

Київський університет імені Бориса Грінченка

(повне найменування вищого навчального закладу)

Кафедра інформатики



«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Проректор з науково-методичної
та навчальної роботи

О.Б.Жильцов

« 01 » 09 2014 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ПАРАЛЕЛЬНІ ТА РОЗПОДІЛЕНІ ОБЧИСЛЕННЯ

(шифр і назва навчальної дисципліни)

напрямок підготовки

6.040302 «Інформатика*»

(шифр і назва напрямку підготовки)

інститут, факультет, відділення

Інститут суспільства

(назва інституту, факультету, відділення)

Робоча програма навчальної дисципліни Паралельні та розподілені обчислення для студентів галузі знань 0403 «Системні науки та кібернетика», напряму підготовки 6.040302 «Інформатика*».

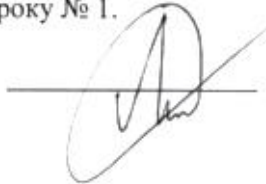
Розробники:

Литвин Оксана Степанівна, кандидат фізико-математичних наук, старший науковий співробітник, доцент кафедри інформатики Інституту суспільства Київського університету імені Бориса Грінченка.

Співак Світлана Михайлівна, викладач кафедри інформатики Інституту суспільства Київського університету імені Бориса Грінченка.

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри інформатики Інституту суспільства. Протокол від « 28 » серпня 2014 року № 1.

Завідувач кафедри інформатики _____



Бушма О.В.

*Рознесі годин звірено з редакції
навчальними планами, структура програми
типова. Співак (Соловєва С.А.)*

© Литвин О.С., Співак С.М., 2014 р.

© Київський університет імені Бориса Грінченка, 2014 р.

Паралельні та розподілені обчислення, 6.040302 «Інформатика*»

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни
		денна форма навчання
Кількість кредитів – 4	Галузь знань 0403 «Системні науки та кібернетика»	Нормативна дисципліна циклу професійної та практичної підготовки
	Напрямок підготовки 6.040302 «Інформатика*»	
Модулів – 1	Освітньо-кваліфікаційний рівень: «бакалавр»	Рік підготовки 2-й
Змістових модулів – 3		Семестр 3-й
Індивідуальні завдання: орієнтовна тематика індивідуальних завдань додається (див. п.9)		
Загальна кількість годин – 144		Лекції 20 год.
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи студента – 4		Практичні 22 год.
		Модульний контроль 6 год.
		Самостійна робота 54 год.
		Індивідуальні завдання 6 год.
		Семестровий контроль 36 год.
		Вид контролю Екзамен

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить (%):

для денної форми навчання – 33% / 67%.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: засвоєння основних методів та алгоритмів організації паралельних та розподілених обчислень, принципів побудови відповідних структур, набуття початкових практичних навиків проектування таких засобів для розв'язання типових задач прикладної математики.

Завдання: набуття студентами знань та умінь використання новітніх досягнень у паралельному програмуванні мультипроцесорних та мультикомп'ютерних систем, необхідних для сучасних комп'ютерних і програмних технологій відповідно до кваліфікації фахівця з інформатики.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- склад апаратних засобів та програмного забезпечення обчислювальних систем з елементами паралельної та розподіленої обробки;
- основні методи, алгоритми і засоби паралельної та розподіленої обробки інформації;
- методи і технології паралельного програмування, включаючи мови послідовного програмування C++ та C#;
- причини недостовірності обчислювального рішення.

вміти:

- виконувати елементарні вправи з розпаралелення задач та алгоритмів;
- визначати ефективність паралельних обчислень в різних умовах;
- застосовувати основні технології паралельного програмування для вирішення прикладних задач.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Паралельні та розподілені обчислювальні системи

Тема 1. Основні поняття про паралельні обчислення.

Вступ. Місце дисципліни в навчальній програмі. Сучасні задачі обчислювальних систем. Проблеми та перспективи. Поняття паралельних обчислень. Області застосування і задачі паралельних обчислень. Стримуючі фактори.

Тема 2. Архітектура та класифікація паралельних обчислювальних систем.

