



# Технології суперкомп'ютерних обчислень

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>12 Інформаційні технології</i>
Спеціальність	<i>121 Інженерія програмного забезпечення</i>
Освітня програма	<i>Інженерія програмного забезпечення мультимедійних та інформаційно-пошукових систем</i>
Статус дисципліни	<i>вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 рік підготовки, 2 семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>120 год.: лекції - 36 год., лабораторні заняття – 18 год., самостійна робота -66 год.</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік, модульна контрольна робота, календарний контроль</i>
Розклад занять	<i>Згідно розкладу на весняний семестр поточного навчального року (rozklad.kpi.ua)</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.т.н., доцент, Юрчишин Василь Якович, vasyIPZKS@gmail.com Комп'ютерний практикум: к.т.н., доцент, Юрчишин Василь Якович, vasyIPZKS@gmail.com</i>
Розміщення курсу	<i>Google classroom, <a href="http://fpm.kpi.ua/archive">http://fpm.kpi.ua/archive</a></i>

### Програма навчальної дисципліни

#### 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

*Вивчення дисципліни «Технології суперкомп'ютерних обчислень» дозволяє сформуванню у здобувачів освіти компетенції, необхідні для розв'язання практичних задач, пов'язаних із використанням сучасних високопродуктивних обчислювальних систем у повсякденній професійній діяльності програміста.*

***Метою** вивчення дисципліни «Технології суперкомп'ютерних обчислень» є опанування основних відомостей про апаратні та програмні засоби суперкомп'ютерів, способи подання програм і даних, про призначення, структуру й особливості функціонування окремих складових суперкомп'ютера, про організацію його роботи в цілому, а також сучасних архітектурних рішень, які сприяють значному підвищенню продуктивності сучасних суперкомп'ютерів та формування у здобувачів освіти здатності самостійно розробляти програмне забезпечення для сучасних високопродуктивних обчислювальних систем та використовувати стороннє програмне забезпечення для створення сучасних високопродуктивних обчислювальних систем.*

***Предметом** дисципліни «Технології суперкомп'ютерних обчислень» є сучасні методи та технології високопродуктивних суперкомп'ютерних обчислень з застосуванням хмарних, грид- технологій програмного спрямування.*

*Вивчення дисципліни «Технології суперкомп'ютерних обчислень» сприяє формуванню у здобувачів освіти **загальних (ЗК)** та **фахових компетентностей (ФК)**, необхідних для розв'язання практичних задач професійної діяльності, пов'язаної з*

розробленням, вдосконаленням та експлуатацією сучасних інформаційних систем:

Компетентності, формуванню яких сприяє дана дисципліна:

ЗК 01	Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
ЗК 03	Здатність проводити дослідження на відповідному рівні.
ЗК 04	Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності).
ЗК 05	Здатність генерувати нові ідеї (креативність).
ФК 01	Здатність аналізувати предметні області, формувати, класифікувати вимоги до програмного забезпечення.
ФК 02	Здатність розробляти і реалізовувати наукові та/або прикладні проекти у сфері інженерії програмного забезпечення
ФК 03	Здатність проектувати архітектуру програмного забезпечення, моделювати процеси функціонування окремих підсистем і модулів
ФК04	Здатність розвивати і реалізовувати нові конкурентоспроможні ідеї в інженерії програмного забезпечення.
ФК07	Здатність критично осмислювати проблеми у галузі інформаційних технологій та на межі галузей знань, інтегрувати відповідні знання та розв'язувати складні задачі у широких або мультидисциплінарних контекстах.
ФК 08	Здатність розробляти і координувати процеси, етапи та ітерації життєвого циклу програмного забезпечення на основі застосування сучасних моделей, методів та технологій розроблення програмного забезпечення
ФК 14	Здатність впроваджувати та підтримувати інформаційні системи.
ФК 15	Здатність до розроблення та реалізації програмних проектів, включаючи власні дослідження, які дають можливість розв'язання значущих технічних, соціальних, наукових, культурних, етичних та інших проблем.
ФК 17	Здатність застосовувати на практиці методології інженерії програмного забезпечення
ФК 20	Здатність розробляти і застосовувати методи та алгоритми прийняття оптимальних рішень, розв'язувати складні оптимізаційні задачі, використовуючи програмні засоби.

