

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



_____ 2020 р.

Робоча програма навчальної дисципліни

Теорія розподілених інформаційних ресурсів

рівень вищої освіти другий (магістерський)

спеціальність 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

освітня програма «Комп'ютеризовані системи управління та автоматика»

вид дисципліни за вибором

факультет комп'ютерних наук

2020 / 2021 навчальний рік

Програму обговорено та рекомендовано до затвердження вченою радою факультету комп'ютерних наук

“ 31 ” серпня 2020 року, протокол № 1

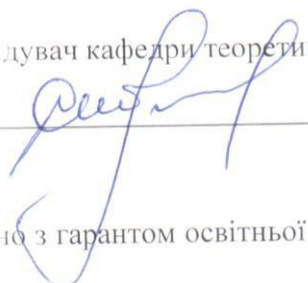
РОЗРОБНИК ПРОГРАМИ:

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри теоретичної та прикладної системотехніки **Бакуменко Ніна Станіславівна.**

Програму схвалено на засіданні кафедри теоретичної та прикладної системотехніки

Протокол від “ 31 ” серпня 2020 року № 1

Завідувач кафедри теоретичної та прикладної системотехніки



Сергій ШМАТКОВ

Програму погоджено з гарантом освітньої програми «Комп'ютеризовані системи управління та автоматика»

Гарант освітньої програми «Комп'ютеризовані системи управління та автоматика»



Михайло УГРІУМОВ

Програму погоджено методичною комісією факультету комп'ютерних наук

Протокол від “ 31 ” серпня 2020 року № 1

Голова методичної комісії факультету комп'ютерних наук



Анатолій БЕРДНІКОВ

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Теорія розподілених інформаційних ресурсів» розроблена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки другого (магістерського) рівня спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» освітньої програми «Комп'ютеризовані системи управління та автоматика».

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни є: засвоєння студентами основних понять та визначень дисципліни, формування вмінь, знань та навичок, що необхідні для аналізу існуючих та синтезу розподілених систем, вивчення математичних моделей, методів і технологій розподілених обчислень для багатопроцесорних обчислювальних систем, розгляд основних алгоритмів для рішення типових задач обчислювальної математики.

1.2. Основними завданнями вивчення навчальної дисципліни є:

- вивчення методів організації розподілених інформаційних та апаратних ресурсів розподілених інформаційних систем;
- ознайомлення зі стандартом MPI передачі повідомлень;
- ознайомлення з технологією PVM розробки паралельних програм для багатопроцесорних систем з розподіленою пам'яттю;
- вивчення механізму логічного годинника, який дозволяє значно спростити розробку алгоритмів для розподілених систем, основних розподілені алгоритми взаємного виключення, що дозволяє розкрити такі важливі питання, як забезпечення вимог живучості та безпеки розподілених алгоритмів.

В ході вивчення дисципліни у студента повинні формуватися такі компетентності.

Інтегральна компетентність

Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій у професійній діяльності та/або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або провадження інноваційної діяльності та характеризується комплексністю та невизначеністю умов і вимог.

Загальні компетентності (ЗК)

ЗК01. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК03. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності (ФК)

ФК01. Здатність здійснювати автоматизацію складних технологічних об'єктів та комплексів, створювати кіберфізичні системи на основі інтелектуальних методів управління та цифрових технологій з використанням баз даних, баз знань, методів штучного інтелекту, робототехнічних та інтелектуальних мехатронних пристроїв.

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.

1.3. Кількість кредитів – 10

1.4. Загальна кількість годин – 300

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
За вибором	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
1-й	1-й
Семестр	
1, 2-й	1,2-й
Лекції	
64 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	
32 год.	год.
Лабораторні заняття	
0 год.	год.
Самостійна робота	
204 год.	год.
Індивідуальні завдання	
20 год.	

1.6. Відповідно до вимог освітньо-кваліфікаційного рівня підготовки за результатами вивчення дисципліни студенти повинні знати:

- мету побудови розподілених систем;
- поняття розподілених обчислень та розподіленої системи;
- вимоги до розподілених систем;
- поняття та призначення програмного забезпечення проміжного рівня;
- системи розробки паралельних програм;
- паралельні чисельні алгоритми для рішення типових задач обчислювальної математики.

