МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ “ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ”

Кафедра *программирования и информационных технологий*

Разработка расширения для PostgreSQL в виде хранилища графовых моделей

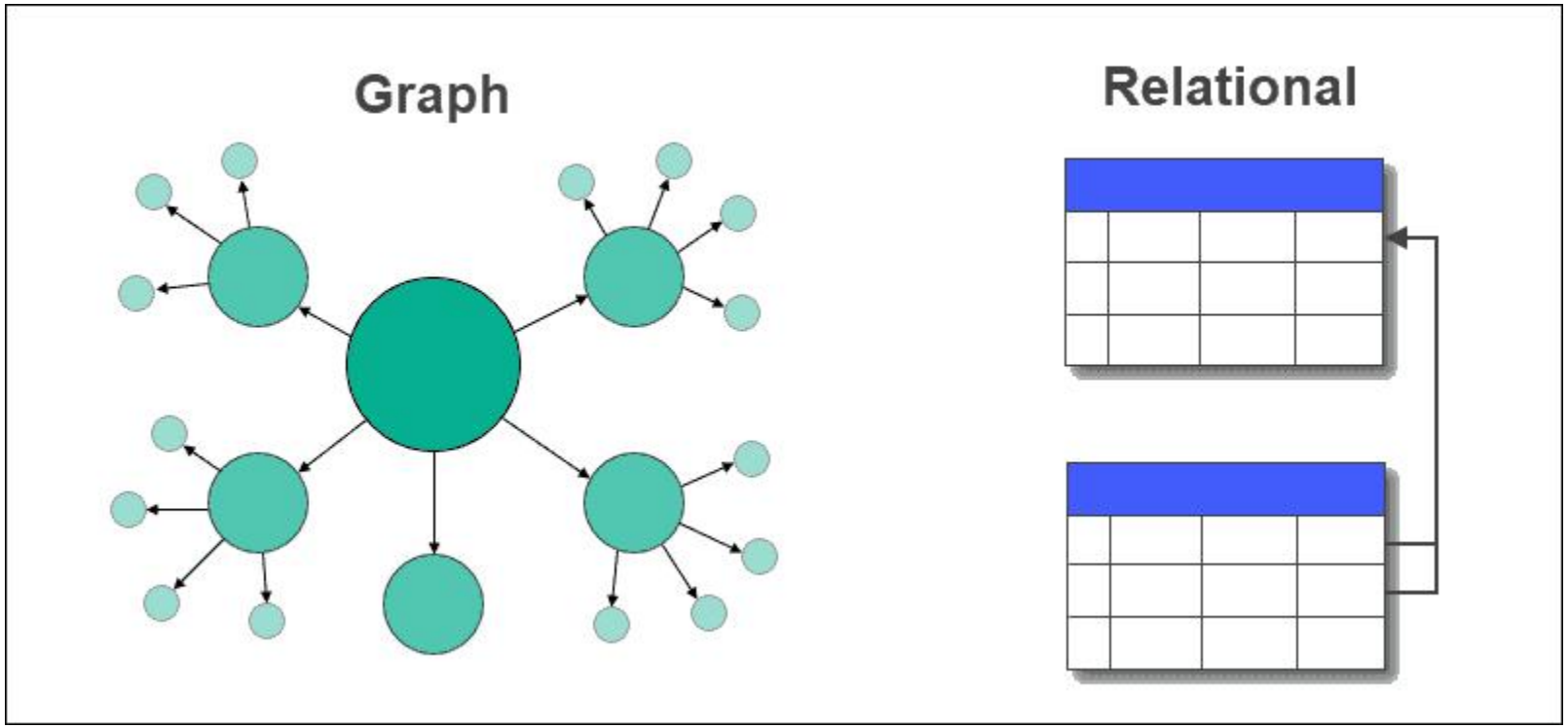
Выполнил: Студент Мамонов Д.В.

Научный руководитель: Самойлов Н.К. ст. преподаватель

Зав. кафедрой: С.Д. Махортов, д.ф.-м.н, профессор

Воронеж 2024

Введение



Постановка задачи

Реализовать расширение для СУБД PostgreSQL, представляющее собой хранилище для объектов в виде графов, со следующими возможностями:

- создание графов с возможностью редактирования узлов и ребер
- получение выборки узлов и ребер с помощью декларативного языка запросов
- предоставление SQL-процедур для работы с хранилищем из PostgreSQL

Существующие аналоги

Neo4j

Достоинства:

- гибкость модели данных
- простота запросов
- масштабируемость

Недостатки:

- цена
- сложность администрирования
- тяжеловесность из-за среды JVM

Apache AGE

Достоинства:

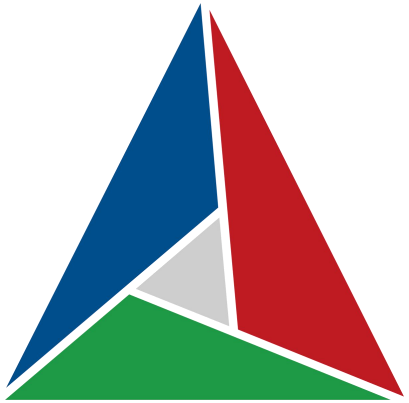
- гибкость и функциональность
- совместимость с PostgreSQL
- производительность запросов

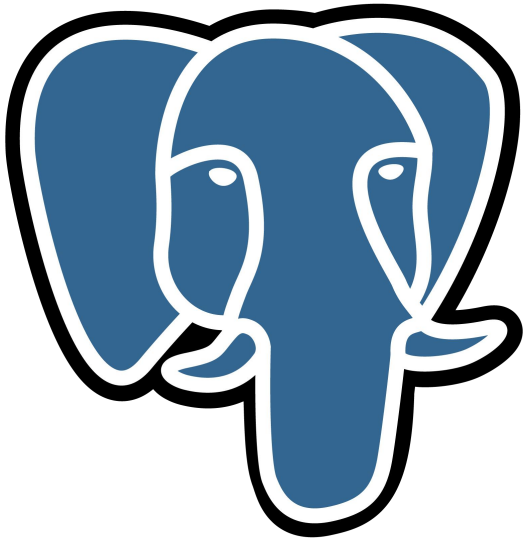
Недостатки:

