

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Одеський державний екологічний університет


ЗАТВЕРДЖЕНО

на засіданні групи забезпечення  
спеціальності 122 Комп'ютерні науки  
від «\_30\_» березня 2024 року  
протокол №\_7

Голова групи  (Кузніченко С. Д.)

УЗГОДЖЕНО

Декан факультету комп'ютерних наук,  
управління та адміністрування

 (Бучинська І. В.)

## СИЛЛАБУС

навчальної дисципліни

ТЕХНОЛОГІЇ РОЗПОДІЛЕНИХ СИСТЕМ ТА ПАРАЛЕЛЬНИХ ОБЧИСЛЕНЬ

(назва навчальної дисципліни)

122 Комп'ютерні науки

(шифр та назва спеціальності)

Комп'ютерні науки

(назва освітньої програми)

бакалавр

(рівень вищої освіти)

денна, заочна

(форма навчання)

4р.н.(ДФ), 5р.н.(ЗФ)

(рік навчання)

8(ДФ)

(семестр навчання)

4/ 120

(кількість кредитів ЄКТС / годин)

залік

(форма контролю)

Інформаційних технологій

(кафедра)

Одеса, 2024 р.

Автори: Ткач Т.Б., доц.

Поточна редакція розглянута на засіданні кафедри інформаційних технологій від \_\_\_\_\_ року, протокол №\_

Викладачі: Лекційний модуль: Ткач Т.Б., доцент кафедри інформаційних технологій, к.ф.-м.н.

Практичний модуль (лабораторні роботи): Ткач Т.Б., доцент кафедри інформаційних технологій, к.ф.-м.н.

#### Перелік попередніх редакцій

Прізвища та ініціали авторів	Дата, № протоколу	Дата набуття чинності

## 1 ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета	Оволодіння знаннями організації розподілених систем та паралельних обчислень, вироблення практичних навичок застосування отриманих знань для розробки ефективних паралельних програм з використанням сучасних технологій паралельного та розподіленого програмування.
Компетентність	ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу. ЗК9. Здатність працювати в команді. СК9. Здатність реалізувати багаторівневу обчислювальну модель на основі архітектури клієнт-сервер, включаючи бази даних, знань і сховища даних, виконувати розподілену обробку великих наборів даних на кластерах стандартних серверів для забезпечення обчислювальних потреб користувачів, у тому числі на хмарних сервісах. СК16. Здатність реалізовувати високопродуктивні обчислення на основі хмарних сервісів і технологій, паралельних і розподілених обчислень при розробці й експлуатації розподілених систем паралельної обробки інформації.
Результат навчання	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. 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. ПР16. 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.
Базові знання	Знати тенденції і перспективи розвитку розподілених систем; принципи побудови та технологію розробки розподілених систем; основні поняття теорії паралельних обчислень; принципи паралельного програмування; архітектуру та програмне забезпечення високопродуктивних паралельних та розподілених обчислювальних систем.
Базові вміння	Використовувати розподілені системи для розв'язання прикладних задач у різних предметних галузях; аналізувати алгоритми з метою виявлення у них внутрішнього паралелізму; застосовувати методи розв'язання задач з використанням паралельних технологій; використовувати прийоми паралельного програмування для написання програмного коду; використовуючи моделі організації паралельних обчислень, бібліотечні функції для паралельного програмування.
Базові навички	Мати базове уявлення про галузі застосування теорії паралельних обчислень; набути вміння і компетентності розв'язання задач з використанням розподілених обчислювальних систем; опанування теоретичних і практичних навичок розроблення та використання паралельних алгоритмів; вивчення загальних принципів, механізмів та парадигм паралельного програмування.
Пов'язані ссиллабуси	немає
Попередня дисципліна	Методи та системи штучного інтелекту Комп'ютерні мережі

Наступна дисципліна	
Кількість годин (денна форма навчання)	лекції: 27 практичні заняття: – лабораторні заняття: 27 самостійна робота студентів: 66
Кількість годин (заочна форма навчання)	лекції: 2 практичні заняття: – лабораторні заняття: 4 консультації: 8 самостійна робота студентів: 106

## 2 ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### 2.1 Лекційні модулі

Код	Назва модуля та тем	Кількість годин			
		Денна		Заочна	
		аудиторні	СРС	аудиторні	СРС
ЗМ-Л1	Введення в паралельні обчислення.	2	4		6
	Моделі паралельного програмування.	2	4		6
	Розпаралелювання операцій в обчислювальних системах.	2	4		6
	Класифікація паралельних комп'ютерів і систем.	2	2		4
	Паралельні алгоритми та їх продуктивність.	2	2		4
	Розробка паралельних алгоритмів.	2	2		6
ЗМ-Л2	Паралелізм в розподілених системах.	2	2		6
	Особливості розподілених систем.	2	2		4
	Особливості часу в розподілених системах.	2	2		4
	Взаємодія в розподілених системах.	2	3		4
	Основи паралельного програмування в розподілених системах.	4	4		4
	Інтерфейс передачі повідомлень MPI.	2	2		4
	Групи та комунікатори в MPI.	1	2		3
Підготовка до заліку			5		5
<b>Настановна лекція</b>				<b>2</b>	
<b>Разом:</b>		<b>27</b>	<b>40</b>	<b>2</b>	<b>66</b>

Консультації:

Ткач Тетяна Борисівна, ел.адреса: tatkatkach@gmail.com, вівторок (за чисельником), 12:20, ауд. 328 НЛК № 1.

