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

ЗАТВЕРДЖЕНО
На засіданні кафедри
економічної кібернетики і
системного аналізу
Протокол № 1 від 22.08.2023 р.

ПОГОДЖЕНО
Проректор з навчально-методичної роботи

Каріна НЕМАШКАЛО

БАЗИ ДАНИХ
робоча програма навчальної дисципліни (РПНД)

Галузь знань	**12 «Інформаційні технології»**
Спеціальність	**124 «Системний аналіз»**
Освітній рівень	**перший (бакалаврський)**
Освітня програма	**Управління складними системами**

Статус дисципліни	**обов'язкова**
Мова викладання, навчання та оцінювання	**українська**

Розробник:
к.е.н., доцент — Роман ЯЦЕНКО

Завідувач кафедри
економічної кібернетики
і системного аналізу — Лідія ГУР'ЯНОВА

Гарант програми — Оксана ПАНАСЕНКО

Харків
2024

ВСТУП

Навчальна дисципліна «Бази даних» є важливою складовою для спеціальності 124 "Системний аналіз" у сучасному інформаційному суспільстві. опанування цієї дисципліни дозволяє майбутнім системним аналітикам ефективно працювати з великими об'ємами даних, вдосконалювати та оптимізувати інформаційні системи. Розуміння принципів створення, управління та оптимізації баз даних надає фахівцям можливість ефективно моделювати бізнес-процеси, виявляти та аналізувати взаємозв'язки в даних, а також вдосконалювати роботу інформаційних систем для досягнення стратегічних цілей організацій. У контексті швидкозмінюваного технологічного середовища, де дані відіграють ключову роль у прийнятті рішень, розуміння баз даних стає необхідним елементом компетенції системних аналітиків.

Програма вивчення обов’язкової навчальної дисципліни «Бази даних» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалавра зі спеціальності 124 «Системний аналіз», освітньої програми «Управління складними системами».

Метою навчальної дисципліни «Бази даних» є формування системи теоретичних і практичних знань із застосування, проєктування та адміністрування баз даних в управлінні підприємствами.

Предметом вивчення навчальної дисципліни є внутрішня і зовнішня інформація підприємства, що використовується для зберігання в базах даних з метою подальшої її обробки.

Основним завданням вивчення дисципліни «Бази даних» є вивчення побудови і функціонування баз даних на підприємствах, етапів їх проєктування, сучасних підходів до їх адміністрування і супроводження.

Результати навчання та компетентності, які формує навчальна дисципліна визначено в табл. 1.

Таблиця 1

Результати навчання та компетентності, які формує навчальна дисципліна

Результати навчання	**Компетентності, якими повинен оволодіти здобувач освіти**
РН11	К31
РН13	КФ7

де К31. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу

КФ7. Здатність використовувати сучасні інформаційні технології для комп’ютерної реалізації математичних моделей та прогнозування поведінки конкретних систем а саме: об’єктно-орієнтований підхід при проектуванні складних систем різної природи, прикладні математичні пакети, застосування баз даних і знань

РН11. Знати і вміти застосовувати на практиці системи управління базами даних і знань та інформаційні системи

РН13.Проектувати, реалізовувати, тестувати, впроваджувати, супроводжувати, експлуатувати програмні засоби роботи з даними і знаннями в комп’ютерних системах і мережах

ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Змістовий модуль 1. Теоретичні основи та мова SQL в реляційних БД

Тема 1. Еволюція пристроїв зовнішньої пам'яті й програмних систем управління даними

1.1. Основні поняття та способи подання даних.

Мета та завдання дисципліни. Основні поняття: інформація, дані, знання, база даних, система управління базами даних. Способи подання даних. Довільний текст. Граф взаємовідносин. Матриця взаємовідносин. Таблиця фактів. Приклад бази даних.

1.2. Пристрої зовнішньої пам’яті.

Поняття інформаційної системи. Пристрої зовнішньої пам'яті. Магнітні стрічки та барабани. Вимоги до пристроїв зовнішньої пам’яті. Магнітні диски.

1.3. Файлові системи.

Поняття файлової системи. Структури файлів. Логічна структура файлових систем та іменування файлів. Авторизація доступу до файлів. Синхронізація багатокористувацького доступу. Області розумного застосування файлів.

1.4. Класифікація БД.

