

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна  
 Факультет комп'ютерних наук  
 Кафедра теоретичної та прикладної системотехніки

УХВАЛЕНО  
 Вченою радою факультету  
 комп'ютерних наук, протокол № 4  
 від «03» грудня 2019 р.  
 Голова Вченої ради



<b>1. Загальна інформація</b>	
<b>Назва дисципліни</b>	Теорія розподілених інформаційних ресурсів
<b>Освітньо-професійна програма</b>	Комп'ютерна інженерія
<b>Спеціальність</b>	123 «Комп'ютерна інженерія»
<b>Галузь знань</b>	12 «Інформаційні технології»
<b>Рівень вищої освіти</b>	другий (магістерський) рівень вищої освіти, НРК – 8 рівень, FQ-EHEA – 2 цикл, QF-LLL – 7 рівень
<b>Формат дисципліни</b>	Денна
<b>Тип дисципліни</b>	За вибором, цикл загальної підготовки
<b>Обсяг дисципліни</b>	6 кредитів ЄКТС, 180 год.
<b>Мова викладання</b>	українська
<b>Викладачі</b>	Бакуменко Ніна Станіславівна, доцент
<b>Контактний телефон викладача</b>	(057) 707-50-22
<b>E-mail викладача</b>	n.bakumenko@karazin.ua
<b>Посилання на сайт дистанційного навчання</b>	
<b>Консультації</b>	Консультації проводяться відповідно до графіку консультацій зі студентами, розміщеному на інформаційному стенді кафедри.  Також можливі консультації шляхом листування через електронну пошту та шляхом проведення відео конференцій Meet

**ЗМІСТ**

1. Загальна інформація
2. Анотація до курсу
3. Мета та цілі курсу
4. Результати навчання (компетентності)
5. Організація навчання курсу
6. Система оцінювання курсу
7. Рекомендована література

## 2. Анотація до навчальної дисципліни

Програма навчальної дисципліни «Теорія розподілених інформаційних ресурсів и» складена відповідно до освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми підготовки магістра спеціальностей 123 «Комп'ютерна інженерія», спеціалізації «Комп'ютерна інженерія».

Курс «Теорія розподілених інформаційних ресурсів» спрямований на вивчення математичних моделей, методів і технологій програмування для розподілених обчислювальних систем, вивчення математичних моделей, методів і технологій розподілених обчислень для багатопроцесорних обчислювальних систем, розгляд основних алгоритмів для рішення типових задач обчислювальної математики.

## 3. Мета та цілі навчальної дисципліни

Мета курсу – 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. Основними завданнями вивчення 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.

## 4. Очікувані результати навчання

### Компетенції відповідно до освітньо-професійної програми Soft-skills / Загальні компетенції (ЗК)

ЗК01 – вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми за професійним спрямуванням	здатність ставити та вирішувати проблеми з використанням сучасної обчислювальної техніки під час професійної діяльності
ЗК02 – здатність проведення досліджень на відповідному рівні	здатність сформулювати мету, ціль, порядок організації та проведення розробок; здатність скласти звітну документацію про розроблені програмні продукти
ЗК04 – здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел	здатність сформулювати мету, ціль, порядок організації та проведення програмних розробок
ЗК05 – здатність до творчого, креативного і абстрактного мислення, аналізу та синтезу	здатність створювати програмні продукти на основі творчого, креативного і абстрактного мислення, аналізу та синтезу
ЗК06 – здатність приймати обґрунтовані рішення	здатність обґрунтовувати рішення про обрання інформаційної технології для найбільш ефективного вирішення поставленого завдання
ЗК07 – здатність розробляти проекти і управляти ними.	здатність розробляти програмні проекти і управляти ними на основі використання сучасних мов паралельного програмування.