уміти:

- розробляти моделі розподілених обчислень;
- проводити аналіз комунікаційної трудомісткості розподілених алгоритмів;
- застосовувати технологію розробки розподілених програм для багатопроцесорних систем з розподіленою пам'яттю (стандарт передачі повідомлень MPI);
- оцінювати ефективність розроблених паралельних програм, враховуючи основні показники ефективності: час виконання програми, прискорення, ефективність та вартість;
- вміти адаптувати паралельні програми для виконання на кластерних системах.

бути ознайомленим:

- з сучасними напрямками розвитку технологій розподілених обчислень.

В результаті вивчення дисципліни у студента повинні формуватися такі *програмні результати навчання (ПРН)*.

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.

ПРН04. Застосовувати сучасні підходи і методи моделювання та оптимізації для дослідження та створення ефективних систем автоматизації складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами.

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.

ПРН07. Аналізувати складні наукоємні системи у певній галузі діяльності як об'єкти автоматизації і визначати стратегію їх автоматизації та цифрової трансформації.

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.

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.

ПРН13. Знати методи управління процесами різної природи, які побудовані на основі сучасних а перспективних методів математики, системного аналізу, штучного інтелекту.

2.

Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Розподілені обчислення та розподілені системи

Тема 1. Поняття розподілених обчислень та розподіленої системи.

Основні визначення та характеристики розподілених систем. Відсутність єдиного часу. Відсутність спільної пам'яті. Незалежність та гетерогенність.

Тема 2. Мета побудови та вимоги до розподілених систем

Вимоги збільшення продуктивності. Спільне використання ресурсів. Відмовостійкість.

Тема 3. Поняття та призначення програмного забезпечення проміжного рівня

Підтримка різнорідних пристроїв та різних засобів зв'язку між ними у вигляді спеціального програмного рівня. Незалежність додатків від базових платформ. Структура компонентів в розподіленій системі.

Тема 4. Взаємодія в розподілених системах

Фізичний час. Синхронні та асинхронні розподілені системи. Упорядкування подій. Синхронний та асинхронний обмін повідомленнями.

Тема 5. Скалярний час Лемпорта

Правила просування логічного часу. Основні властивості логічного часу. Підрахунок подій. Відсутність протиріч.

Тема 6. Векторний час

Правила просування векторного часу. Ізоморфізм. Підрахунок подій. Відсутність протиріч. Методи ефективної реалізації векторного часу. Диференційована пересилка векторного часу.

Розділ 2. Паралельні обчислення, системи та технології на їх основі

Тема 7. Паралельні розподілені обчислювальні системи, їх характеристики та технології реалізації.

Моделювання та організація паралельних обчислень. Моделі функціонування паралельних програм, оцінка їх ефективності та масштабування

Паралельні системи. Характеристики розподілених обчислювальних систем типу кластер та Grid. Порівняльний аналіз. Технології реалізації сучасних розподілених процесів. Передумови для переходу на системи паралельного обчислення.

Тема 8. Підходи до створення розподілених програм. Модель програмування MapReduce.

Технологія Hadoop. Технологія Dryad та система DryadLINQ

Підходи до створення розподілених програм. Модель програмування MapReduce. Технологія Hadoop. Технологія Dryad та система DryadLINQ. Хмарні обчислення. Масштабованість. Еластичність. Cloud Computing та Grid. Технічні рішення та перспективи розвитку для Cloud Computing. Архітектура

побудови. Хмарні хостинги. Хмарні контейнери. Хмарні сервіси. Відкриті технології Cloud Computing.

Розділ 3. Синтез та аналіз інформаційних розподілених систем

Тема 9. Архітектура розподілених інформаційних систем

Структура і основні задачі створення розподілених систем. Прозорість. Відкритість. Масштабованість та ефективність. Моделі систем. Мультикомп'ютерні і мультипроцесорні системи.

Тема 10. Принципи побудови розподілених систем об'єктів

Стандарт CORBA. Призначення IDL. Інтерфейс DII. Служби CORBA. Синхронізація та аутентифікація у системі. Програмні рішення CUDA та Thread. Розподілені файлові системи. Реплікація томів і групи VSG. Файлова система xFS.

Тема 11. Розподілені системи узгодження

Моделі типи узгодження. Використання маршрутизуючих демонів. Демон транзакцій при взаємодії клієнта та сервера.

