



Національний університет  
водного господарства  
та природокористування

Міністерство освіти і науки України  
Національний університет водного господарства  
та природокористування  
Навчально-науковий інститут Автоматики, кібернетики  
та обчислювальної техніки  
Кафедра комп'ютерних наук

### ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з науково-педагогічної,  
методичної та виховної роботи

\_\_\_\_\_ О.А. Лагоднюк  
“    ” \_\_\_\_\_ 2017 р.

**04-05-21**

### ***РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ***

**Технології розподілених систем та паралельних обчислень**

(назва навчальної дисципліни)

***PROGRAM OF THE DISCIPLINE***

**Technologies of distributed systems and parallel computing**

(name of the discipline)

спеціальність

\_\_\_\_\_ 126 "Інформаційні системи та технології"

(шифр і назва спеціальності)

specialty

\_\_\_\_\_ 126 "Information systems and technologies"

(code and name of the specialty)

Рівне – 2017



Робоча програма навчальної дисципліни "Технології розподілених систем та паралельних обчислень" для студентів, які навчаються за спеціальністю 126 "Інформаційні системи та технології". – Рівне: НУВГП, 2017 – 14 с.

Розробник:

Тулашвілі Ю. Й., д. пед. н., професор кафедри комп'ютерних наук

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри комп'ютерних наук

Протокол від "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 2017 року № \_\_

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_

(підпис)

\_\_\_ Ю.Й. Тулашвілі \_\_\_

(ініціали та прізвище)

Схвалено науково-методичною комісією за спеціальністю 126 "Інформаційні системи та технології"

Протокол від "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 2017 року № \_\_

Голова науково-методичної комісії \_\_\_\_\_

(підпис)

\_\_\_ І.М. Карпович \_\_\_

(ініціали та прізвище)



## ВСТУП

Навчальна дисципліна «Технології розподілених систем та паралельних обчислень» – одна із профілюючих у підготовці сучасного ІТ фахівця. Предметом вивчення дисципліни є знання та уміння з методів та технологій розподілених розрахунків, питань архітектури; використання мережевої інфраструктури для розподіленої обробки та зберігання даних; розробка алгоритмів та методів вирішення прикладних задач у розподілених обчислювальних середовищах; вивчення теорії, моделей та методів розподіленого оброблення даних; створення розподілених інформаційних систем; створення та експлуатація ґрид-інфраструктур.

Навчальна дисципліна відноситься до циклу професійної підготовки. Вивчення дисципліни потребує наявності у студентів основних знань із загальнотеоретичних та інформатичних дисциплін. Дисципліна «Технології розподілених систем та паралельних обчислень» базується на знаннях з дисциплін: «Програмування», «Операційні системи», «Архітектура обчислювальних систем та системне програмування», «Проектування інформаційних систем».

Вимоги до знань та умінь визначаються галузевими стандартами вищої освіти України.

### Анотація

Вивчаються технології паралельних та розподілених обчислень, що використовуються для розв'язання складних задач різних прикладних галузей, коли потрібно забезпечити високу продуктивність передачі інформації, застосування великих об'ємів оперативної і постійної пам'яті. Студенти ознайомлюються із сучасними парадигмами щодо програмування багатоядерних та кластерних систем, моделями паралельного програмування. Вивчають інструменти та технології паралельного програмування.

Вивчаються методи ефективної паралельної обробки даних, що забезпечують максимальну продуктивності комп'ютерів, раціональний розподіл обсягів і структури пам'яті, пропускну здатність каналів зв'язку, ґрунтуються на мовах програмування, алгоритмах та чисельних методах, що дозволяють реалізувати технології паралельних та розподілених обчислень.

Розглядаються технології розпаралелення та алгоритми розподілених обчислень. Значна увага приділена розробці паралельного та розподіленого програмного забезпечення для високопродуктивних комп'ютерних систем на основі технологій OLE, COM, DCOM, CORBA, засоби бібліотеки MPI та OpenMP.

**Ключові слова:** розподілені обчислення, паралельні програми, моделювання паралельних обчислень, алгоритми паралельних обчислень.



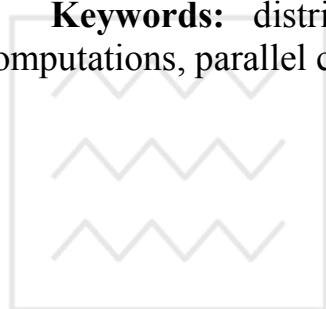
### **Abstract**

The technologies of parallel and distributed computing are being used to solve complex problems of various applied industries, when it is necessary to provide high performance of information transfer, use of large volumes of operational and permanent memory. Students get acquainted with modern paradigms about programming multi-core and cluster systems, models of parallel programming. The tools and technologies of parallel programming are being studied.