Особливості організації паралельних обчислювальних систем. Класифікація паралельних обчислювальних систем. Взаємозв'язок класифікацій. Векторно-конфайєрні та векторно-паралельні системи. Багатопроцесорні системи: PVP, SPM, MPP, NUMA. Технологія CUDA. Кластери. Концепція GRID і метакомп'ютинг. Комунаційне середовище паралельних обчислювальних систем: компоненти, топологія. Основні характеристики комунаційних мереж. Паралельні системи нетрадиційної архітектури

Тема 3. Продуктивність обчислювальної системи. Методи оцінки продуктивності паралельних алгоритмів і систем.

Фактори продуктивності обчислювальних систем. Методи підвищення продуктивності. Продуктивність паралельних обчислень: характеристики, оцінка. Показники ефективності паралельних обчислень. Закони Амдала і Густавсона-Барсиса.

Тема 4. Комунаційна трудомісткість паралельних обчислень.

Алгоритми маршрутизації. Методи передачі даних між процесорами. Аналіз трудомісткості основних операцій передачі даних: один-одному, один-всім, всі-всім. Циклічний зсув. Оцінка трудомісткості операцій передачі даних для кластерних систем.

Змістовий модуль 2. Паралельна обробка даних. Технології паралельного програмування

Тема 5. Паралельна обробка даних. Синхронізація і комунікації процесів.

Поняття процесу, потоку, ресурсу. Види ресурсів. Багатопроцесорні операційні системи. Синхронізація процесів: критична область, семафори, блокування. Комунікації процесів. Управління розподіленої пам'яттю.

Тема 6. Моделі паралельних обчислень. Розробка паралельного алгоритму.

Види і рівні паралелізму в комп'ютерних системах. Паралелізм даних. Паралелізм задач. Організація паралельних програм як системи потоків. Поняття паралельного процесу та гранули розпаралелювання. Модель обчислень у вигляді графа. Етапи розробки паралельного алгоритму. Похибки реалізації обчислювальних алгоритмів на комп'ютерах.

Тема 7. Технології паралельного програмування. Мови і системи паралельного програмування.

Огляд засобів паралельного програмування. Труднощі використання. Класифікація мов і систем паралельного програмування. Програмування для систем із спільною пам'яттю. Технологія OpenMP. Засоби програмування з передачею повідомлень. Технологія MPI. Паралельне програмування на платформі .Net Framework.

Змістовий модуль 3. Паралельні методи розв'язування задач прикладної математики

Тема 8. Паралельні чисельні алгоритми для розв'язання деяких типових задач обчислювальної математики.

Обчислення частинних сум послідовності чисел. Обчислення інтегралів. Знаходження значення числа π . Паралельна реалізація різних методів сортування елементів масиву даних. Множення матриці на вектор. Матричне множення.

Тема 9. Паралельні методи і алгоритми лінійної алгебри.

Прямі та ітераційні методи розв'язку систем алгебраїчних рівнянь. Метод Гауса. Паралельна реалізація алгоритму Гауса. Аналіз ефективності паралелізації методу Гауса. Метод Якобі: паралельна реалізація, аналіз ефективності.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	Усього	у тому числі				
л.		п.р.	м.к.	інд.	с.р.	
Модуль 1						
Змістовий модуль 1. Паралельні та розподілені обчислювальні системи						
Тема 1. Основні поняття про паралельні обчислення	6	2	-	-	-	4
Тема 2. Архітектура та класифікація паралельних обчислювальних систем.	10	4	-	-	-	6
Тема 3. Продуктивність обчислювальної системи. Методи оцінки продуктивності паралельних алгоритмів і систем.	10	2	4	-	-	4
Тема 4. Комунікаційна трудомісткість паралельних обчислень.	8	2	-	-	2	4
Разом за змістовим модулем 1	36	10	4	2	2	18
Змістовий модуль 2. Паралельна обробка даних. Технології паралельного програмування						
Тема 5. Паралельна обробка даних. Синхронізація і комунікації процесів.	10	2	2	-	-	6
Тема 6. Моделі паралельних обчислень. Розробка паралельного алгоритму.	10	2	2	-	-	6

Тема 7. Технології паралельного програмування. Мови і системи паралельного програмування.	14	2	4	-	2	6
Разом за змістовим модулем 2	36	6	8	2	2	18
Змістовий модуль 3. Паралельні методи розв'язування задач прикладної математики						
Тема 8. Паралельні чисельні алгоритми для розв'язання деяких типових задач обчислювальної математики.	17	2	6	-	-	9
Тема 9. Паралельні методи і алгоритми лінійної алгебри.	17	2	4	-	2	9
Разом за змістовим модулем 3	36	4	10	2	2	18
Семестровий контроль	36					
Усього годин	144	20	22	6	6	54