Тема 12. Процеси розподілених систем

Перенесення коду. Слабка і сильна мобільність. Типи програмних агентів. Відмовостійкість розподілених систем. Надлишковість і відмовостійкість процесів. Групова взаємодія процесів. Надійний зв'язок на основі SPM, APM. Способи відновлення процесів.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин					
	Денна форма					
	Всього	у тому числі:				
Л		ПЗ	Лаб. роб.	Інд.	СР	
1	2	3	4	5	6	7
Розділ 1. Розподілені обчислення та розподілені системи.						
Тема 1. Поняття розподілених обчислень та розподіленої системи.	10	2	2			6
Тема 2. Мета побудови та вимоги до розподілених систем.	22	6	2			14
Тема 3. Поняття та призначення програмного забезпечення проміжного рівня.	22	6	2			14
Тема 4. Взаємодія в розподілених системах.	26	6	4			16
Тема 5. Скалярний час Лемпорта.	22	6	2			14
Тема 6. Векторний час.	26	6	4			16
Всього по розділу 1	128	32	16			80
Розділ 2. Паралельні обчислення, системи та технології на їх основі						
Тема 7. Паралельні обчислення, системи та технології на їх основі.	22	6	2			14
Тема 8. Підходи до створення розподілених програм. Модель програмування MapReduce. Технологія Hadoop. Технологія Dryad та система DryadLINQ.	26	6	4			16
Всього по розділу 2	48	12	6			30
Розділ 3. Синтез та аналіз інформаційних розподілених систем.						
Тема 9. Архітектура розподілених інформаційних систем.	16	4	2			10
Тема 10. Принципи побудови розподілених систем об'єктів.	16	4	2			10

Тема 11. Розподілені системи узгодження.	22	6	2		14
Тема 12. Процеси розподілених систем	70	6	4		60
Всього по розділу 3	124	20	10		94
Усього годин	300	64	32		204

4. Теми практичних, лабораторних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Створення системи управління потоками за Лампортом	2
2	Синхронізація доступу до пам'яті за Лампортом	2
3	Створення багатопоточних систем за Лампортом	2
4	Створення алгоритму оцінки надійності системи на базі функціонального підходу	4
5	Паралельні алгоритми сортування даних. Бульбашкове сортування, сортування Шелла, швидке сортування	2
6	Оцінка швидкодії ІС	4
7	Паралельний синхронний та асинхронний доступ до пам'яті	2
8	Створення системи для паралельного розв'язання задачі лінійного програмування. Паралельний аналог симплекс методу	4
9	Розв'язання транспортної задачі паралельними методами	2
10	Паралельний доступ до бази даних	2
11	Паралельні методи розв'язання диференціальних рівнянь	2
12	Організація паралельних обчислень апаратними засобами	4
	Разом	32

5. Завдання для самостійної роботи

№ п/п	Зміст	Кількість годин
1	Архітектура розподілених інформаційних систем. Структура і основні задачі створення розподілених систем. Прозорість. Відкритість. Масштабованість та ефективність.	14
2	Концепція апаратних і програмних рішень. Моделі систем. Мультикомп'ютерні і мультипроцесорні системи.	14
3	Принципи побудови розподілених систем об'єктів. Стандарт CORBA. Призначення IDL. Інтерфейс DII. Служби CORBA. Синхронізація та аутентифікація у системі.	16
4	Розподілені файлові системи. 12 9 Реплікація томів і групи VSG. Файлова система xFS.	14
5	Розподілені системи узгодження. Моделі типи узгодження. Використання маршрутизуючих демонів. Демон транзакцій при взаємодії клієнта та сервера.	16
6	Підготовка до підсумкової контрольної роботи.	5
7	Процеси розподілених систем. Перенесення коду. Слабка і сильна мобільність. Типи програмних агентів.	14
8	Відмовостійкість розподілених систем. Надлишковість і відмовостійкість процесів. Групова взаємодія процесів. Надійний зв'язок на основі SPM, APM. Способи відновлення процесів.	16
9	Синхронізація процесів. Глобальна синхронізація годинників. Час UTC. Сервери часу. Алгоритми Крістіана і Берклі. Логічні годинники і	10