Methods for efficient parallel processing of data ensuring maximum computer performance, rational allocation of memory volumes and structures, capacity of communication channels based on programming languages, algorithms and numerical methods that allow the implementation of parallel and distributed computing technologies are being studied.

Technologies of parallelization and distributed computing algorithms are considered. Considerable attention is paid to the development of parallel and distributed software for high-performance computer systems based on OLE, COM, DCOM, CORBA technologies, the MRI library and OpenMP tools.

**Keywords:** distributed computing, parallel programs, modeling of parallel computations, parallel computing algorithms.





## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, спеціалізація, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
<b>Кількість кредитів ECTS: 5</b>	<b>Галузь знань – 12 “Інформаційні технології”</b>	Нормативна	
<b>Модулів – 1</b>		Рік підготовки	
<b>Змістових модулів – 2</b>	<b>Спеціальність – 126 “Інформаційні системи та технології”</b> <b>Спеціалізація</b>	4-й	4-й
<b>Індивідуальне науково-дослідне завдання –</b>		Семестр	
<b>Загальна кількість годин: 150</b>		7-й	7-й
		Лекції –	
	30 год.	2 год.	
	Лабораторні –		
	30 год.	14 год.	
	Самостійна робота –		
	90 год.	134 год.	
	<b>Рівень вищої освіти – бакалавр</b>	<b>Форма контролю: екзамен</b>	

### Примітка.

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

- для денної форми навчання – 40% до 60%.
- для заочної форми навчання – 10,66% до 89,34%.



## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета дисципліни** – формування знань та вмінь з основних методів, алгоритмів, принципів побудови структур реалізації паралельних та розподілених обчислень, набуття початкових практичних навиків проектування таких засобів.

**Завдання вивчення дисципліни.** В результаті вивчення курсу студенти набувають знання основних методів, алгоритмів і засобів паралельної та розподіленої обробки інформації, засобів програмування паралельних та розподілених обчислень та їх реалізації, вміння застосування апаратного та програмного забезпечення обчислювальних систем з засобами паралельної та розподіленої обробки та класів мов програмування високого рівня.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

**знати:**

- сучасні архітектури високопродуктивних паралельних та розподілених обчислювальних систем;
- проблематику та основні напрямки досліджень ПРО;
- програмне забезпечення паралельних обчислювальних систем;
- форми подання алгоритмів;
- чисельні методи для паралельних структур;

**вміти:**

- подавати алгоритми для паралельних обчислювальних систем;
- використовувати мови програмування високого рівня;
- використовувати чисельні методи для паралельних структур;
- використовувати технології OLE, COM, DCOM, CORBA, засоби бібліотеки MPI.



### 3. Програма навчальної дисципліни

#### Змістовий модуль 1. Основи паралельних та розподілених обчислень

**Тема 1.** Паралелізм. Розподілені обчислення. Области застосування і задачі паралельної обробки. Засоби для проведення паралельних обчислень.

**Тема 2.** Рівні розпаралелення. Паралельні операції. Основні поняття паралелізму. Класифікація структур паралельної обробки.

**Тема 3.** Технологій, що підтримують концепцію розподілених об'єктних систем. Концептуальний фундамент технологій. Архітектура RMI. Архітектура технології CORBA. Архітектура технології DCOM. Переваги та недоліки використання технологій.

**Тема 4.** Потoki в C++. Організація потоків. Застосування COM та .NET. Перехід від COM к .NET

**Тема 5.** Технологія CORBA.

#### Змістовий модуль 2. Алгоритми паралельних обчислень.

**Тема 6.** Паралельні алгоритми обчислення. Послідовний алгоритм знаходження суми. Каскадна схема знаходження суми. Модифікована каскадна схема. Схема паралельного алгоритму обчислення всіх часткових сум.

**Тема 7.** Побудова паралельних обчислювальних систем, аналіз і моделювання паралельних обчислень. Шляхи досягнення паралелізму. Приклади паралельних обчислювальних систем. Принципи розробки паралельних методів. Розділення обчислень на незалежні частини.

**Тема 8.** Паралельне програмування на основі MPI. MPI: основні поняття та означення. Каскадна схема знаходження суми. Паралельна програма з використанням MPI.

**Тема 9.** Характеристики програмування на основі MPI. Визначення тривалості виконання MPI – програми. Передача даних від одного процесу всім процесам системи. Передача даних від всіх процесів одному процесу. Операція редуkcії. Синхронізація обчислень.

**Тема 10.** Неблокуючий обмін даних між процесами. Організація неблокуючих обмінів даних між процесами. Одночасне виконання передачі і прийому. Управління групами процесів і комунікаторами.



