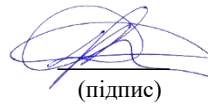


Міністерство освіти і науки України  
Національний аерокосмічний університет  
«Харківський авіаційний інститут»

**Кафедра інформаційних технологій проєктування (№ 105)**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Гарант освітньої програми

 Дмитро КРИЦЬКИЙ  
(підпис) (ім'я та ПРИЗВИЩЕ)

« 28 » \_\_ 08\_\_ 2025 р.

**СИЛАБУС ОBOB'ЯЗKОВОЇ  
HABЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Паралельне програмування  
(назва навчальної дисципліни)

**Галузь знань:** 13 Механічна інженерія  
(шифр і найменування галузі знань)

**Спеціальність:** 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка  
(код і найменування спеціальності)

**Освітня програма:** Інтелектуальні безпілотні транспортні засоби  
(найменування освітньої програми)

**Рівень вищої освіти:** перший (бакалаврський)

**Силабус введено в дію з 01.09.2025**

**Харків – 2025 р.**

Розробник (и): Артьомова А. В., доцент каф. 105, к.т.н., доцент,



Ковалевський М. І., асистент каф.105,

(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання)



(підпис)

Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри \_\_\_\_\_

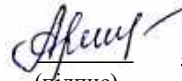
Інформаційні технології проєктування

(назва кафедри)

Протокол № 1 від « 28» серпня 2025 р.

В. о. завідувача кафедри к. т. н., доцент

(науковий ступінь і вчене звання)



(підпис)

Аліна АРТЬОМОВА

(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Погоджено з представником здобувачів освіти:

\_\_\_\_\_

(підпис)

\_\_\_\_\_

(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

## 1. Загальна інформація про викладача



---

ПІБ: Ковалевський Михайло Ігорович

---

Посада: Асистент

---

Науковий ступінь: -

---

Вчене звання: -

---

Перелік дисциплін, які викладає:

Розподілені системи, Технологія розподілених систем та паралельних обчислень, Паралельне програмування

---

Напрями наукових досліджень:

Розробка ПЗ, програмування, БПЛА

---

Контактна інформація:

*m.i.kovalevskyi@khai.edu*

---



Артюмова Аліна Вадимівна, доцент кафедри інформаційних технологій проєктування, кандидат технічних наук, доцент.

---

Перелік дисциплін, які викладає: чисельні методи, методи захисту інформації, інструменти автоматизованого проєктування

---

Напрями наукових досліджень:

методи і моделі автоматизації планування ланцюга маршрутів польотів БПЛА для підвищення ефективності пошуку об'єктів

---

## 2. Опис навчальної дисципліни

|                                                       |                                                                                                    |
|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Форма здобуття освіти                                 | Денна                                                                                              |
| Семестр                                               | 6                                                                                                  |
| Мова викладання                                       | Українська                                                                                         |
| Тип дисципліни                                        | Обов'язкова                                                                                        |
| Обсяг дисципліни:<br>кредити ЄКТС/ кількість<br>годин | 4 кредити ЄКТС / 120 годин (64 аудиторних, з яких:<br>лекції – 32, лабораторні – 32; СРЗ – 56)     |
| Види навчальної<br>діяльності                         | Лекції, лабораторні заняття, самостійна робота                                                     |
| Види контролю                                         | Поточний контроль, модульний контроль,<br>семестровий контроль – іспит                             |
| Пререквізити                                          | Технологія розробки програмних систем,<br>Програмування мікроконтролерів, Організація баз<br>даних |
| Кореквізити                                           | Машинне навчання                                                                                   |
| Постреквізити                                         | Кваліфікаційна робота                                                                              |

### **3. Мета та завдання навчальної дисципліни, переліки компетентностей та очікуваних результатів навчання**

**Мета** – здобуття теоретичних знань та практичних навичок програмування складних, розподілених та навантажених систем за допомогою сучасних технологій та паралельних обчислень.

**Завдання** – отримання навичок розробки алгоритмів паралельних обчислень, програмування паралельних методів розв’язань рівнянь та перетворення арифметичних виразів за допомогою сучасних технологій та інструментів.

#### **Компетентності, які набуваються:**

##### ***Інтегральна компетентність:***

Здатність розв’язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у галузі авіаційної та ракетно-космічної техніки або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів інформаційних технологій і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

##### ***Загальні компетентності (ЗК)***

###### ***Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде здатен:***

ЗК8 – Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями.

