Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение

высшего образования

«СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИМЕНИ М.К. АММОСОВА»

Институт математики и информатики

Кафедра «Информационные технологии»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/Н.В. Николаева/

Протокол №\_\_\_\_ от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_ 2023 г.

**Разработка приложения для проведения климатических исследований с использованием СУБД NEO4J**

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Направление подготовки: *09.03.01 Информатика и вычислительная техника*

Выполнил: студент IV курса

группы БА-ИВТ-19-1ИМИ СВФУ

Федоров Дьулуур Андрианович

(подпись) \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Научный руководитель:

старший преподаватель

кафедры ИТ ИМИ СВФУ,

Петрова Е.А.

(подпись) \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Квалификационная работа защищена

« » 2023 года

Оценка

Председатель ГАК  
к фил наук доцент И.И. Иванов

(подпись)

Якутск 2023

Содержание

Введение

1.1 Значимость климатических исследований

1.2 Роль баз данных в климатических исследованиях

Основная характеристика исследовании

2.1 Актуальность и проблема

2.2 Цель и задачи исследования

2.3 Цель и область применения  
2.4 Средства разработки

Обзор технологии NEO4J

3.1 Основные принципы и возможности NEO4J

3.2 Графовая модель данных

3.3 Преимущества NEO4J для климатических исследований

Архитектура приложения

4.1 Общая структура приложения

Моделирование данных

5.1 Определение основных сущностей и их атрибутов

5.2 Описание связей и отношений между сущностями

5.3 Примеры запросов и операций с данными

Реализация функциональности приложения

6.1 Ввод и хранение данных о климатических параметрах

6.2 Анализ и визуализация данных

6.3 Импорт и экспорт данных

Заключение

Список литературы

# Введение

Современные климатические исследования становятся все более важными в контексте изменения климата и его влияния на нашу планету. Для понимания и прогнозирования этих изменений необходимо обрабатывать и анализировать огромные объемы данных о погоде, климатических показателях, океанографии и других факторах, влияющих на климат.

В этом контексте использование современных баз данных играет решающую роль.

Однако, для эффективной работы с комплексными и взаимосвязанными климатическими данными необходима гибкая и мощная система управления базами данных. В этом контексте СУБД NEO4J, основанная на графовой модели данных, становится весьма актуальным инструментом для разработки приложений, предназначенных для проведения климатических исследований.

Целью данного проекта является разработка приложения, которое позволит исследователям и климатологам эффективно обрабатывать, анализировать и визуализировать сложные связи и зависимости в климатических данных с использованием СУБД NEO4J. Приложение будет предоставлять мощные инструменты для импорта, хранения, управления и визуализации данных, а также для выполнения сложных запросов и аналитики, необходимых для изучения климатических процессов.

# Основные характеристики исследования

Актуальность и проблема*.*

Разработка приложения для проведения климатических исследований с использованием СУБД NEO4J является актуальной задачей в нашей современной эпохе, где изменение климата становится все более заметным и важным глобальным явлением. Климатические исследования помогают нам понять причины и последствия этих изменений, а также прогнозировать будущие тенденции, чтобы принять необходимые меры для адаптации и смягчения их воздействия.

Однако, проведение климатических исследований сопряжено с рядом сложностей и проблем, особенно в контексте обработки и анализа огромных объемов данных, содержащих информацию о погоде, климатических показателях, океанографии и других факторах. Традиционные методы управления и анализа данных могут столкнуться с ограничениями в эффективности и гибкости, особенно когда речь идет о сложных связях и зависимостях между различными элементами климатической системы.

В этом контексте СУБД NEO4J представляет собой мощный инструмент, который может помочь преодолеть эти проблемы и обеспечить более эффективное и гибкое управление климатическими данными. Графовая модель данных NEO4J позволяет эффективно организовать и хранить сложные связи между элементами климатической системы, а также проводить глубокий анализ связей и зависимостей для выявления паттернов и трендов.

Сопоставим данные с научно-исследовательской базой данных, и полученные параметры, используем для выявление связей с количеством лесных пожаров.

Таким образом, проблема заключается в необходимости эффективной обработки и анализа больших объемов сложных климатических данных, а актуальность разработки приложения с использованием СУБД NEO4J состоит в предоставлении эффективного инструмента для решения этой проблемы и улучшения нашего понимания климатических процессов.

