

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ СЕМЕНА КУЗНЕЦЯ**

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Голова приймальної комісії
Харківського національного
економічного університету
імені Семена Кузнеця



Володимир ПОНОМАРЕНКО

26 » *квітня* 2023 р.

ПРОГРАМА ФАХОВОГО ІСПИТУ

освітній ступінь «МАГІСТР»

спеціальність 122 «КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ»
освітньо-професійна програма «Комп'ютерні науки»

Харків
2023

Фахове випробування є комплексним іспитом, що включає практичні завдання (три завдання різного ступеню складності) в межах галузевого стандарту вищої освіти України з підготовки бакалаврів галузі знань 12 “Інформаційні технології”, спеціальність 122 “Комп’ютерні науки”. До складу завдань внесені питання за наступними нормативними навчальними дисциплінами: об’єктно-орієнтоване програмування, організація баз даних і знань, технології паралельних обчислень.

Завдання фахового випробування складено з метою виявлення знань, вмінь, компетентностей, якими володіє бакалавр за галуззю знань 12 “Інформаційні технології” (табл. 1).

Таблиця 1

Основні компетентності, якими повинен володіти бакалавр за галуззю знань 12 “Інформаційні технології”

Професійні компетентності
<i>Загальні:</i>
- ґрунтовна підготовка в області програмування, володіння алгоритмічним мисленням, методами програмної інженерії для реалізації програмного забезпечення з урахуванням вимог до його якості, надійності, виробничих характеристик
- ґрунтовна математична підготовка, а також підготовка з теоретичних, методичних і алгоритмічних основ інформаційних технологій для використання математичного апарату під час вирішення прикладних і наукових завдань в області інформаційних систем і технологій
- здатність до проектної діяльності в професійній сфері, уміння будувати і використовувати моделі для опису об’єктів і процесів, здійснювати їх якісний аналіз
- володіння технологією розроблення програмного забезпечення відповідно до вимог і обмежень замовника.
<i>Спеціальні (фахові):</i>
- здатність до математичного та логічного мислення, знання основних понять, ідей і методів фундаментальної математики та вміння їх використовувати під час розв’язання конкретних завдань

Закінчення табл. 1

- знання сучасних методів побудови та аналізу ефективних алгоритмів і вміння їх реалізувати в конкретних застосуваннях
- знання принципів структурного програмування, сучасних процедурно-орієнтованих мов, основних структур даних і вміння їх застосовувати під час програмної реалізації алгоритмів професійних завдань
- здатність до об'єктно-орієнтованого мислення, знання об'єктно-орієнтованих мов програмування та вміння застосовувати об'єктно-орієнтований підхід під час проектуванні складних програмних систем
- знання принципів і правил формалізації економічних ситуацій, вміння застосувати математичні методи обґрунтування та прийняття управлінських і технічних рішень у різних ситуаціях
- знання сучасних технологій та інструментальних засобів розробки програмних систем, вміння їх застосовувати на всіх етапах життєвого циклу
- знання сучасних теорій організації баз даних та знань, методів і технологій їх розроблення за такими компетентностями: <ol style="list-style-type: none"> 1) концепції та принципи організації БнД, БД та БЗ; 2) місце БнД у інформаційних системах (ІС); 3) рівні абстракції даних при проектуванні БД; 4) вимоги до БД і методи їхнього забезпечення; 5) загальні принципи побудови системи управління базами даних та структуру і принципи її функціонування; 6) основні моделі та мовні засоби СКБД; 7) принципи організації структур збереження даних і методи доступу до даних; 8) відмінності між транзакційною та аналітичною БД; 9) етапи проектування БД; 10) методи розробки логічної й фізичної моделей і фізичної схеми даних у середовищі сучасних CASE-інструментів та засобами СКБД; 11) принципи взаємодії прикладних програм, які виконані на мові високого рівня, з реляційними системами управління базами даних; <ul style="list-style-type: none"> – вміння проектувати логічні та фізичні моделі баз даних і запити до них, включаючи такі компетентності: <ol style="list-style-type: none"> 1) формулювати вимоги до БД і забезпечувати її властивості; 2) проектувати концептуальну модель даних конкретної предметної

