

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна
Факультет комп'ютерних наук
Кафедра теоретичної та прикладної системотехніки

УХВАЛЕНО
Вченою радою факультету
комп'ютерних наук, протокол № 4
від «03» грудня 2019 р.
Голова Вченої ради _____



1. Загальна інформація	
Назва дисципліни	Багатопроцесорні та розподілені обчислювальні системи
Освітньо-професійна програма	Комп'ютерна інженерія
Спеціальність	123 «Комп'ютерна інженерія»
Галузь знань	12 «Інформаційні технології»
Рівень вищої освіти	другий (магістерський) рівень вищої освіти, НРК – 8 рівень, FQ-EHEA – 2 цикл, QF-LLL – 7 рівень
Формат дисципліни	Денна
Тип дисципліни	За вибором, цикл загальної підготовки
Обсяг дисципліни	6 кредитів ЄКТС, 180 год.
Мова викладання	українська
Викладачі	Толстолузька Олена Геннадіївна, професор, Бакуменко Ніна Станіславівна, доцент
Контактний телефон викладача	(057) 707-50-22
E-mail викладача	elena.tolstoluzka@karazin.ua
Посилання на сайт дистанційного навчання	
Консультації	Консультації проводяться відповідно до графіку консультацій зі студентами, розміщеному на інформаційному стенді кафедри. Також можливі консультації шляхом листування через електронну пошту та шляхом проведення відео конференцій Meet

ЗМІСТ

1. Загальна інформація
2. Анотація до курсу
3. Мета та цілі курсу
4. Результати навчання (компетентності)
5. Організація навчання курсу
6. Система оцінювання курсу
7. Рекомендована література

2. Анотація до навчальної дисципліни

Програма навчальної дисципліни «Багатопроцесорні та розподілені обчислювальні системи» складена відповідно до освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми підготовки магістра спеціальностей 123 «Комп'ютерна інженерія», спеціалізації «Комп'ютерна інженерія».

Курс «Багатопроцесорні та розподілені обчислювальні системи» спрямований на вивчення математичних моделей, методів і технологій паралельного програмування для багатопроцесорних обчислювальних систем, паралельних алгоритмів для рішення типових задач обчислювальної математики; опанування стандартом MPI передачі повідомлень, ознайомлення з технологією PVM розробки паралельних програм для багатопроцесорних систем з розподіленою пам'яттю.

3. Мета та цілі навчальної дисципліни

Мета курсу складається вивчення математичних моделей, методів і технологій паралельного програмування для багатопроцесорних обчислювальних систем в об'ємі, достатньому для успішного початку робіт в галузі паралельного програмування. Основними завданнями вивчення дисципліни є:

- вивчення математичних моделей, методів і технологій паралельного програмування для багатопроцесорних обчислювальних систем;
- ознайомлення зі стандартом MPI передачі повідомлень;
- ознайомлення з технологією PVM розробки паралельних програм для багатопроцесорних систем з розподіленою пам'яттю;
- розгляд основних паралельних алгоритмів для рішення типових задач обчислювальної математики.

4. Очікувані результати навчання

Компетенції відповідно до освітньо-професійної програми Soft-skills / Загальні компетенції (ЗК)

ЗК01 – вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми за професійним спрямуванням	здатність ставити та вирішувати проблеми з використанням сучасної обчислювальної техніки під час професійної діяльності
ЗК02 – здатність проведення досліджень на відповідному рівні	здатність сформулювати мету, ціль, порядок організації та проведення розробок; здатність скласти звітну документацію про розроблені програмні продукти
ЗК04 – здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел	здатність сформулювати мету, ціль, порядок організації та проведення програмних розробок
ЗК05 – здатність до творчого, креативного і абстрактного мислення, аналізу та синтезу	здатність створювати програмні продукти на основі творчого, креативного і абстрактного мислення, аналізу та синтезу
ЗК06 – здатність приймати обґрунтовані рішення	здатність обґрунтовувати рішення про обрання інформаційної технології для найбільш ефективного вирішення поставленого завдання
ЗК07 – здатність розробляти проекти і управляти ними.	здатність розробляти програмні проекти і управляти ними на основі використання сучасних мов паралельного програмування.