	синхронізація за Лампортом.	
10	Глобальний стан. Алгоритми голосування. Синхронізація доступу до ресурсів у критичній області. Розподілений алгоритм з упорядкування процесів за Лампортом.	10
11	Розподілені системи документів World Wide Web, Lotus Notes.	14
12	Розподілені системи узгодження TIB/Rendezvous, Jini.	16
13	Підготовка до курсового проекту (роботи)	20
14	Підготовка до підсумкової контрольної роботи	20
	Разом	204

6. Індивідуальні завдання

Індивідуальне завдання пов'язане із застосуванням принципів розробки та програмування інформаційно-технічних розподілених систем, що базуються на застосуванні методів та засобів розподіленості та паралелізації.

Індивідуальне завдання виконується у вигляді 2 контрольних робіт, курсового проекту (роботи).

7. Методи навчання

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 Google Meet або Zoom).

8. Методи контролю

Контроль роботи студентів при вивченні дисципліни і засвоєння ними навчального матеріалу здійснюється на практичному зайнятті шляхом проведення «летючок», контрольних опитувань і захисту звітів по індивідуальних завданнях. Підсумковий контроль здійснюється при виконанні 2 контрольних робіт, курсового проекту (роботи), і на заліку та іспиті.

Студенти, що не захистили впродовж 2 семестрів 2 контрольних робіт, курсового проекту (роботи), а також звіти, по індивідуальних завданнях, що не представили і не захистили, до заліку, або іспиту не допускаються.

Заліковий та екзаменаційний квиток містить два теоретичних і одне практичне питання. Максимальна кількість балів за відповіді на кожне теоретичне питання складає по 12 балів, на практичне питання - 16 балів. Проведення поточного контролю, письмового модульного контролю, фінальний контроль у вигляді заліку та іспиту.

При дистанційному навчанні видача практичних завдань та контроль їх виконання здійснюється за допомогою сервісу дистанційного навчання Google Classroom. Лекційні заняття проводяться із використанням сервісу відео-конференцій Google Meet., Google Classroom.

Підсумковий контроль у вигляді екзамену (заліку) проводиться шляхом відповіді на екзаменаційний білет та он-лайн опитування (сервіси відео-конференцій Google Meet, Google Classroom).

9. Схема нарахування балів 1 семестр

Бали за поточний контроль знань впродовж семестру (по темах)				
Розділ 1	Контрольна робота, передбачена	Разом	Залік	Сума

						навчальним планом			
T1	T2	T3	T4	T5	T6				
5	5	5	5	10	10	10	60	40	100

2 семестр

Бали за поточний контроль знань впродовж семестру (по темах)						Контрольна робота, передбачена навчальним планом	Курсова роботи	Разом	Іспит	Сума
Розділ 2		Розділ 3								
T7	T8	T9	T10	T11	T12					
5	5	5	5	5	5	10	20	60	40	100

T1, T2 ... – теми розділів.

За темою T1 студент отримує 5 балів за виконання практичної роботи 1.

За темою T2 студент отримує по 5 балів за виконання практичних робіт 2.

За темою T3 студент отримує по 5 балів за виконання практичних робіт 3.

За темою T4 студент отримує 5 балів за виконання практичної роботи 4.

За темою T5 студент отримує по 5 балів за виконання практичних робіт 5.

За темою T6 студент отримує 5 балів за виконання практичної роботи 6.

За темою T7 студент отримує 5 балів за виконання практичної роботи 7.

За темою T8 студент отримує 5 балів за виконання практичної роботи 8.

За темою T9 студент отримує по 5 балів за виконання практичних робіт 9.

За темою T10 студент отримує 5 балів за виконання практичної роботи 10.

За темою T11 студент отримує 5 балів за виконання практичної роботи 11.