області;

3) вибирати СКБД у процесі технічного проектування на основі оціночних варіантів баз даних, вимог користувачів, аналізу технічних, економічних, функціональних, сервісних характеристик СКБД, використовуючи науково-технічну, довідкову інформацію;

4) розробляти логічну структуру бази даних у процесі технічного проектування за допомогою методу нормалізації відношень, використовуючи методи реляційної алгебри, рівні абстракції даних, вимоги вибраної СКБД;

5) розробляти таблиці баз даних і зв'язок між ними в умовах технічного проектування за допомогою відповідного технічного і програмного забезпечення, використовуючи конструктори таблиць;

6) розробляти фізичну структуру бази даних у процесі робочого проектування за допомогою вибраної СКБД, використовуючи сучасні технічні і програмні засоби розробника баз даних;

7) експортувати дані до зовнішнього середовища і імпортувати дані із зовнішнього середовища у бази даних у процесі інтегрування програмного забезпечення користувача у інформаційні вузли Internet за допомогою сучасного технічного і програмного забезпечення, використовуючи технології розподілених застосувань, WEB-технології та ін.;

8) створювати таблиці баз даних, тригери, збережені процедури, індекси в умовах розробки баз даних за допомогою програмних і технічних засобів проектування баз даних, використовуючи візуальні інструменти інтегрованих оболонок розробника програмного забезпечення;

9) розробляти введення, модифікацію, вилучення, відображення даних у таблиці бази даних у процесі робочого проектування за допомогою технічних і програмних засобів, використовуючи форми введення та модифікації даних і табличні режими;

10) розробляти навігації по набору даних в умовах доступу до потрібного запису набору даних за допомогою програмних засобів СКБД, використовуючи навігаційні методи об'єктів;

11) розробляти методи сортування, фільтрації, пошуку даних у процесі відбору потрібних даних, що відповідають будь-яким критеріям, за допомогою програмних засобів СКБД, використовуючи методи зміни індексів полів.

знання сучасних класифікацій паралельних обчислювальних систем (класифікації Флінна та Джексона), принципи побудови архітектур паралельних обчислювальних систем за класифікацією Флінна, що визначають роботу з потоками даних та команд (завдань)
знання принципів моделі паралельних обчислювальних процесів, концепцію необмеженого паралелізму
знання принципів функціонування багатопроцесорних систем зі загальною і розподіленою пам'яттю, архітектур систем зі загальною та розподіленою пам'яттю, векторно-конвейерних систем, систем з масовим паралелізмом та обчислювальних кластерів
знання парадигм паралелізму даних і паралелізму завдань, показників ефективності розпаралелювання: прискорення, ефективність паралельного алгоритму, закон Амдала
знання базової моделі алгоритму у вигляді графа "операнд - операції", уявлення алгоритму у вигляді графа потоку даних, розклад паралельних обчислень
знання принципів побудови паралельних методів та алгоритмів: декомпозиція завдання на підзавдання; виокремлення інформаційних залежностей між підзавданнями; масштабування підзавдань; розподіл підзавдань між процесорами системи
знання основи технології та загальної схеми виконання паралельної програми при використанні технології OpenMP – схема Fork/Join
знання структури OpenMP: директиви, бібліотека функцій, набір змінних оточення
знання областей видимості директив OpenMP: паралельний фрагмент, паралельна область, паралельна секція; формату директив OpenMP
знання та здатність використовувати методи розпаралелювання в OpenMP: розпаралелювання за циклами та секціями; визначення загальних і локальних змінних; засоби сумісної обробки локальних змінних (операція редукції); засоби синхронізації, методів управління кількістю потоків в OpenMP
знання та здатність використовувати функції бібліотеки OpenMP для створення паралельних програм
знання та здатність застосовувати основні принципи роботи MPI (інтерфейсу передачі даних); парних (point-to-point) операцій між двома процесорами і колективних (collective)

