

# ПРЕПРИНТ

## Декларативный подход управления данными и знаниями для интеллектуальных систем

Автор: Гузиков О.Н.

### Аннотация

Исследование посвящено разработке концепции декларативного управления данными и знаниями для задач, где существующие технологии (реляционные, графовые, семантические) требуют сложных обходных решений при работе со слабоструктурированными и нечеткими данными, обработки разветвленных семантических взаимосвязей и декларативного задания комплексных правил.

Настоящий документ является единственной действующей и актуальной версией исследования. Предыдущая версия препринта, доступная по ссылке: [<https://doi.org/10.24108/preprints-3114142>], считается устаревшей (deprecated) и отозванной из научного оборота. Цитировать, использовать и обсуждать следует исключительно данную версию.

В рамках данного исследования под рабочим названием EGOQL (сокр. от Entity-centric Graph-Oriented Query Language) рассматривается прототип языка запросов, разработка которого ведется в чисто академическом контексте. Рассматривается синтаксис с нативной поддержкой нечеткой логики, поиска взаимосвязей и декларативного задания правил. В работе приведен сравнительный анализ выразительности и сложности запросов с такими языками, как SQL, Cypher и SPARQL. Исследовательская демонстрация на примере системы поддержки врачебных решений иллюстрирует применимость EGOQL в условиях неопределенности. Проведенный анализ показывает, что указанный подход может оптимизировать процесс создания экспертных, рекомендательных систем и онтологий.

**Ключевые слова:** управление знаниями, декларативное программирование, управление слабоструктурированными и нечеткими данными, логический вывод, графы знаний, нечеткие множества, нечеткая логика, обработка неопределенности.

### Введение

Современные задачи управления данными и знаниями в таких областях, как экспертные системы и системы поддержки принятия решений, рекомендательные сервисы и системы интеллектуального анализа данных, предъявляют новые требования к инструментальным платформам. Эти задачи характеризуются:

- слабоструктурированными данными;
- условиями неопределенности (нечеткие значения, субъективные вероятности, противоречивая информация);
- разветвленной и динамической структурой взаимосвязей между понятиями;
- сложными правилами, ограничениями и зависимостями.

В работе анализируются ограничения применения существующих технологических парадигм:

- SQL и реляционные СУБД;
- Графовые БД (Neo4j/Cypher);
- Семантический стек RDF/OWL/SWRL/SPARQL;
- Нейросетевые и LLM-подходы.

Проведенный анализ демонстрирует, что существующие подходы не в полной мере удовлетворяют требованиям к управлению данными и моделированию знаний в условиях неопределенности. В данной работе исследуется подход EGOQL, представляющий собой альтернативный подход к решению указанных задач.

### **Основной вклад работы:**

1. Исследование декларативного подхода управления данными и знаниями с нативной поддержкой нечеткой логики.
2. Сравнительный анализ (рассматриваемого подхода с языками SQL, Cypher и SPARQL) выразительной мощности и сложности моделирования на типовых задачах управления данными и знаниями.

### **Основные концепции подхода к управлению знаниями EGOQL:**

- Декларативная модель запросов и правил;
- Встроенная обработка неопределенности: нативная интеграция аппарата нечеткой логики и теории нечетких множеств;
- Графоориентированный анализ связей: развитые механизмы выявления зависимостей и обработки разветвленных семантических структур;
- Расширенная система типов и операторов для работы со слабоструктурированными и нечеткими данными.

### **Сравнительный анализ и оценка**

В работе выполнен сравнительный анализ с языками запросов SQL, Cypher и SPARQL. Сравнение проводится на наборе типовых задач управления знаниями, включающих работу со слабоструктурированными и нечеткими данными, а также задания правил и выявление семантических связей. В качестве объективных критериев оценки выбраны: выразительная мощность (способность компактно определять факты и правила), лаконичность синтаксиса (количественно оцениваемая по числу лексем и операторов) и сложность моделирования (сложность перевода концептуальной модели предметной области в работающий запрос или набор правил).

### **Перспективы дальнейших исследований**

1. Исследование возможностей интеграции с существующими стандартами OWL / SWRL / FML для взаимодействия с семантическим стеком;

2. Изучение расширенных графовых алгоритмов: внедрение в рассматриваемый подход алгоритмов центральности, обнаружения сообществ и предсказания связей для задач интеллектуального анализа знаний;
3. Исследование нейросимвольной интеграции: Изучение возможностей взаимодействия с большими языковыми моделями (LLM), в том числе, для автоматической экстракции фактов из неструктурированных текстов.

## Заключение

В работе исследован подход, обеспечивающий работу со слабоструктурированными данными, нативную поддержку нечеткой логики и декларативное задание правил. Важным следствием декларативной и логической природы является полная интерпретируемость (объяснимость) результатов вывода. Проведен сравнительный анализ с языками SQL, Cypher и SPARQL на решении задач, характеризующихся неопределенностью и сложными связями, по критериям выразительной мощности и сложности моделирования.

## Список использованных источников

1. Guidelines for knowledge libraries and object libraries. ISO 16354:2013(en) — URL: <https://www.iso.org/obp/ui/en/#iso:std:iso:16354:ed-1:v1:en> (дата обращения: 21.12.2025).
2. Information technology — Database languages — SQL. Part 1: Framework (SQL/Framework). ISO/IEC 9075-1:2023. — URL: <https://www.iso.org/standard/76583.html> (дата обращения: 21.12.2025).
3. OWL 2 Web Ontology Language Document Overview (Second Edition). W3C Recommendation 11 December 2012 / W3C. — URL: <https://www.w3.org/TR/owl2-overview/> (дата обращения: 21.12.2025).
4. SWRL: A Semantic Web Rule Language Combining OWL and RuleML. W3C Member Submission 21 May 2004 / W3C. — URL: <https://www.w3.org/submissions/SWRL/> (дата обращения: 21.12.2025).
5. ГОСТ Р 57309-2016. Национальный стандарт Российской Федерации Руководящие принципы по библиотекам знаний и библиотекам объектов. Guidelines for knowledge libraries and object libraries. М.: Стандартинформ, 2017. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200142712> (дата обращения: 21.12.2025).
6. Заде, Л. А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений : пер. с англ. / Л. А. Заде ; под ред. Н. Н. Моисеева и С. А. Орловского. — М. : Мир, 1976. — 165 с.
7. Т. А. Гаврилова Инженерия знаний. Модели и методы : Учебник для вузов / Т. А. Гаврилова, Д. В. Кудрявцев, Д. И. Муромцев. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 324 с.