5. Теми семінарських занять – не передбачено навчальним планом

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Змістовий модуль 1. Паралельні та розподілені обчислювальні системи		
1	Продуктивність паралельних обчислень: характеристики, оцінка	2
2	Прискорення та ефективність паралельного алгоритму із послідовною частиною	2
Змістовий модуль 2. Паралельна обробка даних. Технології паралельного програмування		
3	Синхронізація процесів та потоків в паралельних обчислювальних системах	2
4	Розробка паралельного алгоритму	2
5	Створення багатопоточних програм	2
6	Створення багатопоточної програми із синхронізацією потоків	2
Змістовий модуль 3. Паралельні методи розв'язування задач прикладної математики		
7	Програмна реалізація паралельного алгоритму множення матриці на вектор	2
8	Програмна реалізація паралельного алгоритму множення двох матриць	4
9	Програмна реалізація паралельного алгоритму розв'язання системи лінійних алгебраїчних рівнянь методом Гауса	4
	Разом	22

7. Теми лабораторних занять – не передбачено навчальним планом

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	Бали
Змістовий модуль 1. Апаратні засоби обчислювальних систем		18	5
1	Основні поняття про паралельні та розподілені обчислення	4	1
2	Архітектура паралельних обчислювальних систем	6	1
3	Продуктивність обчислювальної системи. Методи оцінки продуктивності паралельних алгоритмів і систем	4	2
4	Комунікаційна трудомісткість паралельних обчислень	4	1
Змістовий модуль 2. Програмне управління пристроями обчислювальних систем		18	5
5	Паралельна обробка даних. Синхронізація і комунікації процесів	6	1
6	Моделі паралельних обчислень. Розробка паралельного алгоритму.	6	2
7	Технології паралельного програмування. Мови і системи паралельного програмування	6	2

Змістовий модуль 3. Комп'ютерні системи		18	5
8	Паралельні числові алгоритми для розв'язання типових задач обчислювальної математики	9	2
9	Паралельні методи і алгоритми лінійної алгебри	9	3
Разом		54	15

9. Індивідуальні завдання

Мета: самостійне вивчення частини програмного матеріалу, систематизація, узагальнення, закріплення та поглиблення теоретичних знань програмного матеріалу дисципліни і набуття практичних навичок реалізації розглянутих методів паралельних обчислень.

Індивідуальне завдання є видом позааудиторної самостійної роботи студента, яка містить результати дослідницького пошуку і відображає певний рівень його навчальної компетентності. Результати завдання використовуються студентом у процесі вивчення програмного матеріалу навчальної дисципліни.

Індивідуальне завдання виконується у реферативній формі за однією з тем, що надається в рекомендованому переліку, або за темою, запропонованою студентом і узгодженою з викладачем.

Оцінка за індивідуальне завдання виставляється на заключному занятті з курсу на основі попереднього ознайомлення викладача з його змістом. Можливий захист завдання у формі усного звіту студента про виконану роботу (до 5 хвилин).

Максимальна оцінка за індивідуальне завдання складає 30 балів, є обов'язковим компонентом залікової оцінки і враховується при виведенні підсумкової оцінки з навчального курсу.

Критеріями оцінювання індивідуального завдання є:

- формулювання мети, завдань роботи – 8 балів,
- огляд літературних джерел та аналіз предметної області – 10 балів
- постановка демонстраційної задачі, опис методу та паралельний алгоритм розв'язання – 5 балів.
- наявність і якість висновків – 5 балів
- дотримання вимог оформлення структурних елементів роботи – 2 бали.

Орієнтовна тематика індивідуальних завдань:

1. Моделювання та аналіз паралельних обчислень.
2. Модель обчислень у вигляді графа.
3. Класифікації паралельних обчислювальних систем.
4. Схеми паралельного виконання алгоритму. Визначення часу виконання паралельного алгоритму. Показники ефективності паралельного алгоритму.
5. Концепція процесу. Поняття ресурсу. Організація програм як системи процесів. Взаємодія і взаємовиключення процесів.
6. Мережі Петрі. Моделювання програм з використанням мереж Петрі.
7. Концепція GRID і метакомп'ютинг. Український GRID.
8. Нетрадиційні архітектури паралельних обчислювальних систем: нейронні, асоціативні, потокові.
9. Паралельна реалізація алгоритмів сортування послідовності чисел.
10. Реалізація прямих методів розв'язку систем лінійних алгебраїчних рівнянь на EOM з паралельним обчисленням.