ЗК9 – Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК10 – Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК11 – Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

##### ***Спеціальні компетентності (СК)***

###### ***Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде здатен:***

СК7 – Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій та спеціалізованого програмного забезпечення при навчанні та у професійній діяльності.

СК15 – Здатність проектувати та розробляти програмне забезпечення із застосуванням різних парадигм програмування: узагальненого, об’єктно-орієнтованого, функціонального, логічного, з відповідними моделями, методами й алгоритмами обчислень, структурами даних і механізмами управління.

##### ***Програмні результати навчання (ПР):***

ПР4 – Володіти засобами сучасних інформаційних та комунікаційних технологій в обсязі, достатньому для навчання та професійної діяльності.

ПР26 – 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.

## **4. Зміст навчальної дисципліни**

### **МОДУЛЬ 1**

#### **Змістовний модуль 1. Основні поняття паралельних обчислень, Grid-системи та їх забезпечення, багатопоточне програмування**

##### **Тема 1. Призначення, задачі, функції паралельних обчислень**

Історія паралельних обчислень (ПО). Поняття ПО, їх призначення. Завдання і функції паралельних обчислень. Галузі застосування ПО. Що таке процесор, які процесори використовуються при побудові розподілених систем та кластерів, види процесорів. Найсучасніші суперкомп'ютери, їх застосування та характеристики. Загальна схема побудови кластеру.

**Лекція:** Призначення, задачі, функції паралельних обчислень.

**Самостійна робота:** опрацювання матеріалів лекції.

**Лабораторна робота:** Розроблення багатопоточної програми.

##### **Тема 2. Поняття розподіленої системи, поняття та функції Grid-систем**

Поняття розподіленої системи (РС). Функції та призначення РС. Архітектура РС, можливі труднощі проектування РС. Поняття Grid-системи, їх функції та призначення. Базові складові Grid-системи. Засоби підтримки та управління РС та Grid-системами. Безпека файлових систем, сертифікат відкритих ключів.

**Лекція:** Поняття розподіленої системи, поняття та функції Grid-систем.

**Самостійна робота:** опрацювання матеріалів лекції.

##### **Тема 3. Введення у багатопоточне програмування**

Поняття потоку, процесу, ядра процесору. Чим відрізняється процес та потік на рівні програми та операційної системи. Реалізації багато поточного програмування на мовах програмування C, C++ та Java. Базові алгоритми та підходи до створення одного та декількох потоків у програмі. Методи та алгоритми запуску, зупинки та паузи потоку. Опис видів та базових проблем, що виникають при розробленні багато поточних програм, методи та напрямки їх вирішення.

**Лекція:** Введення у багатопоточне програмування.

**Самостійна робота:** опрацювання матеріалів лекції.

**Лабораторна робота:** Синхронізація потоків (методи synchronized).

##### **Тема 4. Синхронізація потоків, способи передавання даних**

Поняття синхронізації потоків, коли і чому вона необхідна. Види складнощів, що виникають під час синхронізації декількох потоків. Поняття synchronized методів та атомарних дій. Механізм синхронізації потоків

wait/notify. Алгоритми синхронізації потоків за допомогою Conditions та Locks. Поняття взаємного блокування (Deadlock). Поняття черги завдань, існуючі реалізації черг, блокуючи черга. Поняття бар'єру, як вони використовуються для синхронізації потоків, циклічний бар'єр. Поняття пулу потоків, існуючі реалізації пулів, галузь їх застосування, фабрики пулів потоків.

**Лекція:** Синхронізація потоків, способи передавання даних.

**Самостійна робота:** опрацювання матеріалів лекції.

## **Тема 5. Огляд апаратного забезпечення Grid-систем**

Введення до базових понять апаратного забезпечення PC та Grid-систем. Поняття, вимоги, переваги та недоліки систем з розподіленою пам'яттю та зі спільною пам'яттю. Поняття мультипроцесорної системи. Функції та переваги використання GPU процесорів. Базова структура апаратного забезпечення кластеру. Методи оцінки швидкості виконання операцій на суперкомп'ютерах. Метод HPL – швидкість вирішення системи лінійних рівнянь. Гібридні системи, та їх структура.

