



**Силабус навчальної дисципліни**  
**Технології розподілених систем та паралельних обчислень**

підготовки **бакалавра** (назва освітнього ступеня)

спеціальності **122 «Комп'ютерні науки»** (назва спеціальності)

освітньо-професійної програми **«Комп'ютерні науки»**

(назва освітньої програми)

Статус дисципліни	нормативна
Мова навчання	українська
Факультет	інформаційних технологій та механічної інженерії
Кафедра	комп'ютерних наук, інформаційних технологій та прикладної математики
Контакти кафедри	каб. 326 (третій поверх головного корпусу) телефон: (056) 756-34-10; внутрішній 4-10. email: amit@pgasa.dp.ua
Викладачі-розробники	Шибко О.М, к.т.н., доцент
Контакти викладачів	shybko.oksana@pdaba.edu.ua
Розклад занять	<a href="https://pdaba.edu.ua/timetable/WSIGMA/MEX/K4/ROZKLAD.HTML">https://pdaba.edu.ua/timetable/WSIGMA/MEX/K4/ROZKLAD.HTML</a>
Консультації	<a href="https://pgasa.dp.ua/department/prikmat/">https://pgasa.dp.ua/department/prikmat/</a>

**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 багато-ланцюгових 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 стосунків. Сучасний програміст повинен вміти ефективно використовувати потужні обчислювальні системи із симетричною та масовою паралельністю, обчислювальні ферми та кластери, неоднорідні локальні мережі тощо.

	Години	Кредити	Семестр	
			VII	VIII
Всього годин за навчальним планом, з них:	210	7	90	120
лекції	46		30	16
лабораторні роботи	22		8	14
практичні заняття	16			16
Самостійна робота, у т.ч:	126		52	74
підготовка до аудиторних занять	30		20	10
підготовка до контрольних заходів	30		20	10
виконання курсової роботи	15			15
виконання індивідуальних завдань				



опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях:	21		12	9
підготовка до екзамену	30	1		30
<b>Форма підсумкового контролю</b>			<b>залік</b>	<b>екзамен</b>

**Мета вивчення 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 Метою 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 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 розуміння складних апаратних засобів та програмного забезпечення обчислювальних систем з елементами паралельної та розподіленої обробки, основних методів, алгоритмів і засобів паралельної та розподіленої обробки інформації, методів і технологій паралельного програмування MPI, чисельних методів для паралельних структур.

**Компетентності** (відповідно до освітньо-професійної програми «Комп'ютерні науки» СВО ПДАБА 1226 – 2019):

**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 інформаційних технологій і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

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

**ЗК-6** Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями.

**ЗК-12** Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

**СК1** Здатність до математичного формулювання та досліджування неперервних та дискретних математичних моделей, обґрунтування вибору методів і підходів для розв'язування теоретичних і прикладних задач у галузі комп'ютерних наук, аналізу та інтерпретування;

**СК7** Здатність застосовувати теоретичні та практичні основи методології та технології моделювання для дослідження характеристик і поведінки складних об'єктів і систем, проводити обчислювальні експерименти з обробкою й аналізом результатів.

**СК16** Здатність реалізовувати високопродуктивні обчислення на основі хмарних сервісів і технологій, паралельних і розподілених обчислень при розробці й експлуатації розподілених систем паралельної обробки інформації.

**Програмні результати навчання** (відповідно до освітньо-професійної програми «Комп'ютерні науки» СВО ПДАБА 1226 – 2019):

**ПР1.** Застосовувати знання основних форм і законів абстрактно-логічного мислення, основ методології наукового пізнання, форм і методів вилучення, аналізу, обробки та синтезу інформації в предметній області комп'ютерних наук.



**ПР2.** Використовувати сучасний математичний апарат неперервного та дискретного аналізу, лінійної алгебри, аналітичної геометрії, в професійній діяльності для розв'язання задач теоретичного та прикладного характеру в процесі проектування та реалізації об'єктів інформатизації.

