

Міністерство освіти і науки України  
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського  
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра математичного моделювання та штучного інтелекту (№ 304)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Гарант освітньої програми

*Kol* Олексій КАРТАШОВ  
(підпис) (ім'я та прізвище)

« 30 » 08 2024 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОБОВ'ЯЗКОВОЇ  
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Паралельні та розподілені обчислювання  
(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 11 «Математика та статистика»  
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 113 «Прикладна математика»  
(код та найменування напряму підготовки)

Освітня програма: «Обчислювальний інтелект»  
(найменування освітньої програми)

**Форма навчання:** денна

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

**Харків 2024 рік**

Розробник: проф. каф. 304, д. т. н., проф. Юрій СКОБ  
(посада, науковий ступінь і вчене звання, ім'я та прізвище)



(підпис)

Робочу програму навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри  
(№ 304) Математичного моделювання та штучного інтелекту  
(назва кафедри)

Протокол № 1 від «30» серпня 2024 р.

В. о. завідувача кафедри к.ф.-м.н., доцент  
(науковий ступінь і вчене звання)



(підпис)

Олексій КАРТАШОВ  
(ім'я та прізвище)

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 4,5	<p><b>Галузь знань</b> <u>11 «Математика та статистика»</u> (шифр та найменування)</p> <p><b>Спеціальність</b> <u>113 «Прикладна математика»</u> (код та найменування)</p> <p><b>Освітня програма</b> <u>«Обчислювальний інтелект»</u> (найменування)</p> <p><b>Рівень вищої освіти:</b> <u>перший</u> (бакалаврський)</p>	Обов'язкова
Кількість модулів – 1		<b>Рік підготовки:</b>
Кількість змістових модулів – 4		2024/2025
Індивідуальне завдання _____ (назва)		<b>Семестр</b>
Загальна кількість денна – 64/135		7-й
		<b>Лекції</b>
		32 год.
		<b>Практичні</b>
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4,0 самостійної роботи здобувача – 4,4		–
	<b>Лабораторні</b>	
	32 год.	
	<b>Самостійна робота</b>	
	71 год.	
	<b>Індивідуальна робота</b>	
	–	
	<b>Вид контролю</b>	
	модульний контроль, іспит	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: 64/71.

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета:** здобуття теоретичних знань та практичних навичок програмування складних, розподілених та навантажених систем за допомогою сучасних технологій та паралельних обчислень; формування у студентів уявлення про сучасні методи проектування і створення паралельного і розподіленого багатоярусного програмного забезпечення, що функціонує в рамках .NET Framework як на локальному багатопроцесорному комп'ютері або комп'ютері з багатоядерним процесором, так і в локальній мережі комп'ютерів, в Інтернеті.

**Завдання:** отримання навичок розробки алгоритмів паралельних обчислень, програмування паралельних методів розв'язань рівнянь та перетворення арифметичних виразів за допомогою сучасних технологій, виконання віддалених викликів процедур та застосування методів; вивчення принципів функціонування паралельних та розподілених застосувань, моделей і парадигм паралельних та розподілених обчислень, формування навичок створення сучасних об'єктно-орієнтованих комп'ютерних систем з паралельною архітектурою.

### Компетентності, які набуваються:

- Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК 2).
- Знання та розуміння предметної області та професійної діяльності (ЗК 3).
- Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями (ЗК 6).
- Базові знання науково-методичних основ і стандартів в області інформаційних технологій, уміння застосовувати їх під час розробки та інтеграції систем, продуктів і сервісів інформаційних технологій (ЗК17).
- Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій (ЗК21).
- Ґрунтовна підготовка в області програмування, володіння алгоритмічним мисленням, методами програмної інженерії для реалізації програмного забезпечення з урахуванням вимог до його якості, надійності, виробничих характеристик (ФК 4).

### Очікувані результати навчання:

- Знання теоретичних і практичних основ методології та технології моделювання у процесі дослідження, проектування та експлуатації інформаційних систем, продуктів, сервісів інформаційних технологій, інших об'єктів професійної діяльності; здатність реалізовувати алгоритми моделювання для дослідження характеристик і стану складних об'єктів (ПРН 18).

