

ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
«ПРИДНІПРОВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ»

КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК, ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ  
ТА ПРИКЛАДНОЇ МАТЕМАТИКИ

(повна назва кафедри)

  
Проректор з навчально-виховної роботи  
Галина ЄВСЄЄВА  
« 02 » Вересня 2021 року



**СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**«Технології розподілених систем та паралельних обчислень»**

(назва навчальної дисципліни)

спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»  
(шифр і назва спеціальності)

освітньо-професійна програма «Комп'ютерні науки»  
(назва освітньої програми)

освітній ступінь бакалавр  
(назва освітнього ступеня)

форма навчання денна  
(денна, заочна, вечірня)

розробник Шибко Оксана Миколаївна  
(прізвище, ім'я, по батькові)

**1. АНОТАЦІЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Дисципліна «Технології розподілених систем та паралельних обчислень» належить до переліку нормативних навчальних дисциплін, забезпечує професійний розвиток бакалавра та спрямована на формування в майбутнього фахівця основних понять. Сучасні потужні інформаційні системи широко застосовують методи паралельних та розподілених обчислень. Це відноситься як до систем в архітектурі «клієнт-сервер», так і до складних багатоланцюгових або однорангових систем. Сучасні апаратні засоби, зокрема процесори загального призначення, та особливо графічні, також виконані в архітектурі багатоядерності, що ставить відповідні вимоги щодо паралелізму обчислень і до клієнтських застосунків. Сучасний програміст повинен вміти ефективно використовувати потужні обчислювальні системи із симетричною та масовою паралельністю, обчислювальні ферми та кластери, неоднорідні локальні мережі тощо.

## 2. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

	Години	Кредити	Семістр	
			VII	VIII
Всього годин за навчальним планом, з них:	210	7	90	120
<b>Аудиторні заняття, у т.ч:</b>	<b>84</b>		<b>38</b>	<b>46</b>
лекції	46		30	16
лабораторні роботи	22		8	14
практичні заняття	16			16
<b>Самостійна робота, у т.ч:</b>	<b>126</b>		<b>52</b>	<b>74</b>
підготовка до аудиторних занять	30		20	10
підготовка до контрольних заходів	30		20	10
виконання курсової роботи	15			15
опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях:				
підготовка до екзамену	21		12	9
підготовка до екзамену	30			30
<b>Форма підсумкового контролю</b>			<b>залік</b>	<b>екзамен</b>

## 3. СТИСЛИЙ ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**Мета дисципліни.** Метою викладання навчальної дисципліни «Технології розподілених систем та паралельних обчислень» є вивчення студентами принципів побудови паралельних та розподілених програмних додатків для різноманітних комп'ютерних систем, а також придбання практичних навичок щодо створення, тестування та експлуатації паралельного програмного продукту з використанням сучасних пакетів та стандартів паралельного програмування.

**Завдання дисципліни.** Основними завданнями вивчення дисципліни «Технології розподілених систем та паралельних обчислень» ознайомлення студентів з основними парадигмами паралельного програмування; вивчення стандартів паралельного програмування (таких як MPI та OpenMP) та їх реалізацій; придбання практичних навичок використання пакетів паралельного програмування.

**Пререквізити дисципліни.** Успішне опанування курсу «Технології розподілених систем та паралельних обчислень» передбачає знання та навички з курсів «Системний аналіз», «Бази даних».

**Постреквізити дисципліни.** Вивчення дисципліни забезпечує склад апаратних засобів та програмного забезпечення обчислювальних систем з елементами паралельної та розподіленої обробки, основні методи, алгоритми і засоби паралельної та розподіленої обробки інформації, методи і технології паралельного програмування MPI, чисельні методи для паралельних структур

### Компетентності:

- ІК. Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у галузі комп'ютерних наук або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів комп'ютерних наук, інформаційних технологій і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

ЗК-1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК-9. Здатність працювати в команді.

### Спеціальні компетентності

- СК-1 здатність до математичного та логічного мислення, формулювання та досліджування математичних моделей, зокрема дискретних математичних моделей, обґрунтування вибору методів і підходів для розв'язування теоретичних і прикладних задач в галузі комп'ютерних наук,

інтерпретування отриманих результатів;

- СК-7 здатність застосовувати теоретичні та практичні основи методології та технології моделювання, реалізовувати алгоритми моделювання для дослідження характеристик і поведінки складних об'єктів і систем, проводити експерименти за програмою моделювання з обробкою й аналізом результатів.