**Лекція:** Огляд апаратного забезпечення Grid-систем.

**Самостійна робота:** опрацювання матеріалів лекції.

**Лабораторна робота:** Реалізація патеру програмування Producer-Consumer.

## **Тема 6. Типи паралелізму, основи створення паралельних алгоритмів**

Аналіз структури алгоритму та виявлення паралелізму. Модель паралельного алгоритму. Представлення паралельного алгоритму у вигляді графу, паралельна форма графу. Редукція висоти древа паралельного алгоритму. Усунення зв'язків алгоритму для забезпечення можливості паралельного виконання програми.

**Лекція:** Типи паралелізму, основи створення паралельних алгоритмів.

**Самостійна робота:** опрацювання матеріалів лекції.

## **Тема 7. Введення у види паралелізму та показники ПО**

Види паралелізму. Базові поняття алгоритмічного, геометричного (ітеративного та рекурсивного), конвеєрного та колективного паралелізму. Введення поняття стіни Фокса. Показники якості паралельного алгоритму. Прискорення та ефективність ПО. Закон Амдала. Основні етапи розробки паралельного алгоритму, вибір структури алгоритму. Декомпозиція завдань, організація взаємодії між завданнями. Розподіл завдань між процесорами.

**Лекція:** Введення у види паралелізму та показники ПО.

**Самостійна робота:** опрацювання матеріалів лекції.

**Лабораторна робота:** Використання пулів потоків при виконанні ПО.

## **Модульний контроль 1**

### **МОДУЛЬ 2**

#### **Змістовний модуль 2. Інструментальні засоби підтримки паралельних обчислень, віддалений виклик процедур**

##### **Тема 8. Засіб підтримки паралельних обчислень OpenMP**

Введення в існуючі засоби підтримки ПО. Їх призначення, функції, можливості та типи. Знайомство з технологією підтримки ПО OpenMP. Модель програмування OpenMP. Поняття Fork-Join паралелізму. Базові складові створення паралельної програми за допомогою технології OpenMP. Використання директив компілятора для позначення паралельних секцій програми. Директиви компілятора parallel for, reduction, private. Паралелізація циклів, та виконання колективних операцій над даними. Поняття завдань у стандарті OpenMP 2.0. Зразки програм з використанням завдань.

**Лекція:** Засіб підтримки паралельних обчислень OpenMP.

**Самостійна робота:** опрацювання матеріалів лекції.

##### **Тема 9. Розроблення паралельних алгоритмів для вирішення математичних задач за допомогою OpenMP**

Розгляд практичних аспектів використання технології підтримки ПО OpenMP та методик створення паралельних алгоритмів на базі математичних задач. Директиви компілятора ordered та schedule. Побудова паралельної версії програми розрахунку ряду Фібоначі. Розгляд підходів до вирішення звичайних диференціальних рівнянь (ЗДР) за допомогою технології OpenMP. Складнощі створення паралельних версій чисельних методів вирішення ЗДР методами Ейлера та Рунге-Кута.

**Лекція:** Розроблення паралельних алгоритмів для вирішення математичних задач за допомогою OpenMP.

**Самостійна робота:** опрацювання матеріалів лекції.

**Лабораторна робота:** Знайомство із засобом підтримки ПО OpenMP.

##### **Тема 10. Технологія паралельних обчислень MPI**

Введення в технологію підтримки ПО Message Passing Interface (MPI). Огляд стандартів MPI 1 та MPI 2. Опис нововведень у MPI 2. Коротка історія розробки та створення MPI. Існуючі реалізації стандарту для різних мов програмування. Модель розроблення програм за допомогою MPI. Поняття комунікатору. Функції MPI, загальна структура програми, компіляція та

запуск. Розгляд способу комунікації вузлів розподіленої системи за допомогою MPI.

**Лекція:** Технологія паралельних обчислень MPI.

**Самостійна робота:** опрацювання матеріалів лекції.

## **Тема 11. Технологія MPI: Синхронізація та способи передавання даних**

Функції передачі даних за допомогою повідомлень MPI. Структура повідомлення. Стандартні блокуючі функції передачі даних MPI\_Send та MPI\_Recv. Базові типи даних MPI. Інші види блокуючих викликів при передачі та прийомі даних: MPI\_Bsend, MPI\_Ssend, MPI\_Rsend. Модель блокуючої передачі та прийому даних. Які складнощі виникають при блокуючому прийомі та передачі даних. Ситуація взаємного блокування. Неблокуючі функції передачі та прийому даних: MPI\_Isend, MPI\_Ibsend, MPI\_Issend, MPI\_Irsend. Модель неблокуючого прийому та передачі даних. Сумісний прийом та передача даних MPI\_Sendrecv. Неблокуюча перевірка повідомлень MPI\_Iprobe.

