МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Чорноморський національний університет імені Петра Могили

Факультет комп'ютерних наук

Кафедра інженерії програмного забезпечення

"ЗАТВЕРДЖУЮ"
Перший проректор
Ішенко Н.М.

"30" 08 2021 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА ОБРОБКА ВЕЛИКИХ ОБ'ЄМІВ ДАНИХ

Спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»

Розробник	Фісун М. Т.	
Завідувач кафедри розробника	Давиденко Є. О.	
Завідувач відділу аспірантури	Андрєєв В.І.	
Гарант освітньої програми	Швед А.В..	
Декан факультету комп'ютерних наук	Бойко А. П.	
Начальник НМВ	Шкірчак С. І.	

Миколаїв – 2021 рік

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показника	Характеристика дисципліни	
Найменування дисципліни	Інтелектуальна обробка великих об’ємів даних	
Галузь знань	12 Інформаційні технології	
Спеціальність	122 Комп’ютерні науки	
Спеціалізація (якщо є)	–	
Освітня програма	Комп’ютерні науки	
Рівень вищої освіти	Третій (освітньо-науковий) рівень	
Статус дисципліни	нормативна	
Курс навчання	2	
Навчальний рік	2022/2023	
Номер(и) семестрів (триместрів):	Денна форма	Заочна форма
	3 семестр	
Загальна кількість кредитів ЄКТС/годин	3 кредитів / 90 годин	
Структура курсу: – лекції – семінарські заняття (практичні, лабораторні, півгрупові) – годин самостійної роботи здобувачів	Денна форма	Заочна форма
	20 10 60	
Відсоток аудиторного навантаження	33%	
Мова викладання	українська	
Форма проміжного контролю (якщо є)		
Форма підсумкового контролю	екзамен	

2. Мета, завдання та результати вивчення дисципліни

Мета: набуття здобувачами теоретичних знань і практичних навичок щодо вибору найбільш відповідних засобів технології інтелектуальної обробки великих об’ємів даних для розв’язання різноманітних задач.

Завдання:

Сформувати **загальні компетентності (ЗК)** спеціальності**:**

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу інформації.

Сформувати **фахові компетентності (ФК)** спеціальності**:**

ФК3. Здатність застосовувати новітні інформаційні технології, бази даних та інші електронні ресурси, спеціалізоване програмне забезпечення у науковій та навчальній діяльності.

Що є у наступними **результатами навчання:**

ПРН03. Формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень, математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані.

ПРН06. Застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу даних великого обсягу та/або складної структури, спеціалізовані бази даних та інформаційні системи.

Передумови вивчення дисципліни: ґрунтується на знаннях і вміннях, отриманих здобувачами під час засвоєння матеріалів дисциплін «Програмування», «Об'єктно-орієнтоване програмування», «Організація баз даних і знань», «Розподілені бази даних та клієнт-серверні технології», «Системне програмування».

Очікувані результати навчання: в результаті вивчення дисципліни здобувач має знати:

– історію та сутність поняття Big Data;
– проблеми використання рішень класу Big Data;
– провідні технології, що реалізують Big Data-проєкти;
– концепцію систем інтелектуальної обробки великих об'ємів даних (NoSQL-системи);
– провідні моделі даних, що покладені в основу NoSQL-систем (системи «ключ-значення», документні СКБД, системи типу Google BigTable);
– провідні програмні продукти, що засновані на NoSQL-системах.
– принципи та методи здійснення інтелектуальної обробки великих об'ємів даних.

В результаті вивчення дисципліни здобувачі повинні *вміти*:

– обирати та обґрунтовувати найбільш прийнятні програмні продукти в залежності від специфіки задачі;
– обирати та обґрунтовувати найбільш ефективні методи та засоби обробки даних в залежності від специфіки задачі;
– встановлювати та налаштовувати відповідне інформаційне середовище для роботи з великими обсягами даних;
– застосовувати різні засоби відповідної системи для здійснення операцій (запису, відбору, оновлення, видалення) над даними.