### 2.2 Практичні модулі

Код	Назва модуля та тем	Кількість годин			
		Денна		Заочна	
		аудиторні	СРС	аудиторні	СРС
ЗМ-П1	• Моделювання паралельних обчислень.	4	5		6
	• Побудова та аналіз паралельних форм обчислювальних	4	5		6

	алгоритмів. • Паралельні обчислення з використанням багатопотокового програмування	4	5		6
ЗМ-П2	• Налаштування пакету mpj express. Компіляція і запуск найпростіших програм.	4	3		5 12
	• Технологія паралелізму на основі технології передачі повідомлень MPI.	6	5	2	
	• Технологія OpenMP для розпаралелювання програм.	5	3	2	5
<b>Разом:</b>		<b>27</b>	<b>26</b>	<b>4</b>	<b>40</b>

Перелік лабораторій:

1. Лабораторія 329.

Перелік лабораторного обладнання:

1. Комп'ютери.
2. Будь-яка ОС.
3. Мова програмування, що підтримує паралельне програмування.

Консультації:

Ткач Тетяна Борисівна, ел.адреса: tatkatkach@gmail.com, вівторок (за чисельником), 12:20, ауд. 328 НЛК № 1.

### 2.3 Самостійна робота студента та контрольні заходи

#### Самостійна робота студента та контрольні заходи (денна форма)

Код модуля	Завдання на СРС та контрольні заходи	Кількість годин	Строк проведення
ЗМ-Л1	• Підготовка до лекційних занять	13	1-4 тижні
	• Підготовка до модульної контрольної роботи № 1	5	1-4 тижні
	• Модульна тестова контрольна робота № 1 (обов'язкова)		4 тиждень
ЗМ-Л2	• Підготовка до лекційних занять	12	5-8 тижні
	• Підготовка до модульної контрольної роботи № 2	5	5-8 тижні
	• Модульна тестова контрольна робота № 2 (обов'язкова)		9 тиждень
ЗМ-П1	• підготовка до усного опитування напередодні відповідної лабораторної роботи	4	1-4 тижні
	• підготовка (оформлення) матеріалів лабораторних	11	1-4 тижні

	робіт (обов'язковий)		
ЗМ-П2	• підготовка до усного опитування напередодні відповідної лабораторної роботи	4	5-9 тижні
	• підготовка (оформлення) матеріалів лабораторних робіт (обов'язковий)	7	5-9 тижні
	Залік	5	9 тиждень
Разом:		66	

### Самостійна робота студента та контрольні заходи (заочна форма)

Код модуля	Завдання на СРС та контрольні заходи	Кількість годин	Строк проведення
ЗМ-Л1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Вивчення тем лекційних модулів</li> <li>• Підготовка до модульної контрольної роботи №1</li> <li>• Модульна контрольна робота № 1 (обов'язкова)</li> </ul>	32	<ul style="list-style-type: none"> <li>• жовтень-листопад</li> <li>• листопад-грудень</li> <li>• лютий</li> </ul>
ЗМ-Л2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Вивчення тем лекційних модулів</li> <li>• Підготовка до модульної контрольної роботи № 2</li> <li>• Модульна тестова контрольна робота № 2 (обов'язкова)</li> </ul>	29	<ul style="list-style-type: none"> <li>• грудень-лютий</li> <li>• грудень-лютий</li> <li>• лютий</li> </ul>
ЗМ-П1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• виконання завдань лабораторної роботи (ЛР№1, ЛР№2, ЛР№3,) самостійно</li> <li>• оформлення звіту з лабораторної роботи (ЛР№1–3) (обов'язковий)</li> </ul>	18	<ul style="list-style-type: none"> <li>• жовтень-грудень</li> <li>• жовтень-грудень</li> </ul>
ЗМ-П2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• виконання завдань лабораторної роботи (ЛР№4, ЛР№5, ЛР№6,) самостійно</li> <li>• оформлення звіту з лабораторної роботи (ЛР№4–6) (обов'язковий)</li> <li>• підготовка до усного опитування напередодні відповідної лабораторної роботи (обов'язкове) (ЛР №5-6)</li> <li>• підготовка до захисту звіту з лабораторної роботи (ЛР№5-6) (обов'язкове)</li> </ul>	22	<ul style="list-style-type: none"> <li>• січень-травень</li> <li>• січень-травень</li> <li>• лютий</li> <li>• березень</li> </ul>
	Залік	5	сесія
Разом:		106	

### Методика проведення та оцінювання контролюючих заходів (денна, заочна)

*1 Методика проведення та оцінювання контрольного заходу для ЗМ-*

*Л1(денна, заочна)*

Контроль проводиться після вивчення лекційного матеріалу модуля ЗМ-Л1 в формі онлайн тесту на платформі Moodle МКР-1, в якій студенти відповідають на 20 запитань. Час, що виділяється на виконання МКР-1 визначається при видачі завдання і не перевищує 1 академічної години.

Критерії оцінювання результатів контрольного заходу: максимальна оцінка за контрольну роботу складає 20 балів; розподіл балів за правильні відповіді має наступний вигляд:

Номер запитання	Кількість балів за правильну відповідь
1	1
2	1
3	1
4	1
5	1
6	1
7	1
8	1
9	1
10	1
11	1
12	1
13	1
14	1
15	1
16	1
17	1
18	1
19	1
20	1
<b>Разом:</b>	<b>20</b>

Критерії оцінювання результатів контрольного заходу: відмінно (18-20 балів); добре (15-17,9 балів); задовільно (12-14); незадовільно (менше 12балів).