#### 4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
л		п	лаб	інд	с.р.	л		п	лаб	інд	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Змістовий модуль 1. Основи паралельних та розподілених обчислень</b>												
<b>Тема 1.</b> Паралелізм. Розподілені обчислення. Області застосування і задачі паралельної обробки. Засоби для проведення паралельних обчислень.	17	2	-	4	-	11	16	1	-	4	-	11
<b>Тема 2.</b> Рівні розпаралелення. Паралельні операції. Основні поняття паралелізму. Класифікація.	14	2	-	2	-	10	16	-	-	-	-	16
<b>Тема 3.</b> Технологій, що підтримують концепцію розподілених об'єктних систем. Архітектура RMI, CORBA, DCOM.	13	4	-	2	-	7	12	1	-	-	-	11
<b>Тема 4.</b> Поток в C++. Організація потоків. Застосування COM та .NET.	18	4	-	4	-	10	15	-	-	4	-	11
<b>Тема 5.</b> Перехід від COM к .NET. Технологія CORBA.	13	2		2		9	16	-	-	-	-	16
<b>Разом за змістовим модулем 1</b>	<b>75</b>	<b>14</b>	<b>-</b>	<b>14</b>	<b>-</b>	<b>47</b>	<b>75</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>8</b>	<b>-</b>	<b>65</b>





<b>Змістовий модуль 2. Алгоритми паралельних обчислень</b>												
<b>Тема 6.</b> Паралельні алгоритми обчислення. Послідовний алгоритм знаходження суми. Модифікована каскадна схема. Схема паралельного алгоритму	18	4	-	4		10	17	-	-	4	-	13
<b>Тема 7.</b> Побудова паралельних обчислювальних систем, аналіз і моделювання паралельних обчислень.	14	2	-	4		8	16	-	-	2	-	14
<b>Тема 8.</b> Паралельне програмування на основі MPI. MPI: основні поняття та означення.	16	2	-	4		10	14	-	-	-	-	14
<b>Тема 9.</b> Характеристики програмування на основі MPI. Передача даних від одного процесу всім процесам системи. Синхронізація обчислень.	10	4	-	-		6	14	-	-	-	-	14
<b>Тема 10.</b> Неблокуючий обмін даних між процесами. Організація неблокуючих обмінів даних між процесами. Одночасне виконання передачі і прийому. Управління групами процесів і комунікаторами.	17	4	-	4		9	14	-	-	-	-	14
<b>Разом за змістовим модулем 2</b>	75	16	-	16	-	43	75	-	-	6	-	69
<b>Усього годин</b>	150	30		30		80	150	2		14		134



## 5. Теми лабораторних занять

### 1 семестр

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Аналіз сучасних технологій паралельних та розподілених обчислень	4	4
2	Створення паралельних процесів засобами Windows API	2	-
3	Створення паралельних потоків засобами Windows API	2	-
4	Використання функціональної декомпозиції для розв'язку обчислювальних задач	4	4
5	Технологія програмування OLE	2	-
6	Створення додатка на базі серверів автоматизації MICROSOFT WORD I MICROSOFT EXCEL	4	4
7	Створення невеликих COM - об'єктів з використанням бібліотеки активних шаблонів інтегрованого середовища розробки VISUAL STUDIO .NET	4	2
8	Процеси в сучасних мовах та бібліотеках програмування (C++, Win32, MPI)	4	-
9	Процеси в сучасних мовах та бібліотеках програмування (Java, C#, Win32, MPI)	4	-
	<b>Разом</b>	<b>30</b>	<b>14</b>



## 6. Самостійна робота

\*Розподіл годин самостійної роботи для студентів денної форми навчання:  
Підготовка до аудиторних занять – 0,5 год/1 год. занять.  
Підготовка до контрольних заходів – 6 год. на 1 кредит ЄКТС.  
Опрацювання окремих тем програми або їх частин, які не викладаються на лекціях.

### Розподіл самостійної роботи студента

Опрацювання лекційного матеріалу	0,5*30=	15 годин
Підготовка до лабораторних робіт	0,5*30=	15 годин
Підготовка до контр. заходів	5*6=	30 годин
Всього		60 години
Резерв		90 годин

### 6.1. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1.	Класифікація сучасних технологій паралельних та розподілених обчислень	10	15
2.	Технологій, що підтримують концепцію розподілених об'єктних систем. Архітектура RMI, CORBA, DCOM.	10	15
3.	Створення паралельних програм за технологією OpenMP.	10	15
4.	Використання функцій блокування та синхронізації технології OpenMP.	10	15
5.	Алгоритми планування паралельного виконання циклів технології OpenMP.	10	15
6.	Створення потоків стандарту POSIX.	10	15
7.	Використання семафорів, мютексів та умовних змінних для синхронізації потоків стандарту POSIX.	10	15
8.	Створення паралельних програм з використанням потоків стандарту POSIX.	10	15
9.	Створення паралельних програм з використанням механізмів IPC ОС Unix.	10	14
	<b>Разом</b>	<b>90</b>	<b>134</b>