комунікаційних дій для одночасної взаємодії декількох процесів; поняття комунікаторів
знання основних функцій взаємодії паралельних процесів в MPI
знання структури паралельної програми, операцій ініціалізації та завершення MPI-програми
здатність використовувати операції передачі даних від одного процесу всім процесам програми; передачі даних від всіх процесів одному процесу (операції редукції; базових типів операцій MPI для функцій редукції даних)
знання блокуючих точкових функцій передачі повідомлень; функції одночасного виконання передачі і прийому повідомлень в MPI
знання та здатність використовувати колективні операції передачі даних в MPI; знання призначення та складу глобальних обчислювальних операцій над розподіленими даними; склад та призначення глобальних операцій редукції в MPI
знання та здатність використовувати методи управління групами процесів і комунікаторами; операції створення груп процесів та отримання інформації про групи процесів в MPI; операції зі створення та управління комунікаторами в MPI
знання складу та призначення похідних типів даних в MPI.

ЗМІСТ ФАХОВИХ ВСТУПНИХ ВИПРОБУВАНЬ

Тема 1. Основні положення об'єктно-орієнтованого підходу

1.1. Прості та складні програмні системи.

Декомпозиція програмних систем. Способи декомпозиції. Об'єктно-орієнтована декомпозиція. Поняття об'єкта. Характеристики об'єкта. Поняття класу. Співвідношення між класом та його об'єктом. Об'єктно-орієнтований аналіз та його мета. Поняття предметної області. Головні види вимог до програмної системи.

1.2. Об'єктно-орієнтоване проектування.

Елементи архітектури застосунку. Визначення класів предметної області. Принципи проектування класів. Об'єктно-орієнтоване програмування. Принципи об'єктно-орієнтованого підходу: абстракція, інкапсуляція, ієрархія, поліморфізм.

Тема 2. Введення до платформи Microsoft .NET та мови C#

2.1. Платформа Microsoft .NET.

Архітектура платформи Microsoft .NET , засоби розроблення застосунків, компіляція та виконання програм, бібліотека базових класів, система типізації.

2.2. Загальні відомості про мову C#:

Особливості використання мови, алфавіт, типи даних, порівняння типів-значень та типів-посилань, вбудовані типи-значення, вбудовані типи-посилання, одновимірні та багатовимірні масиви, операції, оператори, структура програми, коментарі, особливості використання функцій, механізми передачі параметрів, простори імен, основи використання бібліотеки базових класів .NET

Тема 3. Реалізація головних концепцій об'єктно-орієнтованого програмування у мові C#

3.1. Абстрактні типи даних.

Проектування Абстрактного типу даних. Синтаксис структур та класів у мові C#. Елементи класу. Доступ до елементів класу. Посилання this. Переважання методів класу.

3.2. Об'єкти в програмі.

Послідовність створення об'єкта. Конструктори. Основні властивості конструкторів. Звільнення пам'яті. Система "збору сміття". Статичні дані та

методи: призначення, властивості, особливості використання. Відношення агрегації. Реалізація агрегації у мові C#. Відношення спадкування. Синтаксис спадкування у мові C#. Ініціалізація об'єкта базового класу. Варіанти використання спадкування. Перевизначення методів. Заборона спадкування. Рядкове представлення об'єкта.

3.3. Реалізація принципу поліморфізму у мові C#.

Раннє та пізнє зв'язування. Віртуальні методи. Абстрактні класи та методи. Реалізація поліморфної поведінки на базі абстрактного класу. Правила застосування абстрактних класів. Інтерфейси. Реалізація поліморфної поведінки на базі інтерфейсу. Правила застосування інтерфейсів. Принципи перевантаження операцій. Особливості використання функції operator. Індексатори. Властивості.

3.4. Обробка виняткових ситуацій

Види помилок у програмах. Проблеми традиційного підходу до обробки помилок. Механізм обробки виключень. Класи виключень стандартної бібліотеки .NET. Синтаксис обробки виключень. Перевірка на арифметичне переповнення.

Тема 4. Стандартні бібліотеки класів Microsoft .NET Framework

4.1. Джерела та споживачі даних.

Загальні відомості про потоки введення-виведення даних. Алгоритми роботи потоків введення-виведення даних. Основні класи стандартної бібліотеки .NET для підтримки введення-виведення даних.