Формування зазначених компетентностей сприяє формуванню у студентів наступних програмних результатів навчання (ПРН) за освітньою програмою:

ПРН 02	Оцінювати і вибирати ефективні методи і моделі розроблення, впровадження, супроводу програмного забезпечення та управління відповідними процесами на всіх етапах життєвого циклу.
ПРН 03	Будувати і досліджувати моделі інформаційних процесів у прикладній області.
ПРН 06	Розробляти і оцінювати стратегії проектування програмних засобів; обґрунтовувати, аналізувати і оцінювати варіанти проектних рішень з точки зору якості кінцевого програмного продукту, ресурсних обмежень та інших факторів.
ПРН 07	Аналізувати, оцінювати і застосовувати на системному рівні сучасні програмні та апаратні платформи для розв'язання складних задач інженерії програмного забезпечення.
ПРН 13	Конфігурувати програмне забезпечення, керувати його змінами та розробленням програмної документації на всіх етапах життєвого циклу.
ПРН 14	Прогнозувати розвиток програмних систем та інформаційних технологій.
ПРН 18	Розробляти математичне і програмне забезпечення для наукових досліджень в галузі інженерії програмного забезпечення.
ПРН 19	Формулювати, експериментально перевіряти, обґрунтовувати і застосовувати на практиці в процесі розроблення програмного забезпечення інноваційні методи та конкурентоспроможні технології розв'язання професійних, науково-технічних задач у мультидисциплінарних контекстах.
ПРН 24	Вміти модифікувати існуючі та розроблювати нові методи і алгоритми класифікації та

	<i>кластеризації даних, враховуючи особливості предметної галузі.</i>
ПРН 28	<i>Вміти проектувати та розробляти розподілені та централізовані інформаційно-пошукові системи.</i>

## **2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)**

*Успішному вивченню дисципліни «Технології суперкомп'ютерних обчислень» передують вивчення дисциплін «Програмування», «Об'єктно-орієнтоване програмування», «Паралельні та розподілені обчислення» навчального плану підготовки бакалаврів за спеціальністю 121 Інженерія програмного забезпечення.*

*Отримані при засвоєнні дисципліни «Технології суперкомп'ютерних обчислень» теоретичні знання та практичні уміння забезпечують успішне виконання курсових проєктів та магістерських дисертацій за спеціальністю 121 Інженерія програмного забезпечення.*

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

*Дисципліна «Технології суперкомп'ютерних обчислень» передбачає вивчення таких тем:*

*Тема 1 Суперкомп'ютер. Етапи розвитку суперкомп'ютерних технологій*

*Тема 2 Програмне забезпечення суперкомп'ютера.*

*Тема 3. Обчислювальний Кластер.*

*Тема 4. Суперкомп'ютер НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського».*

*Тема 5. Розвиток суперкомп'ютерних технологій*

*Тема 6. Інформаційні технології Grid computing для виконання високопродуктивних обчислень.*

*Тема 7. Інформаційні технології Cloud computing в високопродуктивних обчисленнях .*

*Модульна контрольна робота*

*Залік*

## **4. Навчальні матеріали та ресурси**

### **Базова література:**

1.Стіренко СГ Грибенко ДВ та інші «Засоби паралельного програмування»//2013 [ Електронний ресурс], <http://hrcc.kpi.ua/hrcc-book/>

2. В.Я.Юрчишин. *Технології суперкомп'ютерних обчислень: лекції: навч. посіб. для студ. спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення».* – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 257 с.

3. *Сучасні високошвидкісні обчислювальні системи: комп'ютерний практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: О. С. Шкурат, В. Я. Юрчишин. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 50 с. Матеріали знаходяться у вільному доступі в Інтернеті.*

4. В.Я.Юрчишин. *Хмарні та Грід-технології: конспект лекцій: навч. посіб. для студ. спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення».* – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 264 с. *Ознайомитись з розділами, що стосуються тем 3,4, 5, 6, 7 дисципліни . Матеріали знаходяться у вільному доступі в Інтернеті.*

5. А. І. Дичка, В. Я.Юрчишин. Технології суперкомп'ютерних обчислень: комп'ютерний практикум: навч. посіб. для студ. спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення». – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 69 с.