Спеціальні (фахові, предметні) компетенції (ФК)	
СК01 – здатність обґрунтовано обирати та застосовувати фундаментальні знання і моделі в галузі комп'ютерної інженерії, а також технології створення та використання прикладного і спеціалізованого програмного забезпечення для розв'язування складних професійних задач і проблем комп'ютерної інженерії.	
СК04 – здатність застосовувати системний підхід до вирішення науково-технічних завдань комп'ютерної інженерії..	
Програмні результати навчання відповідно до освітньо-професійної програми	
<p>ПР02 – Знати і розуміти наукові і математичні положення, що лежать в основі функціонування програмних і програмно-технічних комп'ютерних засобів, систем та мереж, Інтернету речей, систем для оброблення великих даних.</p>	<p>Згідно з вимогами освітньо-професійної програми, студенти мають досягти таких результатів навчання:</p> <p>знати:</p> <ul style="list-style-type: none"> – мету й задачі паралельної обробки даних; – принципи побудови паралельних обчислювальних систем; – моделювання й аналіз паралельних обчислень; – принципи розробки паралельних алгоритмів і програм; – системи розробки паралельних програм; – паралельні чисельні алгоритми для рішення типових задач обчислювальної математики. <p>вміти:</p> <ul style="list-style-type: none"> – розробляти моделі паралельних обчислень; – проводити аналіз комунікаційної трудомісткості паралельних алгоритмів; – застосовувати технологію розробки паралельних програм для багатопроцесорних систем з розподіленою пам'яттю (стандарт передачі повідомлень MPI); – оцінювати ефективність розроблених паралельних програм, враховуючи основні показники ефективності: час виконання паралельної програми, прискорення, ефективність та вартість розв'язувати задачі апроксимації, оптимізації; – вміти адаптувати паралельні програми для виконання на кластерних системах.
<p>ПР09 – Вміти застосовувати знання для аналізу інженерних продуктів, процесів і систем за встановленими критеріями, ідентифікації, формулювання і розв'язування науково-технічних задач комп'ютерної інженерії, використовуючи методи, що є найбільш придатними для досягнення поставлених цілей.</p>	
<p>ПРН13 – Вміти розробляти нормативно-технічні документи та стандарти в області комп'ютерної інженерії на програмні, інженерні продукти, процеси і системи.</p>	
<p>ПРН15 – Мати навички планування та виконання експериментальних і теоретичних досліджень та випробувань, вибору для цього придатних методи та інструменти, здійснювання статистичної обробки даних, оцінки адекватності отриманих результатів.</p>	
<p>ПР17 – Застосовувати, інтегрувати, розробляти, впроваджувати та удосконалювати сучасні інформаційні технології, науково-технічні методи і моделі, фізичні та математичні фундаментальні знання в галузі комп'ютерної інженерії.</p>	
<p>ПР18 – Здатність аргументувати вибір методів розв'язування складних спеціалізованих задач і проблем, критично оцінювати отримані результати, обґрунтовувати та захищати прийняті рішення</p>	

5. Організація навчання курсу

5.1 Характеристика навчальної дисципліни	
За вибором, цикл загальної підготовки	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
1-й	1-й
Семестр	
2-й	1-й
Лекції	
32 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	
16 год.	год.
Лабораторні заняття	
год.	год.
Самостійна робота	
132 год.	год.
Контрольна робота –2	
Проводяться під час практичних занять або шляхом написання рефератів за запропонованими темами.	

5.2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Основи розробки паралельних алгоритмів.

Тема 1. Мета й задачі паралельної обробки даних.

Послідовна та паралельна моделі програмування. Модель задача/канал. Модель з передачею повідомлень. Модель з паралелізмом. Закони Амдала. даних. Кількісні характеристики паралелізму. Модель обчислень у вигляді графу «операції-операнди».

Тема 2. Принципи побудови паралельних обчислювальних систем.

Кластерний підхід до забезпечення високої готовності й нарощуванню продуктивності комп'ютерів. Linux кластери. Проект Beowulf. Приклади Beowulf кластерів: theHive, Avalon. Принципи побудови Beowulf кластерів. Класи Beowulf систем.

Тема 3. Моделювання й аналіз паралельних обчислень.

Аналіз комунікаційної трудомісткості основних операцій передачі даних. Представлення кільцевої топології в вигляді решітки та гіперкубу. Оцінка комунікаційної трудомісткості основних операцій передачі даних для кластер них систем.

Розділ 2. Сучасні технології паралельного програмування багатопроекторних систем з розподіленою пам'яттю.

Тема 1. Принципи розробки паралельних алгоритмів і програм.

Технології CUDA и JCUDA. Віртуальні топології в MPI. Введення в паралельне програмування з використанням PVM.

Тема 2. Системи розробки паралельних програм.

Паралельні чисельні алгоритми для рішення типових задач обчислювальної математики.

