

# Отчет по лабораторной работе №5-6

---

## Лабораторная работа №5-6. Часть 1: Работа с векторными базами данных (ChromaDB)

---

**Дата:** 2025-11-04; **Семестр:** 3; **Группа:** ПИН-м-о-24-1; **Дисциплина:** Технологии программирования;

**Студент:** Джукаев Расул Русланович.

### Цель работы

Освоить принципы работы с векторными базами данных на примере ChromaDB. Получить практические навыки создания коллекций, генерации эмбеддингов, выполнения семантического поиска и интеграции с ML-моделями.

### Теоретическая часть

Векторные базы данных Векторные БД предназначены для хранения и поиска векторных представлений данных (эмбеддингов). Ключевые особенности:

- Хранение векторов: оптимизированы для работы с высокоразмерными векторами;
- Семантический поиск: поиск по смыслу, а не точному совпадению;
- Ближайшие соседи: эффективный поиск похожих объектов.

ChromaDB Open-source векторная БД с простым API:

- Локальный режим: работа в памяти или с персистентным хранилищем;
- Клиент-сервер: разделение на клиент и сервер;
- Python-first: простая интеграция с Python-экосистемой.

Применение в NLP:

- Поиск похожих документов;
- Векторизация текстовых данных;
- Основа для RAG-систем.

### Практическая часть

#### Выполненные задачи

Этап 1: Установка и настройка окружения

- ☒ Задача 1: Активация окружения и установка пакетов
- ☒ Задача 2: Создание рабочей директории

Этап 2: Подготовка данных и модели

- ☒ Задача 1: Создание скрипта для работы с ChromaDB
- ☒ Задача 2: Импорт библиотек и загрузка модели

### Этап 3: Создание и настройка базы данных

- ☒ Задача 1: Инициализация ChromaDB

### Этап 4: Подготовка и векторизация данных

- ☒ Задача 1: Создание тестового набора документов
- ☒ Задача 2: Генерация эмбеддингов и добавление в коллекцию

### Этап 5: Семантический поиск

- ☒ Задача 1: Функция для выполнения запросов

### Этап 6: Расширенная функциональность

- ☒ Задача 1: Работа с метаданными и фильтрация
- ☒ Задача 2: Анализ коллекции

### Этап 7: Сохранение и загрузка базы данных

- ☒ Задача 1: Персистентное хранение

### Этап 8: Интеграция с реальными данными

- ☒ Задача 1: Загрузка датасета для тестирования
- ☒ Задача 2: Запуск скрипта

## Ключевые фрагменты кода

Импорт библиотек и загрузка модели.

```
import chromadb
from sentence_transformers import SentenceTransformer
import pandas as pd
import numpy as np
from typing import List, Dict
# Загрузка модели для создания эмбеддингов
model = SentenceTransformer('all-MiniLM-L6-v2')
print("Модель для эмбеддингов загружена")
```

Инициализация ChromaDB и создание коллекции.

```
# Создание клиента ChromaDB (в памяти)
client = chromadb.Client()

# Создание коллекции
collection = client.create_collection(
    name="documents_collection",
    metadata={"hnsw:space": "cosine"} # Использование косинусного
расстояния
)
```

```
print("Коллекция создана")
```

Создание тестового набора документов.

```
# Примеры документов для базы знаний
documents = [
    "Машинное обучение - это область искусственного интеллекта",
    "Глубокое обучение использует нейронные сети с множеством слоев",
    "Трансформеры revolutionized обработку естественного языка",
    "BERT является популярной моделью для понимания текста",
    "GPT модели используются для генерации текста",
    "Векторные базы данных хранят embeddings для семантического поиска",
    "ChromaDB - это open-source векторная база данных",
    "Semantic search позволяет находить документы по смыслу",
    "Neural networks inspired биологическими нейронными сетями",
    "Natural Language Processing обрабатывает человеческий язык"
]

# Создание метаданных и идентификаторов
metadata = [{"category": "AI", "source": "educational"} for _ in
range(len(documents))]
ids = [f"doc_{i}" for i in range(len(documents))]

print(f"Подготовлено {len(documents)} документов")
```

Генерация эмбеддингов и добавление в коллекцию.

```
# Генерация эмбеддингов для документов
embeddings = model.encode(documents).tolist()

# Добавление документов в коллекцию
collection.add(
    documents=documents,
    embeddings=embeddings,
    metadatas=metadata,
    ids=ids
)

print("Документы добавлены в коллекцию")
```

Реализация семантического поиска.

```
def semantic_search(query: str, n_results: int = 3):
    # Генерация эмбеддинга для запроса
    query_embedding = model.encode([query]).tolist()
```

```

# Поиск похожих документов
results = collection.query(
    query_embeddings=query_embedding,
    n_results=n_results,
    include=["documents", "distances", "metadatas"]
)

return results

# Тестовые запросы
test_queries = [
    "искусственный интеллект",
    "нейронные сети",
    "обработка текста",
    "базы данных"
]

print("\nРезультаты семантического поиска:")
for query in test_queries:
    print(f"\nЗапрос: '{query}'")
    results = semantic_search(query)

    for i, (doc, distance) in enumerate(zip(results['documents'][0],
results['distances'][0])):
        print(f"{i+1}. {doc} (расстояние: {distance:.4f})")