За темою T12 студент отримує 5 балів за виконання практичної роботи 12

Критерії оцінювання знань студентів за практичні 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 вміннями творчо-пошукової діяльності. 	5
<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 вміннями творчо-пошукової діяльності. 	4
<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. 	3
<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 	2

джерелами; ▪ Вибирає відомі способи дій для виконання фахових методичних завдань.	
Завдання відзначається фрагментарністю виконання за консультацією викладача або під його керівництвом.	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 вибрати відомі способи дій для виконання фахових завдань.	3-5
Повнота виконання завдання фрагментарна.	1-2

Критерії оцінювання 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

Критерії оцінювання екзаменаційних робіт студентів

За національною шкалою	За шкалою навчального закладу	Вимоги
ВІДМІННО	90-100	Показані всебічні систематичні знання та розуміння навчального матеріалу; безпомилково виконані завдання; виявлені творчі здібності.
ДОБРЕ	80-89	Показані всебічні систематичні знання та розуміння навчального матеріалу; безпомилково виконані завдання.
ДОБРЕ	70-79	Показані повні знання навчального матеріалу; помилки, якщо вони є, не носять принципового характеру.
ЗАДОВІЛЬНО	60-69	Показано повне знання навчального матеріалу в обсязі, який необхідний по спеціальності, але допущені помилки.

ЗАДОВІЛЬНО	50-59	Показано повне знання навчального матеріалу в обсязі, який необхідний по спеціальності, але допущені суттєві помилки
НЕЗАДОВІЛЬНО з можливістю повторного складання	25-49	Показано недосконале знання навчального матеріалу, допущені суттєві помилки.
НЕЗАДОВІЛЬНО з обов'язковим повторним курсом	1-24	Показано недосконале знання навчального матеріалу, допущені суттєві помилки, які носять принциповий характер; обсяг знань не дозволяє засвоїти спеціальність.

Критерії оцінювання виконання курсової роботи

Параметри оцінювання	Діапазон оцінки, балів	Критерії оцінювання за бальною шкалою
Оцінювання якості курсової роботи	0 - 20	
Вміння чітко та стисло викласти основні результати дослідження	0-5	0 – студент неспроможний чітко та стисло викласти основні результати дослідження
		5 – студент неупорядковано викладає основні результати дослідження
		10 – студент спроможний чітко та стисло викласти основні результати дослідження
Використання роздаткового ілюстративного матеріалу	0-10	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
		5 – студент надає неповні, поверхові, необґрунтовані відповіді на поставлені питання
		10 – студент надає повні, глибокі, обґрунтовані відповіді на поставлені питання

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка	
	Для чотирирівневої	для дворівневої шкали

	шкали оцінювання	оцінювання
90 – 100	відмінно	зараховано
70-89	добре	
50-69	задовільно	
1-49	незадовільно	не зараховано

10. Рекомендована література

Основна література

1. Martin Kleppmann Designing Data-Intensive Applications, OReilly 2017
2. В.А. Шехонцов Операційні системи. Київ, Видавнича група BHV, 2005
3. Антоненко В. М. Сучасні інформаційні системи і технології: управління знаннями : навч. посібник / В. М. Антоненко, С. Д. Мамченко, Ю. В.Рогушина. – Ірпінь : Нац. університет ДПС України, 2016. – 212 с.
4. Воронін А. М. Інформаційні системи прийняття рішень: навчальний посібник. / Воронін А. М., Зіатдінов Ю. К., Климова А. С. – К. : НАУ-друк,2009. – 136с.
5. Морзе Н.В. Інформаційні системи. Навч. посібн. /за наук. ред. Н. В. Морзе; Морзе Н.В., Піх О.З. – Івано-Франківськ, «ЛілеяНВ», – 2015. – 384 с.
6. Павлиш В. А., Гліненко Л. К. Основи інформаційних технологій і систем: Навчальний посібник. / Павлиш В. А., Гліненко Л. К. - Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013. – 500 с.
7. Гужва В.М. Інформаційні системи і технології на підприємствах. К.: КНЕУ, 2001. – 158 с.

Допоміжна

1. Quinn, M. J. (2004). Parallel Programming in C with MPI and OpenMP. – New York, NY: McGraw-Hill.
2. А.Ю. Дорошенко, В.М. Кислоокій, О.Л. Синявський. Архітектура і операційні середовища комп'ютерних систем. Методичний посібник і конспект лекцій.- Київ: НаУКМА, 2005.
3. Бройнль Т. Паралельне програмування: Початковий курс: Навч. посібник / Вступ. Слово А.Ройтера; Пер. з нім. В.А.Святного. – К.: Вища школа, 1997. – 358 С.
4. Петренко А.І. Grid-інтелектуальна обробка даних // Системні дослідження та інформаційні технології. - Київ, №4, 2008. - С. 97-110.

11. 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/>