

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна
Кафедра теоретичної та прикладної системотехніки

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор
з науково-педагогічної роботи

Антон ПАНТЕЛЕЙМОНОВ

2021 р.



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Технології розподілених систем та паралельні обчислення

рівень вищої освіти	перший (бакалаврський) рівень
галузь знань	12 Інформаційні технології
спеціальність	122 Комп'ютерні науки
освітня програма	Комп'ютерні науки
вид дисципліни	обов'язкова
факультет	комп'ютерних наук

2021 / 2022 навчальний рік

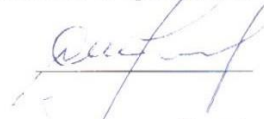
Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою факультету комп'ютерних наук
«30» червня 2021 року, протокол № 15

РОЗРОБНИК ПРОГРАМИ:

доктор технічних наук, старший науковий співробітник, професор кафедри теоретичної та
прикладної системотехніки **Толстолюзька Олена Геннадіївна**

Програму схвалено на засіданні кафедри теоретичної та прикладної системотехніки
Протокол від «11» червня 2021 року № 12

Завідувач кафедри теоретичної та прикладної системотехніки



Сергій ШМАТКОВ

Програму погоджено з гарантом освітньої програми «Комп'ютерні науки»

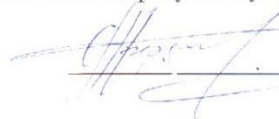
Гарант освітньої програми «Комп'ютерні науки»



Микола СТВРВОЄДОВ

Програму погоджено науково-методичною комісією факультету комп'ютерних наук
Протокол від «25» червня 2021 року № 9

Голова науково-методичної комісії факультету комп'ютерних наук



Анатолій БЕРДНІКОВ

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Технології розподілених систем та паралельних обчислень» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки першого (бакалаврського) рівня за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки».

1. Опис навчальної дисципліни

1.1 Мета викладання навчальної дисципліни є засвоєння студентами методів паралельної обробки даних і їх вплив на технічні показники паралельних обчислювальних систем; основних принципів побудови та функціонування сучасних паралельних обчислювальних моно- та мультисистем; сучасних технологій паралельного програмування.

1.2 Основні завдання вивчення дисципліни є:

- вивчення основних термінів та понять, які використовуються в сучасних інформаційних технологіях паралельного програмування;
- ознайомлення з основними архітектурми та функціонуванням сучасних паралельних процесорів та багатопроцесорних систем;
- ознайомлення з особливостями розробки паралельних алгоритмів;
- ознайомлення з особливостями розробки паралельних програм;
- надання практичної методики розробки паралельних програм на базі технології MPI (Message Passing Interface).

В ході вивчення дисципліни у студента повинні формуватися наступні компетентності:

Інтегральна компетентність:

Здатність розв'язувати складні задачі та практичні проблеми у галузі комп'ютерних наук та інформаційних технологій у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів та характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності (ЗК):

- ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- ЗК02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК06. Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями.
- ЗК07. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- ЗК08. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).
- ЗК11. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності (ФК):

ФК03. Здатність до логічного мислення, побудови логічних висновків, використання формальних мов і моделей алгоритмічних обчислень, проектування, розроблення й аналізу алгоритмів, оцінювання їх ефективності та складності, розв'язності та нерозв'язності алгоритмічних проблем для адекватного моделювання предметних областей і створення програмних та інформаційних систем..

ФК08. Здатність проектувати та розробляти програмне забезпечення із застосуванням різних парадигм програмування: узагальненого, об'єктно-орієнтованого, функціонального, логічного, з відповідними моделями, методами й алгоритмами обчислень, структурами даних і механізмами управління.

ФК10. Здатність застосовувати методології, технології та інструментальні засоби для управління процесами життєвого циклу інформаційних і програмних систем, продуктів і сервісів інформаційних технологій відповідно до вимог замовника

ФК12. Здатність забезпечити організацію обчислювальних процесів в інформаційних системах різного призначення з урахуванням архітектури, конфігурування, показників результативності функціонування операційних систем і системного програмного забезпечення

ФК13. Здатність до розробки мережевого програмного забезпечення, що функціонує на основі різних топологій структурованих кабельних систем, використовує комп'ютерні системи і мережі передачі даних та аналізує якість роботи комп'ютерних мереж.