5.3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин										
	денна форма					заочна форма					
	усього	у тому числі				усього	у тому числі				
		л	п	лаб.	інд.		с. р.		л	п	лаб.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Розділ 1. Основи розробки паралельних алгоритмів.												
Тема 1. Мета й задачі паралельної обробки даних.	22	6	3			13						
Тема 2. Принципи побудови паралельних обчислювальних систем.	36	6	3			27						
Тема 3. Моделювання й аналіз паралельних обчислень.	38	6	4			28						
Контр.робота.	2	2										
Разом за розділом 1	98	20	10			58						
Розділ 2. Сучасні технології паралельного програмування багатопроцесорних систем з розподіленою пам'яттю.												
Тема 1. Принципи розробки паралельних алгоритмів і програм.	30	4	3			23						
Тема 2. Системи розробки паралельних програм.	50	6	3			41						
Контр.робота.	2	2										
Разом за розділом 2	82	12	6			64						
Усього годин	180	32	16			132						

5.4. Темі практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Ознайомлення із середовищем програмування Microsoft HPC Pack 2012 SDK. Структура паралельної MPI-програми.	2
2	Методи передачі даних типу “ крапка -крапка” в MPI.	2
3	Колективні операції передання даних.	2
4	Розробка паралельної моделі алгоритму та оцінка показників прискорення й ефективності паралельних обчислень.	2
5	Колективні обміни даними між MPI-процесами.	2
6	Ознайомлення з технологією CUDA	2
7	Розробка програмного проекту по технології JCUDA.	2
8	Управління процесами в MPI	2
	Разом	16

5.5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
1	Основні правила роботи в середовищі програмування Microsoft HPC Pack 2008 SDK. Розгортання проекту.	16

2	Процедури двокрапкового обміну в MPI.	20
3	Розробка паралельних MPI - програм з використанням двокрапкового обміну.	20
4	Оцінка показників прискорення й ефективності паралельних обчислень з використанням двокрапкового обміну.	18
5	Розгортання програмного проекту по технології JCUDA в програмному середовищі.	18
6	Розробка програмного проекту управління процесами в MPI	20
7	Підготовка курсової роботи	20
	Разом	132

6. Система оцінювання курсу та підсумковий контроль

Контроль засвоєння навчального матеріалу здійснюється шляхом:

- прийому та оцінювання звітів з виконання практичних робіт;
- проведення тестування за результатами відпрацювання основних положень навчальної програми;
- проведення письмового підсумкового контролю знань.

Максимальна кількість балів за результатами контролю поточної успішності складає 60 балів.

Згідно рішення методичної комісії кафедри теоретичної та прикладної системотехніки факультету комп'ютерних наук до екзаменів не допускаються студенти, які мають заборгованість по лабораторним або контрольним роботам.

Підсумковий контроль здійснюється шляхом проведення екзамену.

Екзаменаційний білет включає два теоретичних і одне практичне питання. Теоретичні питання оцінюються в 10 балів кожен, практичний - в 20.

Максимальна кількість балів за результатами екзамену складає 40 балів.

6.1. Схема нарахування балів поточної успішності

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання					Контрольні роботи, передбачені навчальним планом	Курсова робота	Разом	Екзамен	Сума
Розділ 1		Розділ 2							
T1	T2	T3	T4	T5	2				
4	4	4	4	4	20	20	60	40	100

T1, T2 ... – теми розділів.

За темою T 1 студент отримує 4 бали за виконання практичної роботи 1,2.

За темою T 2 студент отримує 4 бали за виконання практичної роботи 3,4.

За темою T 3 студент отримує 4 бали за виконання практичної роботи 5.

За темою T 4 студент отримує 4 бали за виконання практичної роботи 6,7.

За темою T 5 студент отримує 4 бали за виконання практичної роботи 8.

6.2 Критерії оцінювання знань студентів за виконання практичної роботи

Вимоги	Кількість балів
▪ Завдання відзначається повнотою виконання без допомоги викладача.	4

<ul style="list-style-type: none"> ▪ Визначає рівень поінформованості, потрібний для прийняття рішень. Вибирає інформаційні джерела,. ▪ Робить висновки і приймає рішення у ситуації невизначеності. Володіє уміннями творчо-пошукової діяльності. 	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Завдання – повні, з деякими огріхами, виконані без допомоги викладача. ▪ Планує інформаційний пошук; володіє способами систематизації інформації; ▪ Робить висновки і приймає рішення у ситуації невизначеності. Володіє уміннями творчо-пошукової діяльності. 	3
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Завдання відзначається неповнотою виконання без допомоги викладача. ▪ Студент може зіставити, узагальнити, систематизувати інформацію під керівництвом викладача; вільно застосовує вивчений матеріал у стандартних ситуаціях. 	2
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Завдання відзначається неповнотою виконання за консультацією викладача. ▪ Застосовує запропонований вчителем спосіб отримання інформації, має фрагментарні навички в роботі з підручником, науковими джерелами; ▪ Вибирає відомі способи дій для виконання фахових методичних завдань. 	1