- отсутствие index-free
- сложность настройки и использования

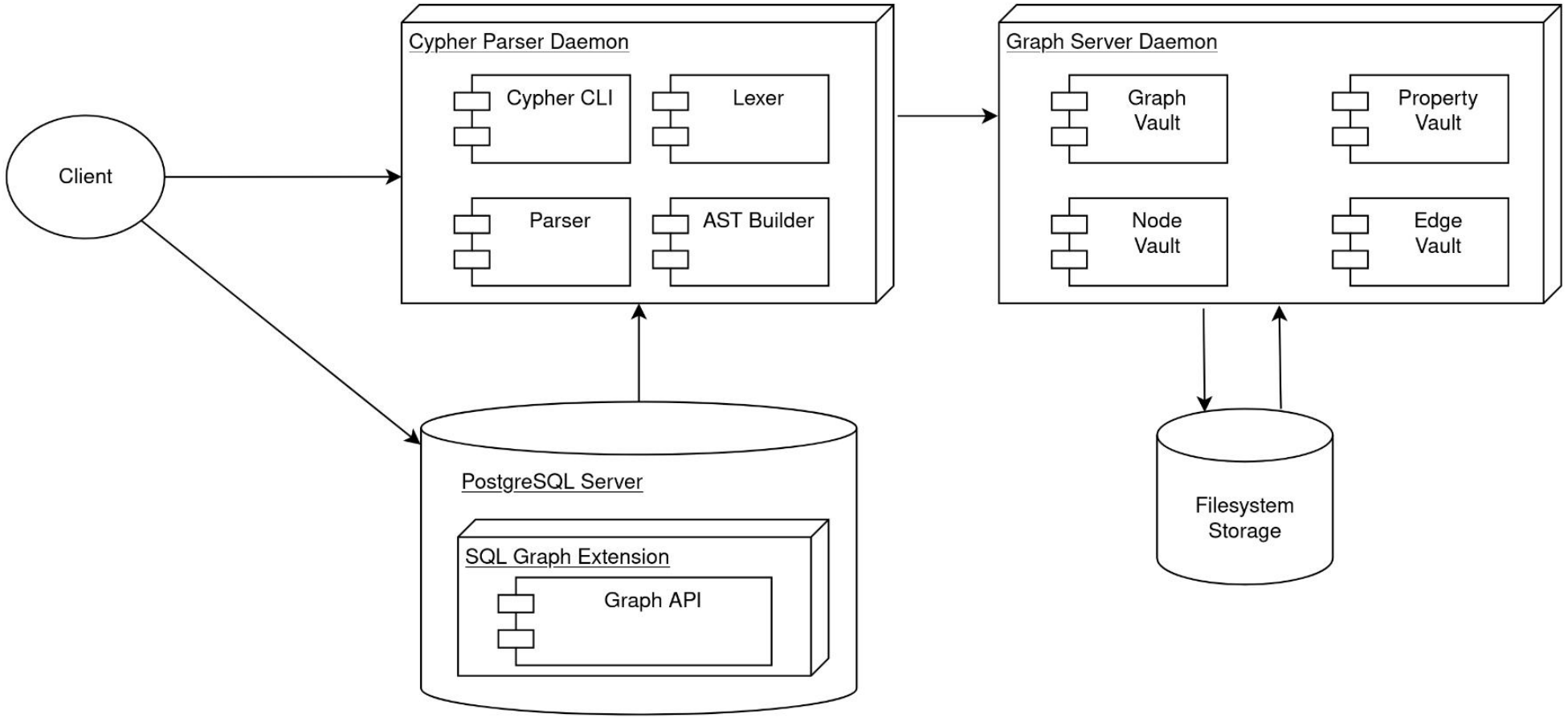
Средства реализации

- C/C++17
- C++ STL
- libpq
- flex
- bison
- CMake



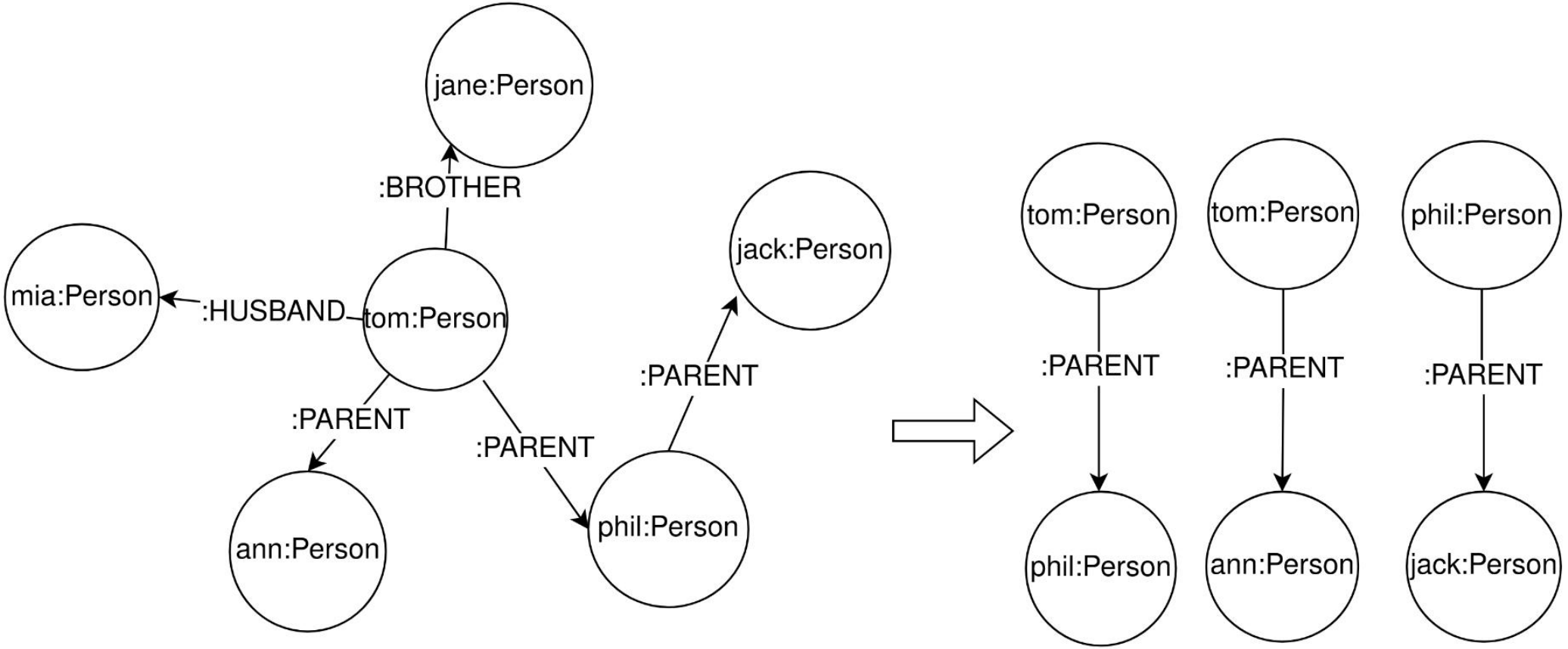


Архитектура



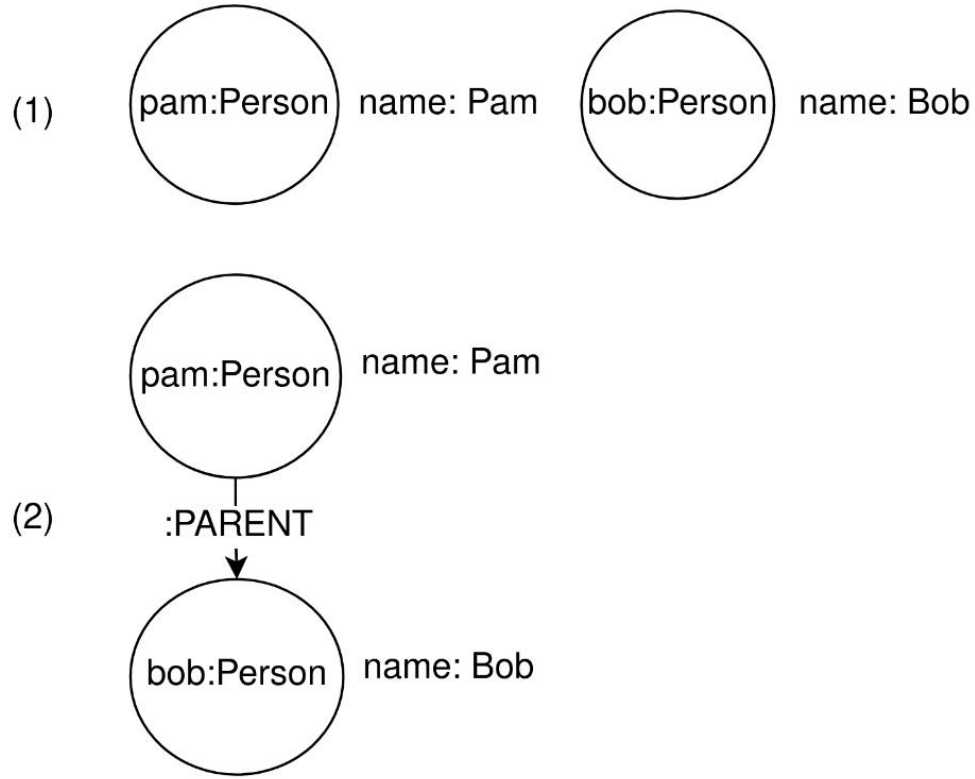
Язык запросов Cypher

MATCH (p1:Person)-[:PARENT]->(p2:Person) RETURN p1, p2



Язык запросов Cypher

CREATE pam: Person{name: "Pam"}, bob: Person{name: "Bob"},
(pam: Person)-[:PARENT]->(bob: Person)



Пример AST-дерева для запроса

MATCH FROM graph_name res = (p1:Person{name: "Pam"})-[p:PARENT]->(p2:Person{name: "Bob"}) RETURN res;