ФК16. Здатність реалізовувати високопродуктивні обчислення на основі хмарних сервісів і технологій, паралельних і розподілених обчислень при розробці й експлуатації розподілених систем паралельної обробки інформації.

1.3 Кількість кредитів – 6

1.4 Загальна кількість годин – 180

1.5 Характеристика навчальної дисципліни	
Нормативна	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
4-й	0-й
Семестр	
8-й	0-й
Лекції	
24 год.	0 год.
Практичні, семінарські заняття	
0 год.	0 год.
Лабораторні заняття	
24 год.	0 год.
Самостійна робота	
180 год.	0 год.
Індивідуальні завдання	
0 год.	

1.6 Заплановані результати навчання

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми, студенти мають досягти таких результатів навчання:

знати:

- методи паралельної обробки даних;
- паралельні алгоритми;
- паралельні процеси;
- показники ефективності паралельної реалізації алгоритмів та програм;
- принципи побудови та архітектури сучасних паралельних обчислювальних моно та мультисистем.

вміти:

- формувати підходи до свідомого застосування методів автоматизованої розробки програмного забезпечення паралельних обчислювальних систем;
- практично використовувати прийоми синтезу числової специфікації паралельних програм;
- отримувати оцінки показників ефективності паралельних програм;
- володіти засобами візуалізації паралельних статичних і динамічних об'єктів.

В результаті вивчення дисципліни у студента повинні формуватися наступні програмні результати навчання (ПРН):

- ПРН02. Використовувати сучасний математичний апарат неперервного та дискретного аналізу, лінійної алгебри, аналітичної геометрії, в професійній діяльності для розв'язання задач теоретичного та прикладного характеру в процесі проектування та реалізації об'єктів інформатизації

- ПРН08. Використовувати методологію системного аналізу об'єктів, процесів і систем для задач аналізу, прогнозування, управління та проектування динамічних процесів в макроекономічних, технічних, технологічних і фінансових об'єктах.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Методи паралельної обробки даних.

Тема 1. Вступ. Загальні відомості про паралельні обчислювальні процеси та системи. Введення понять архітектури паралельної обчислювальної системи. Визначення напрямків подальшого зростання продуктивності паралельних обчислювальних систем.

Тема 2. Статичні та часові паралельні алгоритми і процеси. Визначення понять рангу та пріоритету операторів. Часові паралельні алгоритми.

Тема 3. Показники ефективності паралельної реалізації алгоритмів та їх зв'язок з вимогами практики. Визначення та розрахунок головних показників ефективності паралельних алгоритмів та програм: часу реалізації, прискорення, ефективності, коштовності. Метод суміщення незалежних операцій. Метод формального синтезу паралельних часових моделей алгоритму.

Тема 4. Проектування високонадійних паралельних програмних засобів для систем управління критичними технологіями та об'єктами. Визначення головних метрик та ознайомлення зі шляхами підвищення надійності програмних засобів.

Розділ 2. Архітектура та функціонування сучасних паралельних процесорів та багатопроцесорних систем.

Тема 1. Класифікація паралельних процесорів. Архітектура та функціонування суперскалярних процесорів.

Тема 2. Паралельні архітектури. Класифікація паралельних систем по Флінну.

Тема 3. Архітектура і функціонування паралельних процесорів з довгим командним словом VLIW. Архітектура і функціонування паралельних процесорів з управлінням потоком даних.

Тема 4. Багатопроцесорні ЕОМ з розділяємою пам'яттю. Багатомашинні системи.

Розділ 3. Автоматизація проектування паралельних програм.

Тема 1. Класифікація паралельних програм. Особливості програмування паралельних обчислень. Основні напрямки рішення проблем паралельного програмування.

