

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

Кафедра комп'ютерних наук та інформаційних технологій (№ 302)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньо-професійної
програми



О. В. Прохоров

(підпис)

(ініціали та прізвище)

« 29 » _____ 08 _____ 2023 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОBOB'ЯЗКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Багатовимірні бази даних та сховища інформації

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 12 «Інформаційні технології»

(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 122 «Комп'ютерні науки»

(код та найменування спеціальності)

Освітня програма: «Комп'ютеризація обробки інформації та управління»

(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: другий (магістерський)

Харків 2023 рік

Розробник: Олександр ЛЕЩЕНКО, доц., к.т.н., проф.

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



(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри комп'ютерних наук та інформаційних технологій

(назва кафедри)

Протокол № 659/09 від « 29 » 08 2023 р.

Завідувач кафедри д.т.н., проф.

(науковий ступінь і вчене звання)



Олег ФЕДОРОВИЧ

(ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

| | | |
|---|--|--|
| Найменування показників | Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти | Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання) |
| Кількість кредитів: 5 | <p>Галузь знань: <u>12 «Інформаційні технології»</u> (шифр і найменування)</p> <p>Спеціальність: <u>122 «Комп'ютерні науки»</u> (код і найменування)</p> <p>Освітня програма: <u>«Комп'ютеризація обробки інформації та управління»</u> (найменування)</p> <p>Рівень вищої освіти: другий (<u>магістерський</u>)</p> | Обов'язкова |
| Кількість модулів: 1 | | Навчальний рік |
| Кількість змістових модулів: 2 | | 2023/2024 |
| Індивідуальне завдання: <u>РР «Розробка багатовимірних баз даних та сховищ інформації за обраною предметною областю»</u> | | Семестр |
| Загальна кількість годин: 64/150 | | 2-й |
| Кількість тижневих годин для денної форми навчання: - аудиторних – 4; - самостійної роботи студента – 5 | | Лекції ¹⁾ |
| | | 32 години. |
| | | Практичні, семінарські ¹⁾ |
| | | 0 годин |
| | | Лабораторні ¹⁾ |
| | 32 години | |
| | Самостійна робота | |
| | 86 годин | |
| | Вид контролю | |
| | модульний контроль, іспит | |

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: для денної форми навчання – 64/86.

¹⁾ Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину в залежності від розкладу занять.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення: викласти знання по організації та проектуванню сучасних багатовимірних баз даних та сховищ інформації для створення підсистем On-Line Analytical Processing (OLAP) в різних предметних областях та об'єктів управління.

Завдання: вивчення основ побудови багатовимірних баз даних та сховищ інформації, їх застосування для реалізації сховищ інформації та OLAP систем в різноманітних предметних областях.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні досягти таких **компетентностей:**

- здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК1);
- здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК2);
- здатність спілкуватися іноземною мовою (ЗК4);
- здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями (ЗК5);