10. Навчально-методична карта дисципліни

Разом: 144 год., лекції – 20 год., практичні заняття – 22 год., індивідуальна робота – 6 год., модульний контроль – 6 год., самостійна робота – 54 год., семестровий контроль – 36 год.

Модулі (назви, бали)	Змістовий модуль 1. Паралельні та розподілені обчислювальні системи (77 балів)				Змістовий модуль 2. Паралельна обробка даних. Технології паралельного програмування (97 балів)			Змістовий модуль 3. Паралельні методи розв'язування задач прикладної математики (97 балів)	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Лекції (теми, бали)	Лекція 1. Основні поняття про паралельні та розподілені обчислення (1 бал)	Лекції 2, 3. Архітектура паралельних обчислювальних систем (2 бали).	Лекція 4. Продуктивність обчислювальної системи. Методи оцінки продуктивності паралельних алгоритмів і систем (1 бал).	Лекція 5. Комунікаційна трудомісткість паралельних обчислень (1 бал)	Лекція 6. Паралельна обробка даних. Синхронізація і комунікації процесів (1 бал)	Лекція 7. Моделі паралельних обчислень. Розробка паралельного алгоритму (1 бал)	Лекція 8. Технології паралельного програмування. Мови і системи паралельного програмування (1 бал).	Лекція 9. Паралельні числові алгоритми для розв'язання типових задач обчислювальної математики (1 бал)	Лекція 10. Паралельні методи і алгоритми лінійної алгебри (1 бал)
Практичні заняття (теми, бали)			1. Продуктивність паралельних обчислень: характеристики, оцінка (21 бал) 2. Прискорення та ефективність паралельного алгоритму із послідовною частиною (21 бал)		3. Синхронізація процесів та потоків в паралельних обчислювальних системах (21 бал)	4. Розробка паралельного алгоритму (21 бал)	5. Створення багатопоточних програм (11 балів) 6. Створення багатопоточної програми із синхронізацією потоків (11 балів)	7. Програмна реалізація паралельного алгоритму множення матриць на вектор (11 балів) 8-9. Програмна реалізація паралельного алгоритму множення двох матриць (12 балів)	10-11. Програмна реалізація паралельного алгоритму розв'язання системи лінійних алгебраїчних рівнянь методом Гауса (12 балів)
Індивідуальні завдання (бали)	-				-			30 балів	
Самостійна робота	Самостійна робота (5 балів)				Самостійна робота (5 балів)			Самостійна робота (5 балів)	
Поточний контроль (вид, бали)	-	-	-	Модульна контрольна робота 1 (25 балів)	-	-	Модульна контрольна робота 2 (25 балів)	-	Модульна контрольна робота 3 (25 балів)
Підсумковий контроль (вид, бали)	Екзамен (40 балів)								

11. Методи навчання

I. Методи організації та здійснення навчально-пізнавальної діяльності:

- 1) За джерелом інформації:
 - *Словесні*: лекція (традиційна, проблемна, лекція-прес-конференція) із застосуванням комп'ютерних інформаційних технологій (PowerPoint-презентація), практичні роботи, пояснення, розповідь, бесіда.
 - *Наочні*: спостереження, ілюстрація, демонстрація.
 - *Практичні*: вправи.
- 2) За логікою передачі і сприймання навчальної інформації: індуктивні, дедуктивні, аналітичні, синтетичні.
- 3) За ступенем самостійності мислення: репродуктивні, пошукові, дослідницькі.
- 4) За ступенем керування навчальною діяльністю: під керівництвом викладача; самостійна робота студентів: з книгою та інтернет-джерелами; виконання індивідуальних навчальних проектів.

II. Методи стимулювання інтересу до навчання і мотивації навчально-пізнавальної діяльності: навчальні дискусії; створення ситуації пізнавальної новизни; створення ситуацій зацікавленості (метод цікавих аналогій тощо).