- СК-16 Здатність реалізовувати високопродуктивні обчислення на основі хмарних сервісів і технологій, паралельних і розподілених обчислень при розробці та експлуатації розподілених систем паралельної обробки інформації

#### **Заплановані результати навчання:**

- РН1 здобувати систематичні знання в галузі комп'ютерних наук, аналізувати проблеми з точки зору сучасних наукових парадигм, осмислювати і робити обґрунтовані висновки з наукової і навчальної літератури та результатів експериментів;

- РН10 аналізувати проблемні ситуації, ставити собі певні цілі щодо розв'язання професійних задач і свідомо добиватися їх реалізації, вибирати шлях для майбутніх дій, визначати засоби, потрібні для досягнення мети, приймати рішення;

- РН-13. Розв'язувати типові задачі з використанням основних теорем теорії ймовірностей; будувати закони розподілу випадкових величин і обчислювати їх числові характеристики; будувати моделі випадкових процесів та здійснювати їх аналіз; застосовувати ймовірнісно-статистичні методи для оцінки стохастичних процесів; використовувати сучасні середовища для розв'язування задач статистичної обробки експериментальних даних;

- РН-15 використовувати математичні пакети та розробляти програми реалізації чисельних методів, обґрунтовано вибирати чисельні методи при розв'язанні інженерних задач в процесі проектування та моделювання інформаційних і програмних систем і технологій, оцінювати ефективність чисельних методів, зокрема збіжність, стійкість та трудомісткість реалізації;

- РН-19. Визначати складові структурної та параметричної ідентифікації моделей реальних систем, застосовувати методи моделювання складних об'єктів і систем з використанням відповідне програмне забезпечення, оцінювати ступінь повноти, адекватності, істинності та реалізуємості моделей реальних систем;

- РН23 використовувати технології OLAP, DataMining, TextMining, WebMining в процесі інтелектуального багатовимірного аналізу даних; розв'язувати професійні задачі з використанням методів класифікації, прогнозування, кластерного аналізу, пошуку асоціативних правил;

- РН-28 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.

**Методи навчання** – практичний, наочний, словесний, робота з книгою. Практичних навичок студенти набувають на аудиторних лекційних та практичних заняттях.

**Форми навчання** – аудиторна, позааудиторна, індивідуальна.

#### **4. СТРУКТУРА (ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН) ДИСЦИПЛІНИ**

Назва змістових модулів і тем	Кількість годин, у тому числі				
	усього	л	п	лаб	с/р
<b>VII семестр</b>					
<b>Змістовий модуль 1. Принципи побудови паралельних обчислювальних систем</b>					
1.Паралельні та розподілені обчислювальні системи	9	2		2	5
2.Архітектура та класифікація паралельних обчислювальних систем	7	2			5
3.Продуктивність обчислювальної системи.					

Методи оцінки продуктивності паралельних алгоритмів і систем	13	4		2	7
4.Комунікаційна трудомісткість паралельних обчислень	6	2			4
<b>Разом за змістовим модулем 1</b>	<b>35</b>	<b>10</b>		<b>4</b>	<b>21</b>
<b>Змістовий модуль 2. Моделювання та аналіз паралельних обчислень</b>					
5.Паралельна обробка даних. Синхронізація і комунікації процесів	12	4		2	6
6.Моделі паралельних обчислень	6	2			4
7.Розробка паралельного алгоритму	6	2			4
8.Організація паралельних обчислень для систем з розподіленою пам'яттю	9	2			7
<b>Разом за змістовим модулем 2</b>	<b>33</b>	<b>10</b>		<b>2</b>	<b>21</b>
<b>Змістовий модуль 3. Принципи побудови паралельних обчислювальних систем</b>					
9.Паралельне програмування на основі MPI	4	2			2
10.Розробка паралельних програм з використанням MPI	10	4		2	4
11.Технологія програмування OpenMP	4	2		–	2
12.Основи розпаралелювання програм	4	2			2
<b>Разом за змістовим модулем 3</b>	<b>22</b>	<b>10</b>		<b>2</b>	<b>10</b>
<b>VIII семестр</b>					
<b>Змістовий модуль 4. Паралельні методи</b>					
13.Принципи розробки паралельних методів	12	2	4	2	4
14.Паралельні методи множення матриці на вектор	14	4	2	4	4
15.Паралельні методи матричного множення	12	2	2	4	4
16.Розв'язування систем лінійних рівнянь	12	4	2	2	4
17.Паралельні методи сортування	12	2	2	2	6
18.Паралельні методи на графах	13	2	2	2	7
<b>Разом за змістовим модулем 4</b>	<b>75</b>	<b>16</b>	<b>14</b>	<b>16</b>	<b>29</b>
<b>Змістовий модуль 5. Курсова робота</b>					
1. Вивчення та вибір методів для реалізації	2				2
2.Розробка схеми паралельних обчислень	2				2
3.Теоретичний аналіз ефективності обраного підходу	2				2
4.Реалізація паралельної та послідовної програм	4				4
5.Проведення обчислювальних експериментів з реалізацією масштабованості	2				2
6. Оформлення пояснювальної записки	3				3
<b>Разом за змістовим модулем 5</b>	<b>15</b>				<b>15</b>
<b>Підготовка до екзамену</b>	<b>30</b>				<b>30</b>
<b>Усього годин</b>	<b>210</b>	<b>46</b>	<b>16</b>	<b>14</b>	<b>134</b>