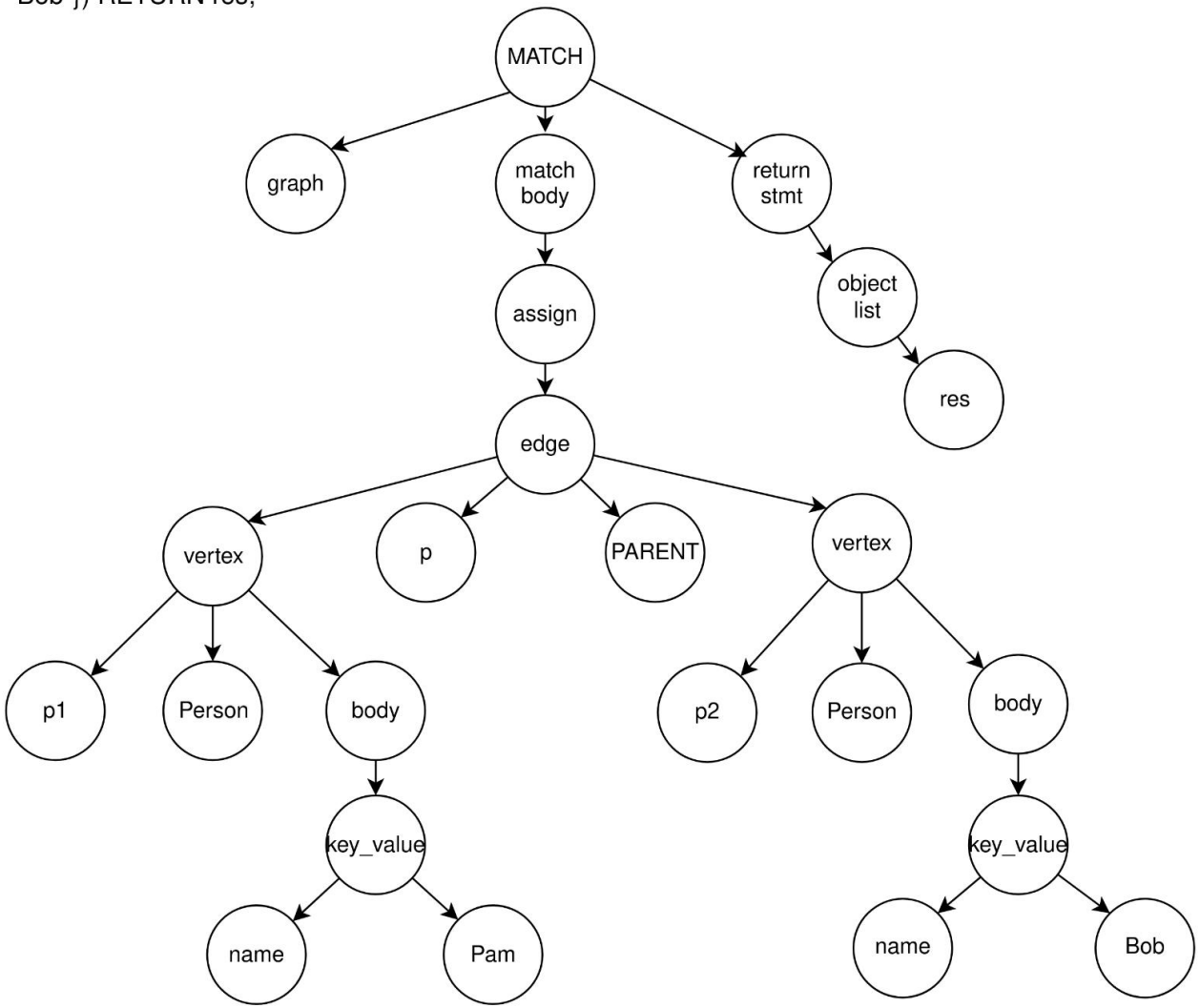


Диаграмма классов AST-дерева

