

Державний вищий навчальний заклад  
«Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника»

Кафедра інформаційних технологій

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор з науково-  
педагогічної роботи

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
**Ш.26 Програмування паралельних та**  
**розподілених обчислень**

(шифр і назва навчальної дисципліни)

напрямок підготовки **6.050103 Програмна інженерія**

(шифр і назва напрямку підготовки)

факультет **математики та інформатики**

(назва інституту, факультету)

Робоча програма дисципліни “ПП.26 Програмування паралельних та розподілених обчислень” для студентів за напрямом підготовки 6.050103 Програмна інженерія, «31» серпня 2015р. – 12с.

Розробник: к.т.н., доц. Лазарович І.М

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри інформаційних технологій

Протокол №1 від «31» серпня 2015р.

Завідувач кафедри інформаційних технологій \_\_\_\_\_ (Філевич П.В.)  
(підпис) (прізвище та ініціали)  
“31” серпня 2016 р.

Схвалено методичною комісією факультету математики та інформатики.

Протокол від “ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2015р. № \_\_\_\_

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2015 р.

Голова \_\_\_\_\_ (Соломко А.В.)  
(підпис) (прізвище та ініціали)

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 3	Галузь знань <u>0501 «Інформатика та обчислювальна техніка»</u> (шифр і назва)	<b>Професійної та практичної підготовки</b>	
Модулів – 1	Напрямок підготовки <u>6.050103 Програмна інженерія</u> (шифр і назва)	<b>Рік підготовки:</b>	
Змістових модулів – 2		2-й	
Індивідуальне науково-дослідне завдання:  _____ (назва)		<b>Семестр</b>	
Загальна кількість годин - 90		4-й	
		<b>Лекції</b>	
Тижневих годин для денної форми навчання:	Освітньо-кваліфікаційний рівень: <u>бакалавр</u>	12 год.	
		<b>Практичні, семінарські</b>	
		<b>Лабораторні</b>	
		20 год.	
		<b>Самостійна робота</b>	
		58 год.	
аудиторних – 1.9 самостійної роботи студента – 3.4		<b>Індивідуальні завдання</b>	
		Вид контролю: залік	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної та індивідуальної роботи становить 36% : 64%

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

### Мета:

1. Ознайомити студентів з сучасними архітектурами розподілених систем та методами паралельного та розподіленого програмування;
2. Навчити створювати багатопотокові програми, які характеризуються можливістю залучення до їх виконання розподілених обчислювальних ресурсів;
3. Розвинути навички розпаралелення послідовних алгоритмів та використання сучасних програмних бібліотек для паралельного програмування.

### Завдання:

В результаті вивчення дисципліни студенти повинні

#### знати :

- можливості і галузі застосування багатопроцесорних систем і систем з розпаралеленою обробкою інформації;
- основи сучасних багатопроцесорних технічних та програмних засобів;
- методологію і принципи аналізу та розподілення задач, побудови розподілених алгоритмів та програм.

#### вміти:

- виконувати розробку і опис синхронних або асинхронних розподілених задач та процесів, організувати взаємодію процесів, застосовуючи необхідні засоби синхронізації для розв'язку задач взаємного виключення процесів при роботі із спільними ресурсами;
- організувати оптимальне розміщення частин програм по процесорних вузлах комп'ютерних систем із врахуванням їх топологічних особливостей, забезпечуючи при цьому мінімальний час обміну даними;
- аналізувати задачі професійної діяльності та вирішувати їх високопродуктивними засобами обчислювальної техніки.
- створювати програми для паралельних та розподілених комп'ютерних систем, застосовувати мови паралельного програмування, або незалежні функції бібліотек типу MPI, DVM, OpenMP або PVM.

### **3. Програма навчальної дисципліни**

#### **Змістовий модуль 1. Архітектурне та алгоритмічне забезпечення паралельних та розподілених систем.**

##### **Тема 1.1 Основи паралельних обчислень.**

Загальні поняття та визначення. Задачі для розподілених обчислень. Тенденції розвитку програмного забезпечення паралельних та розподілених обчислювальних систем. Архітектури типових паралельних обчислювальних систем: системи симетричної мультиобробки (SMP), масово-паралельні системи (MPP), кластери, GRID-системи. Топології розподілених комп'ютерних систем

##### **Тема 1.2 Паралельні алгоритми та їх представлення.**

Визначення та особливості паралельного алгоритму. Потоки та процеси. Опис паралельних алгоритмів з допомогою графів. Модель обчислень у вигляді графа "операції-операнди". Показники ефективності паралельних та розподілених алгоритмів. Оцінка максимально можливого паралелізму. Моделювання паралельного алгоритму для задачі обчислення часткових сум.

##### **Тема 1.3 Етапи розробки паралельних алгоритмів.**

Розподіл алгоритмів на незалежні частини. Виділення інформаційних залежностей. Масштабування набору підзадач. Розподіл підзадач між процесорами.

