

Тернопіль – 2024 рік

Робоча програма з навчальної дисципліни Технології розподілених систем та паралельних обчислень
/назва дисципліни/

для студентів факультету комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії
/назва факультету(ів)/

Розробник:

старший викладач

кафедри комп'ютерних наук

/посада, науковий ступінь та вчене звання/

/підпис/

Григорій ШИМЧУК

/ініціали та прізвище/

Робоча програма розглянута та схвалена

на засіданні кафедри комп'ютерних наук

/назва/

Протокол від « 26 » серпня 2024 року № 1

Завідувач кафедри

/підпис/

Ігор БОДНАРЧУК

/ініціали та прізвище/

Робоча програма розглянута та схвалена НМК

факультету комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії

Протокол від « 02 » вересня 2024 року № 1

Секретар НМК

/підпис/

Богдана МЛИНКО

/ініціали та прізвище/

Робоча програма погоджена:

Спеціальність 122 Комп'ютерні науки

/шифр і назва/

освітня програма «Комп'ютерні науки»

/назва/

Завідувач випускової кафедри

/підпис/

Ігор БОДНАРЧУК

/ініціали та прізвище/

Гарант освітньої програми

/підпис/

Леся ДМИТРОЦА

/ініціали та прізвище/

1. Структура навчальної дисципліни

Показник	Всього годин	
	Денна форма навчання (ДФН)	Заочна (дистанційна) форма навчання (ЗФН)
7 семестр		
Кількість кредитів/год	4,5/135	4,5/135
Аудиторні заняття, год.	48	14
Самостійна робота, год.	87	121
Аудиторні заняття:		
– лекції, год.	16	6
– лабораторні заняття, год.	32	8
– практичні заняття, год.	–	–
– семінарські заняття, год.	–	–
Самостійна робота:		
– підготовка до лабораторних (практичних – семінарських) занять, год.	37	40
– опрацювання окремих розділів програми, які не виносяться на лекції, год.	40	60
– виконання контрольних завдання, год.	–	–
– виконання індивідуальних завдань, год.	–	–
– виконання курсових проектів (робіт), год.	–	–
– підготовка та складання <u>заліків</u> , екзаменів, контрольних робіт, рефератів, есе, <u>тестування</u> , год.	10	21
Екзамен	–	–
Залік	3	3
8 семестр		
Кількість кредитів/год	4/120	4/120
Аудиторні заняття, год.	56	14
Самостійна робота, год.	64	106
Аудиторні заняття:		
– лекції, год.	28	8
– лабораторні заняття, год.	28	6
– практичні заняття, год.	–	–
– семінарські заняття, год.	–	–
Самостійна робота:		

– підготовка до лабораторних (практичних – семінарських) занять, год.	14	28
– опрацювання окремих розділів програми, які не вносяться на лекції, год.	15	28
– виконання контрольних завдання, год.	–	–
– виконання індивідуальних завдань, год.	–	–
– виконання курсових проектів (робіт), год.	30	30
– підготовка та складання заліків, <u>екзаменів</u> , контрольних робіт, рефератів, есе, <u>тестування</u> , год.	5	20
Екзамен	Е	Е
Залік	–	–

Частка годин самостійної роботи студента:

1 семестр

денна форма навчання - 64 %;

заочна (дистанційна) форма навчання - 90 %.

2 семестр

денна форма навчання - 53 %;

заочна (дистанційна) форма навчання - 88 %.

Всього по навчальній дисципліні

денна форма навчання - 59 %;

заочна (дистанційна) форма навчання - 89 %.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета курсу полягає у підготовці майбутніх фахівців для ефективного використання сучасних обчислювальних систем у процесі виконання своїх професійних обов'язків.

Завдання дисципліни – навчитися розробляти паралельне програмне забезпечення для розв'язування прикладних задач з використанням сучасних технологій: .NET, MPI, OpenMP та GRID. Навчитися обґрунтовувати продуктивність та ефективність використання технологій паралельних та розподілених обчислень.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен.