4.2. Колекції.

Загальні відомості про колекції. Основні елементи та структури даних стандартної бібліотеки колекцій .NET. Типізовані колекції. Використання LINQ та лямбда-виразів для роботи з колекціями.

4.3. Рядковий тип даних.

Особливості реалізації рядкового типу даних у платформі .Net. Класи стандартної бібліотеки .NET для подання рядків та особливості їхнього використання. Форматування рядків. Призначення та застосування регулярних виразів. Підтримка регулярних виразів у стандартній бібліотеці .NET. Спеціальні символи, які використовуються у регулярних виразах.

4.4. Атрибути.

Введення до атрибутів. Елементи програми до яких можливо застосування атрибутів. Визначені атрибути. Використання атрибутів умовної компіляції. Атрибути рівня модулю компіляції.

4.5. Збереження та відновлення стану об'єктів у .NET

Серіалізація та десеріалізація. "Граф" об'єктів при серіалізації. Створення класів, об'єкти яких можливо серіалізувати. Процеси серіалізації та десеріалізації. Формати серіалізації. Серіалізація та десеріалізація об'єктів у двійковому та XML-форматах.

4.6. Об'єктно-реляційне відображення даних

Загальні відомості про об'єктно-реляційне відображення даних. Поняття про ORM-фреймворки для платформ .NET та Java SE. Вступ до моделей. Клас моделі. Налаштування моделей. Міграції бази даних.

4.7. Використання TCP-сокетів

Розподілені програмні системи. Програмні клієнти та сервери. Загальні відомості про TCP-сокети. Основи використання TCP-сокетів на платформі .NET.

Тема 5. Розроблення DLL-бібліотек

5.1. Бібліотеки та їх використання. Статичні та динамічні бібліотеки. DLL-бібліотеки.

5.2. Розроблення DLL-бібліотеки на платформі Microsoft .NET.

Тема 6. Основи програмування, керованого подіями

6.1. Делегати та події.

Загальні відомості про делегати. Оголошення та використання делегатів у мові C#. Анонімні методи. Групові делегати. Загальні відомості про події. Генерування подій.

6.2. Основи використання технології Windows Forms.

"Традиційна" модель програмування на платформі .NET. Модель "Windows-програмування" на платформі .NET. Технологія Windows Forms. Форми. Загальна структура застосунку з графічним інтерфейсом користувача на платформі .NET. Розроблення застосунків Windows Forms за допомогою інтегрованого середовища. Події рівня форми.

Тема 7. Принципи та шаблони об'єктно-орієнтованого проектування

7.1. Принципи об'єктно-орієнтованого проектування SOLID.

Система принципів SOLID. Принцип єдиної відповідальності. Принцип відкриття-закриття. Принцип інверсії залежностей. Принцип заміщення Барбара Ліскова. Принцип ізоляції інтерфейсу.

7.2. Шаблони проектування

Загальні відомості про шаблони проектування. Переваги та недоліки ви-

користання шаблонів проєктування. Елементи шаблону проєктування. Класифікація шаблонів проєктування GoF. Застосування основних шаблонів проєктування GoF. Шаблони розподілу відповідальностей GRASP.

Тема 8. Розгортання програмного продукту

8.1. Структура модулю компіляції. Приватні та спільні модулі компіляції. Глобальний кеш модулів компіляції.

8.2. Створення спільних модулів компіляції. Загальні відомості про розгортання застосунків. Види розгортання. Проекти установки та розгортання.

Тема 9. Системи баз даних. Основні поняття й архітектура

9.1. Основні поняття баз даних. Інфологічний та даталогічний рівні. Правило трьох “ні”. Поняття “інформаційна система”, “банк даних” та “база даних”. Поняття СКБД, їх переваги та недоліки.

9.2. Архітектура баз даних. Концептуальний рівень. Зовнішній рівень. Внутрішній рівень.

Тема 10. Моделі даних

10.1. Моделювання даних.

Поняття про моделювання даних. Класифікація моделей. Ієрархічна модель даних. Ієрархічна структура даних. Операції над ієрархічною структурою, її переваги та недоліки.