Тема 2. Введення в паралельне програмування з використанням MPI. Інтерфейс Передачі Повідомлень. Обмін даними в MPI. Двокрапковий обмін даними в MPI. Колективний обмін даними в MPI.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин					
	Денна форма					
	Усього	у тому числі				
л		п	лаб	інд	ср	
1	2	3	4	5	6	7
Розділ 1. Методи паралельної обробки даних						
Тема 1. Вступ. Загальні відомості про паралельні обчислювальні процеси та системи.	15	2				13
Тема 2. Статичні та часові паралельні алгоритми і процеси.	19	2		2		15
Тема 3. Показники ефективності паралельної реалізації алгоритмів та їх зв'язок з вимогами практики.	13	2		2		9
Тема 4. Проектування високонадійних паралельних програмних засобів для систем управління критичними технологіями та об'єктами.	13	2		2		9
Контрольна робота	2	2				
Разом за розділом 1	62	10		6		46
Розділ 2. Архітектура та функціонування сучасних паралельних процесорів та багатопроцесорних систем						
Тема 1. Класифікація паралельних процесорів.	13	2		2		9
Тема 2. Паралельні архітектури.	13	2		2		9
Тема 3. Архітектура і функціонування паралельних процесорів з довгим командним словом VLIW.	13	2		2		9
Тема 4. Багатопроцесорні ЕОМ з розділюємою пам'яттю.	23	2		2		19
Разом за розділом 2	62	8		8		46
Розділ 3. Автоматизація проектування паралельних програм						
Тема 1. Класифікація паралельних програм.	29	2		2		25
Тема 2. Введення в паралельне програмування з використанням MPI	25	4		6		15
Контрольна робота	2			2		
Разом за розділом 3	56	6		10		40
<i>Усього годин</i>	180	24		24		132

4. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Статичні та часові паралельні алгоритми і процеси.	4
2	Часові паралельні алгоритми.	4
3	Показники ефективності паралельної реалізації алгоритмів та їх зв'язок з вимогами практики.	4
4	Введення в паралельне програмування з використанням MPI («Інтерфейс Передачі Повідомлень»).	4
5	Обмін даними в MPI. Двокрапковий обмін даними в MPI.	4
6	Обмін даними в MPI. Колективний обмін даними в MPI.	4
	Разом	24

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
1	Використання паралельної обробки в різних галузях науки і техніки	5
2	Аналіз шляхів підвищення продуктивності багатопроцесорних систем.	10
3	Побудова графіків залежності часу паралельного виконання програми від кількості процесорів, прискорення та ефективності.	10
4	Основні метрики якості програмного забезпечення згідно ISO/IEC 25010: 2011. Проектування систем та розробка ПЗ. Вимоги до якості систем і ПЗ та їх оцінка (SQuaRE). Моделі якості ПЗ.	10
5	Останній TOP-500 найпотужніших багатопроцесорних систем.	10
6	Кластеризація, як один із шляхів підвищення продуктивності гетерогенних систем	10
7	Паралельні програми для VLIW процесорів	5
8	Залежність вибору технології паралельного програмування від архітектури паралельної обчислювальної системи	5
9	Оцінка трудовитрат на розробку паралельних алгоритмів.	5
10	Розв'язання задач сортування за допомогою паралельних методів.	12
11	Підготовка курсової роботи	20
	Разом	102

6. Індивідуальні завдання

(не має)

7. Методи навчання

На досягнення освітніх цілей спрямовані такі методи навчання студентів:

– практичні (використовують для пізнання дійсності, формування навичок і вмінь, поглиблення знань. Під час їх застосування використовуються такі прийоми: планування виконання завдання, постановка завдання, оперативне стимулювання, контроль і регулювання, аналіз результатів, визначення причин недоліків);

– пояснювальне-ілюстративний (використовують для викладання й засвоєння нового навчального матеріалу, фактів, підходів, оцінок, висновків тощо);

– репродуктивний (для застосування студентами вивченого на основі зразка або правила, алгоритму, що відповідає інструкціям, правилам, в аналогічних до представленого зразка ситуаціях);

Як правило лекційні та практичні заняття проводяться аудиторно. В умовах дії карантину заняття проводяться відповідно до Наказу ректора Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна (аудиторно або дистанційно за допомогою платформ GoogleMeet або Zoom).