## 5. ЛЕКЦІЙНИЙ КУРС

№ зан.	Тема занять	Кількість годин
1	Паралельні та розподілені обчислювальні системи	2
2	Архітектура та класифікація паралельних обчислювальних систем	2

3-4	Продуктивність обчислювальної системи. Методи оцінки продуктивності паралельних алгоритмів і систем	4
5	Комунікаційна трудомісткість паралельних обчислень	2
6-7	Паралельна обробка даних. Синхронізація і комунікації процесів	4
8	Моделі паралельних обчислень	2
9	Розробка паралельного алгоритму	2
10	Організація паралельних обчислень для систем з розподіленою пам'яттю	2
11	Паралельне програмування на основі MPI	2
12-13	Розробка паралельних програм з використанням MPI	4
14	Технологія програмування OpenMP	2
15	Основи розпаралелювання програм	2
16	Принципи розробки паралельних методів	2
17-18	Паралельні методи множення матриці на вектор	4
19	Паралельні методи матричного множення	2
20-21	Розв'язування систем лінійних рівнянь	4
22	Паралельні методи сортування	2
23	Паралельні методи на графах	2
<b>Усього годин</b>		<b>46</b>

## 6. ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№ зан.	Тема занять	Кількість годин
1-2	Створення багатопоточної програми із синхронізацією потоків	4
3-4	Побудова кластера та запуск найпростішої MPI-програми	4
5-6	Організація прийому та передачі даних з MPI. Знайомство з процедурами колективного обміну	4
7-8	Реалізація каскадної схеми сумування в MPI	4
<b>Усього годин</b>		<b>16</b>

## 7. ТЕМИ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

№ зан.	Тема занять	Кількість годин
1	Основні принципи конвеєрної та паралельної обробки даних	2
2-3	Вузькі місця паралельних обчислень	4
4-5	Математична модель для оцінки можливого підвищення продуктивності при розпаралелюванні обчислень з урахуванням часу обміну даними	4
6-7	Розробка паралельного алгоритму модифікованої каскадної схеми сумування	4
8-9	Програмна система ПараЛаб для дослідження методів паралельних обчислень. Множення матриці на вектор.	4
10-11	Програмна система ПараЛаб для дослідження методів паралельних обчислень. Множення матриці на матрицю.	4
<b>Усього годин:</b>		<b>22</b>

## 8. САМОСТІЙНА РОБОТА

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	підготовка до аудиторних занять	30
2	підготовка до контрольних заходів	30
3	виконання курсової роботи:	15
4	опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях	21
3	підготовка до екзамену	30
<b>Усього годин</b>		<b>126</b>

## 9. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Письмовий, усний, практична перевірка.

## 10. ПОРЯДОК ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

Контроль успішності студента здійснюється за допомогою 100-бальної системи оцінювання, що має відповідні оцінки в національній шкалі і шкалі ECTS.