Вивчення дисципліни здійснюється за машинним варіантом з організацією занять у спеціалізованих комп'ютерних залах, де кожний студент отримує можливість навчатись безпосередньо на індивідуальному робочому місці, обладнаному персональним комп'ютером.

12. Методи контролю

Навчальні досягнення студентів з дисципліни оцінюються за модульно-рейтинговою системою, в основу якої покладено принцип поопераційної звітності, обов'язковості модульного контролю, накопичувальної системи оцінювання рівня знань, умінь та навичок, розширення кількості підсумкових балів до 100.

Оцінка за кожний змістовий модуль включає бали за поточну роботу студента на практичних заняттях, за виконання індивідуальних завдань, за модульну контрольну роботу. Виконання модульних контрольних робіт здійснюється в електронному вигляді або з використанням роздрукованих завдань. Модульний контроль знань студентів здійснюється після завершення вивчення навчального матеріалу змістового модуля.

У процесі оцінювання навчальних досягнень студентів застосовуються такі методи:

- *Методи усного контролю*: індивідуальне опитування, фронтальне опитування, співбесіда, екзамен.
- *Методи письмового контролю*: реферат, індивідуальне навчально-дослідне завдання.
- *Методи комп'ютерного контролю*: поточне тестування, модульне тестування.
- *Методи самоконтролю*: уміння самостійно оцінювати свої знання, самоаналіз.

Кількість балів за роботу з теоретичним матеріалом, на практичних заняттях, під час виконання самостійної роботи залежить від дотримання таких вимог:

- систематичність відвідування занять;
- своєчасність виконання навчальних і індивідуальних завдань;
- повний обсяг їх виконання;
- якість виконання навчальних і індивідуальних завдань;
- самостійність виконання;
- творчий підхід у виконанні завдань;

- ініціативність у навчальній діяльності;
- виконання тестових завдань.

Контроль успішності студентів з урахуванням поточного і підсумкового оцінювання здійснюється відповідно до навчально-методичної карти дисципліни (п. 10), де зазначено види контролю і кількість балів за видами. Систему рейтингових балів для різних видів контролю та порядок їх переведення у національну (4-бальну) та європейську (ECTS) шкалу подано нижче у таблицях.

Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота									Підсумковий тест (екзамен)	Сума
Змістовий модуль 1				Змістовий модуль 2			Змістовий модуль 3		40	100
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9		
5	5	5	5	6	7	7	10	10		

Розрахунок рейтингових балів за видами поточного (модульного) контролю

№ з/п	Вид діяльності студента	Макс. кількість балів за одиницю	Модуль 1		Модуль 2		Модуль 3	
			Кільк. одиниць до розрахунку	Макс. кількість балів за вид	Кільк. одиниць до розрахунку	Макс. кількість балів за вид	Кільк. одиниць до розрахунку	Макс. кількість балів за вид
1	Відвідування лекцій	1	5	5	3	3	2	2
2	Відвідування практичних занять	1	2	2	4	4	5	5
3	Виконання завдання для самостійної роботи	5	1	5	1	5	1	5
4	Робота на практичних (семінарських) заняттях	10	2	20	4	40	3	30
5	Індивідуальне завдання	30	-	0	-	0	1	30
6	Виконання модульної контрольної роботи	25	1	25	1	25	1	25
7	Виконання тестового контролю	10	2	20	2	20	-	0
	Макс. кількість балів за видами поточного контролю (МВ)			77		97		97

Методика розрахунків модульної і семестрової оцінок студента

№ з/п	Оцінка студента	Макс. оцінка	Модуль 1	Модуль 2	Модуль 3
1	Максимальна підсумкова семестрова модульна оцінка (МС)	60	-	-	-
2	Максимальні підсумкові оцінки за змістовими модулями (ММ)		20	20	20
3	Фактична кількість балів, отриманих студентом за видами поточного контролю (приклад) (ФБ)		60	83	85
4	Підсумкові фактичні оцінки студента за змістовими модулями $M = \text{ФБ} / \text{МВ} * \text{ММ}$		16	17	18
5	Підсумкова семестрова модульна оцінка студента $C = M_1 + M_2 + M_3$		51		
6	Екзаменаційна рейтингова оцінка студента (Е)	40	33		
7	Підсумкова семестрова рейтингова оцінка студента $P = C + E$		84/В		