### Пререквізити:

- «Програмування та алгоритмічні мови»;
- «Методи обчислень»;
- «Системне програмування»;
- «Аналіз даних»;
- «Бази даних та інформаційні системи».
- «Об'єктно-орієнтоване програмування».

### Кореквізити:

- «Інтелектуальні системи»;
- «Системи та методи прийняття рішень»;
- «Теорія програмування».

### Постреквізити:

- «Інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень»;
- «Теорія та методи оптимізації складних систем»;
- «Теорія та методи обчислювального інтелекту»;

### 3. Зміст навчальної дисципліни

#### Модуль 1.

**Змістовний модуль 1.** *Аналіз паралельного алгоритму, дослідження його ефективності, виявлення проблематики та розробка прототипу паралельної програми.*

**Тема 1.** *Предмет вивчення і задачі дисципліни.*

Предмет вивчення і задачі дисципліни «Паралельні та розподілені обчислювання». Основні історичні етапи розвитку і становлення сучасної моделі проектування і програмування, перспективи подальшого розвитку. Паралельне програмування в .NET. Переваги та недоліки паралельного програмування. Облік накладних витрат. Координація даних. Масштабування додатків. Коли слід виконувати паралельно. Вирішуючи, коли виконувати послідовно.

**Тема 2.** *Загальні паралельні алгоритми.*

Сортування, пошук і кешування. Паралельний алгоритм сортування Quicksort. Перехід по паралельному дереву. Пошук у паралельному дереві. Використання паралельного кешу пам'яті. Використання паралельної карти і скорочень. Використання паралельного відображення. Використання паралельного скорочення. Використання паралельного «відображення-скорочення». Умоглядна обробка (Speculative Processing). Селекція.

#### Модульний контроль

**Змістовний модуль 2.** *Паралельні алгоритми на платформі передачі повідомлень.*

**Тема 3.** *Програмування задач.*

Ознайомлення з класом Task. Створення та запуск завдань. Створення простих завдань. Налаштування стану завдання. Як отримати результат. Завдання параметрів створення завдання. Ідентифікація завдань. Відміна одного завдання. Моніторинг скасування за допомогою опитування. Моніторинг скасування за допомогою делегата. Моніторинг скасування за допомогою дескриптора очікування. Відміна декількох завдань. Створення композитних маркерів скасування. Визначення, чи була задача скасована. В очікуванні часу продовження виконання. Використання дескриптора очікування маркера скасування. Використання класичного очікування. Використання спінового очікування. Очікування завдань. В очікуванні єдиного завдання. Очікування декількох завдань. В очікуванні однією з багатьох завдань. Ліниве виконання завдань. Загальні проблеми та їх причини. Тупик залежностей завдань. Оцінений локальних змінних. Надмірний спінінг.

**Тема 4.** *Координація задач.*

Додаткові можливості в роботі з завданнями. Використання продовжень завдань. Створення простих продовжень. Створення продовжень «один-до-багатьох». Створення вибіркового продовжень. Створення продовжень «багато-до-одного» і «будьякий-до-одного». Відміна продовжень. Очікування продовжень. Обробка виключень. Створення дочірніх завдань. Використання синхронізації для координації завдання. Бар'єри. Подія CountdownEvent. Клас ManualResetEventSlim. Клас AutoResetEvent. Клас SemaphoreSlim. Використання паралельного шаблону «виробник /споживач». Створення шаблону. Об'єднання множинних колекцій. Використання користувачького планувальника завдання. Створення користувачького планувальника.

#### Модульний контроль

**Змістовний модуль 3.** *Теоретичні та прикладні аспекти проектування розподілених застосувань.*

**Тема 5.** *Спільне використання даних.*

Проблеми з даними. Гонка за даними. Створення деякого порядку. Послідовне виконання. Виконання без зміни даних. Виконання в ізоляції. Синхронізуючи виконання. Визначення критичних ділянок. Визначення примітивів синхронізації. Використовуючи синхронізацію розумно. Використання основних примітивів синхронізації. Блокування та моніторинг. Використання заблокованих операцій. Використання спінової блокування. Використання дескрипторів очікування і класу Mutex. Конфігурування міжпроцесної синхронізації. Використання декларативної синхронізації. Використання блокувань доступу «читання-запис». Неочікувана мінливість. Множинні блокування. Порядок отримання блокування. Осиротілі блокування.