### VII семестр

#### **Змістовий модуль 1. Принципи побудови паралельних обчислювальних систем.**

**Самостійна домашня робота** (максимальна кількість балів – 100):

«Домашнє завдання №1»

- виконання самостійної роботи та її оформлення – 60 балів;
- відповідь на теоретичне питання №1, №2 при захисті самостійної роботи (максимальна кількість балів на одне питання - 20 балів): 40 балів;
  - правильна відповідь на питання 20 балів;
  - відповідь на питання потребує деяких уточнень щодо принципів конвеєрної та паралельної розробки 16 – 19 балів;
  - відповідь на питання із незначними помилками (сутність розкрита, але були помилки в місцях паралельних обчислень ) 6 -15 балів;
  - відповідь на питання зі значними помилками (не розкрита сутність питання) 1 - 5 балів;
  - неправильна відповідь або немає відповіді 0 балів.

Підсумкова оцінка зі змістового модуля 1 визначається як оцінка за самостійну домашню роботу змістового модуля 1.

#### **Змістовий модуль 2. Моделювання та аналіз паралельних обчислень**

**Самостійна домашня робота** (максимальна кількість балів – 100):

«Домашнє завдання №2»

- виконання самостійної роботи та її оформлення – 60 балів;
- відповідь на теоретичне питання №1, №2 при захисті самостійної роботи (максимальна кількість балів на одне питання - 20 балів): 40 балів;
  - правильна відповідь на питання (правильна розробка моделі), 20 балів;
  - відповідь на питання потребує деяких уточнень щодо моделі для оцінки можливого підвищення продуктивності 16 – 19 балів;
  - відповідь на питання із незначними помилками (сутність розкрита, але були помилки в розпаралелюванні обчислень з урахуванням часу обміну даними ) 6 -15 балів;
  - відповідь на питання зі значними помилками (не розкрита сутність питання) 1 - 5 балів;
  - неправильна відповідь або немає відповіді 0 балів.

Підсумкова оцінка зі змістового модуля 2 визначається як оцінка за самостійну домашню роботу змістового модуля 2.

### **Змістовий модуль 3. Принципи побудови паралельних обчислювальних систем.**

#### **Самостійна домашня робота** (максимальна кількість балів – 100):

##### «Домашнє завдання №3»

- виконання самостійної роботи та її оформлення – 60 балів;
- відповідь на теоретичне питання №1, №2 при захисті самостійної роботи (максимальна кількість балів на одне питання - 20 балів): 40 балів;
  - правильна відповідь на питання (правильно розроблено паралельний алгоритм модифікованої каскадної схеми сумування) 20 балів;
  - відповідь на питання потребує деяких уточнень щодо розробки паралельних програм з використанням MPI 16 – 19 балів;
  - відповідь на питання із незначними помилками (сутність розкрита, але були помилки в програмній системі ПараЛаб для дослідження методів паралельних обчислень) 6-15 балів;
  - відповідь на питання зі значними помилками (не розкрита сутність питання) 1 - 5 балів;
  - неправильна відповідь або немає відповіді 0 балів.

Підсумкова оцінка зі змістового модуля 3 визначається як оцінка за самостійну домашню роботу змістового модуля 3.

#### **- екзамену**

Екзамен проводиться в письмовій формі у вигляді відповідей на білети, що містять 2 теоретичних питання і 1 практичного завдання. До складання екзамену допускаються студенти, які повністю виконали навчальний план дисципліни – отримали не менше 60 балів з кожного змістового модуля.

#### Екзамен (максимальна кількість балів – 100):

- відповідь на теоретичні питання (максимальна кількість балів на одне питання - 25 балів): 50 балів;
  - правильна відповідь на питання 25 балів;
  - відповідь на питання потребує деяких уточнень щодо моделі або методології 19 – 24 балів;
  - відповідь на питання із незначними помилками (сутність розкрита, але були помилки в визначеннях) 9 -18 балів;
  - відповідь на питання зі значними помилками (не розкрита сутність питання) 1 - 8 балів;
  - неправильна відповідь або немає відповіді 0 балів.
- виконання практичних завдань максимальна кількість балів: 50 балів;
  - правильне виконання завдання, складена модель або побудована діаграма 50 балів;
  - робота виконана повністю, але виконання завдання потребує деяких уточнень, аналіз результатів недостатній 40 – 49 балів;
  - робота виконана повністю, але виконання завдання потребує деяких уточнень, аналіз результатів відсутній 30 – 39 балів
  - виконання завдання із незначними помилками (сутність розкрита, але були помилки в моделюванні або аналізі паралельних обчислень) 20 -29 балів;
  - виконання завдання зі значними помилками (неправильно складена модель або помилки при паралельних обчисленнях, неповне обґрунтування завдання) 10-19 балів;
  - виконання завдання зі значними помилками (розрахунки паралельних обчислень виконані зі значними помилками, немає обґрунтування завдання) 9 - 1 балів
  - неправильне виконання завдання або немає розв'язання 0 балів.