- здатність генерувати нові ідеї (креативність) (ЗК7);
- здатність збирати, формалізувати, систематизувати і аналізувати потреби та вимоги до комп'ютерної системи, що розробляється, експлуатується чи супроводжується (СК3);
- здатність формалізувати предметну область певного проекту як складну систему з визначенням ключових елементів та зв'язків між ними, мети та критеріїв оцінки її функціонування у вигляді відповідної інформаційної моделі (СК4);
- здатність збирати і аналізувати дані (включно з великими), для забезпечення якості прийняття рішень (СК6);
- здатність розробляти, описувати, аналізувати та оптимізувати архітектурні рішення комп'ютерних систем різного призначення (СК7);
- здатність застосовувати існуючі і розробляти нові алгоритми розв'язування задач у галузі комп'ютерних наук: алгоритми розв'язання обчислювальних та логічних задач, алгоритми паралельних та розподілених обчислень, алгоритми аналітичної обробки й інтелектуального аналізу великих даних з оцінкою їх ефективності та складності (СК8);
- здатність розробляти та адмініструвати бази даних та знань, володіти сучасними теоріями та моделями даних та знань, методами їх інтерактивної та автоматизованої розробки, технологіями обробки та візуалізації (СК11);
- здатність оцінювати якість ІТ-проектів, комп'ютерних і програмних систем різного призначення, володіти методологіями, методами і технологіями забезпечення та вдосконалення якості ІТ-проектів, комп'ютерних та програмних систем на основі міжнародних стандартів оцінки якості програмного забезпечення інформаційних систем, моделей оцінки зрілості процесів розробки інформаційних та програмних систем (СК12);
- здатність самостійно виконувати проекти з розвитку комп'ютерних систем, які використовуються у аерокосмічній галузі та інших галузях з критичними технологіями (СК16);
- здатність виконувати науково-дослідні та проектні роботи з використанням хмарних технологій, інтелектуальних систем, баз даних та знань, систем машинного навчання, інтелектуального аналізу даних, використання технологій IoT речей (СК17).

Програмні результати навчання:

- розробляти математичні моделі та методи аналізу даних (включно з великим). Розробляти алгоритмічне та програмне забезпечення для аналізу даних (включно з великими) (РН1);
- мати спеціалізовані уміння/навички розв'язання проблем комп'ютерних наук, необхідні для проведення досліджень та/або провадження інноваційної діяльності з метою розвитку нових знань та процедур (РН2);
- розробляти концептуальну модель інформаційної або комп'ютерної системи. Розробляти та застосовувати математичні методи для аналізу інформаційних моделей (РН4);
- оцінювати результати діяльності команд та колективів у сфері інформаційних технологій, забезпечувати ефективність їх діяльності (РН9);
- виявляти потреби потенційних замовників щодо автоматизації обробки інформації.
- управляти робочими процесами у сфері інформаційних технологій, які є складними, непередбачуваними та потребують нових стратегічних підходів (РН13);
- виконувати дослідження у сфері комп'ютерних наук. Виконувати виконання проектних робіт зі створенням комп'ютерних систем для інтелектуального управління складними об'єктами у реальному часі (аерокосмічна галузь, галузі, які пов'язані з критичними технологіями) (РН15).

Міждисциплінарні зв'язки: дисципліна «Багатовимірні бази даних та сховища інформації» базується на наступних дисциплінах, які були вивчені студентами:

- Інтегровані АСУ (ОК1);
- Інформаційні технології логістичного управління (ОК2);
- Інформаційні технології корпоративного управління та стратегічного менеджменту (ОК3);
- Технічна іноземна мова (ВК1).

Даний курс зв'язаний з дисциплінами, досліджуваними студентами у наступному:

- Переддипломна практика (ОК8);
- Кваліфікаційна робота (ОК1).

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовий модуль 1. Сховище даних

Тема 1. Вступ до навчальної дисципліни

Розглядаються предмет, задачі та структура курсу. Зв'язок курсу з іншими дисциплінами спеціальності 122 «Комп'ютерні науки». Список рекомендованої літератури. Основні тенденції розвитку багатовимірних баз даних і сховищ інформації.

Тема 2. Концепція систем складування даних і сховищ даних. Типові архітектури сховищ даних

Розглядається концепція систем складування даних і сховищ даних (СД), основні причини її виникнення та сфери застосування. Основні поняття.

Типові архітектури сховищ даних. Підходи в організації робіт зі створення сховища даних. Типові програмно-апаратні рішення (технологічні рішення). Області застосування технології сховищ даних. Корпоративні інформаційні фабрики. Сховища даних з архітектурою шини даних. Об'єднане (федеративний) СД.

Тема 3. Створення сховища даних

Типовий проект створення сховища даних. Цілі і завдання кожного етапу створення сховища даних. Типова бізнес-модель процесу проектування реляційного сховища даних. Основні етапи проектування реляційного сховища даних. Основні завдання етапу збору та аналізу вхідних даних для проектування сховища даних.