знати:

- базові принципи паралельних та розподілених обчислень, основні класи паралельних обчислювальних систем, рівні паралелізації обчислень, особливості їх архітектури та програмування, методи оцінки продуктивності;
- застосування розподілених систем у різних областях;
- проблему відображення програм та алгоритмів на архітектурі паралельних обчислень;
- основні паралельні методи розв'язання задач;
- основи технологій паралельних та розподілених обчислень.

вміти:

- виконувати обчислення показників програм та аналізувати їх;
- визначати тип та характеристики наявного обладнання та обирати найбільш ефективну реалізацію залежно від вибраних характеристик;
- виконувати SIMD команди при програмуванні мовами високого рівня;
- розробляти паралельні алгоритми;
- розробляти паралельні програми за допомогою засобів операційних систем та сучасних технологій;
- оцінювати складність та ефективність програм за допомогою сучасних засобів профілювання.

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у студентів **загальних компетентностей (ЗК)** та **спеціальних (фахових) компетентностей (СК)** згідно освітньої програми.

Загальні:

- ЗК 1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- ЗК 2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК 3. Здатність до розуміння предметної області та професійної діяльності.
- ЗК 4. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.
- ЗК 9. Здатність працювати в команді.

Спеціальні (фахові):

СК4. Здатність використовувати сучасні методи математичного моделювання об'єктів, процесів і явищ, розробляти моделі й алгоритми чисельного розв'язування задач математичного моделювання, враховувати похибки наближеного чисельного розв'язування професійних задач.

СК9. Здатність реалізувати багаторівневу обчислювальну модель на основі архітектури клієнт-сервер, включаючи бази даних, знань і сховища даних, виконувати розподілену обробку великих наборів даних на кластерах стандартних серверів для забезпечення обчислювальних потреб користувачів, у тому числі на хмарних сервісах.

СК16. Здатність реалізовувати високопродуктивні обчислення на основі хмарних сервісів і технологій, паралельних і розподілених обчислень при розробці й експлуатації розподілених систем паралельної обробки інформації.

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування у студента таких **програмних результатів навчання (ПР)** згідно освітньої програми:

ПР1. Застосовувати знання основних форм і законів абстрактно-логічного мислення, основ методології наукового пізнання, форм і методів вилучення, аналізу, обробки та синтезу інформації в предметній області комп'ютерних наук.

ПР5. Проектувати, розробляти та аналізувати алгоритми розв'язання обчислювальних та логічних задач, оцінювати ефективність та складність алгоритмів на основі застосування формальних моделей алгоритмів та обчислюваних функцій.

ПР16. Виконувати паралельні та розподілені обчислення, застосовувати чисельні методи та алгоритми для паралельних структур, мови паралельного програмування при розробці та експлуатації паралельного та розподіленого програмного забезпечення.

3. Опис навчальної дисципліни

3.1. Лекційні заняття

№	Тема заняття та короткий зміст	Кількість годин	
		ДФН	ЗФН
7 семестр			
1.	Тема 1. Введення в паралельні обчислення Матриця класифікації згідно Флінна, єдина інструкція, єдині дані (SISD), кілька інструкцій, єдині дані (MISD), архітектура Джона фон Неймана, спільна пам'ять.	1	0,5
2.	Тема 2. Основи OpenMP Особливості програмування для систем зі спільною пам'яттю, потік і багатопоточність, вивчення технології OpenMP, створення паралельної області, директиви, які дозволяють управляти процесом виконання коду в паралельній області.	1	0,5
3.	Тема 3. Директиви розподілення роботи і синхронізації роботи Розпаралелення виконання циклів, паралельна програма складання векторів, розподіл декількох структурних блоків між потоками, паралельна обробка лінійного списку, розподіл роботи на основі незалежних задач, синхронізація виконання різних потоків. прості директиви, замки.	2	0,5
4.	Тема 4. Векторні обчислення за допомогою OpenMP 4.0 Векторизація, векторний процесор, скалярний процесор, функція Intrinsic, SIMD Intrinsic, версії OpenMP.	2	0,5
5.	Тема 5. Java та паралельні обчислення Thread – базовий клас для роботи з потоками, Native – реалізація java функції у C++ файлі, Main Thread – перший потік у якому запускається Java програма, планувальник потоків	2	0,5

