання завдань для самостійної роботи	
4	автономність та відповідальність	лекційні заняття, заняття з використанням математичних пакетів	письмові модульні контрольні роботи, оцінювання виконання завдань для самостійної роботи	до 5
4.1	самостійність у навчанні та/або професійній діяльності			

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни (код)	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	4.1
	Програмні результати навчання (назва)														
ПРН. 1. Сучасні передові концептуальні та методологічні знання в паралельних обчислень і суміжних галузях знань. Методологія наукових досліджень та принципи їх організації.		+				+		+							
ПРН. 2. Знати праці провідних світових учених, наукові школи та фундаментальні праці за напрямком дослідження; вміння формулювати мету власного наукового дослідження в контексті світового наукового процесу. Новітні методи паралелізації обчислень. Аналіз рейтингу top 500.	+			+		+									
ПРН. 3. Знати принципи фінансування науково-дослідної роботи та структуру кошторисів на її виконання, вміння підготувати запит на отримання фінансування, звітну документацію. Сучасні інформаційні технології та концепція IT-інфраструктур.								+		+					
ПРН. 6. Ініціювати, організувати та проводити комплексні дослідження в галузі науково-дослідницької та інноваційної діяльності, які приводять до отримання нових знань.										+					
ПРН. 8. Формулювати наукову проблему з огляду на стан її наукової розробки та сучасні наукові тенденції.											+				
ПРН. 9. Формулювати робочі гіпотези та моделі досліджуваної проблеми.												+			
ПРН. 13. Визначати принципи та методи дослідження, використовуючи міждисциплінарні підходи.												+			
ПРН. 19. Ініціювання наукових та інноваційних комплексних проектів в галузі інформаційних технологій, лідерство та автономність під час їх реалізації.													+	+	
ПРН. 22. Здатність приймати обґрунтовані рішення, мотивувати людей та рухатися до спільної мети															+
ПРН. 23. Здатність розв'язувати комплексні проблеми в галузі професійної та/або дослідницько-інноваційної діяльності, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та/або професійної практики.						+	+		+			+	+		+

7. Схема формування оцінки

7.1. Форми оцінювання аспірантів: рівень досягнення всіх запланованих результатів навчання визначається за результатами написання письмових контрольних робіт і за результатами виконання самостійних завдань. Вклад результатів навчання у підсумкову оцінку, за умови їх опанування на належному рівні і успішної здачі всіх лабораторних робіт наступний:

- результати навчання 1.1 – 1.9 [знання] до 45 %;
- результат навчання 2.1 – 2.3 [вміння] – до 45%;
- результат навчання 3.1 [комунікація] – до 5%;
- результат навчання 4.1 [автономність та відповідальність] – до 5%;

Форми оцінювання аспірантів:

- **семестрове оцінювання:** контроль здійснюється за таким принципом. Навчальний семестр має один змістовний модуль. Після завершення теми №6 проводиться письмова модульна контрольна робота. Обов'язковим для допуску до іспиту є: написання модульної контрольної роботи з кількістю балів не менше 12 та виступу з доповіддю на семінарі.
- **підсумкове оцінювання (у формі іспиту):** форма іспиту – письмово-усна. Екзаменаційний білет складається із 2 питань, питання оцінюються по 20 балів. Всього за іспиті можна отримати від 0 до 40 балів. Умовою досягнення позитивної оцінки за дисципліну є отримання не менш ніж 60 балів, оцінка за іспит не може бути меншою **24 балів**.
- **умови допуску до підсумкового іспиту:** умовою допуску до іспиту є отримання аспірантом сумарно не менше, ніж *критично-розрахунковий мінімум 36 балів* за семестр. Аспіранти, які протягом семестру сумарно набрали меншу кількість балів, ніж критично-розрахунковий мінімум **36 балів**, для одержання допуску до іспиту обов'язково повинні написати додаткову контрольну роботу.