### **VIII семестр**

#### **Змістовий модуль 4. Паралельні методи.**

#### **Самостійна домашня робота** (максимальна кількість балів – 100):

##### «Домашнє завдання №4»

- виконання самостійної роботи та її оформлення – 60 балів;
- відповідь на теоретичне питання №1, №2 при захисті самостійної роботи (максимальна кількість балів на одне питання - 20 балів): 40 балів;
- o правильна відповідь на питання 20 балів;
- o відповідь на питання потребує деяких уточнень щодо принципів конвеєрної та паралельної розробки 16 – 19 балів;
- o відповідь на питання із незначними помилками (сутність розкрита, але були помилки в місця паралельних обчислень ) 6 -15 балів;
- o відповідь на питання зі значними помилками (не розкрита сутність питання) 1 - 5 балів;
- o неправильна відповідь або немає відповіді 0 балів.

Підсумкова оцінка зі змістового модуля 4 визначається як оцінка за самостійну домашню роботу змістового модуля 4.

### **Змістовий модуль 5. Курсова робота**

Курсова робота (максимальна кількість балів – 100):

- правильне виконання курсової роботи та її оформлення – 60 балів;

При захисті курсової роботи студент повинен відповісти на 2 теоретичних питання і пояснити розрахункове завдання з кожного розділу курсової роботи.

- відповідь на теоретичні питання №1, №2, (максимальна кількість балів на одне питання - 10 балів): 20 балів;

- o правильна відповідь на питання 10 балів;
- o відповідь на питання потребує деяких уточнень щодо розробки схеми або аналізу ефективності 6 – 9 балів;
- o відповідь на питання із незначними помилками (сутність розкрита, але були помилки в формулах або їх застосуванні, висновки недостатньо повні) 3 – 5 балів;
- o відповідь на питання зі значними помилками (помилки в формулах, неповне пояснення сутності питання, висновки поверхневі або відсутні) 1 – 2 балів;
- o неправильна відповідь або немає відповіді 0 балів.

- виконання розрахункових завдань (максимальна кількість балів на одне завдання - 10 балів): 20 балів;

- o правильне виконання завдання 10 балів;
- o виконання завдання потребує деяких уточнень щодо реалізації паралельної або послідовної програм 6 – 9 балів;
- o виконання завдання із незначними помилками (незначні помилки в розрахунках або в графічному відображенні результатів, неповне пояснення результату) 3 – 5 балів;
- o виконання завдання зі значними помилками (неправильні розрахункові формули або їх застосування, неповне або неправильне обґрунтування розв'язання завдання) 1 - 2 балів;
- o неправильне виконання завдання або немає розв'язання 0 балів.

Підсумкова оцінка зі змістового модуля 5 (курсавої роботи) визначається як оцінка за курсову роботу.

**Підсумкова оцінка з дисципліни в VII семестрі** визначається як середня між підсумковою оцінкою змістових модулів 1, 2, 3.

**Підсумкова оцінка з дисципліни в VIII семестрі** визначається як середня між підсумковою оцінкою змістового модуля 4 та оцінкою екзамену.

## **11. ПОЛІТИКА КУРСУ**

Порядок зарахування пропущених занять:

- пропущена лекція відпрацьовується підготовкою конспекту відповідно до теми пропущеного заняття та його захистом;



- пропущені практичні та лабораторні заняття відпрацьовуються студентами виконанням відповідної практичної або лабораторної роботи самостійно та її захистом.

Зміни в нарахуванні балів у випадках несвоєчасного виконання завдань не відбувається.

Дотримання академічної доброчесності студента передбачає:

- самостійне та добросовісне виконання завдань, в тому числі поточного та підсумкового контролю;
- відповідальне ставлення до своїх обов'язків;
- повага до честі й гідності інших осіб;
- посилання на джерела інформації у разі запозичення ідей, розробок, тверджень, відомостей;
- використання при виконанні завдань лише перевірених та достовірних джерел інформації.

За порушення академічної доброчесності студент може бути притягнутий до академічної відповідальності (повторне проходження оцінювання).