6.	Тема 6. Системи з розподіленою пам'яттю. Основи MPI Класифікація сучасних EOM, MPI, види реалізації, різниця між Open MP та MPI, встановлення MPI у Windows, додавання Include у C/C++, додавання бібліотеки у Linker.	2	0,5
7.	Тема 7. Прийом і передача повідомлень між окремими процесами Базові механізми зв'язку між MPI процесами, локальна мережа процесів, секції програми, типізація процедур, повідомлення з блокуванням. MPI_Send, прийом повідомлень. MPI_Recv.	2	1
8.	Тема 8. Колективні операції Огляд колективних операцій, функції збору даних зі всіх процесів, функції розподілу даних по всім процесам, функції редукції, приклади паралельних програм, що демонструють використання функцій MPI	2	1
9.	Тема 9. Scala та паралельні обчислення JVM, Conception JVM, Scala, Methods of parallel programming, Runnable і Callable, Parallel Collections in Scala	2	1
Усього годин 7 семестр		16	6
8 семестр			
1.	Тема 1. Введення в паралельні обчислення. Область паралельних обчислень. Алгоритми та метрики. Апаратні аспекти паралельних комп'ютерів.	2	0,5
2.	Тема 2. Платформи паралельного програмування. Неявний паралелізм: тенденції в мікропроцесорній архітектурі. Обмеження продуктивності системи пам'яті. Дихотомія паралельних обчислювальних платформ. Фізична організація паралельних платформ. Витрати на комунікацію в паралельних машинах. Механізми маршрутизації мереж взаємозв'язку. Вплив методів картографування процесорів та картографування техніки.	2	0,5

3.	Тема 3. Принципи проектування паралельних алгоритмів. Прелімінарії. Методи розкладання. Характеристики завдань та взаємодій. Методи картографування для балансування навантаження. Методи утримання ресурсозатрат. Моделі паралельних алгоритмів.	2	0,5
4.	Тема 4. Основні операції зв'язку. Широкомовна трансляція та Зменшення "всі до одного". Трансляція "все до всіх" та зменшення. Повне зменшення і операції з кумулятивною сумою. Розсіювання та збирання. Персоналізована комунікація повного обміну (All-to-All). Підвищення швидкості деяких операцій зв'язку. Бітовий зсув.	2	0,5
5.	Тема 5. Аналітичне моделювання паралельних програм. Джерела виконувальних витрат у паралельних програмах. Показники продуктивності для паралельних систем. Вплив гранулярності на продуктивність. Масштабованість паралельних систем. Мінімальний час виконання та Мінімально-Оптимальний час виконання. Асимптотичний аналіз паралельних програм. Інші показники масштабованості.	2	0,5
6.	Тема 6. Програмування із використанням парадигми обміну повідомленнями. Принципи програмування обміну повідомленнями. Будівельні блоки: операції надсилення та отримання. ІПП: Інтерфейс Передачі Повідомлень. Топології та вбудовування. Перекриття зв'язку з обчисленням. Операції колективного зв'язку та обчислень. Групи та комунікатори.	2	0,5