*2 Методика проведення та оцінювання контрольного заходу для ЗМ-Л2(денна, заочна)*

Контроль проводиться після вивчення лекційного матеріалу модуля ЗМ-Л2 в формі онлайн тесту на платформі Moodle МКР-2, в якій студенти



відповідають на 20 запитань. Час, що виділяється на виконання МКР-2 визначається при видачі завдання і не перевищує 1 академічної години.

Критерії оцінювання результатів контрольного заходу: максимальна оцінка за контрольну роботу складає 20 балів; розподіл балів за правильні відповіді має наступний вигляд:

Номер запитання	Кількість балів за правильну відповідь
1	1
2	1
3	1
4	1
5	1
6	1
7	1
8	1
9	1
10	1
11	1
12	1
13	1
14	1
15	1
16	1
17	1
18	1
19	1
20	1
<b>Разом:</b>	<b>20</b>

Критерії оцінювання результатів контрольного заходу: відмінно (18-20 балів); добре (15-17,9 балів); задовільно (12-14); незадовільно (менше 12балів).

### *3 Методика підсумкового оцінювання контрольних заходів для всіх лекційних модулів*

Підсумкова оцінка за всі лекційні модулі дорівнює сумі набраних балів за лекційні модулі ЗМ-Л1 та ЗМ-Л2, яка не може перевищувати 40 балів.

Якщо обов'язкові заходи контролю виконуються студентом після строків, визначених у програмі навчальної дисципліни, кількість балів, що може отримати студент, не може перевищувати 60% від максимально можливої для

цієї форми контролю.

#### *4 Методика проведення та оцінювання контрольного заходу для ЗМ-ПІ(денна, заочна)*

##### **Денна форма навчання**

За практичний модуль ЗМ-ПІ встановлена максимальна оцінка 30 балів. ЗМ-ПІ складається з трьох лабораторних робіт, за якими встановлена максимальна оцінка 10 бал.

Контроль по кожній лабораторній роботі проводиться в формі:

- *усного опитування* при підготовці до кожної лабораторної роботи з метою допуску до її виконання (кількість запитань – до 3, максимальна кількість балів – 6),
- *захисту результатів* лабораторної роботи наведених у звіті до лабораторної роботи (кількість запитань залежить від ходу виконання студентом роботи і якості звіту, максимальна кількість балів – 4).

Для кожної лабораторної роботи, якщо студент за *усне опитування* одержав менше 3 балів, він не допускається до виконання роботи, а якщо більше – допускається.

Підсумковою оцінкою за кожну лабораторну роботу буде сума балів за *усне опитування* і *захист результатів*. Якщо обов'язкові заходи контролю виконуються студентом після строків, визначених у програмі навчальної дисципліни, кількість балів, що може отримати студент, не може перевищувати 60% від максимальної можливої для цієї форми контролю.

Підсумковою оцінкою за практичний модуль ЗМ-ПІ буде сума балів за всі лабораторні роботи. Критерії оцінювання результатів контрольного заходу для ЗМ-ПІ: 27-30 балів – відмінно, 22-26 балів – добре, 18-21 балів – задовільно, менше 18 балів – незадовільно.

##### **Заочна форма навчання**

За практичний модуль ЗМ-ПІ встановлена максимальна оцінка 30 балів. ЗМ-ПІ складається з трьох лабораторних робіт:

Лабораторна робота №1 встановлена максимальна оцінка 10 балів

Лабораторна робота №2 встановлена максимальна оцінка 10 балів

Лабораторна робота №3 встановлена максимальна оцінка 10 балів

Контроль по кожній лабораторній роботі проводиться в формі:

- перевірки звіту з лабораторної роботи.

Підсумковою оцінкою за практичний модуль ЗМ-ПІ буде сума балів за всі три лабораторні роботи. Критерії оцінювання результатів контрольного заходу для ЗМ-ПІ: 18-20 балів – відмінно, 14...17,9 – добре, 12...13,9 балів – задовільно, менше 12 балів – незадовільно.

#### *5 Методика проведення та оцінювання контрольного заходу для ЗМ-*

## П2(денна, заочна)

### Денна форма навчання

За практичний модуль ЗМ-П2 встановлена максимальна оцінка 30 балів. ЗМ-П2 складається з трьох лабораторних робіт, за якими встановлена максимальна оцінка 10 балів.

Контроль по кожній лабораторній роботі проводиться в формі:

- усного опитування при підготовці до кожної лабораторної роботи з метою допуску до її виконання (кількість запитань – до 3, максимальна кількість балів – 6),
- захисту результатів лабораторної роботи наведених у звіті до лабораторної роботи (кількість запитань залежить від ходу виконання студентом роботи і якості звіту, максимальна кількість балів – 4).

Для кожної лабораторної роботи, якщо студент за *усне опитування* одержав менше 3 бали він не допускається до виконання роботи, а якщо більше – допускається.

Підсумковою оцінкою за кожну лабораторну роботу буде сума балів за *усне опитування* і *захист результатів*. Якщо обов'язкові заходи контролю виконуються студентом після строків, визначених у програмі навчальної дисципліни, кількість балів, що може отримати студент, не може перевищувати 60% від максимально можливої для цієї форми контролю.