Тема 4. Системи бізнес-аналітики

Поняття систем ділової обізнаності, або систем бізнес-аналітики (Business Intelligence Systems, BI). Основні вимоги та архітектурні особливості BI систем. Забезпечення інформаційної безпеки систем, проблеми їх створення і можливі шляхи вирішення цих проблем. Місце сховища даних при розробці систем бізнес-аналітики.

Тема 5. Визначення предметної області для сховищ даних

Розглядаються визначення предметної області для сховищ даних, метод моделювання "сутність-зв'язок", сутностей моделі "сутність-зв'язок", наводяться приклади побудови діаграм "сутність-зв'язок".

Запитання логічного моделювання темпоральних (часових) даних предметної області. Основні підходи до подання часу в об'єктах моделі предметної області.

Основи методу даних для СД. Основні елементи і поняття методу.

Формування фізичної моделі сховища даних. Об'єкти фізичної бази даних. Алгоритм формування фізичної моделі сховища даних з логічної моделі на прикладі схеми "зірка".

Визначення метаданих для сховища даних. Функції метаданих у сховищах даних. Класифікація метаданих для сховищ даних.

Тема 6. Проектування сховища даних

Загальні принципи організації процесу вилучення, перетворення і завантаження даних (Extract, Transform, Load, ETL) для СД. Класифікація систем - джерел даних. Деякі методи вилучення даних. Методика проектування-процесів з використанням CASE-інструментів.

Проектування сховища даних на основі організації (корпоративної моделі даних). На прикладі розбирається методика такого проектування.

Метод моделювання сховищ даних "Звід даних". Основні поняття методу, приклади побудови логічних моделей для "Зведення даних".

Фізична модель сховища даних: облік впливу транзакцій, денормалізація таблиць.

Розглядаються питання проектування для забезпечення необхідного рівня продуктивності фізичної структури сховища даних на основі СУБД-орієнтованих засобів: індексів, секцій, кластерів.

Розглядається розширення діалектів SQL промислових СКБД для агрегації і підсумовування даних у сховищах даних, наводяться приклади роботи зі схемою "зірка". Розбираються приклади використання розширення оператора SELECT для агрегації даних в СД.

Розглядається розширення діалектів SQL промислових СКБД для аналітичної обробки даних у сховищах даних.

Настройка продуктивності запитів до сховища даних.

Модульний контроль.

Змістовий модуль 2. On-Line Analytical Processing системи

Тема 7. Введення в основи On-Line Analytical Processing

Структура On-Line Analytical Processing (OLAP) куба (гіперкуба). Виміри. Ієрархія вимірювань OLAP-кубів. Операції, що виконуються над гіперкубом. Зріз, обертання, консолідація і деталізація. Схема даних для сховища. Таблиця фактів. Основні типи фактів. Таблиці вимірювань. Архітектура OLAP-систем.

Тема 8. Клієнтські, серверні OLAP-засоби

Продукти для OLAP і бізнес-аналізу. Три основних способи реалізації багатовимірної моделі - MOLAP, ROLAP та HOLAP.

Тема 9. Вимірювання багатовимірних баз даних

Ключові поняття багатовимірних виразів. Вимірювання бази даних. Атрибут вимірювання. Елемент. Мера. Вимірювання заходів. Група заходів. Ключовий атрибут виміру бази даних. Атрибут гранулярності. Вимірювання куба. Інші елементи. Ієрархія атрибута. Зв'язок атрибутів. Властивість елемента. Осередок куба. Простір куба. Вкладений куб. Кортєжі. Набори. Основні поняття про запити багатовимірних виразів. Синтаксис базової інструкції SELECT, з використанням пропозицій SELECT, FROM та WHERE. Основні поняття про сценарії багатовимірних виразів.

Інструментальні засоби DeepSee Caché для створення, управління і роботи з OLAP-кубами.