3. Програма навчальної дисципліни

№ з/п	Теми	Лекції	Практичні (семінарські, лабораторні, півгрупові)	Самостійна робота
3-й семестр				
1	Розділ 1. Загальна характеристика технологій роботи з великими обсягами даних	4	-	10
2	Розділ 2. Системи інтелектуальної обробки великих об'ємів даних (NoSQL-системи)	8	-	30
3	Розділ 3. Документо-орієнтована системи управління базами даних MongoDB	8	10	20
	Всього за курсом	**20**	**10**	**60**

4. Зміст навчальної дисципліни

4.1. План лекцій

№ лекції	Тема заняття / план	Тиждень	Годин
Розділ 1. Загальна характеристика технологій роботи з великими обсягами даних			
1	Великі обсяги даних (Bag Data): проблеми, технологія, ринок 1) Нові підходи щодо рбору та обробки даних – Big Data 2) Поняття «Big Data» 3) Проблеми використання рішень класу «Big Data» у бізнесі	1	2
2	Великі обсяги даних (Bag Data): проблеми, технологія, ринок (продовження) 3) Проблеми використання рішень класу «Big Data» у бізнесі	2	2
Розділ 2. Системи інтелектуальної обробки великих об'ємів даних (NoSQL-системи)			
3	Загальна характеристика систем інтелектуальної обробки великих об'ємів даних (NoSQL-системи) 1) Особливості систем інтелектуальної обробки великих об'ємів даних 2) Моделі узгодження (узгодженість наприкінці, монотонні читання, читання своїх записів, монотонна узгодженість)	3	2
4	Загальна характеристика систем інтелектуальної обробки великих об'ємів даних (продовження) 3) Терема CAP (Consistency – узгодженість, Availability – доступність, Partition Tolerance – стійкість до розподілення) 4) Моделі даних в системах інтелектуальної обробки великих об'ємів даних	4	2
5	Системи типу «ключ-значення» 1) Загальна характеристика систем «ключ-значення» 2) Програмний продукт Project Voldemort (www.project-voldemort.com/voldemort) 3) Програмний продукт Amazon DynamoDB (aws.amazon.com/dynamodb/?nc2=h_m1) 4) Програмний продукт Redis (redis.io) 5) Програмний продукт Riak (basho.com/products/#riak)	5	2
6	Системи типу Google BigTable 1) Загальна характеристика систем типу Google BigTable 2) Програмний продукт HBase (hbase.apache.org)	6	2

	3) Програмний продукт Apache Cassandra (cassandra.apache.org)		
Розділ 3. Документо-орієнтована системи управління базами даних MongoDB			
7	Документо-орієнтовані системи управління базами даних 1) Загальна характеристика документо-орієнтованих систем управління базами даних 2) Історія створення та розвитку системи MongoDB	7	2
8	Документо-орієнтовані системи управління базами даних (продовження) 3) Документна модель даних, поняття «документу», «колекції» у системі MongoDB 4) Довільні запити MongoDB 5) Індексація бази даних, первинні та вторинні індекси MongoDB	8	2
9	Документо-орієнтовані системи управління базами даних (продовження) 6) Репликация 7) Швидкодія і довговічність 8) Масштабування	9	2
10	Інтелектуальна обробка великих об'ємів даних засобами MongoDB 1) Приклади практичних завдань	10	2
	Всього		**20**

4.2. План практичних (групових) занять

№ практ. зан.	Тема заняття / план	Тиж-день	Год.
Розділ 3. Документна системи управління базами даних MongoDB			
1	Робота з базами даних MongoDB. Зміст. Встановлення відповідної версії MongoDB, виконання первинних налаштувань середовища MongoDB, перевірка працездатності серверу MongoDB. Знайомство з командами для роботи з БД MongoDB, знайомство з командами для вставки, друку, редагування та видалення документів MongoDB.	1	2
2	Пошук документів Зміст. Імпортування бази даних у систему MongoDB, використання команд для пошуку документів (find, findOne, limit, skip, sort та count), використання курсору у MongoDB, використання регулярних виразів для пошуку інформації, використання модифікаторів умов ($lt, $lte, $gt, $gte, $ne), використання модифікаторів логічних умов ($or, $nor (not or), $and, $not).	3	2
3	Розширена обробка документів Зміст. Пошук документів з використанням модифікаторів групування ($project, $limit, $sort, $skip, $match), пошук документів з використанням модифікаторів групування ($group, $unwind, $addToSet).	5	2
4	Вирішення практичних завдань інтелектуальної обробки даних Зміст. Створення прєкту щодо вирішення певних завдань обраної предметної галузі	7	2
5	Вирішення практичних завдань інтелектуальної обробки даних (продовження) Зміст. Створення прєкту щодо вирішення певних завдань обраної предметної галузі	9	2
	Всього		**10**