<b>Спеціальні (фахові, предметні) компетенції ( ФК)</b>	
СК01 – здатність обґрунтовано обирати та застосовувати фундаментальні знання і моделі в галузі комп'ютерної інженерії, а також технології створення та використання прикладного і спеціалізованого програмного забезпечення для розв'язування складних професійних задач і проблем комп'ютерної інженерії.	
СК04 – здатність застосовувати системний підхід до вирішення науково-технічних завдань комп'ютерної інженерії..	
<b>Програмні результати навчання відповідно до освітньо-професійної програми</b>	
<p>ПР02 – Знати і розуміти наукові і математичні положення, що лежать в основі функціонування програмних і програмно-технічних комп'ютерних засобів, систем та мереж, Інтернету речей, систем для оброблення великих даних.</p> <p>ПР09 – Вміти застосовувати знання для аналізу інженерних продуктів, процесів і систем за встановленими критеріями, ідентифікації, формулювання і розв'язування науково-технічних задач комп'ютерної інженерії, використовуючи методи, що є найбільш придатними для досягнення поставлених цілей.</p> <p>ПРН13 – Вміти розробляти нормативно-технічні документи та стандарти в області комп'ютерної інженерії на програмні, інженерні продукти, процеси і системи.</p> <p>ПРН15 – Мати навички планування та виконання експериментальних і теоретичних досліджень та випробувань, вибору для цього придатних методи та інструменти, здійснювання статистичної обробки даних, оцінки адекватності отриманих результатів.</p> <p>ПР17 – Застосовувати, інтегрувати, розробляти, впроваджувати та удосконалювати сучасні інформаційні технології, науково-технічні методи і моделі, фізичні та математичні фундаментальні знання в галузі комп'ютерної інженерії.</p> <p>ПР18 – Здатність аргументувати вибір методів розв'язування складних спеціалізованих задач і проблем, критично оцінювати отримані результати, обґрунтовувати та захищати прийняті рішення</p>	<p>Згідно з вимогами освітньо-професійної програми, студенти мають досягти таких результатів навчання:</p> <p>знати:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– мету побудови розподілених систем;</li> <li>– поняття розподілених обчислень та розподіленої системи;</li> <li>– вимоги до розподілених систем;</li> <li>– поняття та призначення програмного забезпечення проміжного рівня;</li> <li>– системи розробки паралельних програм;</li> <li>– паралельні чисельні алгоритми для рішення типових задач обчислювальної математики.</li> </ul> <p>вміти:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– розробляти моделі розподілених обчислень;</li> <li>– проводити аналіз комунікаційної трудомісткості розподілених алгоритмів;</li> <li>– застосовувати технологію розробки розподілених програм для багатопроцесорних систем з розподіленою пам'яттю (стандарт передачі повідомлень MPI);</li> <li>– оцінювати ефективність розроблених паралельних програм, враховуючи основні показники ефективності: час виконання програми, прискорення, ефективність та вартість;</li> <li>– вміти адаптувати паралельні програми для виконання на кластерних системах.</li> </ul>

## 5. Організація навчання курсу

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.	

### 5.2. 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
<b>Розділ 1. Розподілені обчислення та розподілені системи.</b>						
<b>Тема 1.</b> Поняття розподілених обчислень та розподіленої системи.	10	2	2			6
<b>Тема 2.</b> Мета побудови та вимоги до розподілених систем.	22	6	2			14
<b>Тема 3.</b> Поняття та призначення програмного забезпечення проміжного рівня.	22	6	2			14
<b>Тема 4.</b> Взаємодія в розподілених системах.	26	6	4			16
<b>Тема 5.</b> Скалярний час Лемпорта.	22	6	2			14
<b>Тема 6.</b> Векторний час.	26	6	4			16
Всього по розділу 1	128	32	16			80
<b>Розділ 2. Паралельні обчислення, системи та технології на їх основі</b>						
<b>Тема 7.</b> Паралельні обчислення, системи та технології на їх основі.	22	6	2			14
<b>Тема 8.</b> 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

<b>Розділ 3. Синтез та аналіз інформаційних розподілених систем.</b>						
<b>Тема 9.</b> Архітектура розподілених інформаційних систем.	16	4	2			10
<b>Тема 10.</b> Принципи побудови розподілених систем об'єктів.	16	4	2			10
<b>Тема 11.</b> Розподілені системи узгодження.	22	6	2			14
<b>Тема 12.</b> Процеси розподілених систем	70	6	4			60
Всього по розділу 3	124	20	10			94
<b>Усього годин</b>	300	64	32			204

#### 5.4. Теми практичних 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

#### 5.5. 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 синхронізація за Лампортом.	10
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. Система оцінювання курсу та підсумковий контроль

Контроль засвоєння навчального матеріалу здійснюється шляхом:

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

Максимальна кількість балів за результатами контролю поточної успішності складає 60 балів.

Згідно рішення методичної комісії кафедри теоретичної та прикладної системотехніки факультету комп'ютерних наук до екзаменів не допускаються студенти, які мають заборгованість по лабораторним або контрольним роботам.

Підсумковий контроль здійснюється шляхом проведення екзамену.

Екзаменаційний білет включає два теоретичних і одне практичне питання. Теоретичні питання оцінюються в 10 балів кожен, практичний - в 20.

Максимальна кількість балів за результатами екзамену складає 40 балів.

### 6.1. Схема нарахування балів поточної успішності

#### 1 семестр

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

**6.2 Критерії оцінювання знань студентів за виконання практичної роботи**

Вимоги	Кількість балів
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Завдання відзначається повнотою виконання без допомоги викладача.</li> <li>▪ Визначає рівень поінформованості, потрібний для прийняття рішень. Вибирає інформаційні джерела,.</li> <li>▪ Робить висновки і приймає рішення у ситуації невизначеності. Володіє уміннями творчо-пошукової діяльності.</li> </ul>	5
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Завдання – повні, з деякими огріхами, виконані без допомоги викладача.</li> <li>▪ Планує інформаційний пошук; володіє способами систематизації інформації;</li> <li>▪ Робить висновки і приймає рішення у ситуації невизначеності. Володіє уміннями творчо-пошукової діяльності.</li> </ul>	4
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Завдання відзначається неповнотою виконання без допомоги викладача.</li> <li>▪ Студент може зіставити, узагальнити, систематизувати інформацію під керівництвом викладача; вільно застосовує вивчений матеріал у стандартних ситуаціях.</li> </ul>	3
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Завдання відзначається неповнотою виконання за консультацією викладача.</li> <li>▪ Застосовує запропонований вчителем спосіб отримання інформації, має фрагментарні навички в роботі з підручником, науковими джерелами;</li> <li>▪ Вибирає відомі способи дій для виконання фахових методичних завдань.</li> </ul>	2