Мережна модель даних. Мережна структура даних. Операції над мережною структурою. Переваги та недоліки мережної моделі.

10.2. Реляційна модель даних

Реляційна структура даних. Основні поняття та визначення.

Реляційна алгебра. Операції реляційної алгебри. Приклади застосування реляційної алгебри. Властивості операцій реляційної алгебри.

10.3. Семантичне моделювання предметної області

Модель "сутність – зв'язок". Поняття сутності, властивості, зв'язку. ER-моделювання предметної області. Типи ER-діаграм. Типи зв'язку на ER-діаграмах. Проєктування бази даних за допомогою методу ER-моделювання.

10.4. Теорія нормалізації реляційної моделі даних

Аномалії при виконанні операцій у базі даних. Функціональні залежності. Аксиоматика функціональних залежностей. Логічне виведення функціональних залежностей. Аксиоми Армстронга. Декомпозиція без втрат. Теорема Хіта (Хеза). Визначення першої нормальної форми. Неповні функціональні залежності та друга нормальна форма. Транзитивні залежності й третя нормальна форма. Нормальна форма Бойса-Кодда. Багатозначні залежності. Тео-

рема Фейґіна та четверта нормальна форма. Залежності за з'єднанням – п'ята нормальна форма. Загальна процедура нормалізації. Денормалізація відносин.

Тема 11. Мова SQL

11.1. Операції над схемою бази даних. Створення бази даних. Оператор CREATE DATABASE. Створення таблиці. Оператор CREATE TABLE. Модифікація таблиці. Оператор ALTER TABLE. Видалення таблиці. Оператор DROP TABLE. Видалення бази даних. Оператор DROP DATABASE.

11.2. Засоби пошуку даних. Основні конструкції мови, призначені для вибирання даних. Вирази, умови та оператори. Вибирання з кількох таблиць. Використання агрегатних функцій. Фраза GROUP BY, HAVING, ORDER BY. Підзапити.

11.3. Засоби маніпулювання даними. Додавання рядків до таблиці. Оператор INSERT. Оновлення даних. Оператор UPDATE. Видалення рядків таблиці. Оператор DELETE.

Тема 12. Проектування баз даних

12.1. Методологія проектування бази даних. Етапи проектування бази даних. Аналіз предметної області. Концептуальне моделювання предметної області. Логічне та фізичне проектування.

12.2. Функції групи адміністратора з проектування бази даних.

Тема 13. Транзакції та цілісність даних

13.1. Цілісність даних.

Поняття про обмеження цілісності. NULL-значення та тризначна логіка. Цілісність сутностей та зовнішніх ключів. Операції, що порушують посилальну цілісність. Стратегії підтримки посилальної цілісності.

Обмеження домену, атрибута, кортежу, відношення та бази даних. Обмеження цілісності у мові SQL.

13.2. Транзакції та цілісність даних. Проблеми паралельної роботи транзакцій

Поняття транзакції. Властивості транзакцій. Реалізація транзакцій засобами SQL.

Поняття суміші транзакцій. Проблеми паралельної роботи транзакцій. Проблема втрати результатів оновлення. Проблема незафіксованої залежності (читання "брудних" даних, неповторюване зчитування). Проблема несумісного аналізу.

Реалізація ізолюваності транзакцій засобами SQL.

Тема 14. Поняття та класифікація паралельних обчислювальних систем (ПОС). Класифікація ПОС. Принципи побудови ПОС зі спільною і розподіленою пам'яттю

14.1. Поняття та класифікація паралельних обчислювальних систем (ПОС). Класифікація ПОС за Флінном. Багатопроцесорні та багатокомп'ютерні системи.

Поняття паралельної обчислювальної системи (ПОС). Парадигми ПОС: одночасне виконання однієї або множини команд на однією та множиною областями пам'яті. Поняття багатопроцесорної та багатокомп'ютерної системи.

14.2. Принципи побудови ПОС зі спільною і розподіленою пам'яттю. Типи топологій комунікаційного зв'язку.