Класифікація за моделлю даних. Класифікація за середовищем постійного зберігання. Класифікація за вмістом. Класифікація за ступенем розподіленості.

1.5. Історія розвитку СУБД.

Поетапна історія розвитку СУБД. Структура та функції СУБД.

Тема 2. Вступ в реляційну модель даних

2.1. Логічні моделі даних.

Поняття і види моделей даних. Ієрархічна та мережна логічні моделі даних.

2.2. Базові поняття реляційної моделі даних.

Структурна, цілісна та маніпуляційна частина реляційної моделі даних. Тип даних. Домен. Заголовок відношення, кортеж, тіло відношення, значення відношення, змінна відношення.

2.3. Цілісна частина реляційної моделі.

Відсутність кортежів-дублікатів, первинний і можливі ключі відношення. Відсутність упорядкованості кортежів. Відсутність упорядкованості атрибутів. Первинний ключ і інтуїтивна інтерпретація реляційних понять. Цілісна частина реляційної моделі. Цілісність сутності і посилань. Види зв’язків.

2.4. Маніпуляційна частина реляційної моделі.

Положення реляційної алгебри та реляційного обчислення.

2.5. Традиційні операції.

Операції об'єднання, перетину, взяття різниці. Сумісність за об'єднанням. Операція розширеного декартового добутку і сумісність відношень за цією операцією.

2.6. Спеціальні реляційні операції.

Операція обмеження. Операція взяття проекції. Операція з'єднання відношень. Операція ділення відношень.

2.7. Властивості операцій реляційної алгебри.

Властивості операцій реляційної алгебри й обмеження їх виконання. Пріоритети операцій. Переваги та недоліки реляційної алгебри.

Тема 3. Мова баз даних SQL: загальний вступ і опис даних

3.1. Історія та структура мови SQL.

Коротка історія мови SQL. Стандарти SQL. Структура мови SQL.

3.3. Загальна структура оператора вибірки SELECT.

Загальна структура оператора вибірки в мові SQL. Семантика оператора вибірки. Посилання на таблиці розділу FROM.

Тема 4. Вибірка даних з пов’язаних таблиць

4.1. Предикати порівняння.

Предикат порівняння. Приклади запитів з використанням предиката порівняння. Предикат between. Приклади запитів з використанням предиката between.

4.2. Предикати подоби.

Предикат null. Приклади запитів з використанням предиката null. Предикат in. Приклади запитів з використанням предиката in. Предикат like. Приклади запитів з використанням предиката like.

4.3. Конструкції оператору вибірки з таблицями, що з’єднуються.

З’єднані таблиці, їх формальне визначення. Приклади з’єднань різного виду. Приклади запитів з використанням з’єднаних таблиць.

Тема 5. Засоби маніпулювання даними SQL

5.1. Оператор вставки даних INSERT.

Оператор INSERT для вставки рядків в існуючі таблиці. Вставка рядків зазначеної таблиці. Вставка явно заданого набору рядків. Вставка рядків результату запиту.

5.2. Оператор модифікації існуючих даних UPDATE.

Оператор UPDATE для модифікації існуючих рядків в існуючих таблицях.

5.3. Оператор DELETE для видалення даних.

Оператор DELETE для видалення рядків в існуючих таблицях.

5.4. Подання без/з можливістю зміни даних.

Неіснуючі таблиці, або подання (VIEW).

Подання, над якими можливі операції оновлення. Критерії застосовності операцій оновлення. Правила функціональних залежностей.

5.5. Управління транзакціями.

Управління транзакціями в SQL. ACID-транзакція. Породження транзакцій. Установка характеристик транзакції. Явна ініціація транзакції. Рівні ізоляції SQL-транзакції. Завершення транзакцій. Транзакції та обмеження цілісності. Точки збереження.

Тема 6. Стандартні функції SQL

6.1. Стандартні функції.

Типи функцій в SQL. Загальні засади використання функцій. Символьні, числові та функції типу "дата". Функції перетворення даних та їх вкористання.

6.2. Скалярні вирази.

Загальні синтаксичні правила побудови скалярних виразів. Числові вирази. Вирази, значеннями яких є символьні або бітові рядки. Вирази дати-часу. Булевські вирази. Вирази з перемикачем.

Тема 7. Групування в запитах на вибірку даних

7.1. Агрегатні функції.