Підсумковою оцінкою за практичний модуль ЗМ-П2 буде сума балів за всі лабораторні роботи. Критерії оцінювання результатів контрольного заходу для ЗМ-П1: 27-30 балів – відмінно, 22-26 балів – добре, 18-21 балів – задовільно, менше 18 балів – незадовільно.

### Заочна форма навчання

За практичний модуль ЗМ-П2 встановлена максимальна оцінка 30 балів. ЗМ-П2 складається з трьох лабораторних робіт:

Лабораторна робота №4 встановлена максимальна оцінка 10 балів

Лабораторна робота №5 встановлена максимальна оцінка 10 балів

Лабораторна робота №6 встановлена максимальна оцінка 10 балів

Контроль по кожній лабораторній роботі проводиться в формі:

- перевірки звіту з лабораторної роботи.

Контроль по лабораторній роботі №5 та №6 проводиться в формі:

- *усного опитування* при підготовці до лабораторної роботи з метою допуску до її виконання (кількість запитань – до 3, максимальна кількість балів – 6),
- *захисту результатів* лабораторної роботи наведених у звіті до лабораторної роботи (кількість запитань залежить від ходу виконання студентом роботи і якості звіту, максимальна кількість балів – 4).

Підсумковою оцінкою за практичний модуль ЗМ-П2 буде сума балів за всі три лабораторні роботи. Критерії оцінювання результатів контрольного заходу для ЗМ-П2: 18-20 балів – відмінно, 14...17,9 – добре, 12...13,9 балів – задовільно, менше 12 балів – незадовільно.

*6 Методика оцінювання за всіма змістовними модулями(денна, заочна)*

Підсумковою оцінкою за всіма змістовними модулями (ОЗ) буде сума балів за лекційні модулі та практичні модулі.

*7 Методика оцінювання за всіма змістовними модулями(денна, заочна)*

Підсумковою оцінкою за всіма змістовними модулями (ОЗ) буде сума балів за лекційні модулі та практичні модулі.

*8 Методика підсумкового оцінювання за дисципліну (денна, заочна)*

Умовою допуску до заліку є отримання студентом не менше 20 балів за теоретичну частину та не менше 30 балів за практичну частину.

Сума балів, яку одержав студент за лекційні модулі, за практичні модулі та за залікову контрольну роботу формують інтегральну оцінку студента з навчальної дисципліни. Інтегральна оцінка (В) за дисципліну розраховується за формулою:

$$B = 0,75 \times O3 + 0,25 \times O3KP,$$

де ОЗ – кількісна оцінка (у відсотках від максимально можливої) за всіма змістовними модулями, ОЗ повинна бути  $\geq 60\%$ ; ОЗКР – кількісна оцінка (у відсотках від максимально можливої) залікової контрольної роботи.

При цьому позитивна інтегральна оцінка з дисципліни (зараховано) одержується студентом за наступної умови: студент має ОЗКР  $\geq 50\%$  від максимально можливої за залікову контрольну роботу Шкала відповідності оцінок в системах університету, національній системі та системі ЄКТАС наведена в таблиці.

За шкалою ECTS	За національною системою	Бал успішності
	для іспиту	
A	5 (відмінно)	90–100
B	4 (добре)	82–89,9
C	4 (добре)	74–81,9
D	3 (задовільно)	64–73,9
E	3 (задовільно)	60–63,9
FX	2 (незадовільно)	35–59,9
F	2 (незадовільно)	1–34,9



## 3 РЕКОМЕНДАЦІ ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ

### 3.1 Модуль ЗМ-Л1

#### 3.1.1 Повчання

Розділи модуля ЗМ-Л1 формують у студентів уявлення про загальні принципи розробки паралельних алгоритмів для розв'язання складних задач, які мають велику трудомісткість обчислень.

#### 3.1.2 Питання для самоперевірки

Запитання, що входять до тестів до модуля ЗМ-Л1 і являють собою необхідний мінімум знань, який потрібний для засвоєння дисципліни, наведені нижче.

Питання позначені *курсивом* формують у студента базові результати навчання.

1. Задачі з паралелізмом на рівні дрібних структурних одиниць найкраще вирішуються в системах?
2. Система, у якій всі процесори працюють із загальною фізичною пам'яттю, називається?
3. Недоліком мультикомп'ютерів у порівнянні з мультипроцесорами є їх?
4. Недоліком мультипроцесорів перед мультикомп'ютерами є їх?
5. Система, у якій всі процесори працюють із загальною фізичною пам'яттю, називається системою?
6. Паралельна робота частин програмного забезпечення без взаємодії між ними називається паралелізмом на рівні?
7. Паралельна робота частин програмного забезпечення в тісній взаємодії між ними (наприклад, при обробці векторних даних) називається паралелізмом на рівні?
8. Система, у якій кожний процесор має свою власну фізичну пам'ять, називається?
9. Система, у якій кожний процесор має свою власну фізичну пам'ять, називається системою?
10. Системи з невеликим числом процесорів, взаємодіючих по схемах з низьким ступенем передачі даних, називаються системами?
11. Перевага мультикомп'ютера перед мультипроцесором складається в його?

### 3.2 Модуль ЗМ-Л2

#### 3.2.1 Повчання

Розділи модуля ЗМ-Л2 формують у студентів уявлення про паралелізм у розподілених системах, особливості взаємодії в розподілених системах.

### 3.2.2 Питання для самоперевірки

Запитання, що входять до тестів до модуля ЗМ-Л2 і являють собою необхідний мінімум знань, який потрібний для засвоєння дисципліни, наведені нижче.