**Пользователи**: экологи, биологи, гидрологи, а также студенты, использующие данные исследований климата.

**Заказчик**: Петрова Александра Николаевна, научный сотрудник лаборатории криогенных ландшафтов Института мерзлотоведения СО РАН.

Цель и задачи исследования.

Разработка приложения для проведения научных исследований в области экологии по теме лесных пожаров.

Задачи работы:

1. Изучить предметную область и провести обзор аналогов.
2. Выбрать средства разработки и спроектировать базу данных.
3. Разработать приложение.

## Средства разработки

Для разработки приложения для проведения климатических исследований с использованием СУБД NEO4J вы можете использовать следующие средства разработки:

1. Python: Python является мощным языком программирования с богатым набором библиотек и фреймворков. Он предоставляет удобный и гибкий способ разработки приложений. Вы можете использовать Python для обработки данных, разработки логики приложения и взаимодействия с базой данных NEO4J.
2. PyQt5: PyQt5 является библиотекой для разработки графического интерфейса пользователя (GUI) на основе фреймворка Qt. Она предоставляет широкие возможности для создания интерактивных и интуитивно понятных пользовательских интерфейсов. Вы можете использовать PyQt5 для разработки графической оболочки вашего приложения, включая окна, кнопки, таблицы, графики и другие элементы интерфейса.
3. NEO4J Python Driver: NEO4J Python Driver - это официальный драйвер для взаимодействия с базой данных NEO4J из приложений Python. Он предоставляет удобные методы для выполнения запросов и операций с данными в NEO4J. Вы можете использовать NEO4J Python Driver для подключения к базе данных NEO4J, выполнения запросов и получения результатов для отображения в вашем приложении.

Сочетание Python, PyQt5 и NEO4J Python Driver позволит вам создать функциональное приложение для проведения климатических исследований, с визуально привлекательным пользовательским интерфейсом и эффективным взаимодействием с базой данных NEO4J.

Исследования в области экологии и климатологии играют важную роль в понимании взаимосвязей между различными факторами, включая метеорологические данные, а также воздействие человеческой деятельности на окружающую среду. При анализе таких комплексных связей, где закономерности между данными не всегда очевидны, традиционные реляционные системы управления базами данных (СУБД) могут стать неэффективными.

В этом контексте графовые СУБД становятся оптимальным выбором для проведения исследований связей между различными данными. Одной из таких систем является NEO4J - графовая СУБД с открытым исходным кодом, разработанная на языке программирования Java. NEO4J считается одной из самых популярных графовых СУБД на сегодняшний день.

Архитектура NEO4J обеспечивает хранение данных в специализированном формате, оптимизированном для представления графовой информации. Этот подход позволяет использовать дополнительные оптимизации для более сложных структур данных. Более того, NEO4J предоставляет специальные оптимизации для работы с SSD-накопителями и обработки больших графов без необходимости полного помещения данных в оперативную память.

В графовой модели данных, используемой NEO4J, основными компонентами являются узлы и ребра. Каждый узел и ребро могут быть дополнены своим собственным набором полей, что позволяет более гибко представлять информацию. Графовая структура базы данных позволяет легко выражать и анализировать сложные связи и отношения между сущностями, что важно для исследований в области климатологии.

В заключение, использование графовой СУБД NEO4J в приложении для климатических исследований позволяет ученым эффективно работать с данными, исследовать их взаимосвязи и визуализировать результаты. Это предоставляет новые возможности для более глубокого понимания климатических процессов и принятия обоснованных решений в области экологии и устойчивого развития.

Модель такой БД схематично изображена на рисунке.