Поняття спільної та розподіленої пам'яті. Типи топологій зв'язку: кільце, решітка, зірка, повнозв'язаний граф, гіперкуб. Основні характеристики топології та їх розрахунок.

Тема 15. Послідовна та паралельні моделі програмування. Паралельні моделі програмування: паралелізм задач та паралелізм даних. Базові етапи розроблення паралельної програми (алгоритму).

Багатопотокові програми

15.1. Послідовна та паралельні моделі програмування. Паралельні моделі програмування: паралелізм задач та паралелізм даних.

Послідовна та паралельні моделі програмування.

15.2. Базові етапи розроблення паралельної програми (алгоритму). Багатопотокові програми.

Етапи розроблення паралельної програми: визначення глобальних та локальних змінних. Парадигма передачі повідомлень між фрагментами програми та результатами. Багатопоточність як засіб реалізації паралельної програми.

Поняття процесу та потоку. Засоби обміну даними в ПОС: передача повідомлень у системах з розподіленою пам'яттю і спільні змінні у системах зі спільною пам'яттю.

Тема 16. Графові моделі виконання паралельних програм

16.1. Графові моделі виконання паралельних програм (операцій-операнди).

Поняття та представлення графа для виконання паралельної програми. Склад дій, що відбувається у вершинах графа. Склад дій, що відбуваються у дугах графу. Приклади застосування графової моделі при виконанні простих програм паралельних обчислень.

Тема 17. Технології та мови паралельного програмування

17.1. Особливості мов та технологій паралельного програмування як відображення парадигм на основі паралелізму даних та паралелізму завдань та використання спільної та розподіленої пам'яті.

Принципи побудови паралельних методів та алгоритмів: декомпозиція завдання на підзавдання; виокремлення інформаційних залежностей між підзавданнями; масштабування підзавдань; розподіл підзавдань між процесорами системи. Поняття паралелізму даних та паралелізму завдань як технології роботи зі спільною та розподіленою пам'яттю.

Тема 18. Основи технології OpenMP при розпаралелювальні програм

18.1. OpenMP - технологія паралелізму для виконання багатопотокових застосунків у системах із загальною пам'яттю.

Принципи організації виконання OpenMP-програми. Модель Fork and Join. Модель пам'яті.

Тема 19. Програмні особливості розроблення OpenMP-програми

19.1. Директиви, класи змінних OpenMP.

Основні поняття: директиви та клаузи. Поняття структурного блоку. Компіляція OpenMP-програм. Змінні оточення, які керують виконанням OpenMP-програм. Визначення загальних і локальних змінних, сумісна обробка локальних змінних (операція редукції).

19.2. Директиви для визначення паралельної області.

Директиви для розподілу обчислень всередині паралельної області: директиви for, sections, single. Розпаралелювання за циклами та за секціями. Засоби синхронізації, методи управління кількістю потоків в OpenMP.

Тема 20. Технологія (стандарт) розпаралелювальння на основі інтерфейсу передачі повідомлень MPI

20.1. Основні принципи роботи MPI.

Парні (point-to-point) операції між двома процесами і колективні (collective) комунікаційні дії для одночасної взаємодії декількох процесів. Поняття структури паралельної програми, операцій ініціалізації та завершення MPI-програми.

20.2. Основні функції MPI для підтримки передачі повідомлень.

Області зв'язку та комунікатори. Функції MPI підтримки двосторонніх та колективних операцій. Організація двосторонніх (точкових) взаємодій. Блокові паралельні алгоритми MPI. Призначення та склад колективних операцій передачі даних в MPI.

20.3. Функції підтримки виконання глобальних операцій в MPI.

Призначення та склад глобальних обчислювальних операцій над розподіленими даними; склад та призначення глобальних операцій редукції в MPI.

20.4. Управління комунікаторами.