#### **Тема 6. Паралельні цикли.**

Паралельні цикли проти послідовних циклів. Клас Parallel. Виклик дій (Actions). Використання паралельних циклів. Створення основного паралельного циклу for. Створення основного паралельного циклу ForEach. Установка опцій налаштування паралельного циклу. Переривання і зупинка паралельних циклів. Обробка виключень паралельних циклів. Отримання результатів циклів. Відміна паралельних циклів. Потокова локальна пам'ять в паралельних циклах. Виконання паралельних циклів з залежностями. Вибір стратегії розбиття. Використовуючи chunking - стратегії ( «розбиття на шматки»). Використання впорядкованої стратегії розбиття за замовчуванням. Створення користувальницької стратегії розбиття. Написання контекстного роздільник. Написання впорядковує контекстного роздільник.

#### **Модульний контроль**

**Змістовний модуль 4. Програмний інструментарій проведення експериментів на Грід-платформах.**

#### **Тема 7. Грід-обчислювання.**

Концепція грід. Порівняння грід-систем і звичайних суперкомп'ютерів. Типи грід-систем. Історія розвитку грід-систем. Основні функціональні підсистеми глобального грід. Підсистема управління завантаженням. Підсистема управління даними. Підсистема інформаційного обслуговування і моніторингу грід. Підсистема безпеки та контролю прав доступу. Підсистема протоколювання. Підсистема обліку.

#### **Тема 8. Тестування та налагодження паралельних застосувань.**

Оцінка паралельної продуктивності. Використання хороших стратегій кодування. Використовуйте синхронізацію економно. Не уникайте синхронізації. Рівномірно розподіляйте роботу. Уникайте паралелізації малих робочих навантажень. Оцініть різні ступені паралелізму. Виконання простих порівнянь продуктивності.

#### **Модульний контроль**

### **4. Структура навчальної дисципліни**

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усього	у тому числі				
л		п	лаб	інд	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7
<b>Модуль 1.</b>						
<b>Змістовний модуль 1. Аналіз паралельного алгоритму, дослідження його ефективності, виявлення проблематики та розробка прототипу паралельної програми</b>						
Тема 1. Предмет вивчення і задачі дисципліни	12	3				9
Тема 2. Загальні паралельні алгоритми	12	3				9

Модульний контроль.	1	1				
Разом за змістовим модулем 1	<b>25</b>	<b>7</b>				<b>18</b>

<b>Змістовний модуль 2. Паралельні алгоритми на платформі передачі повідомлень</b>						
Тема 3. Програмування задач	20	4		7		9
Тема 4. Координація задач	20	4		7		9
Модульний контроль	2			2		
Разом за змістовим модулем 2	<b>42</b>	<b>8</b>		<b>16</b>		<b>18</b>
<b>Змістовний модуль 3. Теоретичні та прикладні аспекти проектування розподілених застосувань</b>						
Тема 5. Спільне використання даних	20	4		7		9
Тема 6. Паралельні цикли	20	4		7		9
Модульний контроль.	2			2		
Разом за змістовим модулем 3	<b>42</b>	<b>8</b>		<b>16</b>		<b>18</b>

<b>Змістовний модуль 4. Програмний інструментарій проведення експериментів на Грід-платформах</b>						
Тема 7. Грід-обчислювання	13	4				9
Тема 8. Тестування та налагодження паралельних застосувань	12	4				8
Модульний контроль	1	1				
Разом за змістовим модулем 4	<b>26</b>	<b>9</b>				<b>17</b>
Контрольний захід – залік						
<b>Усього годин навчальної дисципліни</b>	<b>135</b>	<b>32</b>		<b>32</b>		<b>71</b>

### 5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		
2		
...		

### 6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		
2		
...		

### 7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Програмування задач	7
2.	Спільне використання даних	7
3.	Модульний контроль	2
4.	Координація задач	7
5.	Паралельні цикли	7
6.	Модульний контроль	2
	<b>Разом</b>	<b>32</b>



## 8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Предмет вивчення і задачі дисципліни	9
2.	Загальні паралельні алгоритми	9
3.	Програмування задач	9
4.	Координація задач	9
5.	Спільне використання даних	9
6.	Паралельні цикли	9
7.	Грід-обчислювання	9
8.	Тестування та налагодження паралельних застосувань	8
	<b>Разом</b>	<b>71</b>

## 9. Індивідуальні завдання – немає

### 10. Методи навчання

1. Пояснювально-ілюстративний (інформаційно-рецептивний) метод та метод проблемного виконання (лекційні заняття).