Питання позначені *курсивом* формують у студента базові результати навчання.

1. *Чи є вірним висловлювання, що в колективних взаємодіях беруть участь усі процеси?*
2. Спеціальний метод `Get_processor_name` надає можливість?
3. *Чи зобов'язана віртуальна топологія повторювати фізичну топологію цільового комп'ютера?*
4. *Чи може MPI-програма (стандарт 1.1) продовжувати роботу після аварійного завершення одного із процесів?*
5. Чи можна, не приймаючи повідомлення, визначити його атрибути?
6. Чи насправді довжина імені процесора обмежується значенням бібліотечної константи `Max_processor_name`?
7. *Що гарантується при відправленні/прийомі повідомлень за допомогою операцій з блокуванням?*
8. Які константи існують для ідентифікації групи процесів у додатку?
9. Канали, що передають біти в обох напрямках одночасно, називаються?
10. Канали, що передають біти в обох напрямках, але не одночасно, називаються?

## 3.4 Модуль ЗМ-П1

### 3.4.1 Повчання

При вивченні практичного модуля студенти набувають уміння аналізувати ефективність паралельних обчислень для оцінки одержуваного прискорення обчислень і рівня використання всіх можливостей комп'ютерного встаткування при паралельних способах розв'язання складних задач, а також знайомляться з принципами розробки паралельних обчислювальних систем.

### 3.4.2 Питання для самоперевірки

Запитання, що входять до модуля ЗМ-П1 і являють собою необхідний мінімум знань, який потрібний для отримання допуску до виконання лабораторних робіт 1-го практичного модулю, наведені нижче.

Питання позначені *курсивом* формують у студента базові результати навчання.

1. Перевага мультипроцесора в порівнянні з мультикомп'ютером складається в його?
2. Процесори в мультикомп'ютері взаємодіють між собою шляхом?
3. Процесори в мультипроцесорі взаємодіють між собою шляхом?
4. Чи вірно твердження, що загальна розділена пам'ять у паралельних системах ніколи не створюється на апаратному рівні?
5. *Величина, що показує наскільки швидше працює програма в n-процесорній системі в порівнянні з 1-процесорною системою, називається?*
6. Діаметр мережі «гіперкуб» (куб, що має розмірність N) лінійно залежить від?
7. *Твердження, що, при послідовній частині програми відмінної від 0, ідеальне підвищення швидкості роботи суперкомп'ютера неможливо, називається?*
8. Якщо позначити  $p$  – розмір пакета,  $b$  – пропускну здатність мережі,  $T_a$  – час створення пакета, то час очікування для мережі без буферування складе?
9. Чи вірно твердження, що загальна розділена пам'ять у паралельних системах ніколи не створюється на рівні операційної системи?
10. *Чи вірно твердження, що загальна розділена пам'ять у паралельних системах ніколи не створюється на апаратному рівні?*

### 3.5 Модуль ЗМ-П2

#### 3.5.1 Повчання

При вивченні практичного модуля студенти набувають уміння створення й розвитку системного програмного забезпечення для паралельних обчислювальних систем; створення й розвиток паралельних алгоритмів для розв'язання прикладних задач у різних галузях.

#### 3.5.2 Питання для самоперевірки

Запитання, що входять до модуля ЗМ-П2 і являють собою необхідний мінімум знань, який потрібний для отримання допуску до виконання лабораторних робіт 2-го практичного модулю з дисципліни, наведені нижче.

Питання позначені *курсивом* формують у студента базові результати навчання.

1. *Пропускна здатність каналу, що визначається граничною кількістю переданих бітів в одну секунду, називається?*



2. Чи дійсно мережі міжз'єднань паралельних комп'ютерів складаються максимум з п'яти компонентів - процесори, модулі пам'яті, інтерфейси, канали зв'язку й комутатори?
3. *Число можливих варіантів переходу з вихідного пункту в пункт призначення називається?*
4. Чи вірно твердження, що загальна розділена пам'ять у паралельних системах ніколи не створюється на рівні системи підтримки виконання програм?
5. Термін «ступінь деталізації» застосовується стосовно до?
6. *Чи існують паралельні системи, які відносно легко як конструювати, так і програмувати?*
7. У цей час створення спільно використовуваної пам'яті в паралельних системах можливо?

#### **4 ПИТАННЯ ДО ЗАХОДІВ ПОТОЧНОГО, ПІДСУМКОВОГО ТА СЕМЕСТРОВОГО КОНТРОЛЮ**

##### 4.1 Тестові завдання до модульної контрольної роботи модуля ЗМ-Л1.

1. Задачі з паралелізмом на рівні дрібних структурних одиниць найкраще вирішуються в системах? [1, с.8]
2. Недоліком мультикомп'ютерів у порівнянні з мультипроцесорами є їх? [2, с.7-13]
3. Недоліком мультипроцесорів перед мультикомп'ютерами є їх? [2, с.7-13]
4. Паралельна робота частин програмного забезпечення без взаємодії між ними називається паралелізмом на рівні? [1, с.8-12]
5. Паралельна робота частин програмного забезпечення в тісній взаємодії між ними (наприклад, при обробці векторних даних) називається паралелізмом на рівні? [2, с.11]
6. Перевага мультикомп'ютера перед мультипроцесором складається в його? [2, с.7-13]
7. Перевага мультипроцесора в порівнянні з мультикомп'ютером складається в його? [2, с.7-13]
8. Процесори в мультикомп'ютері взаємодіють між собою шляхом? [2, с.7-13]
9. Процесори в мультипроцесорі взаємодіють між собою шляхом? [2, с.7-13]
10. Система, у якій всі процесори працюють із загальною фізичною пам'яттю, називається? [2, с.11-13]