**Лекція:** Технологія MPI: Синхронізація та способи передавання даних.

**Самостійна робота:** опрацювання матеріалів лекції.

**Лабораторна робота:** Вирішення простих математичних задач за допомогою OpenMP.

## **Тема 12. Технологія MPI: колективні, глобальні обчислювальні операції над розподіленими даними**

Поняття колективних та глобальних обчислювальних операцій над розподіленими даними. Їх реалізація у стандарті MPI. Основні типи колективних операцій та їх функції: обмін даними, колективні обчислювання, синхронізація. Деталізований розгляд функцій обміну даними: MPI\_Bcast, MPI\_Scatter, MPI\_Gather, MPI\_Allgather, MPI\_alltoall. Деталізований розгляд функцій колективних обчислень: MPI\_Reduce, MPI\_Allreduce, MPI\_Reduce\_scatter, MPI\_Scan. Колективні операції над розподіленими даними. Створення колективних операцій над даними. Зразки програм з використанням колективних обчислень у MPI. Синхронізація за допомогою Barrier.

**Лекція:** Типи паралелізму, основи створення паралельних алгоритмів.

**Самостійна робота:** опрацювання матеріалів лекції.

## **Тема 13. Моделі віддаленого виклику процедур (RPC) та застосування методів**

Введення в сучасні технології віддалених викликів процедур та застосування методів. Реалізація взаємодії розподілених компонентів системи

від компанії Microsoft DCOM. Використання інтерфейсу, глобального унікального ідентифікатору та засобів виклику методів. Протокол доступу до віддалених об'єктів SOAP. Структура протоколу, SOAP повідомлення. Опис веб-сервісу за допомогою мови WSDL, віддалений доступ до методів веб-сервісу за допомогою SOAP. Введення у технологію REST Арі. Поняття CRUD операцій. Розгляд типових операцій над даними у REST Арі. Операції отримання даних, вставлення, редагування та видалення даних.

**Лекція:** Моделі віддаленого виклику процедур (RPC) та застосування методів.

**Самостійна робота:** опрацювання матеріалів лекції.

**Лабораторна робота:** Вирішення ЗДР за допомогою OpenMP.

## **Тема 14. Технологія RPC для Java**

Знайомство із реалізацією технології RPC для мови програмування Java. Бібліотека `grpcjson4j`. JSON як формат передачі віддалених викликів. Введення у JSON, опис формату, його переваги, правила створення JSON строки. Функції та призначення бібліотеки `grpcjson4j`. Модель створення серверу для прийому віддалених викликів та клієнту для відправлення викликів. Використання інтерфейсу у сервері та клієнті. Можливості використання різноманітних протоколів для передачі JSON повідомлень. Зв'язок із веб-технологіями.

**Лекція:** Типи паралелізму, основи створення паралельних алгоритмів.

**Самостійна робота:** опрацювання матеріалів лекції.

## **Тема 15. Розподілені ресурси та бази даних**

Введення у поняття розподілених ресурсів. Поняття бази даних та технологій розподілених баз даних. Недоліки реляційних баз даних. Альтернативні рішення NoSQL. Розгляд розподіленої бази даних Apache HBase. Концептуальна модель даних, фізична модель даних. Архітектура HBase кластеру. Розгляд розподіленої бази даних Apache Cassandra. Типи даних та індекси. Розподіл даних між вузлами. Стратегії розподілу даних. Огляд Cassandra Query Language. Знайомство із поняттям графової бази даних. Графова база даних Neo4j. Типи даних, операції, мова виконання запитів Cypher.

**Лекція:** Розподілені ресурси та бази даних.

**Самостійна робота:** опрацювання матеріалів лекції.

**Лабораторна робота:** Вирішення простих математичних задач за допомогою засобів паралелізму Qt.

## **Тема 16. Підсумки дисципліни, організація та управління кластерними системами**

Огляд та підсумок розглянутого у дисципліні матеріалу. Огляд основних підходів до організації та управління кластером. Зв'язок дисципліни із веб-технологіями та сітковими технологіями. Сучасні напрямки розвитку ПО та РС. Повторення основних методик створення алгоритмів та програм ПО. Оцінка алгоритмів, їх рефакторинг. Засоби підтримки ПО OpenMP, MPI. Напрямки для самостійної роботи, технологія MapReduce. Висновки за дисципліною.