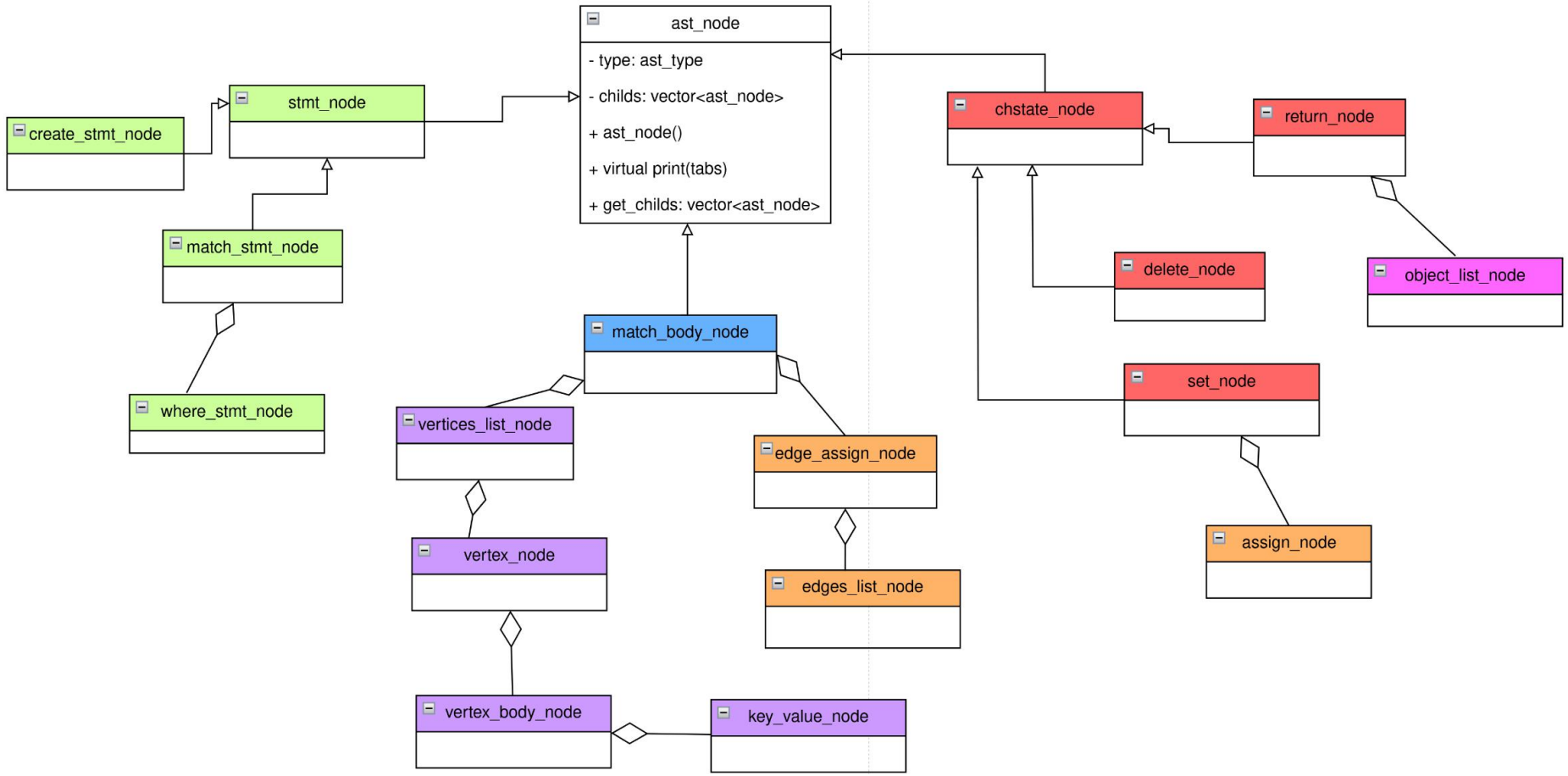
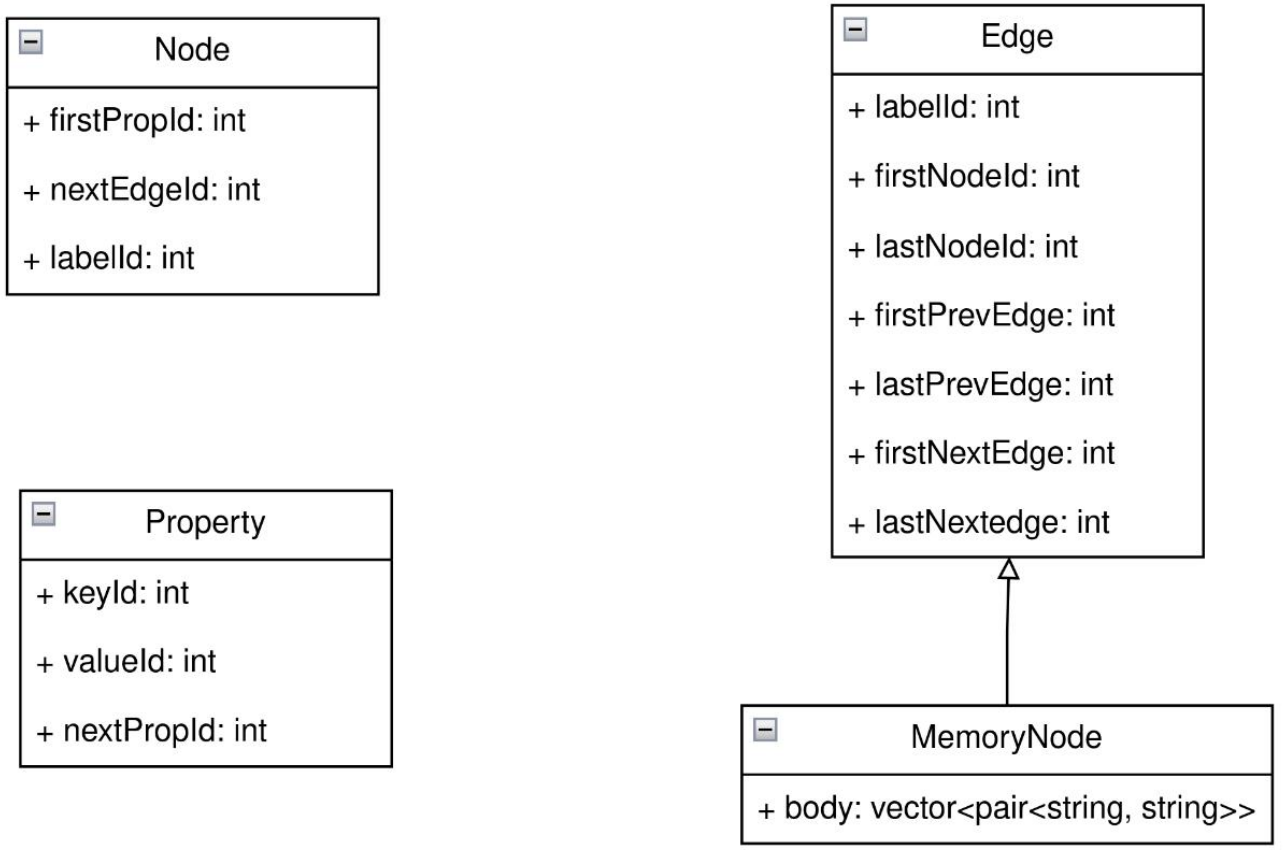