Конструкція GROUP BY. Семантика агрегатних функцій. Результати запитів і агрегатні функції. Групування за декількома умовами.

7.2. Групування й умови розділу HAVING.

Логічні вирази розділу HAVING. Предикати порівняння. Предикат between. Предикат null. Предикат in. Предикат like. Предикат exists. Предикат unique. Предикати порівняння з квантором. Предикат distinct.

Тема 8. Віконні функції та підзапити в мові SQL

8.1. Підзапити.

Використання та синтаксисипідзапитів. Вказівки до використання. Загальна схема обробки підзапитів. Однорядкові підзапити. Використання групових функцій. Багаторядкові підзапити.

8.2. Предикати існування та унікальності.

Предикат exists. Приклади запитів з використанням предиката exists. Предикат unique. Приклади запитів з використанням предиката unique. Предикат overlaps. Приклади запитів з використанням предиката overlaps.

8.3. Предикати розширеного порівняння.

Предикат порівняння з квантором. Приклади запитів з використанням предиката порівняння з квантором. Предикат match. Приклади запитів з використанням предиката match. Предикат distinct. Приклади запитів з використанням предиката distinct.

8.4. Віконні функції

Синтаксис та приклади застосування віконних функцій.

Змістовий модуль 2. Методологія проектування реляційних БД і СД

Тема 9. Проектування БД. Концептуальне проектування

9.1. Підходи до проектування БД.

Висхідний підхід до проектування. Низхідний підхід до проектування. Інші підходи до проектування.

9.2. Моделювання даних.

Фундаментальні інформаційні об’єкти. Призначення моделювання даних. Засоби стандартизації. Критерії оцінки моделі даних.

9.3. Етапи проектування бази даних.

Концептуальне проектування БД. Логічне проектування БД. Метод нормалізації. Відмінності концептуального і логічного етапів від фізичного етапу.

9.4. Концептуальне проектування.

Загальний огляд етапів концептуального проектування бази даних. Розгляд прикладу для проектування.

9.5. Семантична модель "Сутність ─ Зв’язок".

Базові поняття ER-моделей. Первинний ключ. Сутність (об’єкт). Зв’язок "один-до-одного". Зв’язок "один-до-багатьох". Зв’язок "багато-до-багатьох". Слабка сутність. Бінарні й тернарні зв’язки. Приклади ER-моделей.

Тема 10. Логічне проектування БД на основі принципів нормалізації

10.1. Проблеми проектування БД.

Проблеми логічного та фізичного проектування БД. Метод нормалізації. Аномалії баз даних: аномалії вставки, оновлення, видалення. Причини аномалій.

10.2. Функціональні залежності.

Поняття функціональних залежностей. Групи функціональних залежностей відношення. Тривіальна функціональна залежність. Замикання множини функціональних залежностей. Транзитивна функціональна залежність. Аксіоми У. Армстронга. Розширений набір правил К. Дейта. Мінімальна множина функціональних залежностей. Суперключ відношення.

10.3. Декомпозиція без втрат.

Декомпозиція без втрат і функціональні залежності. Коректні і некоректні декомпозиції відношень. Теорема І. Хіта. Діаграми функціональних залежностей.

10.4. Нормальні форми.

Нормальні форми відношень. Властивості нормальних форм. Перша нормальна форма.

10.5. Друга нормальна форма.

Аномалії оновлення через наявність немінімальних функціональних залежностей. Можлива декомпозиція. Друга нормальна форма.

10.6. Третя нормальна форма.

Аномалії оновлення через наявність транзитивних функціональних залежностей. Можлива декомпозиція. Третя нормальна форма. Незалежні проекції відносин. Теорема Й. Ріссанена.

10.7. Нормальна форма Бойса – Кодда.

Аномалії оновлення, пов'язані з наявністю можливих ключів, що перекриваються. Нормальна форма Бойса – Кодда. Доцільність нормальної форми Бойса – Кодда.

10.8. Четверта нормальна форма.

Аномалії оновлень при наявності багатозначних залежностей і можлива декомпозиція. Багатозначні залежності. Лема і теорема Р. Фейджина. Четверта нормальна форма.

10.9. П’ята нормальна форма.

N-декомпозиція відношень. Залежність проекції/з'єднання. Аномалії, що викликаються наявністю залежності проекції/з'єднання. Усунення аномалій оновлення в n-декомпозиції. П'ята нормальна форма.