4.3. Завдання для самостійної роботи

Самостійна робота цього пункту складається із двох частин: самостійне засвоєння лекційного матеріалу та підготовка до виконання лабораторних робіт та завершення виконання лабораторних робіт, що виконувалися під час аудиторних занять.

Завдання до лабораторних робіт і методичні вказівки щодо їх виконання додаються окремо, а також розміщені у системі Moodle ЧНУ ім. Петра Могили.

Напрями самостійної роботи наведено у таблиці нижче.

№ з/п	Зміст самостійної роботи	До лаб. роб. №	Обсяг, год	Термін, тиждень
1	Опрацювання лекційного матеріалу		10	1-10
2	Робота з рекомендованою літературою		15	1-10
3	Робота з методичними матеріалами, розташованих в мережі ЧНУ		15	1-10
4	Засвоєння базового програмного середовища, що обрано для реалізації завдань л.р.	1-2	10	1-3
5	Засвоєння розширеного інструментарію для обробки даних	3-5	10	5-9
	Всього		**60**	

Теми самостійної роботи наведено у таблиці нижче.

№ з/п	Зміст самостійної роботи	До лаб. роб. №	Термін, тиждень
1	Ознайомлення з застосуванням регулярних виразів для пошуку інформації.	2	3-5
2	Опрацювання додаткових матеріалів на сайтах Інтернет	4, 5	1-10

4.4 Забезпечення освітнього процесу

Лабораторні роботи проводяться в комп'ютерних класах, які повинні бути оснащені:

- операційною системою версії не нижче Windows 10;
- актуальною, на момент проведення занять, версією програмного продукту MongoDB;
- відповідної встановленої версії MongoDB версією програмного продукту Robomongo.

5. Підсумковий контроль

5.1 Контрольні питання

1. Термін «Big Data»: історія, суть поняття.
2. Проблеми використання рішень класу «Big Data» в бізнесі.
3. Огляд технологій, що реалізують «Big Data»-проєкти.
4. Проєкти, що реалізують технології «Big Data».
5. Проблеми використання рішень класу «Big Data» в бізнесі.
6. Огляд технологій, що реалізують «Big Data»-проєкти.
7. Проєкти, що реалізують технології «Big Data».
8. Передумови появи систем інтелектуальної обробки великих об'ємів даних.
9. Особливості систем інтелектуальної обробки великих об'ємів даних
10. Особливості розподіленої архітектури БД.
11. Моделі узгодженості.
12. Теорема CAP.
13. Моделі даних, що використовуються в NoSQL-системах. Загальна характеристика.
14. Загальна характеристика систем типу «ключ-значення».
15. Приклади систем типу «ключ-значення» (Project Voldemort, Amazon DynamoDB).
16. Приклади систем типу «ключ-значення» (Redis, Riak, Aerospike).