Тема 10. Заклучна лекція

Перспективи розвитку сучасних багатовимірних баз даних і сховищ інформації.

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. | |
| Модуль 1 | | | | | | |
| Змістовий модуль 1. Сховище даних | | | | | | |
| Тема 1. Вступ до навчальної дисципліни | 2 | 2 | - | - | - | - |
| Тема 2. Концепція систем складування даних і сховищ даних. Типові архітектури сховищ даних | 8 | 2 | - | - | - | 6 |
| Тема 3. Створення сховища даних. | 12 | 2 | - | 4 | - | 6 |
| Тема 4. Системи бізнес-аналітики | 13 | 3 | - | 4 | - | 6 |
| Тема 5. Визначення предметної області для сховищ даних. | 12 | 2 | - | 4 | - | 6 |
| Тема 6. Проектування сховища даних | 13 | 3 | - | 4 | - | 6 |
| Модульний контроль | 2 | 2 | - | - | - | - |

| Назви змістових модулів і тем | Кількість годин | | | | | |
|---|-----------------|--------------|----------|-----------|----------|-----------|
| | денна форма | | | | | |
| | усього | у тому числі | | | | |
| л | | п | лаб | інд | с.р. | |
| Разом за змістовним модулем 1 | 62 | 16 | 0 | 16 | 0 | 30 |
| Модуль 2 | | | | | | |
| Змістовий модуль 2. On-Line Analytical Processing системи | | | | | | |
| Тема 7. Введення в основи OLAP. | 18 | 4 | - | 4 | - | 10 |
| Тема 8. Клієнтські, серверні OLAP-засоби | 18 | 4 | - | 4 | - | 10 |
| Тема 9. Вимірювання багатовимірних баз даних | 28 | 4 | - | 8 | - | 16 |
| Тема 10. Заключна лекція. | 2 | 2 | - | - | - | - |
| Модульний контроль | 2 | 2 | - | - | - | - |
| Разом за змістовним модулем 2 | 68 | 16 | 0 | 16 | 0 | 36 |
| Виконання розрахункової роботи на тему «Розробка багатовимірних сховищ даних за обраною предметною областю» | 20 | - | - | - | - | 20 |
| Усього годин з дисципліни | 150 | 32 | 0 | 32 | 0 | 86 |

5. Теми семінарських занять

| № з/п | Назва теми | Кількість годин |
|-------|----------------------------------|-----------------|
| 1 | Не передбачено навчальним планом | |

6. Теми практичних занять

| № з/п | Назва теми | Кількість годин |
|-------|----------------------------------|-----------------|
| 1 | Не передбачено навчальним планом | |

7. Теми лабораторних занять

| № з/п | Назва теми | Кількість годин |
|-------|--|-----------------|
| 1 | Аналіз можливостей архітектури і інструментів DeepSee для реалізації сховищ даних. Зведені таблиці і Аналайзер | 4 |
| 2 | Створення Панелей та Додавання табличних віджетів. Створення Облікової картки та індикаторів. Впровадження в додаток | 4 |
| 3 | Моделювання Кубів та Предметних областей | 4 |
| 4 | Способи Оновлення Кубів | 4 |
| 5 | Створення та налагодження KPI. Установка фільтрів в KPI. Призначені для користувача дії (Actions) | 4 |
| 6 | Налаштування Безпеки в проєкті DeepSee. Експорт і Імпорт проєкту DeepSee | 4 |
| 7 | Створення класу DATACconnector для деталізації Куба | 4 |
| 8 | Використання технологій Cache для розробки багатовимірних сховищ даних за обраною предметною областю | 4 |

| № з/п | Назва теми | Кількість годин |
|-------|------------|-----------------|
| | Разом | 32 |