7.	Тема 7. Програмування платформ спільного простору адрес. Основи потоків. Чому потоки? Потоковий API POSIX. Основи потоків: Створення та припинення. Примітиви для синхронізації в Pthreads. Керування потоками та атрибутами синхронізації. Скасування потоків. Складні конструкції синхронізації. Поради щодо проектування асинхронних програм. OpenMP: стандарт для паралельного програмування на основі директив.	2	0,5
8.	Тема 8. Алгоритми щільної матриці. Множення матриці вектора. Множення матриці на матрицю. Вирішення системи лінійних рівнянь.	2	0,5
9.	Тема 9. Сортування. Проблеми сортування на паралельних комп'ютерах. Сортування мереж. Сортування методом бульбашки та його варіанти. Швидке сортування. Сортування комірками і сортування вибіркою. Інші алгоритми сортування.	2	0,5
10.	Тема 10. Алгоритми графів. Визначення та подання. Мінімальне Кістякове дерево: Алгоритм Прима. Задача Про найкоротший шлях: Алгоритм Дейкстри. Всі пари найкоротших шляхів. Транзитивне замикання. Підключені компоненти. Алгоритми для розріджених графів.	2	0,5
11.	Тема 11. Пошук алгоритмів дискретної оптимізації проблем. Визначення та приклади. Послідовні алгоритми пошуку. Фактор пошуку накладних витрат. Паралельний глибинний перший пошук. Паралельний пошук найкращого-першого. Прискорені аномалії в алгоритмах паралельного пошуку.	2	0,5
12.	Тема 12. Динамічне програмування. Огляд динамічного програмування. Послідовні монадичні формулювання ДП. Несеріальні монадичні формули DP. Послідовні монадичні формулювання ДП. Непослідовні Поліадичні формули ДП.	3	0,25

13.	Тема 13. Швидке перетворення Фур'є. Послідовний алгоритм. Алгоритм бінарного обміну. Алгоритм транспонування.	3	0,25
Усього годин		28	6

3.2. Лабораторні заняття

№	Тема заняття	Кількість годин	
		ДФН	ЗФН
7 семестр			
1.	Лабораторна робота 1. Базова робота з процесами, директива single в OpenMP.	10	3
2.	Лабораторна робота 2. Паралельні цикли, їх синхронізація в OpenMP.	11	3
3.	Лабораторна робота 3. Балансування даних у потоках за допомогою OpenMP.	11	2
Усього годин за 7 семестр		32	8
8 семестр			
4.	Лабораторна робота 1. Знайомство з бібліотекою MPI.	9	2
5.	Лабораторна робота 2. Паралельні секції, їх синхронізація в MPI.	9	2
6.	Лабораторна робота 3. Балансування даних у потоках за допомогою MPI.	10	2
Усього годин		28	6

3.3. Самостійна робота

№	Найменування робіт	Кількість годин	
		ДФН	ЗФН
7 семестр			
1.	Тема 1. Введення в паралельні обчислення. Балансування навантаження, обробка масивів.	8	11
2.	Тема 2. Основи OpenMP Формат директив в Fortran, формат директив в C / C++, конструкція PARALLEL Region.	8	11
3.	Тема 3. Директиви розподілення роботи і синхронізації роботи Синхронізація в MP, розпаралелювання циклів.	8	11
4.	Підготовка до 1-го модуля у формі тестування	3	7
5.	Тема 4. Векторні обчислення за допомогою OpenMP 4.0 Нові можливості в стандарті OpenMP 4.0. Основні опції компілятора Intel. Основні можливості Intel Parallel Studio. Основні можливості Intel Parallel Inspector. Основні можливості Intel Parallel Amplifier.	8	11
6.	Тема 5. Java та паралельні обчислення Процеси і потоки, блокування і synchronized-блоки, Volatile поля.	9	11
7	Тема 6. Системи з розподіленою пам'яттю. Основи MPI Метакомп'ютинг як велика розподілена система	9	11
8.	Підготовка до 2-го модуля у формі тестування	3	7
9.	Тема 7. Прийом і передача повідомлень між окремими процесами Провайдери хмарних послуг. Характерні ознаки хмарних обчислень. Моделі надання послуг за допомогою хмари (cloud).	9	11
10.	Тема 8. Колективні операції Визначення критеріїв оптимального розміщення програми на процесори паралельного комп'ютера.	9	11