#### **Додаткова література:**

6. Beach, Thomas E. "Computer Concepts and Terminology: Types of Computers". Retrieved November 17, 2017.

7. Жуков І.В., Корочкін О.В. Паралельні та розподілені обчислення. К., 2014. -284с.

#### *Інформаційні ресурси*

8. Grid Computing in Research and Education, April 2005, - IBM Redbook. –

<http://www.ibm.com/redbooks>, -273с.

9. MPICH-G2.- [http://www.globus.org/grid\\_software/computation/mpich-g2.php](http://www.globus.org/grid_software/computation/mpich-g2.php)

10. Design and Implementation of LAPACK and ScaLAPACK.- <http://www.cs.berkeley.edu/~demmel/cs267/lecture12/lecture12.html>

11. Проект Globus по розробці Grid. - <http://www.globus.org>

12. The Jacobi Solver revisited, приклад MPI та OpenMP реалізації. – <http://www1.rz.rwth-aachen.de/computing/hpc/prog/par/openmp/jacobi.html>

### **Навчальний контент**

#### **5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)**

№ з/п	Тип навчального заняття	Опис навчального заняття
<i>Тема 1 Суперкомп'ютер. Етапи розвитку суперкомп'ютерних технологій</i>		
1	<i>Лекція 1 Вступ до дисципліни. Що таке суперкомп'ютер?</i>	<i>Завдання: освоїти сучасні стан та характеристики суперкомп'ютерів. Особливості використання. Завдання на СРС: п. 6, № 1.</i>
2	<i>Лекція 2. Сучасні тенденції розвитку та характеристики суперкомп'ютерів. Top 500.</i>	<i>Завдання: освоїти основні архітектурні поняття, архітектуру системи команд, методи адресації та типи даних, типи команд, команди керування потоками команд, паралельні, багатоядерні та розподілені комп'ютерні системи. Завдання на СРС: п. 6, № 2.</i>
3	<i>Лекція 3. Етапи розвитку суперкомп'ютерних технологій</i>	<i>Завдання: засвоїти етапи розвитку суперкомп'ютерних технологій, Завдання на СРС: п. 6, № 3</i>

4	Лекція 4. Способи об'єднання багатьох процесорів в єдину систему	Завдання: засвоїти способи об'єднання процесорів в єдину систему і керування багатопоточними завданнями. Завдання на СРС: п. 6, № 4
<i>Тема 2 Програмне забезпечення суперкомп'ютера.</i>		
5	Лекція 5. Введення в програмне забезпечення суперкомп'ютера.	Завдання: ознайомитись з програмним забезпеченням суперкомп'ютера, розглянути просту модельну програму і програмістську модель передачі даних. Завдання на СРС: п. 6, №5.
6	Лекція 6. Загальний склад програмного забезпечення суперкомп'ютера	Завдання: ознайомитись з мережевою файловою системою, системами запуску паралельних програм, системами черг і контролю допуску, бібліотеками і мовами паралельного програмування. Завдання на СРС: п. 6, № 6.
7	Лекція 7. Моделі і технології паралельного програмування	Завдання: ознайомитись з основними постулатами паралельного програмування, моделлю обміну повідомленнями, технологіями програмування з допомогою бібліотеки MPI. Завдання на СРС: п. 6, № 7.
8	Лекція 8. Моделі взаємодії задач	Завдання: ознайомитись з моделлю, яка базується на спільних змінних, з моделлю, яка базується на відправці повідомлень. Завдання на СРС: п. 6, № 8.
<i>Тема 3. Обчислювальний Кластер.</i>		
9	Лекція 9. Обчислювальний Кластер. Основи побудови.	Завдання: ознайомитись з основами побудови і основними складовими кластеру і існуючими різновидами кластерів. Завдання на СРС: п. 6, № 9.
10	Лекція 10. Створення кафедрального обчислюваль кластеру	Завдання: ознайомитись з наявними кафедральними комп'ютерними ресурсами і комунікаційними засобами і запропонувати модель кафедрального кластеру для виконання паралельних обчислень Завдання на СРС: п. 6, № 10.
<i>Тема 4. Суперкомп'ютер НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського».</i>		
11	Лекція 11. Робота на обчислювальному кластері НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»	Завдання: освоїти роботу з кластером по протоколу SSH, віддалений доступ до командного рядка, віконний варіант PuTT та роботу з файлами на кластері. Завдання на СРС: п. 6, № 11.
12	Лекція 12. Компіляція та запуск паралельних програм на кластері	Завдання: ознайомитись з системою керування чергою задач, командою qsub, командою qstat, компіляцією та запуском програм на MPI. Тестові запуски програм.