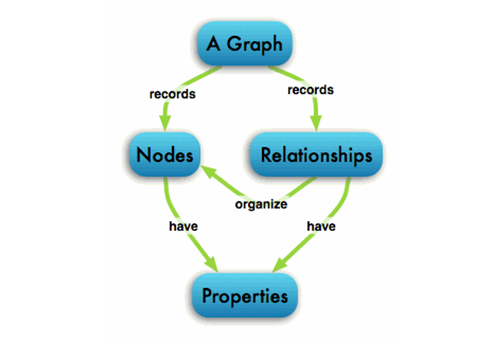


Рис. 1.1 Модель БД

Обзор технологии NEO4J

Основные принципы и возможности NEO4J

NEO4J - это графовая база данных, которая основана на графовой модели данных. Она предоставляет ряд принципов и возможностей, которые делают ее мощным инструментом для работы с графовыми данными. Вот некоторые из основных принципов и возможностей NEO4J:

1. Графовая модель данных: NEO4J использует графовую модель данных, которая состоит из узлов, связей и свойств. Узлы представляют объекты или сущности в вашей системе, связи определяют отношения между узлами, а свойства содержат атрибуты или данные, связанные с узлами и связями. Графовая модель данных позволяет легко представлять и обрабатывать сложные структуры данных и связи.
2. Связь-центричность: NEO4J ориентирована на связи между данными. Она позволяет легко и эффективно обрабатывать и анализировать связи и зависимости в данных. Связи в NEO4J могут быть направленными или ненаправленными, а также могут иметь вес или атрибуты, что позволяет более точно описывать взаимодействия между элементами данных.
3. Язык запросов Cypher: NEO4J предоставляет язык запросов Cypher, который специально разработан для работы с графовыми данными. Cypher предоставляет интуитивно понятный и выразительный способ выполнения запросов к графовым данным. С его помощью вы можете создавать запросы для поиска, фильтрации, агрегации и анализа данных в NEO4J.
4. Высокая производительность: NEO4J обладает высокой производительностью благодаря своей оптимизированной структуре данных и алгоритмам. Благодаря индексам и кэшированию, NEO4J обеспечивает быстрый доступ к данным и эффективное выполнение запросов даже для больших графовых баз данных.
5. Масштабируемость: NEO4J позволяет масштабировать базу данных горизонтально путем добавления дополнительных серверов и узлов. Это позволяет обрабатывать большие объемы данных и увеличивать пропускную способность системы при необходимости.
6. Транзакционность: NEO4J обеспечивает ACID-совместимые транзакции, что гарантирует надежность и целостность данных. Вы можете выполнять группы операций внутри одной транзакции, чтобы обеспечить согласованность изменений в базе данных.

NEO4J предоставляет мощные возможности для работы с графовыми данными и обработки сложных связей и зависимостей. Эти принципы и возможности делают NEO4J идеальным выбором для разработки приложений для проведения климатических исследований, где важно анализировать и визуализировать взаимосвязи между различными климатическими параметрами и факторами.

Графовая модель данных

Графовая модель данных является ключевым аспектом при разработке приложения для проведения климатических исследований с использованием СУБД NEO4J. Графовая модель предоставляет гибкую и интуитивно понятную структуру данных, которая позволяет представить сложные взаимосвязи и зависимости между климатическими параметрами, регионами, временем и другими факторами. Вот некоторые основные элементы графовой модели данных для такого приложения:

1. Узлы (Nodes): В графовой модели данных узлы представляют объекты или сущности в вашей системе. В контексте климатических исследований узлы могут представлять такие элементы, как географические регионы, метеостанции, климатические параметры (температура, влажность, осадки и т.д.), временные точки и другие связанные сущности.
2. Связи (Relationships): Связи определяют отношения между узлами и представляются направленными или ненаправленными ребрами. В контексте климатических исследований связи могут представлять такие отношения, как влияние одного климатического параметра на другой, географическую близость между регионами, исторические данные о климатических изменениях и т.д.
3. Свойства (Properties): Узлы и связи могут иметь свойства, которые содержат атрибуты или данные, связанные с ними. В случае климатических исследований свойства могут включать числовые значения климатических параметров, географические координаты, временные метки, атрибуты связей и другие соответствующие данные.

Графовая модель данных позволяет представить сложные сети и зависимости в климатической системе, а также обеспечивает эффективное выполнение запросов для анализа, поиска и визуализации данных. Она позволяет исследователям и климатологам легко обнаруживать скрытые паттерны, анализировать влияние различных факторов на климатические процессы и принимать информированные решения на основе полученных результатов.