11.	Тема 9. Scala та паралельні обчислення Використання моделі акторів до побудови паралельних та розподілених застосунків	9	12
12	Підготовка до 3-го модуля у формі тестування	4	7
Усього годин за 7 семестр		87	121
8 семестр			
1	Тема 1. Введення в паралельні обчислення. Алгоритми та апаратні аспекти паралельних комп'ютерів.	2	4
2.	Тема 2. Платформи паралельного програмування. Механізми маршрутизації мереж взаємозв'язку. Вплив методів картографування процесорів та картографування техніки.	2	4
3.	Тема 3. Принципи проектування паралельних алгоритмів. Методи утримання ресурсозатрат. Моделі паралельних алгоритмів.	2	4
4.	Тема 4. Основні операції зв'язку. Підвищення швидкості деяких операцій зв'язку. Бітовий зсув.	2	4
5	Підготовка до 4-го модуля у формі тестування	1	6
6.	Тема 5. Аналітичне моделювання паралельних програм. Асимптотичний аналіз паралельних програм. Інші показники масштабованості.	2	4
7.	Тема 6. Програмування із використанням парадигми обміну повідомленнями. Перекриття зв'язку з обчисленням. Операції колективного зв'язку та обчислень. Групи та комунікатори.	2	4
8.	Тема 7. Програмування платформ спільного простору адрес. OpenMP: стандарт для паралельного програмування на основі директив.	2	4
9.	Тема 8. Алгоритми щільної матриці. Вирішення системи нелінійних рівнянь.	2	4
10.	Підготовка до 5-го модуля у формі тестування	2	7
11.	Тема 9. Сортування. Швидке сортування та сортування комірками.	2	5

12.	Тема 10. Алгоритми графів. Алгоритми для розріджених графів.	2	5
13.	Тема 11. Пошук алгоритмів дискретної оптимізації проблем. Прискорені аномалії в алгоритмах паралельного пошуку.	3	4
14	Тема 12. Динамічне програмування. Непослідовні поліадичні формули ДП.	2	4
15.	Тема 13. Швидке перетворення Фур'є. Алгоритм транспонування.	3	4
16.	Підготовка до 6-го модуля у формі тестування	2	7
17.	Виконання курсового проєкту	30	32
Усього годин за 8 семестр		64	106
Усього годин за 7+8 семестр		151	227

4. Критерії оцінювання результатів навчання студентів

Форма підсумкового семестрового контролю – **Залік, Екзамен**

Підсумкова семестрова оцінка заліку складається з суми балів, отриманих студентом при проведенні проміжних (модульних) контролів рівня засвоєння теоретичних знань (за перший та другий модулі) та отриманих балів за лабораторні роботи.

Захист звіту з лабораторної роботи оцінюється відповідною кількістю балів поданою в таблиці.

Після проходження теоретичного матеріалу проводиться електронне тестування його засвоєння у вигляді проміжного (модульного) контролю. Контроль здійснюється засобами електронного навчального курсу (ЕНК) на сервері дистанційного навчання <http://dl.tntu.edu.ua>, ідентифікатор дисципліни ID 2049.

До підсумкового семестрового контролю (складання семестрового заліку) допускаються студенти, які протягом семестру виконали всі види навчальної роботи, успішно пройшли проміжні (модульні) контролі і набрали не менше 45 балів семестрової бальної оцінки та за умови отримання не менше 60% (15) балів за результатами кожного проміжного (модульного) контролю рівня знань.

Підсумкова оцінка записується за 100-бальною шкалою із подальшим переведенням її у шкалу Європейської кредитно-трансферної системи (ECTS) відповідно A, B, C, D, E, F, FX при цьому чотирибальна шкала оцінок (з записом семестрової оцінки «відмінно» - A, «добре» - B,C, «задовільно» - D, E відповідають підсумковому результату «зараховано», «незадовільно» - F, FX відповідає підсумковому результату «незараховано»).