		<i>Завдання на СРС: п. 6, № 12.</i>
13	<i>Лабораторна робота 1. Виконання розрахунків на обчислювальному кластері НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського». <b>Блокуючі передачі в MPI</b></i>	<b>Мета роботи:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ознайомитись з бібліотекою розробки паралельних програм для систем з локальною пам'яттю MPI;</li> <li>• навчитись створювати програми, що використовують MPI;</li> <li>• вивчити блокуючі функції MPI для передачі повідомлень в режимі один-до-одного;</li> <li>• навчитись аналізувати алгоритми щодо необхідності передач даних.</li> </ul> <b>Завдання:</b> розробити паралельну програму для обчислення значення заданої по варіанту функції в будь-якій точці з заданою точністю $\epsilon$ за допомогою обчислення суми ряду. <i>Завдання на СРС: п. 6, № 13.</i>
14	<i>Лабораторна робота 2. Виконання розрахунків на обчислювальному кластері НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського». <b>Неблокуючі передачі в MPI</b></i>	<b>Мета роботи:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• вивчити спосіб неблокуючої передачі даних;</li> <li>• вивчити спосіб передачі даних за допомогою широкомовних повідомлень;</li> <li>• вивчити метод розпаралелювання задачі шляхом розбиття задачі на підзадачі на прикладі чисельного інтегрування.</li> </ul> <b>Завдання:</b> розробити паралельну програму чисельного інтегрування функції $f(x)$ заданим методом інтегрування за допомогою заданих засобів MPI <i>Завдання на СРС: п. 6, № 14.</i>
15	<i>Лабораторна робота 3. Виконання розрахунків на обчислювальному кластері НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського». <b>Обмін даними за участю декількох задач в MPI</b></i>	<b>Мета роботи:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• вивчити види передач MPI «один до багатьох» та «багато до багатьох» та їх різновиди;</li> <li>• навчитися аналізувати алгоритми паралельних програм щодо необхідних типів передачі даних між паралельно виконуваними частинами.</li> </ul> <b>Завдання:</b> розробити паралельну програму для розв'язання СЛАР методом Якобі або з застосуванням LU-розкладу. <i>Завдання на СРС: п. 6, № 15.</i>
<i>Тема 5. Розвиток суперкомп'ютерних технологій</i>		
16	<i>Лекція 13. Криза фоннейманівської моделі обчислень і ознаки третьої суперкомп'ютерної революції.</i>	<i>Завдання: ознайомитись з неадекватністю архітектури фон Неймана сучасним обчислювальним запитам і засвоїти ознаки наступної суперкомп'ютерної революції. Завдання на СРС: п. 6, № 16.</i>
17	<i>Лекція 14 Альтернативні</i>	<i>Завдання: ознайомитись з проблематикою співпроцесорів з альтернативною архітектурою</i>