11. Система, у якій всі процесори працюють із загальною фізичною пам'яттю, називається системою [2, с.11-13]
12. Система, у якій кожний процесор має свою власну фізичну пам'ять, називається [2, с.11-13]
13. Система, у якій кожний процесор має свою власну фізичну пам'ять, називається системою [2, с.11-13]
14. Системи з невеликим числом процесорів, взаємодіючих по схемах з низьким ступенем передачі даних, називаються системами? [1, с.6-12]
15. Системи з невеликими по розмірі компонентами, взаємодіючі по схемах з високою пропускнуою здатністю, називаються системами? [1, с.6-12]
16. Системи паралельної дії між собою здебільшого різняться? [1, с.6-12]
17. Термін «ступінь деталізації» застосовується стосовно до? [1, с.16]
18. У більшості випадків задачі з паралелізмом на рівні великих структурних одиниць вирішуються в системах? [1, с.16-20]
19. У цей час створення спільно використовуваної пам'яті в паралельних системах можливо? [1, с.16-20]
20. Чи вірно твердження, що загальна розділена пам'ять у паралельних системах ніколи не створюється на апаратному рівні? [1, с.16-20]
21. Чи вірно твердження, що загальна розділена пам'ять у паралельних системах ніколи не створюється на рівні операційної системи? [1, с.16-20]
22. Чи вірно твердження, що загальна розділена пам'ять у паралельних системах ніколи не створюється на рівні системи підтримки виконання програм? [1, с.16-20]
23. Чи вірно твердження, що загальна розділена пам'ять у паралельних системах ніколи не створюється на рівні прикладного програмного забезпечення? [1, с.16-20]
24. Чи існують паралельні системи, які відносно легко як конструювати, так і програмувати? [1, с.16-20]
25. В чому полягають обмеження підвищення швидкості обчислень за рахунок збільшення потужності процесорних пристроїв? [1, с. 6-16]
26. Які є показники продуктивності паралельних обчислювальних систем? [1, с.12]
27. В чому полягають причини використання паралельного програмування? [1, с.64]
28. Які є накладні витрати при виконанні паралельних задач? [1, с.14-16]
29. Які фактори впливають на масштабованість паралельної системи? [1, с.84]
30. В чому складається проблема балансування навантаження при виконанні паралельних алгоритмів? [1, с.12]
31. Опишіть сутність симетричної мікропроцесорної системи? [1, с.16-20]
32. Опишіть сутність масивно-паралельної архітектури? [1, с.16-20]
33. Перелічіть класи кластерів? [1, с.16-20]

- 34.Що таке рівень паралелізму алгоритму? [1, с.16-20]
- 35.Назвіть аспекти синхронізації даних при паралельних обчислюваннях? [1, с.16-20]
- 36.Назвіть види паралелізму в архітектурі комп'ютера? [2, с.11]
- 37.В чому полягає конвеєрний спосіб розпаралелювання? [2, с.12]
- 38.Які операції є інформаційно залежними? [2, с.13]
- 39.Які особливості класу комп'ютерних архітектур SISD? [2, с.11-13]
- 40.Які особливості класу комп'ютерних архітектур SIMD? [2, с.11-13]
- 41.Які особливості класу комп'ютерних архітектур MISD? [2 с.13-16]
- 42.Які особливості класу комп'ютерних архітектур MIMD? [2, с.13-16]

#### 4.2 Тестові завдання до модульної контрольної роботи модуля ЗМ-Л2.

1. За методом гіперплоскостей простір ітерацій розбивається на? [1, с.12]
2. Метод Wtick повертає? [1, с.64]
3. Метод Wtime? [1, с.67]
4. Спеціальний метод Get\_processor\_name надає можливість? [1, с.67]
5. Чи є вірним висловлювання, що в колективних взаємодіях беруть участь усі процеси додатка? [1, с.32]
6. Чи зобов'язана віртуальна топологія повторювати фізичну топологію цільового комп'ютера? [1, с.16]
7. Чи може MPI-програма (стандарт 1.1) продовжувати роботу після аварійного завершення одного із процесів? [1, с.64]
8. Чи може тільки один процес у деякій групі викликати метод Group\_incl? [1, с.67]
9. Чи можна, не приймаючи повідомлення, визначити його атрибути? [1, с.67]
10. Чи насправді довжина імені процесора обмежується значенням бібліотечної константи Max\_processor\_name? [1, с.67]
- 11.Що відбудеться у системі при здійсненні обміну даними з процесом PROC\_NULL? [1, с.67]
- 12.Що гарантується при відправленні/прийомі повідомлень за допомогою операцій з блокуванням? [1, с.71-78]
- 13.Як приймаючий процес може визначити довжину отриманого повідомлення? [1, с.71-78]
- 14.Які константи існують для ідентифікації групи процесів у додатку? [1, с.81]
- 15.Алгоритм вибору маршруту такий, що кожний комутатор сам вирішує, куди направити пакет, називається? [3, с.103]