10.10. Ефективність нормалізації.

Загальні висновки щодо процесу нормалізації. Порівняння ефективності нормалізації за різними критеріями.

Тема 11. Фізичне проектування та адміністративні засоби мови SQL

11.1. Визначення базових таблиць та їх обмежень.

Засоби визначення базових таблиць. Визначення базової таблиці. Визначення стовпця. Значення стовпця за замовчуванням. Обмеження цілісності стовпця. Визначення табличного обмеження. Табличне обмеження первинного або можливого ключа. Перевірочне табличне обмеження. Табличне обмеження зовнішнього ключа. Різновиди способів зіставлення значень зовнішнього і можливого ключів. Підтримка посилальної цілісності та дії за посиланнями. Приклади визначень базових таблиць.

11.2. Типи даних SQL в СУБД MySQL..

Точні числові типи. Наближені числові типи. Типи символьних рядків. Типи бітових рядків. Типи дати і часу. Типи часових інтервалів. Булевський тип.

11.3. Оператори зміни та видалення .

Зміна визначення базової таблиці. Додавання, зміна або видалення визначення стовпця. Приклади зміни визначення стовпця. Зміна набору табличних обмежень. Приклади зміни набору табличних обмежень. Скасування (знищення) базової таблиці.

11.4. Визначення та скасування загальних обмежень цілісності.

Засоби визначення та скасування загальних обмежень цілісності. Визначення загальних обмежень цілісності. Скасування визначення загального обмеження цілісності. Негайна і відкладена перевірка обмежень.

11.5. Підтримка авторизації доступу до даних.

Підтримка авторизації доступу до даних в мові SQL. Користувачі та ролі. Використання ідентифікаторів користувачів і імен ролей. Створення та ліквідація ролей. Передача привілеїв. Привілеї та подання. Передача ролей. Зміна поточних ідентифікаторів користувачів і імен ролей. Анулювання привілеїв і ролей.

Тема 12. Сховища даних та NoSQL бази даних

12.1. Сховища даних та їх призначення.

Визначення сховища даних та їх призначення. Загальні принципи СД. Основні етапи та правила побудови.

12.2. Архітектура сховищ даних.

Визначення архітектури сховищ даних. Компоненти архітектури. Особливості та фактори вибору архітектури. Узагальнена концептуальна схема архітектури сховища даних. Типові архітектури. Архітектура «Зірка».

12.3. Оперативний аналіз даних (OLAP).

Загальні визначення оперативного аналізу даних. Основа концепції OLAP. Загальні вимоги до OLAP-систем. Серверні та клієнтські OLAP-рішення.

12.4. Класифікація NoSQL СУБД.

Перелік лабораторних занять за навчальною дисципліною наведено в табл. 2.

Таблиця 2

Перелік лабораторних занять

Назва теми	**Зміст**
Тема 2.	Операції реляційної алгебри
Тема 3.	Вибірка даних
Тема 4.	Запити на об‘єднання таблиць. Запити на об‘єднання таблиць зі складними умовами
Тема 5.	Запити на групування даних
Тема 6.	Оновлення та видалення даних
Тема 7.	Використання в запитах функцій роботи з рядками, числами та датами
Тема 8.	Використання в запитах віконних функцій та підзапитів
Тема 9.	Концептуальне проектування БД у середовищі MySQL Workbench
Тема 10.	Логічне проектування БД і нормалізація
Тема 11.	Адміністрування БД засобами MySQL

Перелік самостійної роботи за навчальною дисципліною наведено в табл. 3.

Таблиця 3

Перелік самостійної роботи

Назва теми	**Зміст**
Тема 2.	Виконання індивідуальних завдань з операцій реляційної алгебри
Тема 3.	Виконання індивідуальних завдань з вибірки даних
Тема 4.	Виконання індивідуальних завдань щодо запитів на об‘єднання таблиць
Тема 5.	Виконання індивідуальних завдань щодо запитів на групування даних
Тема 6.	Виконання індивідуальних завдань щодо запитів на оновлення та видалення даних
Тема 7.	Виконання індивідуальних завдань щодо запитів з функціями роботи з рядками, числами та датами
Тема 8.	Виконання індивідуальних завдань щодо запитів з віконними функціями та підзапитами
Тема 9.	Виконання індивідуальних завдань з концептуального проектування БД
Тема 10.	Виконання індивідуальних завдань з логічного проектування БД
Тема 11.	Виконання індивідуальних завдань з фізичного проектування БД

Кількість годин лекційних і лабораторних занять та годин самостійної роботи наведено в робочому плані (технологічній карті) з навчальної дисципліни.

МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Дисципліна «Бази даних» використовує такі методи навчання:

В темах 1-8: проблемні лекції, міні-лекції. В темах 2-11 – лабораторні роботи. В темах 9-12 застосовуються такі методи навчання як дискусії. У разі здобуття освіти за дистанційною формою або за використання дистанційних технологій навчання – лекційні та лабораторні заняття проводяться в режимі он-лайн систем відео-конференц зв'язку: ZOOM та GoogleMeet.

Розподіл форм та методів активізації процесу навчання за темами навчальної дисципліни наведено у таблиці 4.

Таблиця 4

Розподіл методів навчання за темами навчальної дисципліни

Тема	Практичне застосування навчальних технологій
Тема 1.	Проблемна лекція з питання "Сучасні тенденції розвитку СУБД"
Тема 2.	Проблемна лекція з питання "Реляційна алгебра та числення"
Тема 3.	Семінар-дискусія з питання "Етапи стандартизації мови SQL".
Тема 4.	Проблемна лекція з питання "Види з'єднань таблиць в СУБД"
Тема 7.	Міні-лекція з питання "Оптимізація виконання запитів в СУБД"
Тема 8.	Міні-лекція з питання "Перетворення виразів під час оптимізації запитів"
Тема 9.	Тренінг з проектування БД

Проблемні лекції спрямовані на розвиток логічного мислення здобувачів. Коло питань теми обмежується двома-трьома ключовими моментами, увага здобувачів концентрується на матеріалі, що не знайшов відображення в підручниках, використовується досвід закордонних навчальних закладів з роздачею здобувачам під час лекцій друкованого матеріалу та виділенням головних висновків з питань, що розглядаються. При викладанні лекційного матеріалу здобувачам пропонуються питання для самостійного розмірковування. При цьому лектор задає запитання які спонукають здобувача шукати розв'язання проблемної ситуації. Така система примушує здобувачів сконцентруватися і почати активно мислити в пошуках правильної відповіді.

На початку проведення проблемної лекції необхідно чітко сформулювати проблему, яку необхідно вирішити здобувачам. При викладанні лекційного матеріалу слід уникати прямої відповіді на поставлені запитання, а висвітлювати матеріал таким чином, щоб отриману інформацію здобувач міг використовувати при розв'язанні проблеми.

Міні-лекції передбачають викладення навчального матеріалу за короткий проміжок часу й характеризуються значною ємністю, складністю логічних побудов, доказів та узагальнень. Міні-лекції проводяться, як правило, як частина заняття-дослідження.

На початку проведення міні-лекції за вказаними вище темами лектор акцентує увагу здобувачів на необхідності представити викладений лекційний матеріал у так званому структурно-логічному вигляді. На розгляд виносяться питання, які зафіксовані у плані лекцій, але викладаються вони стисло. Лекційне заняття, проведене у такий спосіб, побуджає у здобувача активність та увагу при сприйнятті матеріалу, а також спрямовує його на використання системного підходу при відтворенні інформації, яку він одержав від викладача.

Семінари-дискусії передбачають обмін думками і поглядами учасників з приводу даної теми, а також розвивають мислення, допомагають формувати погляди та переконання, виробляють уміння формулювати думки й висловлювати їх, вчать оцінювати пропозиції інших, критично підходити до власних поглядів.

Тренінг – це вид навчальних занять, в процесі якого всі його учасники на власному досвіді опановують інструменти для виконання певної роботи, внаслідок чого здобувач вищої освіти переходить від усвідомленого незнання до усвідомленої компетентності.

ФОРМИ ТА МЕТОДИ ОЦІНЮВАННЯ

Університет використовує 100-бальну накопичувальну систему оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти.

Поточний контроль здійснюється під час проведення лабораторних занять і має на меті перевірку рівня підготовленості здобувача вищої освіти до виконання конкретної роботи і оцінюється сумою набраних балів. Максимальна сума – 100 балів; мінімальна сума – 60 балів.