7 семестр

Форма підсумкового семестрового контролю – залік

Модуль 1			Модуль 2			Модуль 3			Підсумкова семестрова оцінка за екзамен	Разом з дисципліни
Аудиторна та самостійна робота			Аудиторна та самостійна робота			Аудиторна та самостійна робота				
Теоретичний курс (тестування)	Лабораторна робота		Теоретичний курс (тестування)	Лабораторна робота		Теоретичний курс (тестування)	Лабораторна робота			
15	10		15	10		15	10		25	100
№ лекцій	Вид робіт	Бал	№ лекцій	Вид робіт	Бал	№ лекцій	Вид робіт	Бал	за кожних три бали семестрової оцінки студент отримує 1 бал підсумкової семестрової оцінки автоматично	
Тема 1	Лаб. Роб. №1	10	Тема 4	Лаб. Роб. №3	10	Тема 7	Лаб. Роб. №5	10		
Тема 2			Тема 5			Тема 8				
Тема 3			Тема 6			Тема 9				

Семестр 8

Форма підсумкового семестрового контролю – екзамен

Модуль 1			Модуль 2			Модуль 3			Підсумкова семестрова оцінка за екзамен	Разом з дисципліни
Аудиторна та самостійна робота			Аудиторна та самостійна робота			Аудиторна та самостійна робота				
Теоретичний курс (тестування)	Лабораторна робота		Теоретичний курс (тестування)	Лабораторна робота		Теоретичний курс (тестування)	Лабораторна робота			
15	10		15	10		15	10		25	100
№ лекцій	Вид робіт	Бал	№ лекцій	Вид робіт	Бал	№ лекцій	Вид робіт	Бал	Екзамен	
Тема 1	Лаб. Роб. №1	10	Тема 6	Лаб. Роб. №3	10	Тема 10	Лаб. Роб. №5	10		
Тема 2			Тема 7			Тема 11				
Тема 3			Тема 8			Тема 12				
Тема 4			Тема 9			Тема 13				
Тема 5										

Оцінювання курсової роботи

Пояснювальна записка до 50	Ілюстративна частина до 25	Захист проекту до 25	Сума 100
----------------------------------	----------------------------------	-------------------------	-------------

10. Методичне забезпечення

1. Сертифікований дистанційний навчальний курс "Технології розподілених систем та паралельних обчислень" ID 2049, сертифікат №0336 від 16 грудня 2021 р.

11. Рекомендована література

Базова

1. Берченко М.М., Березовська І.Б. Багатоядерні процесори: мікроархітектура та особливості застосування. Тернопіль: ТНТУ, 2011.
2. Берченко М.М., Березовська І.Б. Багатоядерні процесори: мікроархітектура та особливості застосування. Львів: Ліга-Прес 2009.
3. Васюра А.С., Мартинюк Т.Б., Куперштейн Л.М. Методи та засоби нейроподібної обробки даних для систем керування. Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2008.
4. Галіцин В.К., Левченко Ф.А. Багатокористувацькі обчислювальні системи та мережі. К.: КНЕУ, 1998.
5. Lytvynenko, I., Lupenko, S., Kunanets, N., Nazarevych, O., Shymchuk, G., & Hotovych, V. (2021, November). Simulation of gas consumption process based on the mathematical model in the form of cyclic random process considering the scale factors. In 1st International Workshop on Information Technologies: Theoretical and Applied Problems, ITTAP 2021.
6. Nazarevych, O., Leshchyshyn, Y., Lupenko, S., Hotovych, V., Shymchuk, G., & Shabliy, N. (2020, September). Method of Gas Consumption Change-point Detection Based on Seasonally Multicomponent Model. In 2020 10th International Conference on Advanced Computer Information Technologies (ACIT) (pp. 152-155). IEEE.
7. Lytvynenko, I., Lupenko, S., Nazarevych, O., Shymchuk, H., & Hotovych, V. (2022). Additive mathematical model of gas consumption process. Вісник Тернопільського національного технічного університету, 104(4), 87-97.
8. Lupenko, S., Lytvynenko, I., Nazarevych, O., Shymchuk, G., & Hotovych, V. (2021, December). Approach to gas consumption process forecasting on the basis of a mathematical model in the form of a random cyclic process. In Proceedings of the International Conference „Advanced applied energy and information technologies 2021”, 2021 (pp. 213-219). TNTU, Zhytomyr «Publishing house „Book-Druk “» LLC.
9. Shymchuk, G., Lytvynenko, I., Hromyak, R., Lytvynenko, S., & Hotovych, V. (2023). Gas Consumption Forecasting Using Machine Learning Methods and Taking Into Account Climatic Indicators. In CITI (pp. 156-163).