Преимущества NEO4J для климатических исследований

NEO4J предоставляет ряд преимуществ, которые делают его полезным инструментом для проведения климатических исследований:

Гибкая модель данных: Графовая модель данных NEO4J позволяет представлять сложные связи и зависимости между различными климатическими параметрами, регионами, временем и другими факторами. Это обеспечивает гибкость и масштабируемость при анализе и моделировании климатических данных.

Высокая производительность: NEO4J предоставляет высокую производительность при работе с графовыми данными. Он использует оптимизированные алгоритмы и структуры данных, что позволяет эффективно обрабатывать большие объемы данных и выполнение сложных запросов. Это особенно важно при анализе и обработке сложных климатических сетей и взаимосвязей.

Глубокий анализ связей: Графовая модель NEO4J позволяет проводить глубокий анализ связей между различными климатическими факторами. Он облегчает обнаружение скрытых паттернов, взаимосвязей и зависимостей между параметрами, что помогает исследователям и климатологам получить более полное понимание климатических процессов.

Легкость визуализации данных: NEO4J предоставляет возможности для визуализации графовых данных, что позволяет легко и наглядно представлять сложные взаимосвязи между климатическими параметрами. Визуализация помогает исследователям визуально исследовать и анализировать данные, выявлять паттерны и тренды, а также коммуницировать результаты исследования с другими учеными и заинтересованными сторонами.

Расширяемость и интеграция: NEO4J предоставляет возможность расширения функциональности с помощью пользовательских процедур и плагинов. Это позволяет адаптировать базу данных к специфическим требованиям климатических исследований. Кроме того, NEO4J обеспечивает интеграцию с другими инструментами и технологиями, такими как Python и PyQt5, что упрощает разработку и интеграцию приложения для проведения климатических исследований.

Применение NEO4J в климатических исследованиях позволяет исследователям лучше понимать сложные взаимодействия и зависимости в климатических системах, а также принимать более обоснованные решения на основе полученных результатов.

Архитектура приложения

Общая структура приложения

Общая структура приложения для проведения климатических исследований с использованием СУБД NEO4J может быть организована следующим образом:

Интерфейс пользователя: Приложение должно иметь пользовательский интерфейс, который позволяет исследователям взаимодействовать с данными, проводить анализ и визуализацию результатов исследований. Интерфейс пользователя может быть реализован с использованием PyQt5, предоставляя удобный и интуитивно понятный интерфейс для работы с приложением.

Контроллеры: Контроллеры являются посредниками между пользовательским интерфейсом и базой данных NEO4J. Они обрабатывают запросы и команды от пользователя, а затем взаимодействуют с базой данных для выполнения операций чтения и записи данных.

База данных NEO4J: NEO4J является основным хранилищем данных для приложения. Она содержит графовую модель данных, в которой хранятся климатические параметры, регионы, временные метки и другие связанные сущности. База данных NEO4J обеспечивает эффективное хранение, поиск и обработку графовых данных.

Моделирование данных: Для разработки приложения необходимо определить основные сущности и их атрибуты, а также связи и отношения между ними. Моделирование данных позволяет структурировать информацию и определить, какая информация будет храниться в базе данных NEO4J.

Ввод и хранение данных: Приложение должно поддерживать механизм ввода и хранения данных о климатических параметрах. Это может включать импорт данных из внешних источников, ввод данных вручную или автоматическую загрузку данных с метеостанций. Полученные данные сохраняются в базе данных NEO4J для последующего анализа и обработки.

Анализ и визуализация данных: Приложение должно предоставлять возможности для анализа и визуализации климатических данных. Это может включать выполнение сложных запросов к базе данных NEO4J для извлечения нужной информации, а также использование графических библиотек для создания графиков, диаграмм и карт для наглядного представления результатов исследований.

Импорт и экспорт данных: Приложение может поддерживать функциональность импорта и экспорта данных. Это позволяет пользователям загружать данные из внешних источников и сохранять результаты исследований в удобном формате, например, в CSV или Excel.

Общая структура приложения обеспечивает удобный интерфейс для исследователей, эффективное взаимодействие с базой данных NEO4J и мощные инструменты для анализа и визуализации климатических данных.