У випадку відсутності аспіранта з поважних причин відпрацювання та перездачі модульних контрольних робіт здійснюються у відповідності до „Положення про організацію освітнього процесу у Київському національному університеті”

7.2. Організація оцінювання;

Оцінювання за формами контролю:

	<i>ЗМ</i>	
	<i>Min. – балів</i>	<i>Max. – балів</i>
Модульна контрольна робота	12	20
Виступ на семінарі	15	25
Виконання аспірантами самостійних робіт	9	15

Орієнтований графік оцінювання:

	<i>Орієнтовний період для здійснення відповідної форми оцінювання</i>
Модульна контрольна робота 1	травень
Виступ на семінарі	травень
Виконання аспірантами самостійних робіт	березень - червень
Добір балів/додаткова контрольна робота та/або доскладання домашніх завдань	червень
Іспит	червень

Розрахунок балів, які аспірант отримує при успішній здачі заліку:

	Змістовий модуль	Іспит	Підсумкова оцінка
Мінімум	36	24	60
Максимум	60	40	100

7.3. Шкала відповідності оцінок

Оцінка (за національною шкалою) / National grade	Рівень досягнень, % / Marks, %
Відмінно / Excellent	90-100%
Добре / Good	75-89%
Задовільно / Satisfactory	60-74%
Незадовільно / Fail	0-59%

8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекційних занять

№ з/п	Назва теми	У тому числі		
		Лекції	Практичні заняття	Самостійна робота
1	Вступ до методів створення паралельних програм з використанням транспортних бібліотек PVM і MPI, використання гібридних технологій	2		8
2	Система алгоритмічних алгебр Глушкова і система еквівалентних трансформацій	2	2	11
3	Методика створення паралельних застосувань для MPP-архітектури	2		11
4	Метод створення застосувань для КлС з відеоадаптерами у вузлах і їх вплив на продуктивність	2	2	11
5	Методика автоматичної динамічної паралелізації обчислень	2		11
6	Методика реалізації автоматичної динамічної паралелізації обчислень	2	2	11
7	Методи еквівалентної трансформації схем алгоритмів	2		11
8	Методи проектування та моделювання роботи паралельних алгоритмів	2		11
9	Методика роботи із системою проектування паралельних алгоритмів	2		11
ЗАГАЛОМ		18	4	96

Загальний обсяг **120** год., в тому числі:

Лекцій – **18**- год.

Практичні заняття – **4** год.

Консультації – **2** год.

Самостійна робота - **96** год.

9. Рекомендовані літературні джерела:

Основні:

1. С. Д. Погорілий, Ю.В. Бойко, Р.І. Левченко, В.А. Мар'яновський. Методи кластерних обчислень. За редакцією д-ра техн. наук., проф. С. Д. Погорілого. К., ВПЦ "Київський університет", 2013, 416 с.