Диаграмма классов сущностей графа



Представление сущностей в файлах

Node: 12 bytes

firstPropId: 4 bytes	nextEdgeId: 4 bytes	labelId: 4 bytes

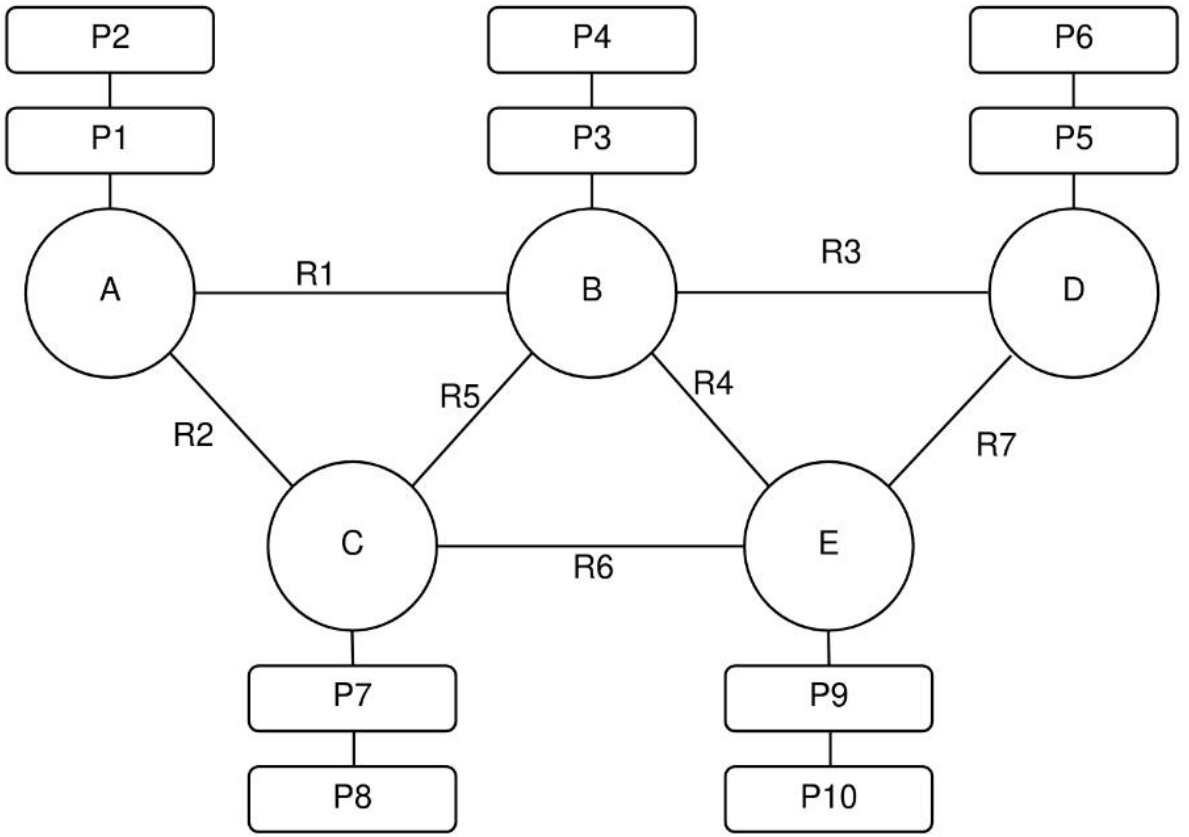
Property: 12 bytes

keyId: 4 bytes	valueId: 4 bytes	nextPropId: 4 bytes

Edge: 28 bytes

labelId	firstNodeId	lastNodeId	firstPrevEdge	lastPrevEdge	firstNextEdge	lastNextEdge