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка за шкалою ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену	значення оцінки
90-100	A	відмінно	<i>Відмінно</i> – відмінний рівень знань (умінь) в межах обов'язкового матеріалу з можливими незначними недоліками
82-89	B	добре	<i>Дуже добре</i> – достатньо високий рівень знань (умінь) в межах обов'язкового матеріалу без суттєвих грубих помилок
75-81	C		<i>Добре</i> – загалом добрий рівень знань (умінь) в межах обов'язкового матеріалу з незначною кількістю помилок
69-74	D	задовільно	<i>Задовільно</i> – посередній рівень знань (умінь) в межах обов'язкового матеріалу із значною кількістю недоліків, достатній для подальшого навчання або професійної діяльності
60-68	E		<i>Достатньо</i> – мінімально допустимий рівень знань (умінь) в межах обов'язкового матеріалу
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання екзамену	<i>Незадовільно з можливістю повторного складання екзамену</i> – незадовільний рівень знань
1-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням курсу	<i>Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням курсу</i> – низький рівень знань

13. Методичне забезпечення

Викладання навчальної дисципліни забезпечується сучасними технічними засобами навчання, які побудовані на новітніх інформаційно-комунікаційних технологіях (мультимедійний комп'ютер, мультимедійний проектор, інтерактивний комплекс SMART Board, авторські засоби мультимедіа, електронний навчальний курс).

На заняттях і під час самостійній роботі студентів використовуються методичні рекомендації щодо вивчення дисципліни, ілюстративні комп'ютерні дидактичні матеріали, які розроблені на кафедрі, а саме:

- Опорні конспекти лекцій.
- Навчальні посібники.
- Робоча навчальна програма.
- Збірка тестових і контрольних завдань для тематичного (модульного) оцінювання навчальних досягнень студентів.
- Засоби підсумкового контролю (комп'ютерна програма тестування, комплект друкованих завдань для підсумкового контролю).
- Презентації.
- Електронний навчальний курс.

14. Рекомендована література

Базова

1. Гергель В.П. Теория и практика параллельных вычислений. Учебный курс Интернет-университета информационных технологий. – Режим доступа: <http://www.intuit.ru/department/calculate/paralltp/>
2. Богданов А.В. и др. Архитектуры и топологии многопроцессорных вычислительных систем. Учебный курс Интернет-университета информационных технологий. – Режим доступа: <http://www.intuit.ru/department/hardware/atmcs/>
3. Барский А.Б. Архитектура параллельных вычислительных систем. Учебный курс Интернет-университета информационных технологий. – Режим доступа: <http://www.intuit.ru/department/hardware/paralltech/>
4. Барский А.Б. Параллельное программирование. Учебный курс Интернет-университета информационных технологий. – Режим доступа: <http://www.intuit.ru/department/se/parallprog/>
5. Крюков В.А. Операционные системы распределенных вычислительных систем (распределенные ОС). Курс лекций. – Режим доступа: <http://parallel.ru/krukov/>
6. Туральчук К. Параллельное программирование с помощью языка C#. Учебный курс Интернет-университета информационных технологий. – Режим доступа: <http://www.intuit.ru/studies/courses/5938/1074/info>
7. Алексеев А. Основы параллельного программирования с использованием Visual Studio 2010. Учебный курс Интернет-университета информационных технологий. – Режим доступа: <http://www.intuit.ru/studies/courses/4807/1055/info>
8. Дорошенко А.Ю. Паралельні обчислювальні системи. Методичний посібник і конспект лекцій. – Київ: Видавничий дім «КМ Академія», 2013. – 46 с.
9. Гергель В.П. Высокопроизводительные вычисления для многопроцессорных многоядерных систем. Учебное пособие. – М.: Издательство Московского университета, 2010. – 421 с.
10. Воеводин В.В., Воеводин Вл.В. Параллельные вычисления. – СПб.: БХВ-Петербург, 2002. – 608 с.
11. Антонов А.С. Параллельное программирование с использованием технологии OpenMP: Учебное пособие. – М.: Изд-во МГУ, 2009. – 77 с.
12. Антонов А.С. Параллельное программирование с использованием технологии MPI: Учебное пособие. – М.: Изд-во МГУ, 2004. – 71 с.
13. Баканов В.М. Параллельные вычисления: Учебное пособие. – МГУПИ. Москва, 2006. – 124 с.
14. Богачев К.Ю. Основы параллельного программирования. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2003. – 342 с.
15. Уильямс Э. Параллельное программирование на C++ в действии. Практика разработки многопоточных программ. – Москва, ДМК Пресс, 2012. - 673 с.
16. Joseph Albahari. Работа с потоками в C#. Часть 1 / Перевод: А. Кирюшкин. – Режим доступа: <http://rstdn.ru/article/dotnet/CSThreading1.xml>. Исправлено: 20.06.2010.
17. Joseph Albahari. Работа с потоками в C#. Часть 2 / Перевод: А. Кирюшкин. – Режим доступа: <http://rstdn.ru/article/dotnet/CSThreading2.xml>. Исправлено: 15.04.2009.
18. Joseph Albahari. Работа с потоками в C#. Часть 3 / Перевод: А. Кирюшкин. – Опубликовано: 28.07.2011. – Режим доступа: http://rstdn.ru/article/dotnet/Threading_In_C_Sharp_Part_3.xml.