Завдання відзначається фрагментарністю виконання за консультацією викладача або під його керівництвом.	1
--	---

### 6.3 Критерії оцінювання знань студентів за контрольну роботу

Вимоги	Кількість балів
Повнота виконання завдання повна, студент здатен формулювати закони та закономірності, структурувати судження, умовиводи, доводи, описи.	8-10
Повнота виконання завдання повна, студент здатен формулювати операції, правила, алгоритми, правила визначення понять.	5-7
Повнота виконання завдання елементарна, студент здатен вибирати відомі способи дій для виконання фахових завдань.	3-5
Повнота виконання завдання фрагментарна.	1-2

### 6.4 Критерії оцінювання знань студентів за курсову роботу

Параметри оцінювання	Діапазон оцінки, балів	Критерії оцінювання за бальною шкалою
Вміння чітко та стисло викласти основні результати дослідження	0-20	0 – студент неспроможний чітко та стисло викласти основні результати дослідження
		10 – студент невпорядковано викладає основні результати дослідження
		20 – студент спроможний чітко та стисло викласти основні результати дослідження
Використання роздаткового ілюстративного матеріалу	0-10	0 – роздатковий ілюстративний матеріал не використано
		10 – доповідь супроводжена роздатковим ілюстративним матеріалом
Повнота, глибина, обґрунтованість відповідей на питання	0-5	0 – студент неспроможний надати відповіді на поставлені питання
		2 – студент надає неповні, поверхові, необґрунтовані відповіді на поставлені питання
		5 – студент надає повні, глибокі, обґрунтовані відповіді на поставлені питання

### 6.5 Критерії оцінювання екзаменаційних (залікових) робіт студентів

Вимоги	Кількість балів
Показані всебічні систематичні знання та розуміння навчального матеріалу; безпомилково виконані завдання.	35-40
Показані повні знання навчального матеріалу; помилки, якщо вони є, не носять принципового характеру.	30-35
Показано повне знання необхідного навчального матеріалу, але допущені помилки.	20-30

Показано повне знання необхідного навчального матеріалу, але допущені суттєві помилки	10-20
Показано недосконале знання навчального матеріалу, допущені суттєві помилки.	5-10
Показано недосконале знання навчального матеріалу, допущені суттєві помилки, які носять принциповий характер; обсяг знань не дозволяє засвоїти предмет.	1-5

### 6.6 Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка	
	для чотирирівневої шкали оцінювання	для дворівневої шкали оцінювання
90 – 100	відмінно	зараховано
70-89	добре	
50-69	задовільно	
1-49	незадовільно	не зараховано

## 7. Рекомендована література

### Основна література

1. Э. Таненбаум, М. Ван Стен. Распределенные системы. Принципы и парадигмы. – изд. «Питер», 2003 г. 880 стр. ISBN: 5-272-00053-6.
2. Цимбал, М. Аншина Технологии создания распределенных систем. Для профессионалов. – СПб. , Питер, 2003, 576 с.
3. Эндрюс Г.Р. Основы многопоточного, параллельного и распределенного программирования / Г.Р.Эндрюс. - М.: Вильямс, 2003, – 512 с.
4. І.А. Жуков Паралельні та розподілені обчислення. Навч. посіб./ Жуков І.А., Корочкін О.В. – К.: «Корнійчук», 2005, – 226 с.
5. Поляков Г.А., Синтез и анализ параллельных процессов в адаптивных времяпараметризованных вычислительных системах / Г.А. Поляков, С.И. Шматков, Е.Г. Толстолужская, Д.А. Толстолужский.- Х.: ХНУ имени В.Н. Каразина, 2012. – 672 с.

### Допоміжна література

1. Липаев В. В. Распределение ресурсов в вычислительных системах / В. В. Липаев. – М.: Статистика, 1979. – 247 с.
2. Распределенные управляющие и вычислительные системы / [под ред. В. Г. Лазарева]. – М.: Наука, 1987. – 162 с.
3. Немнюгин С., Стесик О. (2002). Параллельное программирование для многопроцессорных вычислительных систем – СПб.: БХВ-Петербург.
4. Таненбаум Э. (2002) . Архитектура компьютера. – СПб.: Питер.
5. Quinn, M. J. (2004). Parallel Programming in C with MPI and OpenMP. – New York, NY: McGraw-Hill.

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

1. <http://www.cs.wisc.edu/condor/>

- 2. [http://setiathome. ssl. berkeley. edu/](http://setiathome.ssl.berkeley.edu/)
- 3. [http://www. Distributed. net/](http://www.Distributed.net/)
- 4. [http://mersenne. org/](http://mersenne.org/)
- 5. [http://www. globus. org/](http://www.globus.org/)
- 6. [http://www. eu-datagrid. org/](http://www.eu-datagrid.org/)