

Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна

Факультет комп'ютерних наук

Кафедра теоретичної та практичної системотехніки

УХВАЛЕНО

Вченою радою

Факультету Комп'ютерних наук,

протокол № _____

від «__» _____ 2020р.

Голова Вченої ради _____



1. Загальна інформація	
Назва дисципліни	«Багатопроцесорні та розподілені системи автоматизації»
Освітньо-професійна програма	«Комп'ютеризовані системи управління та автоматика»
Спеціальність	151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»
Галузь знань	15 «Автоматизація та приладобудування»
Рівень вищої освіти	другий (магістерський) рівень вищої освіти, НРК – 8 рівень, FQ-ЕНЕА – 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	Толстолузка Олена Геннадіївна, професор, Бакуменко Ніна Станіславівна, доцент
Контактний телефон викладача	(057) 707-50-22
E-mail викладача	elena.tolstoluzka@karazin.ua n.bakumenko@karazin.ua
Посилання на сайт дистанційного навчання	https://classroom.google.com/u/0/c/MTUwMTk1MjAyMTI3
Консультації	Консультації проводяться відповідно до графіку консультацій зі студентами, <i>розміщеному на інформаційному стенді кафедри</i> . 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 системи автоматизації» складена відповідно до освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми підготовки магістра спеціальностей 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», спеціалізації «Комп'ютеризовані системи управління та автоматика».

Курс «Багатопроцесорні та розподілені системи автоматизації» 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 з 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 – Здатність генерувати нові ідеї (креативність).	здатність створювати програмні продукти на основі творчого, креативного і абстрактного мислення, аналізу та синтезу
---	---

ЗК02 – здатність проведення досліджень на відповідному рівні	здатність сформулювати мету, ціль, порядок організації та проведення розробок; здатність скласти звітну документацію про розроблені програмні продукти
Спеціальні (фахові, предметні) компетенції (СК)	
ФК02. Здатність проектувати та впроваджувати високонадійні системи автоматизації та їх прикладне програмне забезпечення, для реалізації функцій управління та опрацювання інформації, здійснювати захист прав інтелектуальної власності на нові проектні та інженерні рішення.	
ФК04. Здатність аналізувати складні наукоємні системи і комплекси як об'єкти автоматизації, визначати способи та стратегії їх автоматизації та цифрової трансформації.	
ФК07. Здатність застосовувати спеціалізоване програмне забезпечення та цифрові технології для розв'язання складних задач і проблем автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій.	
ФК08. Здатність розробляти функціональну, технічну та інформаційну структуру комп'ютерно-інтегрованих систем управління організаційно-технологічними комплексами із застосуванням мережевих та інформаційних технологій, програмно-технічних керуючих комплексів, промислових контролерів, мехатронних компонентів, робототехнічних пристроїв та засобів людино-машинного інтерфейсу.	

Програмні результати навчання відповідно до освітньо-професійної програми	
ПРН01. Створювати системи автоматизації, кіберфізичні системи на основі використання інтелектуальних методів управління, баз даних та баз знань, цифрових та мережевих технологій, робототехнічних та інтелектуальних мехатронних пристроїв.	Згідно з вимогами освітньо-професійної програми, студенти мають досягти таких результатів навчання:
ПРН02. Створювати високонадійні системи автоматизації з високим рівнем функціональної та інформаційної безпеки програмних та технічних засобів.	знати: – мету й задачі паралельної обробки даних;
ПРН03. Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки, а також критичне осмислення сучасних проблем у сфері автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій для розв'язування складних задач професійної діяльності.	– принципи побудови паралельних обчислювальних систем; – моделювання й аналіз паралельних обчислень;
ПРН04. Застосовувати сучасні підходи і методи моделювання та оптимізації для дослідження та створення ефективних систем автоматизації складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами.	– принципи розробки паралельних алгоритмів і програм; – системи розробки паралельних програм;
ПРН05. Розробляти комп'ютерно-інтегровані системи управління складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами, застосовуючи системний підхід із врахуванням нетехнічних складових оцінки об'єктів автоматизації.	– паралельні чисельні алгоритми для рішення типових задач обчислювальної математики.
ПРН07. Аналізувати складні наукоємні системи у певній галузі діяльності як об'єкти автоматизації і визначати стратегію їх автоматизації та цифрової трансформації.	вміти: – розробляти моделі паралельних обчислень;
ПРН08. Застосовувати сучасні математичні методи, методи теорії автоматичного керування, теорії надійності та системного аналізу для дослідження та створення систем автоматизації складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами, кіберфізичних систем.	– проводити аналіз комунікаційної

ПРН09. Розробляти функціональну, організаційну, технічну та інформаційну структури систем автоматизації складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами, розробляти програмно-технічні керуючі комплекси із застосуванням мережевих та інформаційних технологій, промислових контролерів, мехатронних компонентів, робототехнічних пристроїв, засобів людино-машинного інтерфейсу.	<p>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>
ПРН10. Розробляти і використовувати спеціалізоване програмне забезпечення та цифрові технології для створення систем автоматизації складними організаційно-технічними об'єктами, професійно володіти спеціальними програмними засобами.	
ПРН11. Дотримуватись норм академічної доброчесності, знати основні правові норми щодо захисту інтелектуальної власності, комерціалізації результатів науково-дослідної, винахідницької та проектної діяльності.	
ПРН12. Збирати необхідну інформацію, використовуючи науково-технічну літературу, бази даних та інші джерела, аналізувати і оцінювати її.	
ПРН14. Вміти виконувати роботи з проектування систем автоматизації, знати зміст і правила оформлення проектних матеріалів, склад проектної документації та послідовність виконання проектних робіт з врахуванням вимог відповідних нормативно-правових документів та міжнародних стандартів.	

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: theNive, 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 кластерних систем.

Розділ 2. Сучасні технології паралельного програмування багатопроцесорних 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.	інд.	с. р.	
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	50	6	3			41						

паралельних програм.												
Контр.робота.	2	2										
Разом за розділом 2	82	12	6			64						
Усього годин	180	32	16			132						

5.4. Теми 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
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Завдання відзначається повнотою виконання без допомоги викладача. ▪ Визначає рівень поінформованості, потрібний для прийняття рішень. Вибирає інформаційні джерела,. ▪ Робить висновки і приймає рішення у ситуації невизначеності. Володіє уміньми творчо-пошукової діяльності. 	4
<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 уміньми 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. Quinn, M. J. (2004). Parallel Programming in C with MPI and OpenMP. – New York, NY: McGraw-Hill.
2. Grama, A., Gupta, A., Kumar V. (2003, 2nd edn.). Introduction to Parallel Computing. – Harlow, England: Addison-Wesley.
3. Pacheco, P. (1996). Parallel Programming with MPI. - Morgan Kaufmann.
4. Chandra, R., Dagum, L., Kohr, D., Maydan, D., McDonald, J., and Melon, R. (2000). Parallel Programming in OpenMP. Morgan Kaufmann Publishers.
5. Culler, D., Singh, J.P., Gupta, A. (1998) Parallel Computer Architecture: A Hardware/Software Approach. - Morgan Kaufmann.
6. Tanenbaum, A. (2001). Modern Operating System. 2nd edn. – Prentice Hall (русский перевод Таненбаум Э. Современные операционные системы. – СПб.: Питер, 2002)

Допоміжна література

1. Herlihy M. The Art of Multiprocessor Programming / M. Herlihy, N. Shavit. Burlington: Morgan Kaufmann, 2008. – 529 p.

8. 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/>