17. Загальна характеристика систем типу Google BigTable.
18. Приклади систем типу Google BigTable (HBase, Apache Cassandra).
19. Загальна характеристика документних СКБД.
20. MongoDB: загальна характеристика, історія розвитку.
21. Основні особливості MongoDB: документна модель даних, довільні запити.
22. Основні особливості MongoDB: вторинні індекси, реплікація, швидкодія та довговічність, масштабування.
23. Обмеження системи MongoDB.
24. MongoDB: встановлення та конфігурування сервера MongoDB.
25. Утиліти MongoDB.
26. MongoDB: команди для роботи з базами даних та колекціями.
27. MongoDB: команди для додавання, виводу, обмеження виводу, пропуску документів, сортування та видалення документів.
28. MongoDB: типи даних (null, boolean, numbers, string, array, object, date).
29. MongoDB: пошук документів (find і findOne).
30. MongoDB: робота з курсом.
31. MongoDB: використання регулярних виразів для пошуку документів.
32. MongoDB: використання модифікатора умов ($lt, $lte, $gt, $gte, $ne) для пошуку документів.
33. MongoDB: використання модифікатора логічних умов ($or, $nor, $and, $not) для пошуку документів.
34. MongoDB: використання модифікатора залишку від ділення $mod для пошуку документів.
35. MongoDB: використання модифікаторів типу даних $type, наявності $exists для пошуку документів.
36. MongoDB: використання модифікаторів пошуку значень $in $nin для пошуку документів.
37. MongoDB: пошук в списках і словниках.
38. MongoDB: пошук за допомогою умов користувача (модифікатор $where).
39. MongoDB: агрегація даних з використанням модифікаторів: $project, $limit, $sort, $skip, $match, $group.
40. MongoDB: опишіть та наведіть приклади модифікаторів, що використовуються для обчислюваних полів у розділі $group.
41. MongoDB: пошук документів з використанням модифікаторів $unwind і $addToSet.
42. MongoDB: команди і модифікатори оновлення документів.
43. MongoDB: оновлення списків з використанням модифікаторів роботи зі списками ($push, $pull, $addToSet, $each).
44. MongoDB: створення і використання індексів.
45. Інтелектуальна обробка великих об’ємів даних засобами MongoDB.

5.2 Контрольні завдання

Завдання 1

1. Встановіть останню версію MongoDB.
2. Налаштуйте вивід інформації в лог-файл з ім’ям **log_mng\log_mng.txt**. Кожна нова сесія сервера Mongodb має записуватися в окремий лог-файл.
3. Вкажіть за допомогою параметра `cpu` періодичний запис в лог-файл використання CPU.
4. Встановіть каталог для запису баз даних **C:\mng_db**.
5. Створіть БД з ім’ям **z1**, що складатиметься зі 100 документів. Кожен документ має містити не менше трьох пар ключів і значень.

Завдання 2

1. Встановіть останню версію MongoDB.
2. Налаштуйте вивід інформації в лог-файл з ім’ям **log_mng\log_mng.txt**. Кожна нова сесія сервера Mongodb має записуватися в цей же лог-файл.
3. Задайте менший рівень інформативності для лог-файлу.
4. Встановіть запис кожної баз даних в окремий каталог.

5. Створіть БД з ім'ям **z1**, що складатиметься з 100 документів. Кожен документ має містити не менше трьох пар ключів і значень.

Завдання 3

1. Імпортуйте датасет **constituents** в MongoDB.
2. Знайдіть назву першої компанії списку, що працює у сфері охорони здоров'я.
3. Організуйте вивід у циклі через курсор список назв усіх компаній, що працюють в сфері інформаційних технологій та охорони здоров'я.
4. Обчисліть кількість компаній, що працюють у сфері інформаційних технологій та охорони здоров'я.
5. Створіть у нової БД таблицю значень $З^n$ (n приймає значення від 1 до 100).

Завдання 4

1. Імпортуйте датасет **constituents** в MongoDB.
2. Відсортуйте список компаній колекції **constituents** за сферами діяльності.
3. Обчисліть кількість компаній, що працюють в кожній сфері.
4. Чи є компанії, що працюють у двох або більше сферах?
5. Створіть у нової БД таблицю зведення в ступінь a^b (a, b приймають значення від 1 до 10).

Завдання 5

1. Імпортуйте датасет **constituents-financials** в MongoDB.
2. Отримайте список усіх компаній, у назві яких є цифри. Обчисліть їх кількість.
3. Отримайте список усіх компаній, у назві яких є дужки. Обчисліть їх кількість.
4. Отримайте список усіх компаній, у яких показник EBITDA менше або дорівнює 1.
5. Виберіть 10 компаній, що працюють у сфері інформаційних технологій, з найвищим показником EBITDA.