2. Підходи до паралелізації алгоритму Йена для систем із спільною пам'яттю / С. Д. Погорілий, М. І. Трібрат, Ю. В. Бойко та ін. // Проблеми програмування, 2011. – № 2. – С. 12–22.
3. Погорельый С. Д. Дослідження паралельних версій алгоритму Флойда–Уоршала для SMP-та MPP-архітектур / С. Д. Погорілий, М. І. Трібрат, Д. Ю. Вітель // Математичні машини і системи, 2011. – № 4. – С. 20–30.
4. Погорельый С. Д. К формализации этапа алгоритмического проектирования микропроцессорных систем / С. Д. Погорельый // УСиМ, 1995 – № 6. – С. 3–8.
5. Погорельый С. Д. Концепция создания автоматизированной параметрической системы проектирования параллельных алгоритмов и их программных реализаций / С. Д. Погорельый, И. Ю. Шкулипа // Кибернетика и системный анализ, 2009. – № 6. – С. 118–124.
6. Погорельый С. Д. Решение задачи централизованного планирования для систем динамического распараллеливания вычислений / С. Д. Погорельый, Р. И. Левченко // 7-ма міжнар. науково-практ. конф. "Теоретичні та прикладні аспекти побудови програмних систем". – К., 4–8 жовт. 2010. – С. 388–398.
7. Погорілий С. Д. Використання технології GPGPU для збільшення швидкодії гомогенних кластерних систем / С. Д. Погорілий, М. І. Трібрат, Д. Ю. Вітель // Теоретичні та прикладні аспекти побудови програмних систем (ТАAPSD'2011). VIII міжнар. науково-практ. конф., 19–23 вер. 2011 : тези доп. – Ялта, 2011. – С. 171–176.
8. Погорілий С. Д. Дослідження та створення інструментальних засобів автоматизованої трансформації схем алгоритмів. / С. Д. Погорілий, О. О. Камардіна // Проблеми програмування, 2004. – № 1-2. – С. 417–421.
9. Погорілий С. Д. Формування та аналіз паралельних схем алгоритму Дейкстри / С. Д. Погорілий, Ю. В. Бойко, Р. В. Білоус // Математичні машини і системи, 2008. – № 4. – С. 62–72.
10. Погорілий С. Д. Автоматизація наукових досліджень. Основоположні математичні відомості. Програмне забезпечення : підруч. ; за ред. акад. АПН України О. В. Третяка. – К. : ВПЦ "Київський університет", 2002.
11. Погорілий С. Д. Дослідження та створення інструментальних засобів автоматизованої трансформації схем алгоритмів / С. Д. Погорілий, О. О. Камардіна // Проблеми програмування, 2004. – № 1-2. – С. 417–421.
12. Погорілий С. Д. Комп'ютерні мережі. Апаратні засоби та протоколи передачі даних : підручник. Сер.: Автоматизація наукових досліджень / С. Д. Погорілий, Д. М. Калита ; за ред. акад. АПН України О. В. Третяка. – К. : ВПЦ "Київський університет", 2007.
13. Погорілий С. Д. Оптимізація алгоритмів маршрутизації з використанням систем алгоритмічних алгебр / С. Д. Погорілий, Д. М. Калита // УсиМ, 2000. – № 4. – С. 20–30.
14. Погорілий С. Д. Про підвищення швидкодії алгоритмів формування мінімального вкриваючого дерева. / С. Д. Погорілий, О. О. Камардіна, Ю. С. Кордаш // Математичні машини і системи, 2005. – № 4.
15. Погорілий С. Д. Про підхід до розпаралелювання алгоритму Флойда–Уоршала / С. Д. Погорілий, О. О. Камардіна, О. І. Бавикін // Математичні машини і системи, 2005. – № 3. – С. 91–101.
16. Погорілий С. Д. Про підхід до формалізації протоколів маршрутизації на прикладі протоколу OSPF / С. Д. Погорілий, Д. М. Калита // Вестн. МСУ, 2000. – № 4. – С. 79–85.
17. Погорілий С. Д. Про підхід до формалізації протоколів маршрутизації на прикладі протоколу OSPF / С. Д. Погорілий, Д. М. Калита // Вісн. МСУ, 2000. – № 4. – С. 79–85.
18. Погорілий С. Д. Проблеми динамічного балансування навантаження для транспортних каналів у багатопроцесорних комп'ютерних системах зі слабким зв'язком / С. Д. Погорілий, Р. І. Левченко, Ю. В. Бойко // Вісн. ун-ту "Україна". Сер. Інформатика, обчислювальна техніка та кібернетика. – К. : Вид-во ун-т "Україна", 2010. – № 8. – С. 128–132.
19. Погорілий С. Д. Програмне конструювання : підруч. / Погорілий С. Д. ; за ред. акад. АПН України О. В. Третяка. – К. : ВПЦ "Київський університет", 2005.

20. Погорілий С. Д. Програмне конструювання : підруч. ; за ред. О. В.Третьяка. 2-ге вид. – К. : ВПЦ "Київський університет", 2007.
21. Погорілий С. Д. Системи алгоритмічних алгебр. Прикладний аспект / С. Д. Погорілий, О. О. Камардіна // Проблемы программирования, 2006. – № 1-2. – С. 393–401.
22. Погорілий С. Д. Оптимізація алгоритмів маршрутизації з використанням систем алгоритмічних алгебр / С. Д.Погорілий, Д. М.Калита. // УсиМ, 2000. – № 4. – С. 20–30.
23. Погорілий С. Д. Створення інструментальних засобів синтезу програм у візуальних середовищах / С. Д. Погорілий, О. І. Захаров // Мат-лы 3-й междунар. конф. по программированию. УкрПРОГ'2002. Проблемы программирования, 2002. – № 1-2.