Моделирование данных

Определение основных сущностей и их атрибутов

При моделировании данных для расчетов пожароопасности индекса можно определить следующие основные сущности и их атрибуты:

1. Регионы:
   * Название региона
   * Географические координаты
   * Площадь
   * Климатические особенности региона
2. Метеостанции:
   * Название станции
   * Географические координаты
   * Высота над уровнем моря
   * Данные о станции (например, тип станции, оборудование)
3. Пожароопасность:
   * Индекс пожароопасности (например, Fire Weather Index)
   * Дата и время расчета
   * Метеорологические параметры (например, температура, влажность, скорость ветра)
   * Индексы пожароопасности (например, опасность воспламенения, распространение пожара, интенсивность огня)
4. Исторические данные:
   * Метеорологические данные за определенный период (например, температура, влажность, скорость ветра)
   * Индексы пожароопасности за определенный период
5. Моделирование:
   * Модель расчета пожароопасности (например, модель интегрированного индекса пожароопасности)
   * Параметры модели (например, коэффициенты, веса)

Определение этих основных сущностей и их атрибутов поможет структурировать данные для расчета пожароопасности индекса в базе данных NEO4J. Взаимосвязи между регионами, метеостанциями, показателями пожароопасности и другими сущностями позволят эффективно хранить и анализировать данные, а также проводить расчеты и визуализацию результатов.

Основные данные берутся с сайта meteo.ru — Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды   
  
Технологии Аисори

Специализированные массивы для климатических исследований:

выборка данных обеспечивается Web-технологией [«Аисори – Удаленный доступ к ЯОД-архивам».](http://aisori.meteo.ru/)

Cайт технологии:

[http://aisori-m.meteo.ru](http://aisori-m.meteo.ru/)

Технологии Аисори – это общее название семейства программных продуктов, предназначенных для эффективной работы с архивами Государственного фонда данных о состоянии природной среды (Госфонд). Госфонд содержит десятки архивов по различным разделам изучения природной среды (метеорология, гидрология, аэрология, океанография, загрязнения сред и т.п.) за период с 1874 г. по настоящее время. Объем данных в большинстве архивов составляет от 1 до 20 Гбайт.

Все технологии Аисори имеют в своей основе две общие черты:

1. Структура архивов описывается средствами Языка описания гидрометеорологических данных (ЯОД), который реализует иерархическую модель данных. Этот язык принят в качестве отраслевого стандарта Гидрометеослужбы в 1978 г.
2. В качестве средства управления данными в технологиях используется ядро Аисори – специализированный пакет программного обеспечения, включающий Транслятор ЯОД, Компилятор запросов и Процессор запросов.

Семейство технологий Аисори состоит из пяти программных продуктов:

Аисори – Вепрь” – локальное приложение, часто называемое системой управления данными АИСОРИ, реализующее основные операции над ЯОД-архивами: выборку данных по запросу (с отбором по условиям и преобразованием форматов элементов), общий контроль (тестирование), сортировку, преобразование структуры, просмотр через экранные формы, получение справок о составе архивов и т.п. Приложение имеет интерактивные средства подготовки запросов, экранных форм и заказов на тестирование.

Аисори – Удаленный доступ к ЯОД-архивам” – Web технология в среде Байконура, обеспечивающая удаленный доступ пользователей к ЯОД-архивам для получения из них любых выборок табличной структуры. Доступ к ЯОД-архивам осуществляется по сетям Интернет или Интранет. Пользователь обращается за выборкой данных, используя обычный браузер. Таким образом, это клиент серверная технология, в которой пользователем является тонкий клиент.

Аисори – АРМ ЯОД-архив” – локальное приложение, использующееся в процессе переноса архивных данных с носителей ЭВМ ЕС на носители персональных компьютеров для контроля структуры данных, кондиционирования ЯОД-архивов и создания нового поколения архивов Госфонда – Нормализованных архивов.

Аисори – Интерактивная выборка из ЯОД-архивов” – локальное приложение, реализующее выборку данных из ЯОД-архивов с удобным для пользователей непрофессионалов интерактивным интерфейсом, включающим средства картографического отображения пунктов наблюдений.

Аисори – Интерактивная оболочка для табличных данных” – локальное приложение, предназначенное для представления различных расчетов, результаты которых имеют табличную форму (например, справочник по климату, сведения о полноте и пропусках в архивах и т.п.). Имеет удобный для пользователей непрофессионалов интерактивный интерфейс, в том числе средства картографического отображения пунктов наблюдений.