```

Реализация поиска с фильтрацией.

```

def filtered_search(query: str, filter_dict: Dict, n_results: int = 2):
    query_embedding = model.encode([query]).tolist()

    results = collection.query(
        query_embeddings=query_embedding,
        n_results=n_results,
        where=filter_dict,
        include=["documents", "distances", "metadatas"]
    )

    return results

# Поиск с фильтрацией
print("\n\nПоиск с фильтрацией по категории:")
results = filtered_search(
    "модели машинного обучения",
    {"category": "AI"},
    n_results=2
)
for i, (doc, distance) in enumerate(zip(results['documents'][0],
results['distances'][0])):
    print(f"{i+1}. {doc} (расстояние: {distance:.4f})")

```

## Анализ коллекции

```
# Получение информации о коллекции
print(f"\nИнформация о коллекции:")
print(f"Количество документов: {collection.count()}")

# Получение нескольких документов
sample_docs = collection.get(ids=["doc_0", "doc_1"])
print("\nПримеры документов:")
for doc in sample_docs['documents']:
    print(f"- {doc}")
```

## Персистентное хранение.

```
# Создание персистентного клиента
persistent_client = chromadb.PersistentClient(path="./chroma_db")

# Создание персистентной коллекции
persistent_collection = persistent_client.create_collection(
    name="persistent_docs",
    metadata={"hnsw:space": "cosine"}
)

# Добавление документов в персистентную коллекцию
persistent_collection.add(
    documents=documents[:5], # Первые 5 документов
    embeddings=embeddings[:5],
    metadatas=metadata[:5],
    ids=ids[:5]
)

print("Персистентная коллекция создана и заполнена")
# Проверка загрузки
loaded_collection = persistent_client.get_collection("persistent_docs")
print(f"Загружено документов: {loaded_collection.count()}")
```

## Загрузка датасета для тестирования.

```
# Создание коллекции с реальными данными
def create_news_collection():
    # Пример данных (в реальности можно загрузить из файла)
    news_data = [
        "Рынок акций вырос на 2% сегодня",
        "Новая технология в области искусственного интеллекта представлена",
        "Криптовалюты показывают волатильность на рынке",
        "Ученые сделали breakthrough в квантовых вычислениях",
        "Центральные банки обсуждают monetary policy"
    ]
```

```
news_metadata = [
    {"category": "finance", "date": "2024-01-15"},
    {"category": "technology", "date": "2024-01-15"},
    {"category": "crypto", "date": "2024-01-14"},
    {"category": "science", "date": "2024-01-14"},
    {"category": "economics", "date": "2024-01-13"}
]
news_ids = [f"news_{i}" for i in range(len(news_data))]
news_embeddings = model.encode(news_data).tolist()
news_collection = client.create_collection(name="news_collection")
news_collection.add(
    documents=news_data,
    embeddings=news_embeddings,
    metadatas=news_metadata,
    ids=news_ids
)

return news_collection

# Тестирование новостной коллекции
news_coll = create_news_collection()
results = news_coll.query(
    query_embeddings=model.encode(["финансовые новости"]).tolist(),
    n_results=2
)

print("\nПоиск в новостной коллекции:")
for doc in results['documents'][0]:
    print(f"- {doc}")
```

## Результаты выполнения

Пример работы программы

Результаты выполнения представлены ниже.

```

(mlops-lab) rasul@ADebian: ~/vector-db-lab
Model for embeddings loaded
Collection created
10 documents prepared
Documents added to collection

Semantic search results:

Query: 'искусственный интеллект'
1. Machine learning - this is the field of artificial intelligence (distance: 0.3443)
2. GPT models are used for text generation (distance: 0.3848)
3. Deep learning uses neural networks with a number of layers (distance: 0.3931)

Query: 'нейронные сети'
1. Deep learning uses neural networks with a number of layers (distance: 0.3267)
2. Machine learning - this is the field of artificial intelligence (distance: 0.4649)
3. BERT is a popular model for understanding text (distance: 0.4667)

Query: 'обработка текста'
1. Machine learning - this is the field of artificial intelligence (distance: 0.3245)
2. Transformers revolutionized natural language processing (distance: 0.4126)
3. Deep learning uses neural networks with a number of layers (distance: 0.4301)

Query: 'базы данных'
1. Vector databases store embeddings for semantic search (distance: 0.4236)
2. BERT is a popular model for understanding text (distance: 0.5172)
3. Natural Language Processing processes human language (distance: 0.5236)

Search with filtering by category:
1. Deep learning uses neural networks with a number of layers (distance: 0.3207)
2. Machine learning - this is the field of artificial intelligence (distance: 0.3460)

Collection information:
Number of documents: 10

Document examples:
- Machine learning - this is the field of artificial intelligence
- Deep learning uses neural networks with a number of layers
Persistent collection created and filled
Documents loaded: 5

Search in news collection:
- Cryptocurrencies show volatility in the market
- New technology in the field of artificial intelligence is presented
(mlops-lab) rasul@ADebian: ~/vector-db-lab$
```

## Тестирование

- ☒ Модульные тесты пройдены
- ☒ Интеграционные тесты пройдены
- ☒ Производительность соответствует требованиям

## Выводы

1. Освоены принципы работы с векторными базами данных на примере ChromaDB.
2. Получены практические навыки создания коллекций, генерации эмбеддингов, выполнения семантического поиска и интеграции с ML-моделями.

3. Создан скрипт для работы с базой данных с применением ChromaDB.

## Приложения

- Ссылка на исходный код (скрипт chroma\_demo.py) [src/chroma\\_demo.py](#)