**Лекція:** Підсумки дисципліни, організація та управління кластерними системами.

**Самостійна робота:** опрацювання матеріалів лекції.

## **Модульний контроль 2**

### **5. Індивідуальні завдання**

Побудова ПЗ з використанням паралельних обчислень.

### **6. Методи навчання**

При проведенні лекцій, лабораторних робіт та самостійної роботи використовуються такі методи навчання як словесні (пояснення, розповідь, бесіда, навчальна дискусія та ін.); наочні (ілюстрування, демонстрування, самостійне спостереження) та практичні (лабораторні роботи), а саме лекції проводяться з використанням елементів мультимедійної підтримки курсу (відеофрагментів), демонстрацій окремих прийомів роботи з інструментальним середовищем та/або роздаточного матеріалу у вигляді схем та діаграм.

Лабораторні роботи виконуються з використанням навчальних (демонстраційних) та ліцензованих програмних засобів.

Самостійна робота включає підготовку до лабораторних робіт, модульного контролю та іспиту, виконання поза аудиторної частини індивідуального завдання і вивчення вказаних вище тем за конспектом, літературними джерелами та програмною документацією.

### **7. Методи контролю**

Контроль здійснюється згідно з «Положенням про рейтингове оцінювання досягнень студентів».

Поточний контроль – відповідно до повноти, якості та своєчасності виконання лабораторних робіт.

Проміжний (модульний) контроль – письмові контрольні роботи на 8-му та 16-му тижнях.

Підсумковий контроль – письмовий іспит.

## 8. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі освіти

Таблиця 8.1 – Розподіл балів, які отримують здобувачі освіти

| Складові навчальної роботи                       | Бали за одне заняття (завдання) | Кількість занять (завдань) | Сумарна кількість балів |
|--------------------------------------------------|---------------------------------|----------------------------|-------------------------|
| <b>Змістовний модуль 1</b>                       |                                 |                            |                         |
| Активність під час аудиторної роботи             | 0                               | 8                          | 0                       |
| Виконання і захист лабораторних/практичних робіт | 3...5                           | 4                          | 12...20                 |
| Модульний контроль                               | 18...25                         | 1                          | 18...25                 |
| <b>Змістовний модуль 2</b>                       |                                 |                            |                         |
| Активність під час аудиторної роботи             | 0                               | 8                          | 0                       |
| Виконання і захист лабораторних/практичних робіт | 3...5                           | 4                          | 12...20                 |
| Модульний контроль                               | 18...25                         | 1                          | 18...25                 |
| Виконання і захист РГР (РР, РК)                  | 0...10                          | 1                          | 0...10                  |
| <b>Усього за семестр</b>                         |                                 |                            | <b>60...100</b>         |

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови здобувача освіти від балів підсумкового контролю й за наявності допуску до іспиту. Під час складання семестрового іспиту здобувач освіти має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається з 5 запитань: 3 теоретичних та 2 практичних, по 20 балів за кожне (сума – 100 балів).

Таблиця 8.2 – Шкали оцінювання: бальна і традиційна

| Сума балів | Оцінка за традиційною шкалою |               |
|------------|------------------------------|---------------|
|            | Іспит, диференційний залік   | Залік         |
| 90 – 100   | Відмінно                     | Зараховано    |
| 75 – 89    | Добре                        |               |
| 60 – 74    | Задовільно                   |               |
| 0 – 59     | Незадовільно                 | Не зараховано |

### *Критерії оцінювання роботи здобувача освіти протягом семестру*

**Задовільно (60-74).** Мати мінімум знань та умінь. Написати дві модульні роботи. Відпрацювати та захистити всі лабораторні роботи та РГР.

**Добре (75 - 89).** Твердо знати мінімум знань, виконати усі завдання. Написати дві модульні роботи. Показати вміння виконувати та захищати всі лабораторні роботи та РГР в обумовлений викладачем строк з обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах.

**Відмінно (90 - 100).** Повно знати основний та додатковий матеріал.

Написати дві модульні роботи. Досконально знати усі теми та вміти застосовувати їх. Орієнтуватися у підручниках та посібниках. Безпомилково виконувати та захищати всі лабораторні роботи та РГР в обумовлений викладачем строк з докладним обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах.