Допоміжна

1. Web Service Modelling Ontology. – Режим доступу: <http://www.wsmo.org/>.
2. MetaObject Facility. - Режим доступу: <http://www.omg.org/mof/>.

3. Naseer, A. and Stergioulas, L.K., Integrating Grid and web Services: A Critical Assessment of Methods and Implications to Resource Discovery, World-Wide Web Conference (WWW2006)
4. Erl, Thomas. Service-Oriented Architecture: Concepts, Technology & Design. New York: Prentice Hall/PearsonPTR. 2005
5. Foster I., Kesselman C., Nick J.M., Tuecke S. The Physiology of the Grid. An Open Grid Services Architecture for distributed systems integration // Grid Computing: Making the Global Infrastructure a Reality. New York: Wiley & Sons, 2003. P. 217-250.
6. Globus Toolkit - The Globus Alliance - www.globus.org/toolkit
7. UNICORE - Distributed computing and data resources - www.unicore.eu
8. Tuecke, S., Czajkowski, K., Foster, I., Frey, J., Graham, S., Kesselman, C., Maguire, T., Sandholm, T., Snelling, D., and Vanderbilt, P. (2003) Open Grid Services Infrastructure (OGSI) Version 1.0. // Global Grid Forum - www.ggf.org.
9. Czajkowski, K., Ferguson, D., Foster, I., Frey, J., Graham, S., Sedukhin, I., Snelling, D., Tuecke, S., and Vambenepe, W. The WS-Resource Framework. March 5, 2004.
10. Eric Newcomer. Understanding Web Services: XML, WSDL, SOAP, and UDDI. Addison-Wesley, USA, 2002 – 368 p.
11. L. Clement, A. Hatley, C. Riegen, and T. Rogers. UDDI Version 3.0.2. OASIS, Tech. Rep., 2004.
12. Jungho Jang, Buhwan Jeong, Hyunbo Cho, and J. Lee. Capability and Extension of UDDI Framework for Semantic Enterprise Integration. Proceedings of International Conference on Advances in Production Management Systems, Washington D.C., September 18-21, 2005.
13. C. Goodwin, D.J. Russomanno and J. Qualls. Survey of Semantic Extensions to UDDI: Implications for Sensor Services. Proceedings of the International Conference on Semantic Web and Web Services, CSREA Press, Las Vegas, Nevada, 2007 - pp. 16-22.
14. Globus Toolkit Version 4 Grid Security Infrastructure: A Standards Perspective. The Globus Security Team. Version 4, September 12, 2005
15. Fielding, Roy T.; Taylor, Richard N. Principled Design of the Modern Web Architecture. ACM Transactions on Internet Technology (TOIT). New York: Association for Computing Machinery. 2002: 115–150
16. OASIS Web Services Business Process Execution Language (WSBPEL) TC - www.oasis-open.org/committees/wsbpel
17. Ian Foster, Steve Tuecke, David Snelling, Don Ferguson, Jeff Frey, Steve Graham, Tom Maguire, Karl Czajkowski. From Open Grid Services Infrastructure to WS-Resource Framework: Refactoring and Evolution. K. 2004
18. Toma, I., Iqbal, K., Roman, D., Strang, T., Fensel, D., Sapkota, B., Moran, M., Gomez, J.M.: Discovery in grid and web services environments: A survey and evaluation. International Journal on Multiagent and Grid Systems 3 (2007)
19. Onyeka Ezenwoye and S. Masoud Sadjadi, Ariel Carey, and Michael Robinson. "Grid service composition in BPEL for scientific applications". In