Технологии Аисори разработаны в Лаборатории автоматизированной информационной системы ФГБУ "ВНИИГМИ-МЦД" Росгидромета (г. Обнинск Калужской области).

Описание связей и отношений между сущностями

Описание связей и отношений между сущностями в контексте разработки приложения для проведения климатических исследований с использованием СУБД NEO4J может включать следующие связи:

1. Связь "Относится к":
   * Метеостанция относится к определенному региону.
   * Индекс пожароопасности относится к определенному региону или метеостанции.
2. Связь "Имеет":
   * Регион имеет одну или несколько метеостанций.
   * Метеостанция имеет метеорологические данные (температура, влажность, скорость ветра и т. д.).
   * Индекс пожароопасности имеет связанные с ним метеорологические параметры и индексы пожароопасности.
3. Связь "Рассчитывается для":
   * Индекс пожароопасности рассчитывается для конкретного временного периода и конкретного региона или метеостанции.
   * Метеорологические данные рассчитываются для определенной метеостанции и временного периода.
4. Связь "Принадлежит к":
   * Метеорологические данные принадлежат конкретной метеостанции.
   * Индекс пожароопасности принадлежит к конкретному региону или метеостанции.

Примеры запросов и операций с данными

Примеры запросов и операций с данными в приложении для проведения климатических исследований с использованием СУБД NEO4J могут включать следующие:

1. Получение данных о климатических параметрах в конкретном регионе или на определенной метеостанции:
   * Найти все климатические параметры для заданного региона или метеостанции.
2. Расчет показателей пожароопасности на основе метеорологических данных:
   * Используя определенную модель индекса пожароопасности, рассчитать показатели на основе доступных метеорологических данных.
3. Поиск и фильтрация данных по определенным критериям:
   * Найти все данные о климатических параметрах, удовлетворяющие заданным диапазонам значений или условиям.
4. Визуализация данных:
   * Создание графического представления данных о климатических параметрах, метеорологических данных или показателях пожароопасности.
5. Импорт и экспорт данных:
   * Импортировать в базу данных внешние данные о климате или метеорологические данные.
   * Экспортировать результаты исследований или отчеты в удобном формате (например, CSV, Excel).
6. Анализ временных рядов:
   * Выполнение статистического анализа временных рядов климатических параметров или индексов пожароопасности.

Реализация функциональности приложения

Ввод и хранение данных о климатических параметрах

Для реализации функциональности ввода и хранения данных о климатических параметрах в приложении, предлагается использовать следующие методы:

1. Выгрузка данных: Разработать механизм, основанный на технологии web scraping или использовании API, для получения данных о климатических параметрах с веб-сайта meteo.ru или других источников данных.
2. Параллельный импорт и конвертация данных: Реализовать механизм, который позволяет одновременно выполнять импорт данных с веб-сайта и их конвертацию в формат, совместимый с базой данных NEO4J. Для этого можно использовать многопоточность или асинхронные операции.
3. Хранение данных: Использовать СУБД NEO4J для хранения данных о климатических параметрах. NEO4J предлагает графовую модель данных, что позволяет эффективно организовать хранение и структурирование данных, а также проводить различные операции с графами.

Анализ и визуализация данных

Для реализации функциональности анализа и визуализации данных в приложении, предлагается использовать следующие подходы:

1. Анализ данных: Применить статистические методы и алгоритмы для извлечения информации из данных о климатических параметрах. Это может включать фильтрацию данных, вычисление статистических показателей, агрегацию и группировку данных.
2. Визуализация данных: Использовать библиотеки визуализации данных, такие как Matplotlib, Seaborn или Plotly, для создания графиков, диаграмм, тепловых карт и других визуальных представлений данных о климатических параметрах.
3. Сохранение в JPEG формате: Реализовать функциональность сохранения визуализированных данных в формате JPEG. Для этого можно использовать функции библиотеки Matplotlib, которые позволяют сохранять графики и диаграммы в различных графических форматах, включая JPEG.