16. Величина, що показує наскільки швидше працює програма в n-процесорній системі в порівнянні з 1-процесорною системою, називається? [3, с.26]
17. Діаметр мережі «гіперкуб» (куб, що має розмірність N) лінійно залежить від? [3, с.115-126]
18. Маршрутизація, при якій джерело визначає весь шлях пакета по мережі заздалегідь і виражає його списком з номерів портів, називається? [3, с.115-126]
19. Маршрутизація, при якій комутатор, вибираючи маршрут пакета, бере до уваги поточний трафік, називається? [3, с.115-126]
20. Пропускна здатність мережі, що визначає максимальне число бітів, переданих у мережі одночасно називається? [3, с.115-126]
21. Стратегія перемикування, при якій весь шлях пакета даних резервується від початку до кінця, називається комутацією? [3, с.115-126]
22. Твердження, що, при послідовній частині програми відмінної від 0, ідеальне підвищення швидкості роботи суперкомп'ютера неможливо, називається? [3, с.115-126]
23. У мережах міжз'єднань пропускна здатність часто обмежується? [3, с.115-126]
24. Якщо позначити  $p$  – розмір пакета,  $b$  – пропускну здатність мережі,  $T_a$  – час створення пакета, то час очікування для мережі без буферування? [3, с.115-126]
25. Що таке MPI? [1, с.64]
26. Для чого призначений стандарт OpenMP? [1, с.51]
27. Які є способи побудови мови програмування для реалізації моделі передачі повідомлень? [1, с.65]
28. Оберіть переваги інтерфейсу MPI. [1, с.67]
29. Що представляє собою MPI-програма? [1, с.68]
30. Що таке повідомлення в MPI? [1, с.71]
31. Як забезпечується перенесення MPI-програм? [1, с.72-74]
32. Які функції MPI починають та закінчують паралельну частину програми? [1, с.71]
33. Як визначається номер процесу та час в MPI? [1, с.72]
34. Які процеси програми беруть участь у колективних взаємодіях комунікатора? [1, с.71]
35. Яким чином розсилаються повідомлення від комунікатора? [1, с.71]
36. Яка функція збирає дані від різних процесів? [1, с.71]
37. Що таке віртуальна топологія? [1, с.81]
38. Які є групи комунікаторів? [1, с.71]
39. В чому полягає особливість в організації паралельних обчислень з використанням розподілених систем? [3, с.115-126]

40. Які є напрямки визначення масштабованості розподілених систем? [3, с.115-126]
41. Які властивості розподілених алгоритмів ускладнюють їх проектування та реалізацію? [3, с.115-126]

#### 4.3 Тестові завдання до залікової контрольної роботи

1. Задачі з паралелізмом на рівні дрібних структурних одиниць найкраще вирішуються в системах? [1, с.8]
2. Недоліком мультикомп'ютерів у порівнянні з мультипроцесорами є їх? [2, с.7-13]
3. Недоліком мультипроцесорів перед мультикомп'ютерами є їх? [2, с.7-13]
4. Паралельна робота частин програмного забезпечення без взаємодії між ними називається паралелізмом на рівні? [1, с.8-12]
5. Паралельна робота частин програмного забезпечення в тісній взаємодії між ними (наприклад, при обробці векторних даних) називається паралелізмом на рівні? [2, с.11]
6. Перевага мультикомп'ютера перед мультипроцесором складається в його? [2, с.7-13]
7. Перевага мультипроцесора в порівнянні з мультикомп'ютером складається в його? [2, с.7-13]
8. Процесори в мультикомп'ютері взаємодіють між собою шляхом? [2, с.7-13]
9. Процесори в мультипроцесорі взаємодіють між собою шляхом? [2, с.7-13]
10. Система, у якій всі процесори працюють із загальною фізичною пам'яттю, називається? [2, с.11-13]
11. Система, у якій всі процесори працюють із загальною фізичною пам'яттю, називається системою [2, с.11-13]
12. Система, у якій кожний процесор має свою власну фізичну пам'ять, називається [2, с.11-13]
13. Система, у якій кожний процесор має свою власну фізичну пам'ять, називається системою [2, с.11-13]
14. Системи з невеликим числом процесорів, взаємодіючих по схемах з низьким ступенем передачі даних, називаються системами? [1, с.6-12]
15. Системи з невеликими по розмірі компонентами, взаємодіючі по схемах з високою пропускну здатністю, називаються системами? [1, с.6-12]
16. Системи паралельної дії між собою здебільшого різняться? [1, с.6-12]
17. Термін «ступінь деталізації» застосовується стосовно до? [1, с.16]
18. У більшості випадків задачі з паралелізмом на рівні великих структурних одиниць вирішуються в системах? [1, с.16-20]
19. У цей час створення спільно використовуваної пам'яті в паралельних системах можливо? [1, с.16-20]