8. Методи контролю

Контроль засвоєння навчального матеріалу здійснюється шляхом:

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

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.

9. Схема нарахування балів

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання										Контрольні роботи, передбачені навчальним планом	Разом	Екзамен	Сума
Розділ 1				Розділ 2				Розділ 3					
T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2				
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	40	60	40	100

- За темою Т 1 студент отримує 2 балів за виконання лабораторної роботи 1.
- За темою Т 2 студент отримує 2 балів за виконання лабораторної роботи 1.
- За темою Т 3 студент отримує 2 балів за виконання лабораторної роботи 2.
- За темою Т 4 студент отримує 2 балів за виконання лабораторної роботи 2.
- За темою Т 5 студент отримує 2 балів за виконання лабораторної роботи 3.
- За темою Т 6 студент отримує 2 балів за виконання лабораторної роботи 3.
- За темою Т 7 студент отримує 2 балів за виконання лабораторної роботи 4.
- За темою Т 8 студент отримує 2 балів за виконання лабораторної роботи 5.
- За темою Т 9 студент отримує 2 балів за виконання лабораторної роботи 6.
- За темою Т 10 студент отримує 2 балів за виконання лабораторної роботи 6.

Критерії оцінювання знань студентів за лабораторні 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 уміннями творчо-пошукової діяльності. 	2
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Завдання – повні, з деякими огріхами, виконані без допомоги викладача. ▪Планує інформаційний пошук; володіє способами систематизації інформації. ▪Студент може зіставити, узагальнити, систематизувати інформацію під керівництвом викладача; вільно застосовує вивчений матеріал у стандартних ситуаціях. ▪ Робить висновки і приймає рішення у ситуації невизначеності. Володіє уміннями творчо-пошукової діяльності. 	1,5
<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

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

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	0-10	0 – студент неспроможний чітко та стисло викласти основні результати дослідження
		5 – студент невпорядковано викладає основні результати дослідження
		10 – студент спроможний чітко та стисло викласти основні результати дослідження
Використання роздаткового ілюстративного матеріалу	0-5	0 – роздатковий ілюстративний матеріал не використано
		5 – 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

Критерії оцінювання екзаменаційних 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

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

10. Рекомендована література

Основна література

1. Поляков Г.А. Синтез і аналіз паралельних процесів в адаптивних часопараметризованих обчислювальних системах / Г.А. Поляков, С.И. Шматков, Е.Г. Толстолузька, Д.А. Толстолузький.- Х.: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2012. – 672 с.
2. Quinn, M. J. (2004). Parallel Programming in C with MPI and OpenMP. – New York, NY: McGraw-Hill.
3. Grama, A., Gupta, A., Kumar V. (2003, 2nd edn.). Introduction to Parallel Computing. – Harlow, England: Addison-Wesley.
4. Pacheco, P. (1996). Parallel Programming with MPI. - Morgan Kaufmann.
5. Chandra, R., Dagum, L., Kohr, D., Maydan, D., McDonald, J., and Melon, R. (2000). Parallel Programming in OpenMP. Morgan Kaufmann Publishers.
6. Culler, D., Singh, J.P., Gupta, A. (1998) Parallel Computer Architecture: A Hardware/Software Approach. - Morgan Kaufmann.
7. Tanenbaum, A. (2001). Modern Operating System. 2nd edn. – Prentice Hall.

Допоміжна література

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

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

1. TOP500 Supercomputing sites : Project ranks and details the 500 most powerful computer systems in the world [Electronic resource]. Available from : <http://www.top500.org>.
2. <http://www.cs.wisc.edu/condor/>
3. <http://setiathome.ssl.berkeley.edu/>
4. <http://www.Distributed.net/>
5. <http://mersenne.org/>
6. <http://www.globus.org/>
7. <http://www.eu-datagrid.org/>