## **Змістовий модуль 2. Технології програмування паралельних та розподілених обчислень**

### **Тема 2.1 Основи паралельного програмування засобами MPI**

Поняття паралельної програми, загальна структура програми. Комунікатори. Типи даних. Ініціалізація та завершення програми. Визначення кількості та рангу процесів. Утиліти для організації паралельних обчислень з використанням MPI.

### **Тема 2.2 Операції передавання даних та керування процесами в MPI**

Види обміну даними в MPI. Функції і режими попарного передавання інформації. Колективний обмін повідомлення. Редукція і розподіл інформації. Функції узагальненого обміну даними. Порівняння ефективності передавання в різних режимах. Визначення і створення віртуальної топології. Керування групами і комунікаторами процесів

### **Тема 2.3 Реалізація типових паралельних алгоритмів в розподілених системах.**

Алгоритми матрично-векторного множення. Принципи розпаралелення. Розподіл даних по стовбцях і рядках матриці. Розподіл даних по блоках. Паралельні алгоритми сортування. Алгоритми «бульбашки» та парно-непарної перестановки. Сортування Шелла та метод швидкого сортування. Масштабування і розподіл задач по процесорах. Аналіз ефективності.

#### 4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усього	у тому числі				
л		п	лаб	інд	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7
<b>Модуль 1</b>						
<b>Змістовий модуль 1</b>						
<b>Архітектурне та алгоритмічне забезпечення паралельних та розподілених систем</b>						
Тема 1.1. Основи паралельних обчислень.	10	2	-	2	-	6
Тема 1.2. Паралельні алгоритми та їх представлення	12	2	-	2	-	8
Тема 1.3. Етапи розробки паралельних алгоритмів	10	2	-	2	-	6
Разом за змістовим модулем 1	32	6	-	6	-	20
<b>Змістовий модуль 2</b>						
<b>Технології програмування паралельних та розподілених обчислень</b>						
Тема 2.1. Основи паралельного програмування засобами MPI	18	2	-	4	-	12
Тема 2.2. Операції передавання даних та керування процесами в MPI	18	2	-	4	-	12
Тема 2.3. Реалізація типових паралельних алгоритмів в розподілених системах	22	2	-	6	-	14
Разом за змістовим модулем 2	58	6	-	14	-	38
ІНДЗ	-	-	-	-	-	-
<b>Усього годин</b>	<b>90</b>	<b>12</b>	<b>-</b>	<b>36</b>	<b>-</b>	<b>58</b>

#### 5. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
<b>Змістовий модуль 1.</b>		
<b>Архітектурне та алгоритмічне забезпечення паралельних та розподілених систем</b>		
1	Лабораторна робота №1. Вивчення архітектури і характеристик багатопроцесорних систем	2
2	Лабораторна робота №2. Методи розпаралелення лінійних та циклічних алгоритмів	2
3	Лабораторна робота №3. Налаштування програмного середовища для розробки паралельних програм	2

<b>Змістовий модуль 2.</b>		
<b>Технології програмування паралельних та розподілених обчислень</b>		
4	Лабораторна робота №4. Створення простих паралельних програм з використанням бібліотек MPI	2
5	Лабораторна робота №5. Вивчення MPI-функцій попарного та колективного обміну повідомленнями	2
6	Лабораторна робота №6. Робота з колективними функціями узагальненого передавання даних	2
7	Лабораторна робота №7. Створення віртуальних топологій в MPI	2
8	Лабораторна робота №8. Реалізація паралельного алгоритму матрично-векторного множення	2
9	Лабораторна робота №9. Реалізація паралельного алгоритму сортування	4
<b>Всього:</b>		<b>20</b>

## 6. Теми практичних занять

## 7. Самостійна робота

Номер	Тема для самостійного опрацювання	К-сть годин
1	Принципи побудови розподілених обчислювальних систем. Системи із спільною та розподіленою пам'яттю.	2
2	Кластерні системи. Метакомп'ютерні системи. GRID-технології.	2
3	Топологія мереж обчислювальних кластерів. Характеристики мережевих топологій.	2
4	Опис паралельних алгоритмів з допомогою графів.	4
5	Моделювання паралельного алгоритму для задачі обчислення часткових сум	4
6	Аналіз трудомісткості основних операцій передачі даних. Методи логічного представлення топологій комунікаційного середовища	4
7	Масштабування набору підзадач. Розподіл підзадач між процесорами	4
8	Утиліти для організації паралельних обчислень з використанням MPI	4



9	Порівняння ефективності передавання даних в MPI в різних режимах	4
10	Функції колективного обміну даними	4
11	Керування групами і комунікаторами процесів.	4
12	Алгоритми Фокса і Кеннона для матрично-векторного множення	4
13	Сортування Шелла та метод швидкого сортування	4
14	Алгоритми обробки графів Прима та Дейкстри	4
15	Підготовка до лабораторних робіт ( 0,25 год. на 1 год. лабораторних робіт)	5
16	Підготовка до лекцій( 0,25 год./1 год. лекцій)	3
Всього		58

## 8. Індивідуальні завдання

### 9. Методи навчання

При вивченні дисципліни використовуються наступні методи навчання:

- мультимедійні лекції;
- навчальні відео;
- презентації;
- командна робота над проектом.