8. Самостійна робота

| № з/п | Назва теми | Кількість годин |
|-------|---|-----------------|
| 1. | Тема 1. Основні тенденції розвитку багатовимірних баз даних і сховищ інформації. | 8 |
| 2. | Тема 3. Основні завдання етапу збору та аналізу вхідних даних для проектування сховища даних | 8 |
| 3. | Тема 4. Забезпечення інформаційної безпеки систем, проблеми їх створення і можливі шляхи вирішення цих проблем. Місце сховища даних при розробці систем бізнес-аналітики. | 8 |
| 4. | Тема 5. Визначення метаданих для сховища даних. Функції метаданих у сховищах даних. Класифікація метаданих для сховищ даних. | 8 |
| 5. | Тема 6. Основні поняття методу, приклади побудови логічних моделей для "Зведення даних". | 8 |
| 6. | Тема 7. Архітектура OLAP-систем. | 8 |
| 7. | Тема 8. Три основних способи реалізації багатовимірної моделі - MOLAP, ROLAP та HOLAP. | 9 |
| 8. | Тема 9. Основні поняття про запити багатовимірних виразів. Синтаксис базової інструкції SELECT, з використанням пропозицій SELECT, FROM та WHERE. Основні поняття про сценарії багатовимірних виразів. | 9 |
| 9. | Виконання розрахункової роботи на тему «Розробка багатовимірних сховищ даних за обраною предметною областю» | 20 |
| | Разом | 86 |

9. Індивідуальні завдання

1. Виконання розрахункової роботи на тему «Розробка багатовимірних сховищ даних за обраною предметною областю».

10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, лабораторних занять, індивідуальні консультації (при необхідності), самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники) та іншими матеріалами, в тому числі електронними.

11. Методи контролю

Проведення поточного контролю, письмового модульного контролю, фінальний контроль у вигляді іспиту.

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

12.1. Розподіл балів, які отримують студенти (кількісні критерії оцінювання)

| Складові навчальної роботи | Бали за одне заняття (задовільно ... відмінно) | Кількість занять | Сумарна кількість балів |
|---------------------------------------|--|------------------|-------------------------|
| Змістовний модуль 1 | | | |
| Виконання і захист лабораторних робіт | 5...8 | 4 | 20...32 |
| Модульний контроль | 6...10 | 1 | 6...10 |
| Змістовний модуль 2 | | | |
| Виконання і захист лабораторних робіт | 5...8 | 4 | 20...32 |
| Модульний контроль | 6...10 | 1 | 6...10 |
| Виконання і захист РР | 8...16 | 1 | 8...16 |
| Усього за семестр | | | 60...100 |

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту. Під час складання семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Допуск студента до іспиту здійснюється за умови, що здані всі (8 л.р.) лабораторні роботи на «Задовільно» (по 5 балів) і здано домашнє завдання (РР) на «Задовільно» (8 балів) (8 л.р. * 5 б. = 40 б. + 8 б. = 48 б.).

Білет для іспиту складається з 2 теоретичних запитань та практичного запитання. За повну правильну відповідь на два перших запитання студент отримує по 30 балів. За повну правильну відповідь на останнє запитання – 40 балів.

12.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

- принципи побудови, основні елементи багатовимірних сховищ даних;
- основні поняття й визначення багатовимірних сховищ даних;
- архітектуру, характеристики, режими функціонування й управління, структуру й склад багатовимірних сховищ даних;
- типи й структури даних багатовимірних сховищ даних;
- принципи організації багатовимірних сховищ даних.

Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки:

- практично використовувати методологію системного підходу при проектуванні структур багатовимірних сховищ даних;
- практично володіти методологічною основою при створенні підсистем багатовимірних сховищ даних для різних предметних областей і об'єктів управління.

12.3. Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Задовільно (60-74). Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі лабораторні роботи. Вміти самостійно виконати синтез інформаційної структури предметної області. Знати основні моделі даних та їх реалізацію. Виконати та захистити індивідуальне завдання по розробці багатовимірних сховищ даних за обраною предметною середою.