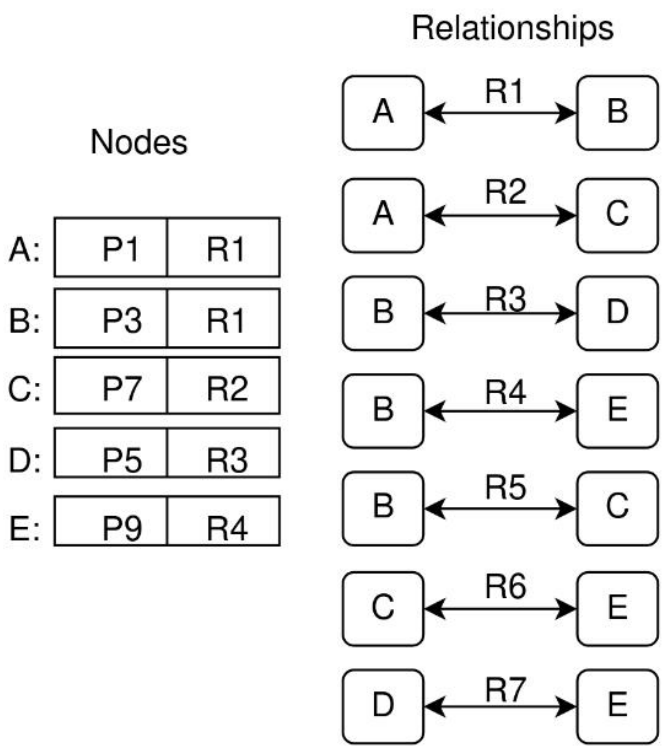
Алгоритм построения графа: узлы



Nodes

A:	P1	R1
B:	P3	R1
C:	P7	R2
D:	P5	R3
E:	P9	R4