	<i>архітектури обчислювача</i>	<i>і спробами побудови проблемно-орієнтованих обчислювачів. Завдання на СРС: п. 6, № 17.</i>
<i>Тема 6. Інформаційні технології Grid computing для виконання високопродуктивних обчислень.</i>		
<i>18</i>	<i>Лекція 15. Grid computing.</i>	<i>Завдання: засвоїти концепцію Grid, архітектуру, принципи побудови, особливості, обчислювальні ресурси Grid. Завдання на СРС: п. 6, № 18.</i>
<i>19</i>	<i>Лекція 16. Організація обчислень в Grid-системах.</i>	<i>Завдання: засвоїти програмування та обчислення в Грід-системах. Завдання на СРС: п. 6, № 19.</i>
<i>Тема 7. Інформаційні технології Cloud computing в високопродуктивних обчисленнях .</i>		
<i>20</i>	<i>Лекція 17. Cloud computing.</i>	<i>Завдання: засвоїти технології віртуалізації, концепції Cloud computing, моделі хмарних інфраструктур. Завдання на СРС: п. 6, № 20.</i>
<i>21</i>	<i>Лекція 18. Організація обчислень в хмарних середовищах.</i>	<i>Завдання: засвоїти організацію обчислень в хмарних середовищах. Програмне забезпечення як сервіс. Завдання на СРС: п. 6, № 25.</i>
<i>22</i>	<i>Лабораторна робота 4 Розгортання Windows Azure додатку</i>	<i>Завдання: практичне засвоєння розгортання застосунків Windows Azure. Завдання на СРС: п. 6, № 26.</i>
<i>Модульна контрольна робота</i>		

## **6. Самостійна робота студента/аспіранта**

*Дисципліна «Технології суперкомп'ютерних обчислень» ґрунтується на самостійних підготовках до аудиторних занять на теоретичні та практичні теми.*

<i>№ з/п</i>	<i>Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання</i>	<i>Кількість годин</i>	<i>Література</i>
<i>1</i>	<i>Підготовка до лекції 1</i>	<i>1</i>	<i>2, стор. 5-14.</i>
<i>2</i>	<i>Підготовка до лекції 2</i>	<i>1</i>	<i>2, стор. 14-34.</i>
<i>3</i>	<i>Підготовка до лекції 3</i>	<i>1</i>	<i>2, стор. 34-38;</i>
<i>4</i>	<i>Підготовка до лекції 4</i>	<i>1</i>	<i>2, стор. 38-44;</i>
<i>8</i>	<i>Підготовка до лекції 5</i>	<i>1</i>	<i>2, стор.44-51;</i>
<i>9</i>	<i>Підготовка до лекції 6</i>	<i>1</i>	<i>2, стор.51-54;</i>

10	<i>Підготовка до лекції 7</i>	1	2, стор.54-59;
11	<i>Підготовка до лекції 8</i>	1	1, стор. 8-19;
12	<i>Підготовка до лекції 9</i>	1	4, стор.18 – 26;
14	<i>Підготовка до лекції 10</i>	1	4, стор. 24-36;
15	<i>Підготовка до лекції 11</i>	1	1, стор. 170-174;
16	<i>Підготовка до лекції 12</i>	1	1, стор. 175-181;
17	<i>Підготовка до лабораторної роботи 1</i>	2	1, стор. 10-26;
18	<i>Підготовка до лабораторної роботи 2</i>	2	1, стор. 27-43;
19	<i>Підготовка до лабораторної роботи 3</i>	2	1, стор. 44-69;
20	<i>Підготовка до лекції 13</i>	1	2, стор.108-120;
21	<i>Підготовка до лекції 14</i>	1	2, стор. 120-130;
22	<i>Підготовка до лекції 15</i>	1	4, стор. 68-95, 152-170;
23	<i>Підготовка до лекції 16</i>	1	4, стор. 99-135;
24	<i>Підготовка до лекції 17</i>	1	4, стор. 170-190, 214-259;
25	<i>Підготовка до лекції 18</i>	1	4, стор. 190-214;
26	<i>Підготовка до лабораторної роботи 4</i>	2	5, стор. 58-69
26	<i>Підготовка до модульної контрольної роботи</i>	4	1, 2, 3, 4, 5, 8, 16.
27	<i>Підготовка до заліку</i>	6	1, 2, 3, 4, 5, 8, 16.
	<i>Перелік питань для самостійного відпрацювання</i>  1 Характеристика рейтингу TOP500 2 Багатоядерні процесори 3 Обчислювальний кластер. 4 Паралельні алгоритми. 5 Розподілені обчислення 6 Керування паралельним виконанням в розподіленому середовищі. 7 Особливості розподілу задач і передачі даних. 8 Класифікація паралельних комп'ютерів і систем. 9 Комунікаційні технології побудови кластерів. 10 Процес виконання завдання GRID. 11 Класифікація паралельних комп'ютерів і систем. 12 Паралельні комп'ютери із загальною пам'яттю. 13 Обчислювальні системи з розподіленою пам'яттю. 14 Побудова та характеристики сучасних суперкомп'ютерів. 15 Галузі застосування суперкомп'ютерів. 16 Проблеми застосування суперкомп'ютерів. 17 Організація паралелізму на основі розподілу даних. 18 Обчислювання алгоритмічної складності та коефіцієнта прискорення. 19 Паралельні алгоритми та засоби оцінки їх	30	1 – 12.