6.3 Критерії оцінювання знань студентів за контрольну роботу

Вимоги	Кількість балів
Повнота виконання завдання повна, студент здатен формулювати закони та закономірності, структурувати судження, умовиводи, доводи, описи.	8-10
Повнота виконання завдання повна, студент здатен формулювати операції, правила, алгоритми, правила визначення понять.	5-7
Повнота виконання завдання елементарна, студент здатен вибирати відомі способи дій для виконання фахових завдань.	3-5
Повнота виконання завдання фрагментарна.	1-2

6.4 Критерії оцінювання знань студентів за курсову роботу

Параметри оцінювання	Діапазон оцінки, балів	Критерії оцінювання за бальною шкалою
Вміння чітко та стисло викласти основні результати дослідження	0-20	0 – студент неспроможний чітко та стисло викласти основні результати дослідження
		10 – студент невпорядковано викладає основні результати дослідження
		20 – студент спроможний чітко та стисло викласти основні результати дослідження
Використання роздаткового ілюстративного матеріалу	0-10	0 – роздатковий ілюстративний матеріал не використано
		10 – доповідь супроводжена роздатковим ілюстративним матеріалом

Повнота, глибина, обґрунтованість відповідей на питання	0-5	0 – студент неспроможний надати відповіді на поставлені питання
		2 – студент надає неповні, поверхові, необґрунтовані відповіді на поставлені питання
		5 – студент надає повні, глибокі, обґрунтовані відповіді на поставлені питання

6.5 Критерії оцінювання екзаменаційних (залікових) робіт студентів

Вимоги	Кількість балів
Показані всебічні систематичні знання та розуміння навчального матеріалу; безпомилково виконані завдання.	35-40
Показані повні знання навчального матеріалу; помилки, якщо вони є, не носять принципового характеру.	30-35
Показано повне знання необхідного навчального матеріалу, але допущені помилки.	20-30
Показано повне знання необхідного навчального матеріалу, але допущені суттєві помилки	10-20
Показано недосконале знання навчального матеріалу, допущені суттєві помилки.	5-10
Показано недосконале знання навчального матеріалу, допущені суттєві помилки, які носять принциповий характер; обсяг знань не дозволяє засвоїти предмет.	1-5

6.6 Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка	
	для чотирирівневої шкали оцінювання	для дворівневої шкали оцінювання
90 – 100	відмінно	зараховано
70-89	добре	
50-69	задовільно	
1-49	незадовільно	не зараховано

7. Рекомендована література

Основна література

1. Поляков Г.А., Синтез и анализ параллельных процессов в адаптивных времяпараметризованных вычислительных системах / Г.А. Поляков, С.И. Шматков, Е.Г. Толстолужская, Д.А. Толстолужский.- Х.: ХНУ имени В.Н. Каразина, 2012. – 672 с.
2. Гергель, В.П., Стронгин, Р.Г. (2003, 2 изд.). Основы параллельных вычислений для многопроцессорных вычислительных систем. - Н.Новгород, ННГУ.
3. Немнюгин С., Стесик О. (2002). Параллельное программирование для многопроцессорных вычислительных систем – СПб.: БХВ-Петербург.
4. Таненбаум Э. (2002) . Архитектура компьютера. – СПб.: Питер.
5. Quinn, M. J. (2004). Parallel Programming in C with MPI and OpenMP. – New York, NY: McGraw-Hill.

6. Grama, A., Gupta, A., Kumar V. (2003, 2nd edn.). Introduction to Parallel Computing. – Harlow, England: Addison-Wesley.
7. Pacheco, P. (1996). Parallel Programming with MPI. - Morgan Kaufmann.
8. Chandra, R., Dagum, L., Kohr, D., Maydan, D., McDonald, J., and Melon, R. (2000). Parallel Programming in OpenMP. Morgan Kaufmann Publishers.
9. Culler, D., Singh, J.P., Gupta, A. (1998) Parallel Computer Architecture: A Hardware/Software Approach. - Morgan Kaufmann.
10. Tanenbaum, A. (2001). Modern Operating System. 2nd edn. – Prentice Hall (русский перевод Таненбаум Э. Современные операционные системы. – СПб.: Питер, 2002)

Допоміжна література

1. Липаев В. В. Распределение ресурсов в вычислительных системах / В. В. Липаев. – М.: Статистика, 1979. – 247 с.
2. Распределенные управляющие и вычислительные системы / [под ред. В. Г. Лазарева]. – М.: Наука, 1987. – 162 с.
3. Шматков С. И. Проблемы построения адаптивных распределительных вычислительных сетей с временной параметризацией параллельных процессов / С. И. Шматков // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – Х.: УДАЗД, – 2010. – № 2. – С. 42–43.

10. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

1. <http://www.cs.wisc.edu/condor/>
2. <http://setiathome.ssl.berkeley.edu/>
3. <http://www.Distributed.net/>
4. <http://mersenne.org/>
5. <http://www.globus.org/>
6. <http://www.eu-datagrid.org/>