2. Репродуктивний (лабораторні роботи).

3. Частково-пошуковий (евристичний) та дослідницький (самостійна робота та виконання розрахункової та розрахунково-графічної робіт).

4. Дисципліна «Паралельні та розподілені обчислювання» передбачає лекційні (в т. ч. з використанням мультимедійного обладнання) і лабораторні заняття під керівництвом викладача та самостійну роботу студента за підручниками і матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники і мережеві ресурси), що забезпечує закріплення теоретичних знань, сприяє набуттю практичних навичок і розвитку самостійного наукового мислення. Передбачено регулярні індивідуальні консультації.

### 11. Методи контролю

Визначення рівня засвоєння студентом навчального матеріалу дисципліни здійснюється шляхом проведення поточних (захист лаб. робіт, поточні контрольні з теоретичного матеріалу) і підсумкових контролів (захист змістовного модуля, залік).

У завдання поточного контролю входить систематична перевірка розуміння й засвоєння студентом програмного матеріалу, виконання практичних і лабораторних робіт, уміння самостійно проробляти тексти складання конспектів, написання звітів, здатності усно або письмово представляти певний матеріал.

Перед підсумковим контролем ставиться завдання перевірки глибини засвоєння студентом програмного матеріалу дисципліни, логіки й взаємозв'язки між її окремими розділами, здатності творчо використати придбані знання, уміння сформулювати своє відношення до проблеми, що впливає зі змісту дисципліни.

## 12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

Складові навчальної роботи	Бали за одне завдання	Кількість завдань	Сумарна кількість балів
<b>Модуль 1</b>			
Виконання і захист лабораторних робіт (змістовний модуль 1)	3...5	4	12...20
Модульний контроль	3...5	1	3...5
Виконання і захист лабораторних робіт(змістовний модуль 2)	3...5	4	12...20
Модульний контроль	3...5	1	3...5
Виконання і захист лабораторних робіт(змістовний модуль 3)	3...5	3	9...15
Модульний контроль	3...5	1	3...5
Виконання і захист лабораторних робіт(змістовний модуль 4)	3...5	3	9...15
Модульний контроль	3...5	1	3...5
<b>Модуль 2</b>			
Виконання і захист РР	3...5	1	3...5
Модульний контроль	3...5	1	3...5
<b>Усього за семестр</b>			<b>60...100</b>

Білет для заліку складається з одного теоретичного і двох практичних питань. В першому питанні студент повинен продемонструвати теоретичні знання. У другому питанні – показати навички складання і виконання програми з використанням об'єктів задач. У третьому пункті – продемонструвати знання зі створення і застосування об'єктів паралельного доступу до спільних даних.

Складові білету	Складові оцінки	Бали за одне питання	Сумарна кількість балів
Пункт 1.	дано визначення наведеного поняття	5	20
	наведено приклади	5	
	наведено фрагменти тексту	10	
Пункт 2.	складено алгоритм розрахунку (блок-схема)	10	30
	створено проект консольного застосунку з використанням задач	10	
	отримано результати в консольному вікні	10	

Пункт 3.	складено алгоритм розрахунку (блок-схема)	10	50
	створено проект застосунку з паралельним доступом до спільних даних	10	
	отримано і проаналізовано результати у консольному вікні	30	
Ітогова оцінка за іспит			100

Під час складання семестрового *іспиту* студент має можливість отримати максимум 100 балів.

### Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру

#### Приклад.

**Задовільно (60-74).** Показати мінімум теоретичних знань та практичних умінь. Виконати всі лабораторні роботи за індивідуальним варіантом із застосуванням консольної аплікації. Захистити всі теми індивідуальних завдань та модулів. Знати як утворити алгоритм розрахунку у вигляді блок-схеми. Виконати розрахункову роботу у вигляді консольного застосунку.