продуктивності і ефективності.

20 Методи розв'язання систем диференціальних рівнянь сучасними суперкомп'ютерами.

21 Особливості архітектури високопродуктивних мікропроцесорів.

22 Архітектурні компоненти сучасних паралельних обчислювальних систем

23 Варіанти структур кластерних систем.

24 Основні типи паралельних програм.

25 Слабозв'язні послідовні процеси.

26 Критичний інтервал.

27 Семафори.

28 Монітор

29 Принципи побудови та концепції сучасних систем паралельного програмного забезпечення.

30 Моделі та засоби програмування паралельних процесів.

31 Сучасні середовища паралельного програмування.

32 Процеси в бібліотеці MPI

33 Процеси в бібліотеці OpenMP

34 Паралельні алгоритми для задач лінійної алгебри

35 Взаємодія процесів, які ґрунтуються на спільних змінних

36 Взаємодія процесів, які ґрунтуються на посиланні повідомлень

37 Базові функції MPI

38 Типи даних MPI

39 Схема реалізації віддаленого виклику процедури.

40 Методи оцінювання продуктивності суперкомп'ютерів.

41 Підходи до побудови сучасних суперкомп'ютерів.

42 Організація міжпроцесорних зв'язків (комунікаційні технології)

43 Паралельні алгоритми, як засіб розв'язання великих задач на високопродуктивних системах.

44 Багатопоточності при програмуванні для багатоядерних платформ.

45 Паралельне програмування та GRID.

46 Синхронна взаємодія окремих компонент в суперкомп'ютері.

47 Блокуючі передачі в MPI

48 Неблокуючі та широкомовні передачі в MPI

49 Обмін даними за участю декількох задач в MPI

50 Класифікація обчислювальних систем за Фліном.

51 . Поняття потоку. Відмінність потоків та процесів.

52 Створення та завершення паралельних потоків.

53 . Підзадача як одиниця роботи потоку.

54 Вибір зерна паралелізму.

55 Динамічне перерозподілення підзадач.

56 Множини взаємодіючих процесів

## 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

- Відвідування лекційних занять є обов'язковим.
- Відвідування лабораторних занять може бути епізодичним та за потреби захисту виконаних лабораторних робіт.
- Правила поведінки на заняттях: активність, повага до присутніх, відключення телефонів.
- Дотримання політики академічної доброчесності.
- Правила захисту лабораторних робіт: роботи повинні бути зроблені згідно варіанту здобувача освіти, який визначається його номером у списку групи.
- Правила призначення заохочувальних та штрафних балів є наступними.

Заохочувальні бали нараховуються за:

- точні та повні відповіді у опитуваннях за матеріалами лекцій (максимальна кількість балів за блиц-опитування - 2 бали).
- творчий підхід у виконанні лабораторних робіт (максимальна кількість балів за роботу – 2 бали).

Штрафні бали нараховуються за:

- плагіат ( невідповідність варіанту завдання, ідентичність програмної реалізації серед різних робіт): -5 балів за кожну спробу.

## 8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Протягом семестру студенти виконують 4 лабораторні роботи. Максимальна кількість балів за кожну з лабораторних робіт: 12 балів.