**ПР3.** Використовувати знання закономірностей випадкових явищ, їх властивостей та операцій над ними, моделей випадкових процесів та сучасних програмних середовищ для розв'язування задач статистичної обробки даних і побудови прогнозних моделей.

**ПР4.** Використовувати методи обчислювального інтелекту, машинного навчання, нейромережевої та нечіткої обробки даних, генетичного та еволюційного програмування для розв'язання задач розпізнавання, прогнозування, класифікації, ідентифікації об'єктів керування тощо.

**ПР5.** Проектувати, розробляти та аналізувати алгоритми розв'язання обчислювальних та логічних задач, оцінювати ефективність та складність алгоритмів на основі застосування формальних моделей алгоритмів та обчислюваних функцій.

**ПР6.** Використовувати методи чисельного диференціювання та інтегрування функцій, розв'язання звичайних диференціальних та інтегральних рівнянь, особливостей чисельних методів та можливостей їх адаптації до інженерних задач, мати навички програмної реалізації чисельних методів.

**ПР7.** Розуміти принципи моделювання організаційно-технічних систем і операцій; використовувати методи дослідження операцій, розв'язання одно - та багатокритеріальних оптимізаційних задач лінійного, цілочисельного, нелінійного, стохастичного програмування.

**ПР8.** Використовувати методологію системного аналізу об'єктів, процесів і систем для задач аналізу, прогнозування, управління та проектування динамічних процесів в макроекономічних, технічних, технологічних і фінансових об'єктах.

**ПР9.** Розробляти програмні моделі предметних середовищ, вибирати парадигму програмування з позицій зручності та якості застосування для реалізації методів та алгоритмів розв'язання задач в галузі комп'ютерних наук.

**ПР10.** Використовувати інструментальні засоби розробки клієнт-серверних застосувань, проектувати концептуальні, логічні та фізичні моделі баз даних, розробляти та оптимізувати запити до них, створювати розподілені бази даних, сховища та вітрини даних, бази знань, у тому числі на хмарних сервісах, із застосуванням мов веб-програмування.

**ПР11.** Володіти навичками управління життєвим циклом програмного забезпечення, продуктів і сервісів інформаційних технологій відповідно до вимог і обмежень замовника, вміти розробляти проектну документацію (техніко-економічне обґрунтування, технічне завдання, бізнес-план, угоду, договір, контракт).

**ПР12.** Застосовувати методи та алгоритми обчислювального інтелекту та інтелектуального аналізу даних в задачах класифікації, прогнозування, кластерного аналізу, пошуку асоціативних правил з використанням програмних інструментів підтримки багатовимірного аналізу даних на основі технологій DataMining, TextMining, WebMining.

**ПР13.** Володіти мовами системного програмування та методами розробки програм, що взаємодіють з компонентами комп'ютерних систем, знати мережні технології, архітектури комп'ютерних мереж, мати практичні навички технології адміністрування комп'ютерних мереж та їх програмного забезпечення.

**ПР14.** Володіти мовами системного програмування та методами розробки програм, що взаємодіють з компонентами комп'ютерних систем, знати мережні технології, архітектури комп'ютерних мереж, мати практичні навички технології адміністрування комп'ютерних мереж та їх програмного забезпечення.

**ПР15.** Застосовувати знання методології та CASE-засобів проектування складних систем, методів структурного аналізу систем, об'єктно-орієнтованої методології проектування при



розробці і дослідженні функціональних моделей організаційно-економічних і виробничо-технічних систем.

**ПР16.** Розуміти концепцію інформаційної безпеки, принципи безпечного проектування програмного забезпечення, забезпечувати безпеку комп'ютерних мереж в умовах неповноти та невизначеності вихідних даних.