## **9. Політика навчального курсу**

**Відвідування занять.** Курс побудований з можливістю дистанційної (онлайн) форми навчання. Присутність на лекції бажана (інтерактивна взаємодія у формі запитань-відповідей може давати кращі результати), та в разі неможливості відвідування лекції здобувачем освіти, він може переглянути запис.

Лабораторні роботи містять детальні інструкції і можуть бути виконані здобувачем освіти самостійно.

**Дотримання вимог академічної доброчесності** здобувачами освіти під час вивчення навчальної дисципліни. Під час вивчення навчальної дисципліни здобувачі освіти мають дотримуватися загальноприйнятих морально-етичних норм і правил поведінки, вимог академічної доброчесності, передбачених Положенням про академічну доброчесність Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут» (<https://khai.edu/assets/files/polozhennya/polozhennya-pro-akademichnu-dobrochesnist.pdf>). Очікується, що роботи здобувачів освіти будуть їх оригінальними дослідженнями або міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших здобувачів освіти становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі здобувача освіти є підставою для її незарахування викладачем незалежно від масштабів плагіату чи обману.

**Вирішення конфліктів.** Порядок і процедури врегулювання конфліктів, пов'язаних із корупційними діями, зіткненням інтересів, різними формами дискримінації, сексуальними домаганнями, міжособистісними стосунками та іншими ситуаціями, що можуть виникнути під час навчання, а також правила етичної поведінки регламентуються Кодексом етичної поведінки в Національному аерокосмічному університеті «Харківський авіаційний інститут» (<https://khai.edu/ua/university/normativna-baza/ustanovchi-dokumenti/kodeks-etichnoi-povedinki/>).

## **10. Методичне забезпечення**

Увесь науково-методичний комплект з дисципліни та записи лекцій в електронному вигляді знаходяться на сервері кафедри та на гугл-диску класу дисципліни

(<https://drive.google.com/drive/folders/1aIwy5Z8XuhYz8MHg2iQkdV3MkCWGTXoPCVyc49UQH1xdPdTMycqzaOO5tp7z5GiBbKu3ltdO?usp=sharing>).

## 11. Рекомендована література

### Базова

1. Паралельні та розподілені обчислення: навч. посіб. — Кропивницький: Видавець Лисенко В. Ф., 2021. — 153 с
2. Наконечна О. А., Ярмоленко Т. А., Алексеєнко В. В., Якимчук Б. М. Інструктивно-методичні рекомендації з дисципліни «Технології розподілених систем та паралельних обчислень» / уклад.: Оксана Наконечна, Тетяна Ярмоленко, Вікторія Алексеєнко, Богданна Якимчук. Житомир: Житомир: Вид-во ЖДУ ім. Івана Франка, 2023. 74 с.

### Допоміжна

1. Гришанович Т. О. Лабораторний практикум із дисципліни “Паралельні та розподілені обчислення” [Електронний ресурс]; ВНУ імені Лесі Українки. Електронні текстові дані. – Луцьк: ВНУ імені Лесі Українки, 2022. 50 с.
2. Семеренко В. П. Технології паралельних обчислень: навчальний посібник / Семеренко В. П. – Вінниця: ВНТУ, 2018. – 104 с
3. Паралельні та розподілені обчислення: навчальний посібник для вищих закладів освіти / К.Т. Кузьма, О.В. Мельник. – Миколаїв: ФОП Швець В.М., 2020. – 172 с.

## 12. Інформаційні ресурси

1. Web Service Modelling Ontology [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.wsmo.org/>.
2. MPJ Express [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://mpj-express.org>.
3. MPI: The Complete Reference [Electronic resource] – Режим доступу: <http://www.netlib.org/papers/mpi-book/mpi-book.html>
4. Сайт Української команди розподілених обчислень. – Режим доступу: <http://distributed.org.ua/>.
5. Стандарти MPI. – Режим доступу: <http://www.mpiforum.org>.
6. Основи програмування. – Режим доступу: <https://av.tib.eu/series/1500>
7. БД. – Режим доступу: <https://av.tib.eu/series/1487>
8. Онлайн курси міжнародного проекту кафедри. – Режим доступу: [https://av.tib.eu/publisher/Projekt\\_\\_Open\\_Education\\_Resources\\_with\\_Ukraine\\_](https://av.tib.eu/publisher/Projekt__Open_Education_Resources_with_Ukraine_)