**Добре (75-89).** Показати знання основних теоретичних питань та практичних умінь. Виконати всі лабораторні роботи за індивідуальним варіантом із застосуванням аплікації з графічним інтерфейсом і використанням паралельних класів. Захистити всі теми індивідуальних завдань та модулів на оцінку «добре». Знати як утворити алгоритм розрахунку у вигляді блок-схеми і створювати каркас класу за допомогою діаграми класів. Виконати розрахункову роботу у вигляді консольного застосунку але з використанням класів і інтерфейсів, і захистити отримані результати розрахунку.

**Відмінно (90-100).** Показати тверде і досконале знання всіх теоретичних питань та практичних умінь. Виконати всі лабораторні роботи за індивідуальним варіантом із застосуванням аплікації з графічним інтерфейсом і використанням паралельних класів. Захистити всі теми індивідуальних завдань та модулів на оцінку «відмінно». Знати як утворити алгоритм розрахунку у вигляді блок-схеми і створювати каркас класу за допомогою діаграми класів. Вчасно виконати розрахункову роботу у вигляді застосунку з графічним інтерфейсом, з використанням паралельних класів і інтерфейсів, і захистити отримані результати розрахунку з оцінкою «відмінно».

### Шкала оцінювання: бальна і традиційна

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

### 13. Методичне забезпечення

1. Паралельні та розподілені обчислення / Ю.О. Скоб, В. О. Халтурін. – Навч. посібник до лаб. практик. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2023. – 116 с. ([http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Paralelni\\_Ta\\_Rozpodileni\\_Obchyslennya.pdf](http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Paralelni_Ta_Rozpodileni_Obchyslennya.pdf))
2. Основи програмування мовою Java [Електронний ресурс] : навч. посіб. до лаб. практик. / Ю. О. Скоб, М. Л. Угрюмов, В. О. Халтурін. – Х. : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харьк. авіац. ін-т», 2017. – 108 с. ([http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Skob\\_Osnovi\\_Programuvannya\\_movoyu\\_java.pdf](http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Skob_Osnovi_Programuvannya_movoyu_java.pdf))
3. Основи програмування мовою С++. Вступ до ООП / К. П. Коробчинський, І. В. Москович, Ю.О. Скоб, О. С. Пічугіна. – Навч. посібник до лаб. практик. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2024. – 124 с. ([http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Osnovy\\_Programuvannya\\_Movoyu\\_C++.pdf](http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Osnovy_Programuvannya_Movoyu_C++.pdf))
4. Object oriented programming using C# / Y.O. Skob, V. O. Khalturin. – Laboratory course study guide. – Kharkiv : KhAI, 2020. – 109 p.
5. Основи програмування сучасним Фортраном / Ю.О. Скоб, М. Л. Угрюмов, В. О. Халтурін. – Навч. посібник до лаб. практик. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2016. – 96 с. ([http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Skob\\_Osnovi\\_Programuvanna.pdf](http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Skob_Osnovi_Programuvanna.pdf))
6. Об'єктно-орієнтоване програмування мовою С# / Ю.О. Скоб, М.Л. Угрюмов, К.П. Коробчинський. – Навч. посібник до лаб. робіт. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2011. – 108 с.
7. Основи розроблення Web-програм у середовищі Visual Web Developer мовою С# / Ю.О. Скоб, М. Л. Угрюмов, К. П. Коробчинський. – Навч. посібник до лаб. практик. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2011. – 150 с. ([http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Osnovy\\_Rozrobky\\_Web-Prohram\\_V\\_Seredovishchi\\_Visual\\_Web\\_Developer.pdf](http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Osnovy_Rozrobky_Web-Prohram_V_Seredovishchi_Visual_Web_Developer.pdf))
8. Основи програмування Windows мовою С# / Ю.О. Скоб, М.Л. Угрюмов, К.П. Коробчинський. – Навч. посібник до лаб. робіт. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2010. – 108 с.
9. Основи об'єктно-орієнтованого програмування мовою Visual С# / Ю.О. Скоб, К. П. Коробчинський, М. Л. Угрюмов, О. В. Карташов. – Навч. посібник до лаб. практик. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2009. – 109 с.
10. Посилання на НМКД на освітньому порталі НТБ університету: [http://library.khai.edu/library/fulltexts/doc/\\_0Paralelni.pdf](http://library.khai.edu/library/fulltexts/doc/_0Paralelni.pdf)
11. Посилання на курс у системі дистанційного навчання Ментор, на якому розміщено навчально-методичний комплекс дисципліни: <https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=3148>.