Добре (75-89). Твердо знати мінімум знань, виконати усі завдання. Показати вміння виконувати та захищати всі лабораторні роботи в обумовлений викладачем строк з обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах. Вміти самостійно виконати синтез інформаційної структури предметної області. Знати моделі даних та їх реалізацію. Знати операції реляційної алгебри та можливість використання для розробки запитів. Виконати та захистити індивідуальне завдання по розробці багатовимірних сховищ даних за обраною предметною середою.

Відмінно (90-100). Повно знати основний та додатковий матеріал. Знати усі теми. Орієнтуватися у підручниках та посібниках. Досконально знати усі технології, які використовуються при проектуванні структур багатовимірних сховищ даних. Вміти моделювати складні багатовимірних сховищ даних. та будувати їх в середовищі DeepSee InterSystems Caché. Безпомилково виконувати та захищати всі лабораторні роботи в обумовлений викладачем строк з докладним обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах. Виконати та успішно захистити індивідуальне завдання по розробці багатовимірних сховищ даних за обраною предметною середою в обумовлений викладачем строк.

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. Лещенко, О. Б. Застосування технології DeepSee InterSystems для побудови багатовимірних баз даних і сховищ інформації : навч. посіб. до лаб. практикуму / О. Б. Лещенко, Ю. О. Лещенко ; М-во освіти і науки України, Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харків. авіац. ін-т". - Харків. - Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харків. авіац. ін-т", 2021. – 66 с.

2. Лещенко, О. Б. Розроблення об'єктно-реляційних баз даних і знань на основі технології InterSystems Caché [Текст]: Методичні вказівки до лабораторних робіт / О. Б. Лещенко, Ю. О. Лещенко, Т. М. Соляник. – Х. : Нац. аерокосмічний ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2017. – 96 с.

3. Лещенко, О. Б. Використання компонентної технології ZEN для створення інформаційних систем [Текст] : навч. посібник до лаб. практикуму / О. Б. Лещенко, Ю. О. Лещенко. – Х. : Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2009. – 55 с.

4. Лещенко, О. Б. Адміністрування постріляційних баз даних інформаційних керувальних систем : навч. посіб. / О. Б. Лещенко, Ю. О. Лещенко. - Харків. - Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харків. авіац. ін-т", 2023. - 60 с. - https://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Leshenko_Administrivanna.pdf

5. Сайт дистанційного навчання університету «Ментор» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=5931>

14. Рекомендована література

Базова

1. Botros, S. High Performance MySQL: Proven Strategies for Operating at Scale [Text] / S. Botros, J. Tinley. – 4th Edition. – O'Reilly Media, 2021. – 388 p.

2. Rockoff, L. The Language of SQL [Text] / L. Rockoff. – 3rd Edition. – Addison-Wesley Professional, 2021. – 272 p.

3. Stephens, R. SQL in 24 Hours, Sams Teach Yourself [Text] / R. Stephens. – 7th Edition. – Sams Publishing, 2021. – 624 p.

4. Zhao, A. SQL Pocket Guide: A Guide to SQL Usage [Text] / A. Zhao. – 4th Edition. – O'Reilly Media, 2021. – 356 p.

5. Пасічник, В. В. Організація баз даних та знань [Текст] / В. В. Пасічник, В. А. Резніченко. – К. : Видавнича група BHV, 2006. – 384 с.

6. Пасічник, В. В. Системи баз даних та знань [Текст]. Книга 1. Підр. / В. В. Пасічник. – Київ : ”Патерик”, 2017. – 440 с.
7. Пасічник, В. В. Системи баз даних та знань [Текст]. Книга 2. Підр. / В. В. Пасічник. – Київ : ”Патерик”, 2017. – 584 с.
8. Лещенко, О. Б. Розробка об'єктно-орієнтованих баз даних та знань на основі постріляційної технології Caché [Текст]: навч. посібник з лаб. практикуму / О. Б. Лещенко, А. А. Антонов. - Х.: Нац. аерокосм. ун-т «Харків. авіац. ін-т», 2006. - 78 с.
9. Лещенко, А. Б. Забезпечення цілісності та надійності у постріляційних базах даних інформаційних керуючих систем [Текст]: навчальний посібник з лабораторного практикуму / О. Б. Лещенко, Ю. О. Лещенко, А. Н. Анікін. - Х.: ФОП «Лісенко І. Б.», 2019. - 64 с.