Бали нараховуються за:

- якість виконання лабораторної роботи (комп'ютерного практикуму): 0-5 бали;
- відповідь під час захисту лабораторної роботи (комп'ютерного практикуму): 0-5 бали;
- своєчасне представлення роботи до захисту: 0-2 бали.

Критерії оцінювання якості виконання:

- 5 балів – робота виконана якісно, в повному обсязі;
- 4 бали – робота виконана якісно, в повному обсязі, але має недоліки в оформленні;
- 3 бали – робота виконана в повному обсязі, але містить незначні помилки;
- 2 бали – робота виконана в повному обсязі, але містить суттєві помилки;
- 1 бал – робота виконана в повному обсязі, але містить суттєві помилки;
- 0 балів – робота не виконана.

Критерії оцінювання відповіді:

- 5 балів – відповідь повна, аргументована з відповіддю на уточнюючі запитання;
- 4 бали – відповідь повна і аргументована;
- 3 бали – в цілому відповідь вірна, але має недоліки або несуттєві і помилки;
- 2 бали – в цілому відповідь вірна, але має недоліки або і помилки;
- 1 бал – у відповіді є суттєві помилки;
- 0 балів – немає відповіді або відповідь невірна.

Критерії оцінювання своєчасності представлення роботи до захисту:

- 2 бали – робота представлена до захисту не пізніше вказаного терміну;
- 0 балів – робота представлена до захисту пізніше вказаного терміну.

Максимальна кількість балів за виконання та захист комп'ютерних практикумів:

12 балів × 4 лаб. робіт (комп. практ.) = 48 балів.

Протягом семестру на лекціях відбуваються **бліц-опитування** за темами минулих лекцій. Максимальна кількість балів за всі бліц-опитування: 2 бали. Кількість **бліц-опитування** для одного студента є необмеженою.

Протягом семестру на лекціях відбуваються **опитування за темою поточного заняття**. Максимальна кількість балів за всі опитування: 3 бали. Кількість **опитування за темою поточного заняття** для одного студента є необмеженою.

Завдання на **модульну контрольну роботу** складається з 3 питань – 2 теоретичних та 1 практичного. Відповідь на кожне теоретичне запитання оцінюється 15 балами, а відповідь на практичне запитання оцінюється 22 балами.

Критерії оцінювання кожного теоретичного запитання контрольної роботи:

14-15 балів – відповідь вірна, повна, добре аргументована;

11-13 балів – відповідь вірна, розгорнута, але не дуже добре аргументована;

8-10 балів – в цілому відповідь вірна, але має недоліки;

5-7 балів – у відповіді є незначні помилки;

1-4 бали – у відповіді є суттєві помилки;

0 балів – немає відповіді або відповідь невірна.

Критерії оцінювання практичного запитання контрольної роботи:

22-20 балів – відповідь вірна, розрахунки виконані у повному обсязі;

19-16 балів – відповідь вірна, але не дуже добре підкріплена розрахунками;

15-12 балів – в цілому відповідь вірна, але має недоліки;

9-7 балів – у відповіді є незначні помилки;

1-6 бали – у відповіді є суттєві помилки;

0 балів – немає відповіді або відповідь невірна.

Максимальна кількість балів за модульну контрольну роботу:

15 балів × 2 теоретичні запитання + 22 балів = 52 балів.

Рейтингова шкала з дисципліни дорівнює:

$R = R_c = 48 \text{ балів} + 52 \text{ балів} = 100 \text{ балів}$ .

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

На першій атестації (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 15 балів (50 % від максимальної кількості балів, яку може отримати студент до першої атестації).

На другій атестації (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 20 балів (50 % від максимальної кількості балів, яку може отримати студент до другої атестації).

Семестровий контроль: залік

Умови допуску до семестрового контролю:

При семестровому рейтингу ( $R_c$ ) не менше 60 балів та зарахуванні усіх робіт комп'ютерного практикуму, студент отримує залік «автоматом» відповідно до таблиці (Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою). В іншому разі він має виконувати залікову контрольну роботу.

Необхідною умовою допуску до залікової контрольної роботи є виконання і захист комп'ютерного практикуму.