### 14. Рекомендована література

#### Базова література

1. Семеренко В. П. Технології паралельних обчислень : Навчальний посібник / В. П. Семеренко. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 104 с.
2. Коноваленко І. В., Марущак П. О., Савків В. Б. Програмування мовою С# 7.0 / І. В. Коноваленко, П. О. Марущак, В. Б. Савків. – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя, 2017. – 300 с.
3. Копей В. Б. Мова програмування Python для інженерів і науковців : навчальний посібник / В. Б. Копей. – Івано-Франківськ : Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу (ІФНТУНГ), 2019. – 272 с.

4. Зацерковний В. І., Бурачек В. Г., Железняк О. О., Терещенко А. О. Геоінформаційні системи і бази даних : монографія / В. І. Зацерковний, В. Г. Бурачек, О. О. Железняк, Терещенко А. О. – Ніжин : НДУ ім. М. Гоголя, 2014. – 492 с.
5. Копей В. Б. Мова програмування VBA для інженерів : навчальний посібник / В. Б. Копей. – Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2019. – 126 с.
6. Ярцев В. П. Організація баз даних та знань : навчальний посібник / В. П. Ярцев. – Київ : Державний університет телекомунікацій, 2018. – 214 с.
7. Ткаченко О.М., Каплун В.А. Об'єктно-орієнтоване програмування мовою Java / О. М. Ткаченко, В. А. Каплун. – Вінниця : Вінницький національний технічний університет, 2016. – 106 с.
8. Бублик В. В. Об'єктно-орієнтоване програмування : підручник / В. В. Бублик. – К. : ІТкнига, 2015. – 624 с.
9. Великий О. А. Об'єктно-орієнтоване програмування : методичні вказівки до практичних занять / О. А. Великий. – Луцьк : Луцький НТУ, 2014. – 36 с.
10. Кравець П. О. Об'єктно-орієнтоване програмування : навчальний посібник / П. О. Кравець. – Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2012. – 624 с.
11. Грицюк Ю. І., Рак Т. Є. Об'єктно-орієнтоване програмування мовою C++ : навчальний посібник / Ю. І. Грицюк, Т. Є. Рак. – Львів : ЛДУ БЖД, 2011. – 404 с.
12. Антонова А.Р. Об'єктно-орієнтоване програмування : посібник до самостійної роботи та виконання лабораторних робіт / А.Р. Антонова. – Одеса : Одеська Державна Академія Холоду, 2009. – 92 с.
13. Бевз О. М., Папінов В. М., Скидан Ю. А. Проектування програмних засобів управління. Частина 1. Основи об'єктно-орієнтованого проектування / О. М. Бевз, В. М. Папінов, Ю. А. Скидан. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 125 с.

### Допоміжна література

1. Пасічник В. В., Резніченко В.А. Організація баз даних та знань : Підручник / В. В. Пасічник. – Київ : Вид. група ВНУ, 2006. – 384 с.
2. Системи та методи прийняття рішень / О. С. Пічугіна, Ю.О. Скоб, В. О. Халтурін, К. П. Коробчинський. – Навч. посібник до лаб. практик. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2024. – 50 с. ([http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Sistemi\\_Ta\\_Metodi.pdf](http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Sistemi_Ta_Metodi.pdf))
3. Скінченні автомати та формальні мови / В. О. Халтурін, Ю.О. Скоб. – Навч. посібник до лаб. практик. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2022. – 41 с. ([http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Skinchenni\\_Avtomaty.pdf](http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Skinchenni_Avtomaty.pdf))
4. Програмування елементів управління ActiveX засобами бібліотеки активних шаблонів ATL : курсовий проект / Ю.О. Скоб, М. Л. Угрюмов, К. П. Коробчинський. – Навч. посібник. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2006. – 108 с. ([http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Programuvannja\\_Elementiv\\_Upravlinnja\\_Activex\\_Zasobami\\_Biblioteki\\_Aktivnih\\_Shabloniv\\_Atl.pdf](http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Programuvannja_Elementiv_Upravlinnja_Activex_Zasobami_Biblioteki_Aktivnih_Shabloniv_Atl.pdf))
5. Інформатика : методичні рекомендації до розрахунково-графічної роботи / О. М. Подоляка, Ю.О. Скоб. – Навч. посібник. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2005. – 86 с. (<http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Informatika.pdf>)
6. Скоб Ю.О. Сучасні технології програмування / Ю.О. Скоб. – Навч. посібник до лаб. практикуму. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2006. – 100 с. ([http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Suchasni\\_Tehnologiyi\\_Programuvannja\\_2006.pdf](http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Suchasni_Tehnologiyi_Programuvannja_2006.pdf))
7. Теорія програмування / Ю.О. Скоб, О.В. Патокіна, В.О. Халтурін. – Навч. посібник до лаб. практикуму. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2005. – 73 с. ([http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Teorija\\_Programuvannja.pdf](http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Teorija_Programuvannja.pdf))
8. Програмування елементів управління ActiveX засобами бібліотеки активних шаблонів ATL / Ю.О. Скоб, М.Л. Угрюмов, К.П. Коробчинський. – Навч. посібник до кур. проекту. –