Завдання 6

1. Імпортуйте датасет **constituents-financials** в MongoDB.
2. Отримайте список усіх компаній, у назві яких є будь-який символ, крім алфавітно-цифрових, тобто крапки, дужки, будь-які знаки тощо. Обчисліть їх кількість.
3. Отримайте список усіх компаній, у назві яких є абревіатура «Co». Обчисліть їх кількість.
4. Виберіть усі компанії, що працюють у фінансовій сфері, в яких показник EBITDA знаходиться в діапазонах до 1 і понад 10. Обчисліть їх кількість.
5. Виберіть усі компанії, що працюють в сфері охорони здоров'я, в яких показник EBITDA менше 1. Обчисліть їх кількість.

Завдання 9

1. Імпортуйте датасет, що знаходиться у файлі **mails.zip**, у MongoDB.
2. Скільки листів відправляється по понеділках?
3. В який день тижня відправлено найбільше листів?
4. Скільки поштових адрес припадає на кожного співробітника?
5. З яких поштових адрес ще жодного разу не були відправлені листи?

Завдання 10

1. Імпортуйте датасет, що знаходиться у файлі **mails.zip**, в MongoDB.
2. Для кожного місяця порахуйте, скільки листів було відправлено на адресу ebass@enron.com?
3. Скільки листів Shanna Husser відправив кожному з його адресатів?
4. Кому Shanna Husser відправив найбільше листів?
5. Скільки людей відправляють листи самі собі?

Завдання 11

1. Імпортуйте датасет, що знаходиться у файлі **shakespeare_plays.json.zip**, в MongoDB.
2. Скільки реплік в кожній сцені (треба вказати назву п'єси, акт, сцену, кількість).
3. У скількох п'єсах зустрічається кожен персонаж (треба вказати ім'я персонажа, кількість п'єс).
4. Список персонажів для кожної п'єси, відсортований за алфавітом.

5. Створіть індекси для оптимізації виконання цих запитів. Порівняйте продуктивність виконання запиту без індексу, з використанням індексів.

Завдання 12

1. Імпортуйте датасет, що знаходиться у файлі **shakespeare_plays.json.zip**, в MongoDB.
2. Скільки реплік у Гамлета в п'єсі «Гамлет»?
3. В якій п'єсі найбільше число реплік?
4. Які персонажі зустрічаються більше ніж в одній п'єсі?
5. Створіть індекси для оптимізації виконання цих запитів. Порівняйте продуктивність виконання запиту без індексу, з використанням індексів.

Завдання 13

1. Імпортуйте датасет, що знаходиться у файлі **shakespeare_plays.json.zip**, в MongoDB.
2. Для кожної п'єси знайдіть персонажа, у якого найбільша кількість реплік.
3. Які персонажі зустрічаються тільки в одній п'єсі (треба вказати ім'я персонажа, назва п'єси).
4. В якій п'єсі найменше персонажів.
5. Створіть індекси для оптимізації виконання цих запитів. Порівняйте продуктивність виконання запиту без індексу, з використанням індексів.

Завдання 14

1. Імпортуйте датасет, що знаходиться у файлі **mails.zip**, в MongoDB.
2. Скільки листів відправляється кожен рік?
3. Скільки листів Shanna Husser відправив кожному з його адресатів?
4. Яка тема листа повторюється найбільше разів?
5. Створіть індекси для оптимізації виконання цих запитів. Порівняйте продуктивність виконання запиту без індексу, з використанням індексів.

Завдання 15

1. Імпортуйте датасет, що знаходиться у файлі **mails.zip**, в MongoDB.
2. Для кожного місяця порахуйте, скільки листів було відправлено на адресу ebass@enron.com?
3. Кому Shanna Husser відправив найбільше листів?
4. Скільки людей відправляють листи самі собі?
5. Створіть індекси для оптимізації виконання цих запитів. Порівняйте продуктивність виконання запиту без індексу, з використанням індексів.

5.3. «0» варіант іспитового білету з зазначенням максимальної кількості балів за кожне виконане завдання

1. Передумови появи систем інтелектуальної обробки великих об'ємів даних.

   10 балів

2. MongoDB: створення і використання індексів.

   10 балів

3. Задача.

   3.1. Встановіть останню версію MongoDB.

   3.2. Налаштуйте вивід інформації в лог-файл з ім'ям log_mng\log_mng.txt. Кожна нова сесія сервера Mongodb має записуватися в окремий лог-файл.