Импорт и экспорт данных

Для реализации функциональности импорта и экспорта данных в приложении, рекомендуется следующие подходы:

1. Импорт данных: Разработать механизм импорта данных из внешних источников, таких как файлы CSV, JSON или API, в базу данных NEO4J. Для этого можно использовать соответствующие библиотеки и инструменты, предоставляемые языком программирования Python.
2. Экспорт данных: Предоставить возможность экспорта данных из базы данных NEO4J в формате Excel. Для этого можно использовать библиотеки, такие как pandas и openpyxl, которые позволяют работать с данными в формате Excel.

Таким образом, разработка приложения для проведения климатических исследований с использованием СУБД NEO4J включает в себя реализацию механизмов ввода и хранения данных, анализа и визуализации данных, а также импорта и экспорта данных, обеспечивая возможность удобной работы с климатическими параметрами и эффективное использование информации в научных исследованиях.

# Заключение

В заключение, разработка приложения для проведения климатических исследований с использованием СУБД NEO4J представляет собой важный шаг в направлении эффективного анализа и управления данными о климатических параметрах. NEO4J, с своей графовой моделью данных, предоставляет удобные и гибкие возможности хранения, структурирования и анализа связей между сущностями.

Применение NEO4J в климатических исследованиях позволяет исследователям и специалистам в области климата эффективно работать с данными, анализировать их, выявлять закономерности и зависимости, а также проводить визуализацию результатов. Это способствует более глубокому пониманию климатических процессов и помогает принимать обоснованные решения в области климатической политики и окружающей среды.

Разработка приложения на базе NEO4J также позволяет удобно вводить и хранить данные о климатических параметрах, а также обеспечивает возможность импорта и экспорта данных в различных форматах, таких как CSV и Excel, что упрощает обмен данными с другими системами и исследовательскими группами.

В целом, использование СУБД NEO4J в разработке приложения для климатических исследований демонстрирует преимущества графовой модели данных, предоставляя удобство, гибкость и эффективность в работе с данными о климатических параметрах. Такое приложение может стать ценным инструментом для исследователей и специалистов, способствуя улучшению понимания и принятию решений в области климата и окружающей среды.

ТЕЗАУРУС

JavaScript – язык программирования

HTML – средство разметки сайтов

CSS (Cascading Style Sheets) - язык таблиц каскадных стилей.

PHP - это язык программирования

MySQL – это система управления баз реляционных данных

Графовые СУБД – *оптимальный выбор для проведения исследований связей* между различными данными.

Neo4j – графовая система управления базами данных с открытым исходным кодом, реализованная на Java

Cypher — Декларативный язык запросов к графовым базам данных.

NoSQL - нереляционные типы баз данных, которые хранят данные в формате, отличном от реляционных таблиц

Gephi — ПО для сетевого анализа

Java — Язык программирования

Data Scientist - это использование научных методов в работе с большими данными для того, чтобы найти нужное решение.

API - описание способов взаимодействия одной компьютерной программы с другими.

Web Socket - протокол связи поверх TCP-соединения, предназначенный для обмена сообщениями между браузером и веб-сервером, используя постоянное соединение.

# СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. GRAPH DBMS [Электронный ресурс]: – 02.12.2022. Режим доступа -https://db-engines.com/en/ranking/graph+dbms

2. Официальный сайт. Руководство по эксплуатации [Электронный ресурс]: Introduction to the MVC – 02.12.2022. Режим доступа -https://neo4j.com/docs/operations-manual/3.2/

3. Официальный сайт спецификации GraphQL [Электронный ресурс] : GraphQL – 02.12.2022. Режим доступа - [https://spec.graphql.org/October2021/#sec-Overview](https://spec.graphql.org/October2021/%23sec-Overview)

4. Официальная документация по ЯП TypeScript [Электронный ресурс] : TypeScript Documentation – 02.2.2022. Режим доступа -<https://www.typescriptlang.org/docs/>

5. Официальная документация по JavaScript [Электронный ресурс] : JavaScript Documentation – 02.2.2022. Режим доступа -https://developer.mozilla.org/

6.  [«Аисори – Удаленный доступ к ЯОД-архивам».](http://aisori.meteo.ru/) [Электронный ресурс] : JavaScript Documentation – 02.2.2022. Режим доступа -http://meteo.ru/it/178-aisori