Додаткові:

1. Levchenko R. I. DDCI: Simple Dynamic Semiautomatic Parallelizing for Heterogeneous Multicomputer Systems / R. I. Levchenko, O. O. Sudakov, Pogorelij S.D. // Proc. of the 5-th IEEE Internat. Workshop on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, September 21–23, 2009. – Cosenza (Italy), 2009. – P. 208–211.
2. Pogorilyy S. D. A conception for creating a system of parametric design of parallel algorithms and their software implementations / S. D. Pogorilyy, I. Yu. Shkulipa // Cybernetics and System Analysis, 2009. – Vol. 45. – № 6. – P. 952–958.
3. Rabenseifner R. Hybrid MPI/OpenMP Parallel Programming on Clusters of Multi-Core SMP nodes. / R. Rabenseifner, G. Hager, G. Jost // In Didier El Baz et al. (Eds.), Proceedings of the 17-th Euromicro Internat. Conf. on Parallel, Distributed and Network-Based Processing (PDP2009), feb. 16–18, 2009. – Weimar (Germany) : Computer Society Press. – P. 427–236.
4. Rajkumar Buyya. High Performance Cluster Computing: Architectures and Systems / Buyya Rajkumar // Prentice Hall PTR – NJ (USA), 1999. – Vol. 1.
5. Remote Desktop Protocol. MSDN [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/aa383015%28VS.85%29.aspx>. Дата звернення 27.10.2010.
6. Remote Installation Services. Microsoft TechNet : портал [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://technet.microsoft.com/en-us/library/cc786442%28WS.10%29.aspx>. Дата звернення: 27.01.2010.
7. Renesys. The Internet Intelligence Authority: портал [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.renesys.com/>. Дата звернення: 27.10.2010.
8. Representing task and machine heterogeneities for heterogeneous computing systems / Shoukat Ali, Howard Jay Siegel, Muthucumaru Maheswaran et al. // Tamkang J. of Sci. and Engineering, 2000. – Vol. 3, № 3. – P. 195–207.
9. Salnikov A. N. An MPI-Based System for Testing Multiprocessor and Cluster Communications / Alexey N. Salnikov and Dmitry Y. Andreev // Lecture notes in Computer Science (LNCS 5205) Recent Advantages in Parallel Virtual Machine and Message Passing Interface, 2008. – Vol. 5205, P. 332–333.
10. Salnikov Alexey N. PARUS: A Parallel Programming Framework for Heterogeneous Multiprocessor Systems / Alexey N. Salnikov // Lecture notes in Computer Sci. Recent Advantages in Parallel Virtual Machine and Message Passing Interface, 2006. – Vol. 4192. – P. 408–409.
11. Sánchez Rafael. Ethernet as a carrier grade technology: Developments and innovations / Rafael Sánchez, Lampros Raptis, Kostas Vaxevanakis // IEEE Communications Magazine, 2008. – № 9. – P. 88–94.
12. Scalable Parallel Programming with CUDA / J. Nickolls, I. Buck, M. Garland, K. Skadron // ACM Queue. 2008. –Vol. 6. – № 2. – P. 40–56.
13. SCALASCA Parallel Performance Analyses of SPEC MPI2007 Applications. / Zoltán Szebenyi, Brian J. N. Wylie, and Felix Wolf // In Proc. of the 1st SPEC Int'l Performance Evaluation Workshop (SIPEW, June 2008. Lect. notes in Computer Sci. – Darmstadt (Germany) : Springer, 2008. – Vol. 5119, – P. 99–123.

14. Scheduling Dynamic OpenMP Applications over Multicore Architectures. / François Broquedis, François Diakhaté, Samuel Thibault, Olivier Aumage et al. // In OpenMP in a New Era of Parallelism, 4-th Internat. Workshop on OpenMP, IWOMP 2008, Lect. notes in Computer Sci., May 2008, West Lafayette : Springer. – Vol. 5004. – P. 170–180.