Алгоритм построения графа: ребра



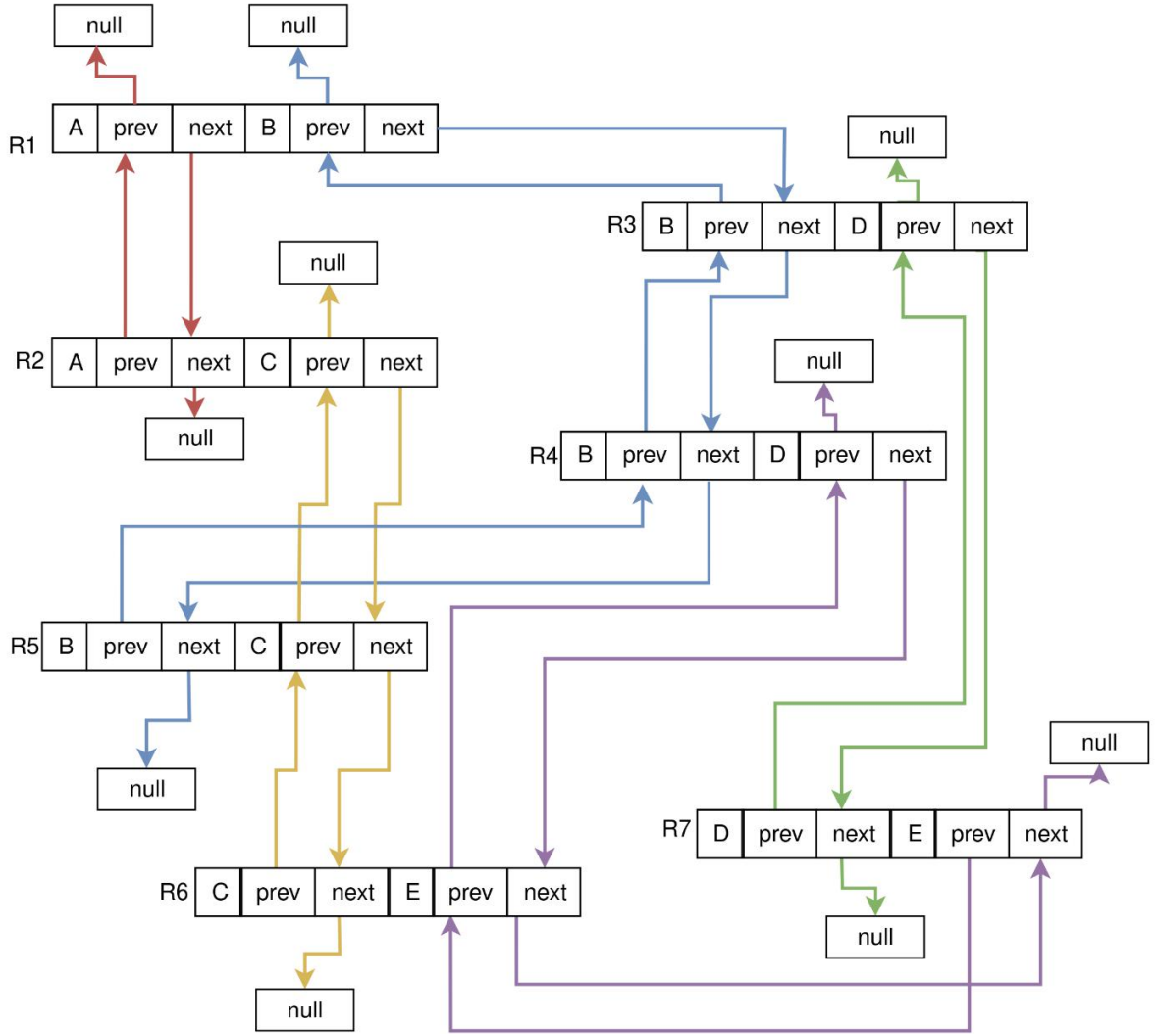
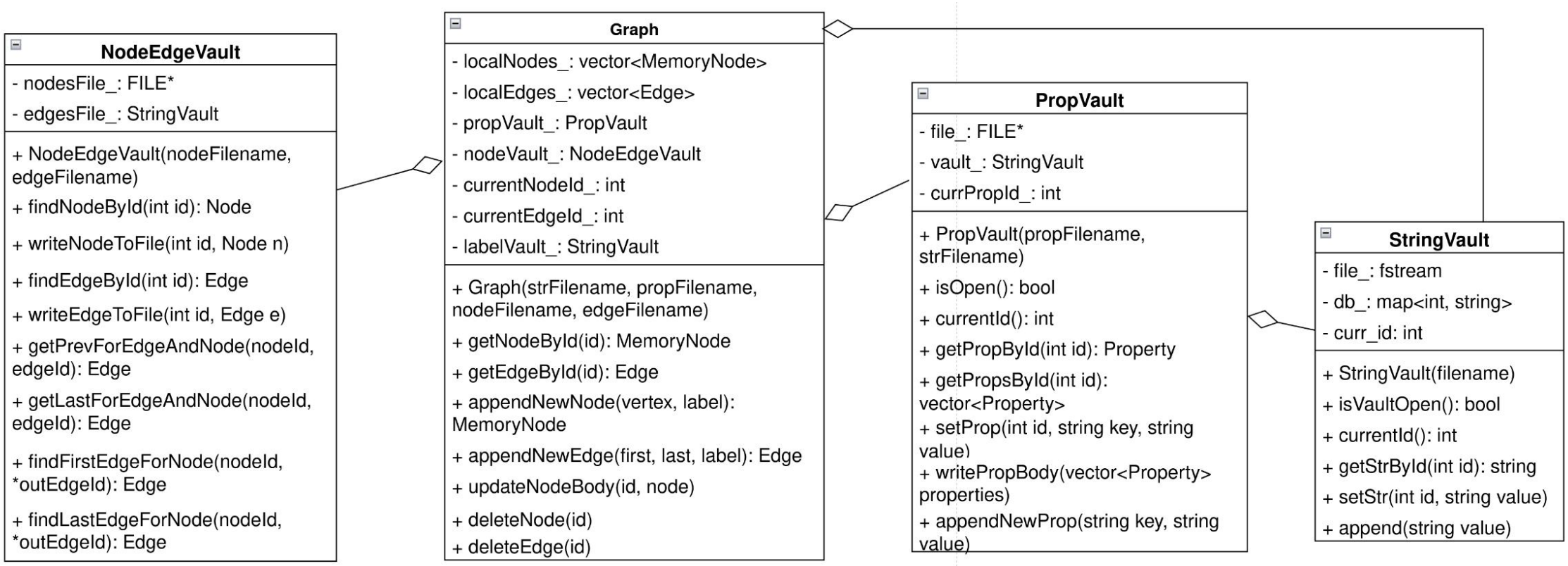
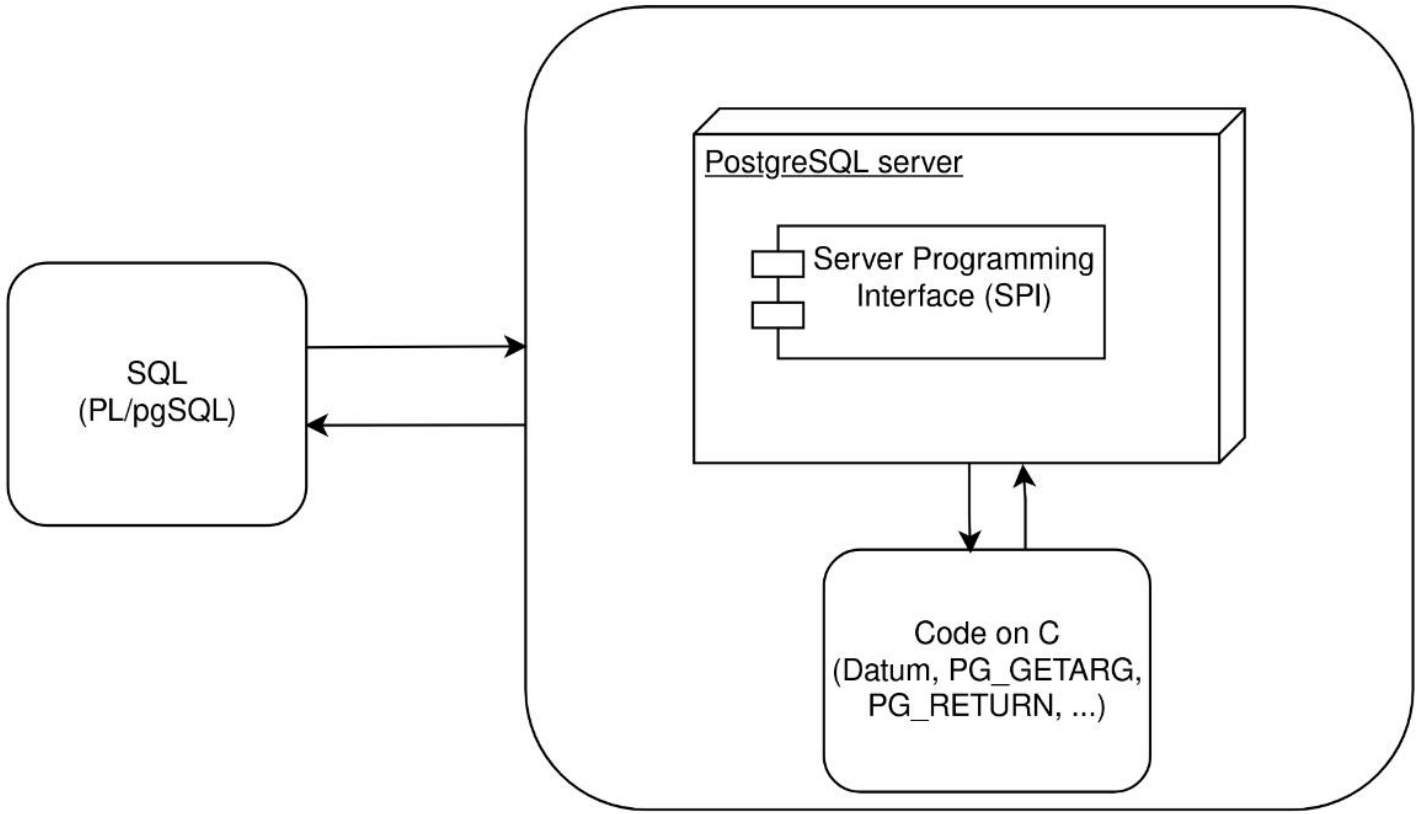