### 10. Методи контролю

Загальна кількість балів, що може бути набрана студентом на протязі семестру складається із оцінок за 9 лабораторних робіт та 1 підсумкового тестового опитування.

Оцінювання знань, умінь і навичок студентів з навчальної дисципліни при підсумковому контролі необхідно проводити, виходячи з таких загальних рекомендацій:

**“відмінно”** – студент демонструє повні і глибокі знання навчального матеріалу, достовірний рівень розвитку умінь та навичок, правильне й обґрунтоване формулювання практичних висновків, уміння приймати необхідні рішення в нестандартних ситуаціях, вільне володіння науковими термінами, аналізує причинно-наслідкові зв'язки;

**“добре”** – студент демонструє повні знання навчального матеріалу, але допускає незначні пропуски фактичного матеріалу, вміє застосувати його щодо конкретно поставлених завдань, у деяких випадках нечітко формулює загалом правильні відповіді, допускає окремі несуттєві помилки та неточності;

**“задовільно”** – студент володіє більшою частиною фактичного матеріалу, але викладає його не досить послідовно і логічно, допускає істотні

пропуски у відповіді, не завжди вміє інтегровано застосувати набуті знання для аналізу конкретних ситуацій, нечітко, а інколи й невірно формулює основні теоретичні положення та причинно-наслідкові зв'язки;

“незадовільно” – студент не володіє достатнім рівнем необхідних знань, умінь, навичок, науковими термінами.

### 11. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне оцінювання та самостійна робота											Підсумковий тест	Сума
Змістовий модуль №1				Змістовий модуль № 2								
ЛР1	ЛР2	ЛР3	Сума	ЛР4	ЛР5	ЛР6	ЛР7	ЛР8	ЛР9	Сума		
5	5	5	15	5	10	10	10	10	10	55		
Лабораторна робота 3 по 5 балів				Лабораторна робота 1 по 5 балів 5 по 10 балів							30	100

ЛР1...ЛР9 – теми лабораторних робіт.

### Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	<b>A</b>	відмінно	зараховано
80 – 89	<b>B</b>	добре	
70 – 79	<b>C</b>		
60 – 69	<b>D</b>	задовільно	
50 – 59	<b>E</b>		
26 – 49	<b>FX</b>	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-25	<b>F</b>	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

## 12. Методичне забезпечення

№ з/п	Назва	К-сть екз.
1	Лазарович І.М. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Програмування паралельних та розподілених обчислень»	Елек. варіант
2	Лазарович І.М. Методичні вказівки до виконання самостійної роботи з дисципліни «Програмування паралельних та розподілених обчислень»	Елек. варіант

## 13. Рекомендована література

№ з/п	Назва	К-сть екз в бібл..
<b>Основна література</b>		
1	Антонов А.С. Параллельное программирование с использованием технологии MPI: Учебное пособие. – М.: Изд-во МГУ, 2004. – 71с.	1
2	Богачёв К.Ю. Основы параллельного программирования /К.Ю. Богачёв. – М.:Бином. Лаборатория знаний, 2003. – 342с.	3
3	Воеводин В.В., Воеводин Вл. В. Параллельные вычисления. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 608с.	3
4	Глибовець, М.М. Основи комп'ютерних алгоритмів. / М. М. Глибовець. – К. : ВД "КМ Академія", 2003. – 452 с	5
5	Организация ЭВМ. 5-е изд./ К. Хамахер, З. Вранешич., С. Заки. – СПб.: Питер; Киев: изд. группа ВНУ, 2003. – 848с.	3
<b>Додаткова література</b>		
6	Закер К. Компьютерные сети. Модернизация и поиск неисправностей. СПб. : БХВ-Петербург, 2005	1
7	Зайченко Ю.П. Комп'ютерні мережі. К: Слово, 2003	11
8	Татенбаум, Э. Компьютерные сети. 4-е изд. / Э. Татенбаум. – СПб. : Питер, 2008. – 992 с	5
9	Немнюгин С., Стесик О. Параллельное программирование для многопроцессорных вычислительных систем — СПб.:БХВ-Петербург, 2002.	
10	Эндрюс Г.Р. Основы многопоточного, параллельного и распределенного программирования.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. – 512с.	

## 14. Інформаційні ресурси

1. Українська команда розподілених обчислень. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://distributed.org.ua/>
2. Кластерные вычисления. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.intuit.ru/department/calculate/clusterexec/>
3. Теория и практика параллельных вычислений. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.intuit.ru/department/calculate/paralltp/>
4. Параллельное программирование с использованием технологии MPI. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.intuit.ru/department/se/mpitech/>
5. Архитектура параллельных вычислительных систем. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.intuit.ru/department/hardware/paralltech/>
6. Теория и практика параллельных вычислений. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.intuit.ru/department/calculate/paralltp/>
7. Параллельное программирование с использованием OpenMP. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.intuit.ru/studies/courses/1112/232/info>