**ПР17.** 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.

## 1. 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>					
Паралельні та розподілені обчислювальні системи	12	4		2	6
Архітектура та класифікація паралельних обчислювальних систем	8	2			6
Продуктивність обчислювальної системи. Методи оцінки продуктивності паралельних алгоритмів і систем	14	4		2	8
Комунікаційна трудомісткість паралельних обчислень	10	4			6
<b>Разом за змістовим модулем 1</b>	<b>44</b>	<b>14</b>		<b>4</b>	<b>26</b>
<b>Змістовий модуль 2. Моделювання та аналіз паралельних обчислень</b>					
Паралельна обробка даних. Синхронізація і комунікації процесів	13	4		2	7
Моделі паралельних обчислень	12	4		2	6
Розробка паралельного алгоритму	10	4			6
Організація паралельних обчислень для систем з розподіленою пам'яттю	11	4			7
<b>Разом за змістовим модулем 2</b>	<b>46</b>	<b>16</b>		<b>4</b>	<b>26</b>
<b>Усього годин за VII семестр</b>	<b>90</b>	<b>30</b>	<b>-</b>	<b>8</b>	<b>52</b>
<b>VIII семестр</b>					
<b>Змістовий модуль 3. Принципи побудови паралельних обчислювальних систем</b>					
Паралельне програмування на основі MPI	7	2			5
Розробка паралельних програм з використанням MPI	10	2	2	2	4
Технологія програмування OpenMP	9	2	2		5
Основи розпаралелювання програм	10	2	2	2	4
<b>Разом за змістовим модулем 3</b>	<b>36</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>18</b>
<b>Змістовий модуль 4. Паралельні методи</b>					
Принципи розробки паралельних методів. Паралельні методи множення матриці на вектор	10	2	2	4	2
Паралельні методи матричного множення. Розв'язування систем лінійних рівнянь	11	2	4	2	3
Паралельні методи сортування	9	2	2	2	3
Паралельні методи на графах	9	2	2	2	3

Разом за змістовим модулем 4	39	8	10	10	11
<b>Змістовий модуль 5. Курсова робота</b>					
Вивчення та вибір методів для реалізації	2				2
Розробка схеми паралельних обчислень	2				2
Теоретичний аналіз ефективності обраного підходу	2				2
Реалізація паралельної та послідовної програм	4				4
Проведення обчислювальних експериментів з реалізацією масштабованості	2				2
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 за VIII семестр</b>	<b>120</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>14</b>	<b>74</b>
<b>Усього годин</b>	<b>210</b>	<b>46</b>	<b>16</b>	<b>22</b>	<b>126</b>

## 2. САМОСТІЙНА РОБОТА

### ОПРАЦЮВАННЯ РОЗДІЛІВ ПРОГРАМИ, ЯКІ НЕ ВИКЛАДАЮТЬСЯ НА ЛЕКЦІЯХ:

Назва теми	Посилання
1. Різновиди обробки інформації в ПРОС	1. [ 8 ]
2. Паралельні системи нетрадиційної архітектури	2. [ 3 ]
3. Ефект Амдала	3. [ 9 ]
4. Режими керування обчисленнями, дисципліни обслуговування завдань в ПРОС	4. [ 1 ]

## 3. 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.**

*Лабораторна робота* (максимальна кількість балів – 100):

- виконання лабораторної роботи у повному обсязі та її оформлення 60 балів;
- відповідь на два теоретичних питання при захисті лабораторної 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 конвексної 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 лабораторну роботу змістового модуля 1.



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

**Лабораторна робота** (максимальна кількість балів – **100**):

- виконання лабораторної роботи у повному обсязі та її оформлення 60 балів;
- відповідь на два теоретичних питання при захисті лабораторної 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 лабораторну роботу змістового модуля 2.

## **VIII семестр**

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

**Лабораторна та практична роботи** (максимальна кількість балів – **100** за кожен):

- виконання роботи у повному обсязі та її оформлення 60 балів;
- відповідь на два теоретичних питання при захисті 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 середня оцінка за лабораторну та практичну роботи змістового модуля 3.