20. Чи вірно твердження, що загальна розділена пам'ять у паралельних системах ніколи не створюється на апаратному рівні? [1, с.16-20]
21. Чи вірно твердження, що загальна розділена пам'ять у паралельних системах ніколи не створюється на рівні операційної системи? [1, с.16-20]
22. Чи вірно твердження, що загальна розділена пам'ять у паралельних системах ніколи не створюється на рівні системи підтримки виконання програм? [1, с.16-20]
23. Чи вірно твердження, що загальна розділена пам'ять у паралельних системах ніколи не створюється на рівні прикладного програмного забезпечення? [1, с.16-20]
24. Чи існують паралельні системи, які відносно легко як конструювати, так і програмувати? [1, с.16-20]
25. За методом гіперплоскостей простір ітерацій розбивається на? [1, с.12]
26. Метод Wtick повертає? [1, с.64]
27. Метод Wtime? [1, с.67]
28. Спеціальний метод Get\_processor\_name надає можливість? [1, с.67]
29. Чи є вірним висловлювання, що в колективних взаємодіях беруть участь усі процеси додатка? [1, с.32]
30. Чи зобов'язана віртуальна топологія повторювати фізичну топологію цільового комп'ютера? [1, с.16]
31. Чи може MPI-програма (стандарт 1.1) продовжувати роботу після аварійного завершення одного із процесів? [1, с.64]
32. Чи може тільки один процес у деякій групі викликати метод Group\_incl? [1, с.67]
33. Чи можна, не приймаючи повідомлення, визначити його атрибути? [1, с.67]
34. Чи насправді довжина імені процесора обмежується значенням бібліотечної константи Max\_processor\_name? [1, с.67]
35. Що відбудеться у системі при здійсненні обміну даними з процесом PROC\_NULL? [1, с.67]
36. Що гарантується при відправленні/прийомі повідомлень за допомогою операцій з блокуванням? [1, с.71-78]
37. Як приймаючий процес може визначити довжину отриманого повідомлення? [1, с.71-78]
38. Які константи існують для ідентифікації групи процесів у додатку? [1, с.81]
39. Алгоритм вибору маршруту такий, що кожний комутатор сам вирішує, куди направити пакет, називається? [3, с.103]
40. Величина, що показує наскільки швидше працює програма в n-процесорній системі в порівнянні з 1-процесорною системою, називається? [3, с.26]

41. Діаметр мережі «гіперкуб» (куб, що має розмірність  $N$ ) лінійно залежить від? [3, с.115-126]
42. Маршрутизація, при якій джерело визначає весь шлях пакета по мережі заздалегідь і виражає його списком з номерів портів, називається? [3, с.115-126]
43. Маршрутизація, при якій комутатор, вибираючи маршрут пакета, бере до уваги поточний трафік, називається? [3, с.115-126]
44. Пропускна здатність мережі, що визначає максимальне число бітів, переданих у мережі одночасно називається? [3, с.115-126]
45. Стратегія перемикання, при якій весь шлях пакета даних резервується від початку до кінця, називається комутацією? [3, с.115-126]
46. Твердження, що, при послідовній частині програми відмінної від 0, ідеальне підвищення швидкості роботи суперкомп'ютера неможливо, називається? [3, с.115-126]
47. У мережах міжз'єднань пропускна здатність часто обмежується? [3, с.115-126]
48. Якщо позначити  $p$  – розмір пакета,  $b$  – пропускну здатність мережі,  $T_a$  – час створення пакета, то час очікування для мережі без буферування складе? [3, с.115-126]

## 5 ЛІТЕРАТУРА ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

### Основна література

1. Семеренко, В. П. Технології паралельних обчислень: навчальний. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 104 с.
2. Коцовський В. М. Теорія паралельних обчислень: навчальний посібник. Ужгород: ПП «АУТДОР-Шарк», 2021. 188 с.
3. Кузьма К.Т., Мельник О.В. Паралельні та розподілені обчислення: навчальний посібник для вищих закладів освіти. – Миколаїв: ФОП Швець В.М., 2020. – 172 с.
4. Минайленко Р.М. Паралельні та розподілені обчислення: навч. посіб. – Кропивницький: Видавець Лисенко В. Ф., 2021. – 153 с.
5. OpenMP. Application Programming Interface Version 5.2 November 2021. URL: <https://www.openmp.org/wp-content/uploads/OpenMP-API-Specification-5-2.pdf>
6. Gebali, F. Algorithms and parallel computing. A John Wiley & Sons, Inc., Publication, 2011. 365 p. ISBN 978-0-470-90210-3
7. Rauber T., Runger G. Parallel Programming For Multicore and Cluster Systems. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2010. 463 p. DOI 10.1007/978-3-642-04818-0. ISBN 978-3-642-04817-3. [https://doc.lagout.org/science/0\\_Computer%20Science/5\\_Parallel%20and%20Distributed/Multicore%20Programming/Parallel%20Programming%20for%20Multicore%20and%20Cluster%20Systems.pdf](https://doc.lagout.org/science/0_Computer%20Science/5_Parallel%20and%20Distributed/Multicore%20Programming/Parallel%20Programming%20for%20Multicore%20and%20Cluster%20Systems.pdf)

### Додаткова література

8. Аксак Н.Г. Паралельні та розподілені обчислення: підручник / Н.Г. Аксак, О.Г. Руденко, А.М. Гуржій. – Х.: Компанія СМІТ, 2009. – 480с.
9. Качко О.Г. Паралельне програмування. – Харків. нац. ун-т радіоелектроніки. – Харків : ХНУРЕ, 2016. – 403 с. 2. Малашенок Г. І., Сідько А. А. Паралельні обчислення на розподіленій пам'яті: OpenMPI, Java, Math Partner : підручник. – Київ : НаУКМА, 2020. – 266 с.
10. Малашенок Г. І., Сідько А. А. Паралельні обчислення на розподіленій пам'яті: OpenMPI. Java. Маїб Рагіпег : підручник. / Г. І. Малашенок., А. А. Сідько. — Київ : НаУКМА, 2020. — 266 с.
11. Національний університет "Києво-Могилянська академія", Геннадій Іванович Малашенок, та Алла Анатоліївна Сідько. Паралельні обчислення на розподіленій пам'яті: OpenMPI, Java, Math Partner: підручник. Київ: НаУКМА, 2020.