Диаграмма классов хранилища графа



Архитектура расширения PostgreSQL



Разбор запроса (построение AST)

```
MATCH FROM graph (p1:Person)-[p:PARENT]->(p2:Person) WHERE p2.name = "Bob" RETURN p1, p2;

MATCH query:
  -- object value: graph
  -- match query body:
    -- edge assign statement:
      -- edges list:
        -- edge:
          -- object value: p
          -- label value: PARENT
          -- vertices list:
            -- vertex:
              -- object value: p1
              -- label value: Person
          -- vertices list:
            -- vertex:
              -- object value: p2
              -- label value: Person
  -- where statement:
  -- assign:
    -- object value: p2
   = "Bob"
   -- change statement:
    -- return statement:
      -- object list:
        -- object value: p2
        -- object value: p1
```

Cypher CLI

```
Graph Cypher CLI (version 1.0.0)
> CREATE GRAPH persons (pam: Person{name: "Pam"}, bob: Person{name: "Bob", age: 19}), ((pam: Person)-[p:PARENT]->(bob: Person));

CREATE query
(pam:Person)-[PARENT]->(bob:Person)

> MATCH FROM persons (pam: Person) RETURN pam;

MATCH query
pam:Person {
    name: Pam
}

> MATCH FROM persons (:Person)-[p:PARENT]->(:Person) RETURN p;

MATCH query
(pam:Person)-[PARENT]->(bob:Person)

> EXIT
```

Выполнение запросов в PostgreSQL

```
psql (15.4, сервер 14.10)
Введите "help", чтобы получить справку.

postgres=# SELECT * FROM cypher("new_graph", "
CREATE (:Person {name: "Zeus"})-[:FATHER_OF]->(:Person {name: "Persey"})
") AS (f);
 a
---
(0 rows)

postgres=# SELECT * FROM cypher("new_graph", "
MATCH (p1:Person)-[:FATHER_OF]->(p1:Person) RETURN p1, p2
") AS (p);

id  | object | name
----+--------+---------
 1  |   p1   | Zeus
 2  |   p2   | Persey
(2 rows)


postgres=#
```

Заключение

В результате выполнения работы было реализовано расширение для СУБД PostgreSQL, представляющее собой хранилище для объектов в виде графов, со следующими возможностями:

- создание графов с возможностью редактирования узлов и ребер
- получение выборки узлов и ребер с помощью декларативного языка запросов
- предоставление SQL-процедур для работы с хранилищем из PostgreSQL

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ “ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ”

Кафедра *программирования и информационных технологий*

Разработка расширения для PostgreSQL в виде хранилища графовых моделей

Выполнил: Студент Мамонов Д.В.

Научный руководитель: Самойлов Н.К. ст. преподаватель

Зав. кафедрой: С.Д. Махортов, д.ф.-м.н, профессор

Воронеж 2024