Харків: Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2006. – 108 с. ([http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Programuvannja\\_Elementiv\\_Upravlinnja\\_Activex\\_Zasobami\\_Biblioteki\\_Aktivnih\\_Shabloniv\\_Atl.pdf](http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Programuvannja_Elementiv_Upravlinnja_Activex_Zasobami_Biblioteki_Aktivnih_Shabloniv_Atl.pdf))

9. Основи інформаційних технологій та програмування / Ю.О. Скоб, О.В. Патокіна, В.О. Халтурін. – Навч. посібник до лаб. практик. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2005. – 77 с. ([http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Osnovi\\_Infomacijnih\\_Tehnologij\\_Ta\\_Programuvannja.pdf](http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Osnovi_Infomacijnih_Tehnologij_Ta_Programuvannja.pdf))

10. Бегун А.В. Алгоритмізація і програмування: об'єктно-орієнтоване програмування / А.В. Бегун. – Київ : КНЕУ, 2005. – 175 с.

11. Трофименко О. Г., Прокоп Ю. В., Швайко І. Г. та ін. С++. Основи програмування. Теорія та практика : підручник / О. Г. Трофименко, Ю. В. Прокоп, І. Г. Швайко, Л. М. Буката, Л. А. Косирева, Ю. Г. Леонов, В. В. Ясинський; за ред. О. Г. Трофименко. – Одеса : Фенікс, 2010. – 544 с.

12. Горбань А. Г. Програмування в Java : курс лекцій / А. Г. Горбань. – Полтава : Полтавський державний технічний університет, 2008. – 310 с.

13. Трофименко О. Г., Прокоп Ю. В., Швайко І. Г. та ін. С++. Теорія та практика : навчальний посібник / О. Г. Трофименко, Ю. В. Прокоп, І. Г. Швайко, Л. М. Буката, В. А. Шаповаленко, Ю. Г. Леонов, В. В. Ясинський; за ред. О. Г. Трофименко. – Одеса : ВЦ ОНАЗ, 2011. – 587 с.

14. Ткачов В. В., Огеєнко П. Ю., Макітренко Р. В. Комп'ютерні технології та програмування. Том 1. Теоретичні відомості : навчальний посібник / В. В. Ткачов, П. Ю. Огеєнко, Р. В. Макітренко. – Дніпропетровськ : НГУ, 2012. – 173 с.

## 15. Інформаційні ресурси

1. <http://programming.in.ua/> – Українські уроки програмування, веб-дизайну, уроки комп'ютерної графіки.

2. <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/95bdfdc3-2e60-45d8-9f89-1fe9929f17ae/content> – Паралельні та розподілені обчислення/

3. [https://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/IRVC/2021/Semerenco\\_2018\\_104.pdf](https://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/IRVC/2021/Semerenco_2018_104.pdf) – Технології паралельних обчислень.

4. [https://magnolia.lviv.ua/wp-content/uploads/2024/01/Paralelne-prohramuvannia-v-OS-Linux\\_uryvok.pdf](https://magnolia.lviv.ua/wp-content/uploads/2024/01/Paralelne-prohramuvannia-v-OS-Linux_uryvok.pdf) – Паралельні обчислення в ОС Linux.

5. <https://kau.org.ua/images/seminar/Doroshenko.pdf> – Вступ до суперкомп'ютерних обчислень.