Також неприємливим у навчальній діяльності студентів є академічний плагіат, самоплагіат, фальсифікація та інші види академічної нечесності.

## 12. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

### Основна

1. Гергель В.П. Теория и практика параллельных вычислений: уч. пособие / В.П. Гергель. – М.: Бином, 2007. – 424 с.
2. Баканов В.М. Параллельные вычисления: уч. пособие / В.М. Баканов. – М.: МГУПИ, 2006. – 123 с.
3. Воеводин В.В. Параллельные вычисления / В.В. Воеводин, Вл.В. Воеводин. – СПб.: БХВ-Петербург, 2002. – 608 с.
4. Гришагин В.А. Параллельное программирование на основе MPI: учебное пособие / В.А. Гришагин, А.Н. Свистунов. – Нижний Новгород, 2005. – 92 с
5. Гергель В.П. Основы параллельных вычислений для многопроцессорных вычислительных систем: Учебное пособие / В.П. Гергель, Р.Г. Стронгин. – Нижний Новгород: Издательство Нижегородского госуниверситета, 2003. – 179 с.
6. Демчина М. М. Паралельне програмування : конспект лекцій / М. М. Демчина. – Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2015. – 176 с
7. Луцків А. М. Паралельні та розподілені обчислення / А. М. Луцків, С. А. Лупенко, В. В. Пасічник. Львів : Магнолія, 2015. 566 с. –
8. Матвієнко М. П. Архітектура комп'ютерів. Київ: ТОВ «Центр навчальної літератури, 2012. - 264 с.
9. Семеренко В. П. Технології паралельних обчислень : навчальний посібник / В. П. Семеренко – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 104 с.
10. Таненбаум Э. Распределенные системы. Принципы и парадигмы / Э. Таненбаум. – СПб.: Питер, 2003. – 877 с
11. Тиричева О.А. Дослідження функціонування інформаційно- обчислювальних мереж, орієнтованих на своєчасну обробку регулярних завдань користувачів: монографія / О.А. Тиричева. – Одеса: КУПІРІЄНКО СВ, 2018. – 77

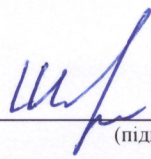
### Допоміжна

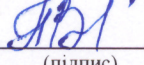
1. Антонов А.С. Параллельное программирование с использованием технологии OpenMP. – М.: МГУ, 2009. – 77 с
2. Богачёв К.Ю. Основы параллельного программирования. – М.: Бином, 2003. – 342с.

3. Жуков І., Корочкін О. Паралельні та розподілені обчислення – К.:Корнійчук, 2005. – 226 с.
4. Bonaventure O. Computer Networking: Principles, Protocols and Practices. Release.– cnp3book, 2018. – 272.
5. Stallings W. Foundations of Modern Networking: SDN, NFV, QoE, IoT, and Cloud. Pearson Education, Inc., 2016. - 710 pp.
6. Dordal P. An Introduction to Computer Networks, Release 1.9.18. - 2019. - 872 pp.

### 13. INTERNET-РЕСУРСИ

1. Сервер Лабораторії Паралельних інформаційних технологій Науково-дослідного обчислювального центру Московського державного університету імені М.В.Ломоносова <http://www.parallel.ru>;
2. Налаштування Microsoft MPI та Visual Studio, <http://iproс.ru/drafts/microsoft-mpi/> ;
3. Работа с MS-MPI в среде Visual Studio и Windows HPC Server <http://blogs.msdn.com/b/ru-hpc/archive/2009/12/28/ms-mpi-visual-studio-windows-hpc-server.aspx>;
4. Навчальний посібник «Паралельне програмування на основі бібліотек»<http://edu.chpc.ru/parallel/main.html#mainch3.html>;
5. Портал «Top 500 Supercomputers Sites» – <http://www.top500.org>;
6. Message Passing Interface (MPI) <https://computing.llnl.gov/tutorials/mpi/>
7. Официальный сайт OpenMP – [www.openmp.org](http://www.openmp.org). OpenMP <https://computing.llnl.gov/tutorials/openMP>

Розробник \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_ (Оксана ШИБКО)

Гарант освітньої програми \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_ (Наталя ВЕЛЬМАГІНА)

Силабус затверджено на засіданні кафедри комп'ютерних наук, інформаційних технологій та прикладної математики

Протокол від «30» серпня 2021 року № 1