Якщо студент не погоджується з оцінкою «автоматом», то може спробувати підвищити свою оцінку шляхом написання залікової контрольної роботи, при цьому його бали, отримані за семестр, зберігаються, а з двох отриманих студентом оцінок виставляється краща («м'яка» система оцінювання).

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

#### **9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)**

*Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль, наведено у Додатку 1.*

#### **Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

**Складено** к.т.н., доц. Юрчишин В.Я.

**Ухвалено** кафедрою ПЗКС (протокол № 8 від 25.01.23)

**Погоджено** Методичною комісією факультету прикладної математики (протокол № 6 від 27.01.2023)

Додаток 1. Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль

- 1 Характеристика рейтингу TOP500
- 2 Багатоядерні процесори
- 3 Обчислювальний кластер.
- 4 Паралельні алгоритми.
- 5 Розподілені обчислення
- 6 Керування паралельним виконанням в розподіленому середовищі.
- 7 Особливості розподілу задач і передачі даних.
- 8 Класифікація паралельних комп'ютерів і систем.
- 9 Комунікаційні технології побудови кластерів.
- 10 Процес виконання завдання GRID.
- 11 Класифікація паралельних комп'ютерів і систем.
- 12 Паралельні комп'ютери із загальною пам'яттю.
- 13 Обчислювальні системи з розподіленою пам'яттю.
- 14 Побудова та характеристики сучасних суперкомп'ютерів.
- 15 Галузі застосування суперкомп'ютерів.
- 16 Проблеми застосування суперкомп'ютерів.
- 17 Організація паралелізму на основі розподілу даних.
- 18 Обчислювання алгоритмічної складності та коефіцієнта прискорення.
- 19 Паралельні алгоритми та засоби оцінки їх продуктивності і ефективності.
- 20 Методи розв'язання систем диференціальних рівнянь сучасними суперкомп'ютерами.
- 21 Особливості архітектури високопродуктивних мікропроцесорів.
- 22 Архітектурні компоненти сучасних паралельних обчислювальних систем
- 23 Варіанти структур кластерних систем.
- 24 Основні типи паралельних програм.
- 25 Слабозв'язні послідовні процеси.
- 26 Критичний інтервал.
- 27 Семафори.
- 28 Монітор
- 29 Принципи побудови та концепції сучасних систем паралельного програмного забезпечення.
- 30 Моделі та засоби програмування паралельних процесів.
- 31 Сучасні середовища паралельного програмування.
- 32 Процеси в бібліотеці MPI
- 33 Процеси в бібліотеці OpenMP
- 34 Паралельні алгоритми для задач лінійної алгебри
- 35 Взаємодія процесів, які ґрунтуються на спільних змінних
- 36 Взаємодія процесів, які ґрунтуються на посиланні повідомлень
- 37 Базові функції MPI
- 38 Типи даних MPI

- 39 *Схема реалізації віддаленого виклику процедури.*
- 40 *Методи оцінювання продуктивності суперкомп'ютерів.*
- 41 *Підходи до побудови сучасних суперкомп'ютерів.*
- 42 *Організація міжпроцесорних зв'язків (комунікаційні технології)*
- 43 *Паралельні алгоритми, як засіб розв'язання великих задач на високопродуктивних системах.*
- 44 *Багатопоточності при програмуванні для багатоядерних платформ.*
- 45 *Паралельне програмування та GRID.*
- 46 *Синхронна взаємодія окремих компонент в суперкомп'ютері.*
- 47 *Блокуючі передачі в MPI*
- 48 *Неблокуючі та широкомовні передачі в MPI*
- 49 *Обмін даними за участю декількох задач в MPI*
- 50 *Класифікація обчислювальних систем за Фліном.*
- 51 *. Поняття потоку. Відмінність потоків та процесів.*
- 52 *Створення та завершення паралельних потоків.*
- 53 *. Підзадача як одиниця роботи потоку.*
- 54 *Вибір зерна паралелізму.*
- 55 *Динамічне перерозподілення підзадач.*
- 56 *Множини взаємодіючих процесів*