Proceedings of the International Conference on Grid computing, high-performance and Distributed Applications (GADA'07), Vilamoura, Algarve, Portugal, November 2007.

20. T. Fleuren and P. Müller, "BPEL Workflows Combining Standard OGC Web Services and Grid-enabled OGC Web Services" in Proceedings of the 34th Euromicro Conference on Software Engineering and Advanced Applications, Parma, Italy 2008.

21. Tim Dörnemann, Thomas Friese, Sergej Herdt, Ernst Juhnke, Bernd Freisleben. Grid Workflow Modelling Using Grid-Specific BPEL Extensions. In: Proceedings of German e-Science Conference, Baden-Baden, 2007

22. Guido Scherp, André Höing, Stefan Gudenkauf, Wilhelm Hasselbring, Odej Kao: Using UNICORE and WS-BPEL for Scientific Workflow Execution in Grid Environments. Euro-Par Workshops 2009: 335-344

23. Diwakar, D.; Diwakar, S., "CINWEGS- An Integrated Web and Grid Services Framework for Collaborative Solutions," Next Generation Web Services Practices, 2008. NWESP '08. 4th International Conference, pp. 21 – 27, 2008.

24. Петренко А.І., Булах Б.В., Хондар В.С./ Семантичні грід- технології для науки і освіти: додатковий матеріал.

25. Шелестов А.Ю. Методи, моделі і технології аналізу та створення Grid-систем для задач дослідження Землі. Київ – 2008.

26. Аксак Н.Г. Паралельні та розподілені обчислення: підруч./ НГ.Аксак, О.Г. Руденко, А.М.Гуржій. – Х.:Компанія СМІТ, 2009. – 480с.

27. Фельдман Л. П., Назарова І.А. Паралельні однокрокові методи чисельного розв'язання задачі Коші. Донецьк: «ДВНЗ» ДонНТУ, 2011. – 185 с.: іл.

28. Дорошенко А.Ю. Лекції з паралельних обчислювальних систем. Київ: Видавничий дім "КМ Академія", 2003. – 42 с.

29. Г.Ю. Сисюк, О.А. Дурницька. Методичні вказівки "Паралельне програмування" до лабораторних робіт для студентів зі спеціальностей 7.091501 «Комп'ютерні системи та мережі» денної форми навчання. Кременчук: КНУ, 2003. – 19с.

30. Л.С. Глоба. Підручник. Розробка інформаційних ресурсів та систем. (Том 1: «Розподілені системи», «Розподілені системи. Поняття розподіленого середовища», «Зв'язок», «Процеси», «Іменування», «Синхронізація»). для студентів спеціальностей 8.092401 «Телекомунікаційні системи та мережі» 8.092402 «Інформаційні мережі зв'язку». Київ – 2011. 414с.

Інформаційні ресурси

1. [http://uk.wikipedia.org/wiki/Кластер_\(Інформатика\)](http://uk.wikipedia.org/wiki/Кластер_(Інформатика))
2. <http://www.w3.org/2002/ws/addr/>
3. www.oasis-open.org/committees/wss

8. Зміни та доповнення до робочої програми навчальної дисципліни

№	Зміст внесених змін (доповнень)	Дата і № протоколу засідання кафедри	Примітки