Допоміжна

10. Date, C. J. Introduction to Database Systems [Text] / C. J. Date, A. Kannan, S. Swamynathan. - 8th Edition. - Pearson Education, 2006. - 968 с.
11. Ozkarahan, E. Database Machines and Database Management [Text] / E. Ozkarahan. - First Edition. – Canada : Pearson Education, 1986. – 636 p.
12. Нікольський, Ю. В. Аналіз даних та знань. [Текст] / Ю.В. Нікольський, В.В. Пасічник. – Київ : ”Патерик”, 2017. – 280 с.
13. Гайдаржи, В. І. Об'єктно-реляційна СУБД Caché. Багатовимірний сервер даних і способи реалізації бізнес логіки засобами вбудованої мови Caché ObjectScript [Текст] : навч. посібн. / В. І. Гайдаржи, І. Ю. Михайлова. – К. : Освіта України, 2015. – 312 с.
14. Михайлова, І. Ю. Об'єктно-реляційна СУБД Caché. Засоби створення віконних застосувань мовами C#, Java, Delphi та Python [Текст] : навч. посібн. / І. Ю. Михайлова, В. І. Гайдаржи. – К. : Освіта України, 2016. – 406 с.
15. Берко, А. Ю. Системи баз даних та знань. Книга 2. Системи управління базами даних та знань [Текст]: навч. посібник / О. Ю. Берко, О. М. Верес, В. В. Пасічник. – Львів: Магнолія-2006, 2012. – 584 с.

15. Інформаційні ресурси

1. Erwin Data Modeler. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://erwin.com/products/erwin-data-modeler/>
2. Erwin DM NoSQL. Data modeling for NoSQL databases [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.sandhill.co.uk/products/erwin-dm-nosql/>
3. Документація по продуктах InterSystems Caché [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://docs.intersystems.com/latest/csp/docbook/DocBook.UI.Page.cls>
4. Документація по інсталяції InterSystems Caché [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://docs.intersystems.com/latest/csp/docbook/DocBook.UI.Page.cls?KEY=GCI>
5. Документація по технології Caché Zen [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://docs.intersystems.com/latest/csp/docbook/DocBook.UI.Page.cls?KEY=GZEN>
6. Документація по мові програмування Caché ObjectScript [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://docs.intersystems.com/latest/csp/docbook/DocBook.UI.Page.cls?KEY=RCOS>
7. Документація по Caché SQL [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://docs.intersystems.com/latest/csp/docbook/DocBook.UI.Page.cls?KEY=RSQL>.
8. InterSystems Named a Challenger in Gartner Magic Quadrant for Cloud Database Management Systems [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.intersystems.com/gartner-magic-quadrant-cdbms/>
9. Адаптер для роботи з блокчейном Ethereum для платформи даних InterSystems IRIS [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://writeimagejournal.com/?p=2463>.
10. MonCaché – реалізація MongoDB API з урахуванням InterSystems Caché [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://writeimagejournal.com/?p=2013>.
11. InterSystems Caché та технології NoSQL [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://writeimagejournal.com/?p=1445>.

12. Індексція неатомарних атрибутів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://writeimagejournal.com/?p=1386>.
13. Вітмар-індекси у Caché на глобалах [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://writeimagejournal.com/?p=1373>
14. Побудова RESTful web API у Caché [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://writeimagejournal.com/?p=1469>.
15. Сайт науково-технічної бібліотеки університету [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://library.khai.edu>.