Підсумкова оцінка за навчальною дисципліною визначається сумуванням всіх балів, отриманих під час поточного контролю.

Під час викладання навчальної дисципліни використовуються наступні контрольні заходи:

Лабораторних занять – захист кожної лабораторної роботи оцінюється у 3-6 балів. Оцінка за лабораторну роботу отримується здобувачем за наявності звіту з лабораторної роботи, виконаних завдань лабораторної роботи, розгорнутої відповіді на запитання та виконання контрольних прикладів. Максимальна кількість балів – 27.

Виконання індивідуальних завдань оцінюється поетапно у 8-20 балів. Максимальна кількість балів – 43.

Модульний контроль проводиться з урахуванням поточного контролю за відповідний змістовий модуль у вигляді контрольної роботи. Контрольні роботи виконуються на комп’ютері з застосуванням системи дистанційного навчання.

Контрольна робота містить два або три практичні завдання (задачі) та оцінюється у 15 балів. Оцінка за контрольну роботу знижується при відсутності виконаного завдання, припущення помилок у розроблених запитах, неповного виконання завдання. Максимальна кількість балів – 30.

Більш детальну інформацію щодо системи оцінювання наведено в робочому плані (технологічній карті) з навчальної дисципліни.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Програмування баз даних: конспект лекцій [Електронний ресурс] : навч. посібник / М. В. Добролюбова; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 22,7 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 275 с.
2. Бази даних та інформаційні системи: навчальний посібник / Н. О. Харів. – Рівне : НУВГП, 2018. – 127 с.
3. Демиденко М.А. Введення в сучасні бази даних: навч. посіб. / М.А. Демиденко; НТУ «Дніпровська політехніка». – Д.: 2020. – 38 с.
4. Бази даних: навчально-практичний посібник для самостійної роботи студентів [Електронний ресурс] / М. Ю. Лосєв, В. В. Федько. – Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2018. – 233 с.
5. Трофименко О. Г. Організація баз даних : навч. посібник / О. Г. Трофименко, Ю. В. Прокоп, Н. І. Логінова, І. М. Копитчук. 2-ге вид. виправ. і доповн. – Одеса : Фенікс, 2019. – 246 с.

Додаткова

6. Бази даних у схемах (на основі фундаменталізованого підходу): навч. посіб. / І. О. Бардус, М. І. Лазарєв, А. О. Ніценко. − Харків : Вид-во «Діса плюс», 2017. – 133 с.
7. Інформаційні системи та реляційні бази даних. Навч.посібник. – Електронне видання, 2018. – 118 с.
8. Jesper Wisborg Krogh. MySQL 8 Query Performance Tuning: A Systematic Method for Improving Execution Speeds, 2020. 974 p.
9. High Performance MySQL 4E, ISBN 9781492080510 © 2022 Silvia Botros and Jeremy Tinley
10. Tanimura Cathy. SQL for Data Analysys, 2021. ISBN 9781492088783
11. Булатецька Л. В. Мова запитів SQL: текст лекцій нормативної навчальної дисципліни “Бази даних та розподілені інформаційно-аналітичні системи” / Л.В. Булатецька, В.В. Булатецький. – Луцьк : СНУ імені Лесі Українки, 2018. – 92 с.
12. Hrabovskyi Y. Automation of the book cover creation process / Y. Hrabovskyi, M. Chernova // Наукові записки [Української академії друкарства]. – 2021. – № 2 (63). – С.155-167.- Режим доступу: http://www.repository.hneu.edu.ua/handle/123456789/27632

13. Minukhin S. Experimental research of optimizing the Apache Spark tuning: RDD vs Data Frames / S. Minukhin, M. Novikov, N. Brynza, D. Sitnikov // Proceedings of The Third International Workshop on Computer Modeling and Intelligent Systems (CMIS-2020), April 27-May 1. - Zaporizhzhia, 2020. - PP. 409-425. - Режим доступу: http://www.repository.hneu.edu.ua/handle/123456789/23444

Інформаційні ресурси

14. Яценко Р.М. Персональна навчальна система «Бази даних» [Електронний ресурс] / Р.М. Яценко. – Режим доступу: https://pns.hneu.edu.ua/course/view.php?id=8993

15. MySQL. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.mysql.com/

16. SQLite. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.sqlite.org/index.html

17. MySQL Tutorial. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.w3schools.com/mysql/default.asp