Допоміжна

19. Бройнль Т. Паралельне програмування: Початковий курс: Навчальний посібник для вузів. – К.: Вища школа, 1997. – 358 с.
20. Дорошенко А.Ю. Алгеброалгоритмічні основи програмування. Об'єктна орієнтація і паралелізм/ А.Ю. Дорошенко, Г.С. Фінін, Г.О. Цейтлін. – Київ: «Наукова думка», 2004. – 458 с.

21. Эндрюс Г.Р. Основы многопоточного, параллельного и распределенного программирования: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. – 512 с.
22. Химич А.Н., Молчанов И.Н., Попов А.В. и др. Параллельные алгоритмы решения задач вычислительной математики. – К.: «Наукова думка» НАН Украины 2008. – 247 с.
23. Blaise Barney. Introduction to Parallel Computing. – Режим доступа: https://computing.llnl.gov/tutorials/parallel_comp/
24. Эхтер Ш., Робертс Дж. Многоядерное программирование. – СПб.: Питер, 2010. – 316 с. (Серия «Библиотека программиста»).
25. Організація паралельних обчислень: Навчальний посібник / Укладачі: Є. Ваврук, О. Лашко. – Львів: Національний університет “Львівська політехніка”, 2007. – 70 с.
26. Воеводин В.В. Вычислительная математика и структура алгоритмов. Учебный курс Интернет-университета Информационных технологий. – Режим доступа: <http://www.intuit.ru/department/calculate/calcalgo/>
27. Хьюз К., Хьюз Т. Параллельное и распределенное программирование на C++.: Пер.с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. – 672 с.
28. Шилдт Г. C# 4.0: полное руководство.: Пер. с англ. – М.: ООО "И.Д. Вильямс", 2011. – 1056 с.

15. Інформаційні ресурси

1. Сайт Української команди розподілених обчислень. – Режим доступу: <http://distributed.org.ua/>.
2. Український суперкомп'ютерний інтернет-дайджест. – Режим доступу: <http://supercomputer.com.ua/>
3. Паралельна обробка і паралелізм в .NET Framework. – Режим доступу: [http://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/hh156548\(v=vs.110\).aspx](http://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/hh156548(v=vs.110).aspx)
4. Форум програмістів // CyberForum.ru - форум програмістів и сисадминов. – Режим доступу: <http://www.cyberforum.ru/programming/>
5. Все о мире суперкомпьютеров и параллельных вычислений. – Режим доступу: <http://parallel.ru/>
6. Проект Globus для наукових досліджень. – Режим доступу: <http://parallel.ru/>
<http://www.globus.org>
7. Форум з використання ГРІД-технологій. – Режим доступу: <http://www.gridforum.org>
8. Характеристики 500 найпотужніших комп'ютерів в світі. – Режим доступу: <http://www.top500.org>
9. Стандарти MPI. – Режим доступу: <http://www.mpiforum.org>
10. Система програмування NORMA. – Режим доступу: <http://www.keldysh.ru.norma>
11. Все про інформаційні технології. – Режим доступу: <http://www.citforum.ru>.
12. Netlib is a collection of mathematical software, papers, and databases. – Режим доступу: <http://netlib.org>