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

**Лабораторна та практична роботи** (максимальна кількість балів – **100** за кожен):

- виконання роботи у повному обсязі та її оформлення 60 балів;
- відповідь на два теоретичних питання при захисті 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 конвексної та паралельної розробки 16 – 19 балів;
- відповідь на питання із незначними помилками (сутність розкрита, але були помилки в місця 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 4 визначається як середня оцінка за лабораторну та практичну роботи 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;
  - правильна відповідь на питання 10 балів;
  - відповідь на питання потребує деяких уточнень щодо розробки схеми або аналізу ефективності 6 – 9 балів;
  - відповідь на питання із незначними помилками (сутність розкрита, але були помилки в формулах або їх застосуванні, висновки недостатньо повні) 3 – 5 балів;
  - відповідь на питання зі значними помилками (помилки в формулах, неповне пояснення сутності питання, висновки поверхневі або відсутні) 1 – 2 балів;
  - неправильна відповідь або немає відповіді 0 балів.
- виконання розрахункових завдань (максимальна кількість балів на одне завдання - 10 балів): 20 балів;
- правильне виконання завдання 10 балів;
- виконання завдання потребує деяких уточнень щодо реалізації паралельної або послідовної програм 6 – 9 балів;
- виконання завдання із незначними помилками (незначні помилки в розрахунках або в графічному відображенні результатів, неповне пояснення результату) 3 – 5 балів;
- виконання завдання зі значними помилками (неправильні розрахункові формули або їх застосування, неповне або неправильне обґрунтування розв'язання завдання) 1 - 2 балів;
- неправильне виконання завдання або немає розв'язання 0 балів.

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

#### **- екзамену**

Екзамен проводиться в письмовій формі у вигляді відповідей на білети, що містять два теоретичних питання та одне практичне завдання.

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 практичного завдання максимальна кількість балів: 50 балів;
- правильне виконання завдання, складена модель або побудована діаграма 50 балів;
- завдання виконано повністю, але потребує деяких уточнень, аналіз результатів недостатній 40 – 49 балів;



- завдання виконано повністю, але аналіз результатів відсутній 30 – 39 балів
- завдання виконано з незначними помилками (сутність розкрита, але були помилки в моделюванні або аналізі паралельних обчислень) 20 -29 балів;
- завдання виконано зі значними помилками (неправильно складена модель або помилки при паралельних обчисленнях, неповне обґрунтування завдання ) 10-19 балів;
- завдання виконано 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.

**Підсумкова оцінка з дисципліни** за VII семестр визначається як середня між підсумковою оцінкою змістових модулів 1 і 2.

**Підсумкова оцінка з дисципліни** за VIII семестр визначається як середня між підсумковою оцінкою змістових модулів 3, 4 та оцінкою екзамену

#### 4. ПОЛІТИКА КУРСУ

Порядок зарахування пропущених занять:

- пропущена лекція відпрацьовується підготовкою конспекту відповідно до теми пропущеного заняття та його захистом.
- пропущені практичні заняття відпрацьовуються студентами виконанням відповідної практичної роботи самостійно та її захистом.
- пропущені лабораторні заняття відпрацьовуються студентами виконанням відповідної лабораторної роботи самостійно та її захистом

Зміни в нарахуванні балів у випадках несвочасного 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;
- посилення 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 несприятливим у навчальній діяльності студентів є академічний плагіат, самоплагіат, фальсифікація та інші види академічної нечесності.

#### 5. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

##### Основна

1. Семеренко В. П. Технології паралельних обчислень : навчальний посібник / В. П. Семеренко – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 104 с.
2. Матвієнко М. П. Архітектура комп'ютерів. Київ: ТОВ «Центр навчальної літератури, 2012. - 264 с.
3. Демчина М. М. Паралельне програмування : конспект лекцій / М. М. Демчина. – Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2015. – 176 с
4. Гергель В.П. Теория и практика параллельных вычислений: уч. пособие / В.П. Гергель. – М.: Бином, 2007. – 424 с.