## 7. Методи навчання

При викладанні навчальної дисципліни використовуються інформаційно-ілюстративний та проблемний методи навчання із застосуванням:

- сучасної комп'ютерної техніки;
- лекцій з використанням проекційного матеріалу;
- складання алгоритмів обчислювальних процесів;
- використання інтерактивних навчальних програм;
- виконання індивідуальних навчально-дослідних завдань.

## 8. Методи контролю

Для визначення рівня засвоєння студентами навчального матеріалу використовуються такі методи оцінювання знань:

- поточне тестування після вивчення кожної теми;
- оцінка за підготовку до роботи;
- оцінка за самостійну роботу;
- оцінка за виконання та захист індивідуального завдання;
- оцінка підсумкового контролю (екзамен).

Для діагностики знань використовується 100-бальна шкала оцінювання.

## 9. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота										Підсумковий тест (екзамен)	Сума
Змістовий модуль 1					Змістовий модуль 2						
32					28					40	100
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10		
6	6	6	7	7	6	7	6	3	6		
T-2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
П-3	3	3	4	4	3	4	3	0	3		
С-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		

T1, T2...T10 – теми змістових модулів; Т - теоретичні знання, П - виконання завдань на лабораторно-практичних заняттях, С - самостійна робота



## Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка за національною шкалою
	для екзамену
90–100	відмінно
82–89	добре
74–81	
64–73	задовільно
60–63	
35–59	незадовільно з можливістю повторного складання
0–34	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

### 10. Методичне забезпечення

1. 04-01-31 Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисциплін „Оптимізація обчислень”, „Паралельні та розподілені обчислення” для студентів спеціальностей 113 „Прикладна математика”, 121 „Інженерія програмного забезпечення”, 122 „Комп'ютерні науки”. [Методичне забезпечення / В. В. Жуковський, Н. А. Жуковська, Н. О. Харів. - Рівне: НУВГП, 2017. – 54 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ep3.nuwm.edu.ua/7536/>.

### 11. Рекомендована література

#### Базова

1. Эндрюс Г.Р. Основы многопоточного, параллельного и распределенного программирования. – М.: Вильямс, издательский дом, 2003 – 512 с.
2. Хьюз К. Параллельное и распределенное программирование с использованием C++. Перс. с англ. / К. Хьюз, Т. Хьюз. – М: Издательский дом «Вильямс», 2004. – 672 с.
3. Воеводин В.В. Параллельные вычисления / Воеводин В.В., Воеводин Вл. В. – С.Пб. : БХВ-Петербург. 2002. – 600 с.
4. Воеводин В. В. Вычислительная математика и структура алгоритмов / Воеводин В.В. – М.: Изд-во МГУ, 2006. – 112 с.



### Допоміжна

1. Молчанов И. Н. Введение в алгоритмы параллельных вычислений. – К.: Наукова Думка, 1990. – 128 с.
2. Ясько М.М. Навчальний посібник до вивчення курсів “Паралельна обробка даних” та “Мови обчислень та кластерні системи” /М.М.Ясько. – Дніпропетровськ: РВВ ДНУ, 2010. – 94с.
3. Лиходед Н.А. Методы распараллеливания гнезд циклов: Курс лекцій / Лиходед Н.А. – Мн.: БГУ. 2008. – 100 с.
4. Антонов А.С. "Параллельное программирование с использованием технологии MPI" / Антонов А.С. – М.: Изд-во МГУ, 2004. – 71 с
5. Шпаковский Г.И. Реализация параллельных вычислений: кластеры, многоядерные процессы, грид, квантовые компьютеры / Шпиквский Г.И. – Минск : БГУ, 2010. – 155 с.

### 12. Інформаційні ресурси

1. Національна бібліотека ім. В.І. Вернадського / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.nbuv.gov.ua/>
2. Рівненська обласна універсальна наукова бібліотека (м. Рівне, майдан Короленка, 6) / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.lib.rv.ua/>
3. Рівненська централізована бібліотечна система (м. Рівне, вул. Київська, 44) / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://cbs.rv.ua/>
4. Наукова бібліотека НУВГП (м. Рівне, вул. Олекси Новака, 75) / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://nuwm.edu.ua/naukova-biblioteka>  
<http://lib.nuwm.edu.ua/>