   3.3. Вкажіть за допомогою параметра cpu періодичний запис в лог-файл використання CPU.

   3.4. Встановіть каталог для запису баз даних C:\mng_db.

   3.5. Створіть БД з ім'ям z1, що складатиметься зі 100 документів. Кожен документ має містити не менше трьох пар ключів і значень.

   20 балів

6. Критерії оцінювання та засоби діагностики результатів навчання

Критерії оцінювання виконання лабораторних робіт наведено у таблиці нижче.

Тема заняття / план	Балів min	Балів max
Розділ 3. Документа система управління базами даних MongoDB		
Лабораторна робота № 1. Робота з базами даних MongoDB	6	10
Лабораторна робота № 2. Пошук документів	6	10
Лабораторна робота № 3. Розширена обробка документів	6	10
Лабораторна робота № 4. Вирішення практичних завдань інтелектуальної обробки даних	6	15
Лабораторна робота № 5. Вирішення практичних завдань інтелектуальної обробки даних (продовження л.р. № 5)	6	15
Всього	**30**	**60**

Загальні критерії оцінювання результатів навчання наведено у таблиці нижче.

№	Вид діяльності (завдання)	Максимальна кількість балів
1	Прийняття і оцінки завдань лабораторних (ЛР) і самостійних робіт (СР), які розглядаються як одне ціле, тобто СР є завершенням завдань ЛР. Максимальна загальна сума балів за них досягає 60 балів; Повністю виконана ЛР оцінюється максимальною кількістю балів (Bmax). Якщо виконана робота містить зауваження або помилки, то після доопрацювання кількість балів знижується на В балів, де 3<=B<=Bmax.	60
2	Опитування під час проведення аудиторних занять. Бали не проставляються, але якість відповідей може бути врахована при оцінюванні ЛР.	
3	Іспит за екзаменаційними білетами, що включають: перше та друге – теоретичне питання, третє – задача. Максимальна загальна сума балів за них досягає Emax = 40 балів (перше – Emax_1 = 10 балів, друге – Emax_2 = 10 балів, третє – Emax_3 = 20 балів). За виконані не в повному обсязі завдання кількість балів знижується на Е балів, де 0<E< =Emax_i	40
	Всього	**100**

7. Рекомендовані джерела інформації

Основні:

1. Сергєєв-Горчинський О.О., Іщенко Г.І. Інтелектуальний аналіз даних. Комп'ютерний практикум, навчальний посібник. Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ – 2018. – 38 с.
2. Christopher Pal, Mark Hall, Eibe Frank, Ian Witten. Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques, 4rd ed. / Morgan Kaufmann, 2016.
3. Christopher Pal, Mark Hall, Eibe Frank, Jan Witten. Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Technics, 4rd ed. / Morgan Kaufmann, 2016.
4. Jason Bell. Machine Learning: Hands-on for Develkpers and Technical Professionals/ Jon Wiley @ Sons. 2014.
5. MongoDB. The application data platform. *MongoDB*. URL : https://www.mongodb.com/ (дата звернення 01.09.2021).

Додаткові:

6. Мельник Р.А. Програмування для Інтернету на основі Java-технології : навч. посіб. / Р.А. Мельник. – Львів : Львівська політехніка, 2003. – 184 с.
7. Методи та засоби інженерії даних та знань : навч. посіб. / В. В. Литвин. – Львів : Магнолія, 2012. – 241 с.
8. Ткаченко О.М. Комп'ютерне програмування на мові Java / О.М. Ткаченко. – К. : Аграр Медіа Груп, 2013. . – 147 с.
9. Brad Dayley. Node.js, MongoDB and Angular Web Development / Brad Dayley, Brendan Dayley, Caleb Dayley. – Publisher : Addison-Wesley Professional, 2017. – 640 p.
10. Cyrus Dasadia. MongoDB Administrator's Guide / Cyrus Dasadia. – Publisher : Packt Publishing, 2017. – 429 p.
11. Deepak Vohra. Pro MongoDB Development / Deepak Vohra. . – Publisher : Apress, 2017. – 493 p.
12. Seguin K. The Little Redis Book. URL: https://www.openmymind.net/redis.pdf (дата звернення 01.09.2021).