5. Баканов В.М. Параллельные вычисления: уч. пособие / В.М. Баканов. – М.: МГУПИ, 2006. – 123 с.
6. Воеводин В.В. Параллельные вычисления / В.В. Воеводин, Вл.В. Воеводин. – СПб.: БХВ-Петербург, 2002. – 608 с.
7. Гришагин В.А. Параллельное программирование на основе MPI: учебное пособие / В.А. Гришагин, А.Н. Свистунов. – Нижний Новгород, 2005. – 92 с
8. 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.
9. Луцків А. М. Паралельні та розподілені обчислення / А. М. Луцків, С. А. Лупенко, В. В. Пасічник. Львів : Магнолія, 2015. 566 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: КУПРІЄНКО СВ, 2018. – 77

#### Допоміжна

12. Антонов А.С. Параллельное программирование с использованием технологии OpenMP. – М.: МГУ, 2009. – 77 с
13. Богачёв К.Ю. Основы параллельного программирования. – М.: Бином, 2003. – 342с.
14. Жуков І., Корочкін О. Паралельні та розподілені обчислення – К.:Корнійчук, 2005. – 226 с.
15. Bonaventure O. Computer Networking: Principles, Protocols and Practices. Release.– cnp3book, 2018. – 272.
16. Stallings W. Foundations of Modern Networking: SDN, NFV, QoE, IoT, and Cloud. Pearson Education, Inc., 2016. - 710 pp.
17. Dordal P. An Introduction to Computer Networks, Release 1.9.18. - 2019. - 872 pp.

### 6. INTERNET-РЕСУРС

1. Технології розподілених систем та паралельних обчислень. Віртуальний читальний зал ДВНЗ ПДАБА. Кафедра Комп'ютерних наук, інформаційних технологій та прикладної математики. Режим доступу: <https://pgasa365.sharepoint.com/sites/e-library/Shared%20Documents/Forms/AllItems.aspx?id=%2Fsites%2Fe%2Dlibrary%2FShared%20Documents%2F%D0%9A%D0%B0%D1%84%D0%B5%D0%B4%D1%80%D0%B8%2F%D0%9A%D0%B0%D1%84%D0%B5%D0%B4%D1%80%D0%B0%20%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%BF%E2%80%99%D1%8E%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B8%D1%85%20%D0%BD%D0%B0%D1%83%D0%BA%2C%20%D1%96%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%86%D1%96%D0%B9%D0%BD%D0%B8%D1%85%20%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D0%B9%20%D1%82%D0%B0%20%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D0%B4%D0%BD%D0%BE%D1%97%20%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B8%2F%D0%A2%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%97%20%D1%80%D0%BE%D0%B7%D0%BF%D0%BE%D0%B4%D1%96%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%85%20%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%20%D1%82%D0%B0%20%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%B0%D0%BB%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B8%D1%85%20%D0%BE%D0%B1%D1%87%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D1%8C&viewid=fd845af6%2D2dda%2D4d0a%2D8f8b%2Ddbfd1a0bb90c>.
2. Портал «Top 500 Supercomputers Sites» – <http://www.top500.org>;
3. Message Passing Interface (MPI) <https://computing.llnl.gov/tutorials/mpi/>

4. Официальный сайт OpenMP – [www.openmp.org](http://www.openmp.org).
5. Національна бібліотека України імені В.І.Вернадського <http://www.nbuv.gov.ua>
6. Державна науково–технічна бібліотека України <http://www.dntb.gov.ua>.
7. Навчально-інформаційний портал ТДАТУ <http://nlp.tsatu.edu.ua>
8. Наукова бібліотека ТДАТУ <http://www.tsatu.edu.ua/biblioteka>

Розробник

  
\_\_\_\_\_ (підпис)

(Оксана ШИБКО)

Гарант освітньої програми

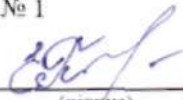
  
\_\_\_\_\_ (підпис)

(Наталя ВЕЛЬМАГІНА)

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

Протокол від «25» серпня 2022 року № 1

Завідувач кафедри

  
\_\_\_\_\_ (підпис)

(Олена ПОНОМАРЬОВА)