Методи управління групами процесів і комунікаторами; операції щодо створення груп процесів та отримання інформації щодо груп процесів в MPI.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Бази даних у питаннях і відповідях : навчальний посібник / В. В. Чубук, Р. М. Чен, Л. А. Павленко та ін. – Х.: Вид. ХНЕУ, 2004. – 288 с.
2. Основи об'єктно-орієнтованого програмування : навчальний посібник / О. В. Щербаков, Ю. Е. Парфьонов, В. М. Федорченко. – Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2019. – 237 с. (<http://repository.hneu.edu.ua/handle/123456789/23847>)
3. Booch G. Object-Oriented Analysis and Design with Applications / G.Booch, R.A.Maksimchuk et. al. – Boston : Addison-Wesly, 2019. – 717 p.
4. Troelsen A. Pro C# 9 with .NET 5 : Foundational Principles and Practices in Programming / A. Troelsen, P. Japikse – Berkly : Apress, 2021. – 1353 p.
5. C# documentation [Electronic resource]. – Access mode: <https://docs.com/en-us/dotnet/csharp/>
6. C# Tutorial [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.tutorialspoint.com/csharp/index.htm>
7. Тарасов О. В. Використання мови SQL для роботи з сучасними системами керування базами даних / О. В. Тарасов, В. В. Федько, М. Ю. Лосєв. – Х. : Вид. ХНЕУ, 2013. – 348 с.
8. Тарасов О. В. Проектування баз даних : навч. посіб. / О. В. Тарасов, В. В. Федько, М. Ю. Лосєв. – Х. : Вид. ХНЕУ, 2011. – 200 с.
9. Лосєв М. Ю. Бази даних: навчально-практичний посібник для самостійної роботи студентів [Електронний ресурс] / М. Ю. Лосєв, В. В. Федько. – Х. : Вид. ХНЕУ, 2019. – 233 с.

10. Харів Н. О. Бази даних та інформаційні системи: навчальний посібник / Н. О. Харів. – Рівне : НУВГП, 2018. – 127 с.
11. Демиденко М. А. Введення в сучасні бази даних: навчальний посібник / М. А. Демиденко. – Д. : НТУ Дніпровська політехніка. –2020. – 138 с.
12. Трофименко О.Г. Організація баз даних : навч. посібник / О. Г. Трофименко, Ю. В. Прокоп, Н. І. Логінова, І. М. Копитчук. – Одеса : Фенікс, 2019. – 246 с.
13. Семеренко В. П. Технології паралельних обчислень : навчальний посібник / В. П. Семеренко. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 104 с.
14. Малашонок Г. І. Паралельні обчислення на розподіленій пам'яті: OpenMPI, Java, Math Partner : підручник. / Г. І. Малашонок., А. А. Сідько. – Київ : НаУКМА, 2020. – 266 с.
15. Минайленко Р. М. Паралельні та розподілені обчислення: навч. посіб. / Р. М. Минайленко. – Кропивницький : Видавець Лисенко В. Ф., 2021. – 153 с.
16. Луцків А.М. Паралельні та розподілені обчислення / А. М. Луцків, С. А. Луценко, В. В. Пасічник. – Львів : видавництво «Магнолія», 2015. – 566 с.
17. Коцовський В. М. Теорія паралельних обчислень : навч. посібник. / В. М. Коцовський. - Ужгород: ПП «АУТДОР-Шарк», 2021. - 188 с.
18. Малашонок Г. І. Паралельні обчислення на розподіленій пам'яті: OpenMPI, Java, Math Partner : підручник. / Г. І. Малашонок, А. А. Сідько. – Київ : НаУКМА, 2020. – 266 с.
19. MPI: A Message-Passing Interface Standard Version 3.1. - Метод доступу: <http://mpi-forum.org/docs/mpi-3.1/mpi31-report.pdf>.
20. OpenMP Application Program Interface Version 4.0, July 2013. - Метод доступу : <http://www.openmp.org/mp-documents/OpenMP4.0.0.pdf>.
21. Parallel Programming in MPI and OpenMP. – Метод доступу : <https://web.corral.tacc.utexas.edu/CompEdu/pdf/pcse/EijkhoutParallelProgramming.pdf>
22. Introduction to Parallel Programming with MPI and OpenMP. – Метод доступу : https://princetonuniversity.github.io/PUbootcamp/sessions/parallel-programming/Intro_PP_bootcamp_2018.pdf.

