

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
Физико-механический институт

Курсовая работа
«Генерация текста НИР с помощью ИИ»
по дисциплине «Автоматизация научных исследований»

Выполнил
студент гр. № 5040102/50201

Худина А.А.

Преподаватель: Новиков Ф.А.

Санкт-Петербург
2025 г.

Аннотация

Статья посвящена проблеме анализа растущих массивов научных публикаций. Цель работы — сравнительный анализ методов автоматического выделения ключевых сущностей и связей для построения тематических графов знаний. В исследовании применяются методы обработки естественного языка (NLP) и сетевого анализа. В результате спроектирована архитектура веб-инструмента KnowledgeGraph Vis для визуализации исследовательских ландшафтов, разработаны диаграммы вариантов использования и классов, создан презентационный лендинг. Научная новизна заключается в интеграции алгоритмов NLP и сетевого анализа в единый инструмент для научометрических исследований. Работа имеет практическую значимость для исследователей, аналитиков данных и научных сотрудников.

Abstract

The article addresses the problem of analyzing the growing volumes of scientific publications. The aim of the work is a comparative analysis of methods for the automatic extraction of key entities and relationships for building thematic knowledge graphs. The study employs natural language processing (NLP) and network analysis methods. As a result, the architecture of the KnowledgeGraph Vis web tool for visualizing research landscapes has been designed, use case and class diagrams have been developed, and a promotional landing page has been created. The scientific novelty lies in the integration of NLP and network analysis algorithms into a single tool for scientometric research. The work has practical significance for researchers, data analysts, and research scientists.

Тема научной работы: «Сравнительный анализ методов автоматического выделения ключевых сущностей и связей для построения тематических графов знаний в научных областях».

Введение. В современной науке объем публикуемых материалов растет экспоненциально, что создает вызовы для исследователей, стремящихся ориентироваться в быстро развивающихся областях. Одним из перспективных подходов к структурированию и анализу больших корпусов научных текстов является построение и визуализация графов знаний, где узлы представляют ключевые концепции, авторов или публикации, а ребра отражают семантические или цитационные связи между ними. Данная работа посвящена исследованию и сравнению математических методов, лежащих в основе автоматического извлечения таких сущностей и связей из метаданных и текстов научных статей, с последующей интеграцией этих методов в инструмент интерактивной визуализации для анализа исследовательских ландшафтов.

Актуальность темы обусловлена возрастающей потребностью научного сообщества в эффективных инструментах анализа больших данных, позволяющих не только обозревать, но и выявлять скрытые структурные закономерности и динамику развития научных направлений. Существующие решения часто либо ограничены узкой предметной областью, либо требуют значительной ручной обработки данных. Разработка и адаптация алгоритмов, сочетающих методы обработки естественного языка (NLP), сетевого анализа и интерактивной визуализации, позволяет создать универсальный и гибкий инструмент для научометрических и аналитических задач. Такой подход напрямую соотносится с проектом KnowledgeGraph Vis, который служит практической реализацией исследуемых методов, предлагая веб-интерфейс для автоматического построения и анализа графов знаний.

Для последующей конкретизации архитектуры подобного инструмента и формализации взаимодействия пользователя с системой, логичным следующим шагом является проектирование его структурных и функциональных компонентов. Это включает разработку диаграммы классов, отражающей ключевые сущности предметной области и их взаимосвязи в рамках программной реализации, а также диаграммы вариантов использования, описывающей сценарии взаимодействия

целевой аудитории (исследователей, аналитиков) с функционалом системы для решения их профессиональных задач.

Для формализации функциональных требований к разрабатываемому инструменту KnowledgeGraph Vis и анализа взаимодействия пользователей с системой была разработана диаграмма вариантов использования (Use Case Diagram). Данная диаграмма служит важным инструментом на этапе проектирования, позволяя четко определить границы системы, ее основных акторов и ключевые сценарии применения [2, 8].

Основными акторами, идентифицированными для системы, являются «Исследователь/Аналитик» (основной пользователь), «Администратор системы» и «Внешняя система». Актор «Исследователь/Аналитик» представляет целевую аудиторию проекта — научных сотрудников и аналитиков данных, которые будут использовать инструмент для извлечения инсайтов из корпусов научной литературы. Его цели охватывают полный цикл работы: от загрузки данных (UC1) до экспорта полученных результатов (UC6). Ключевым вариантом использования является «Автоматическое построение и визуализация графа» (UC3), который обобщает работу алгоритмов NLP и сетевого анализа для выделения сущностей и связей. Этот вариант использования расширяет (extends) выбор конфигурации алгоритмов (UC2), что подчеркивает возможность адаптации методов под конкретную исследовательскую задачу, будь то анализ цитирований [6] или семантических связей [7].

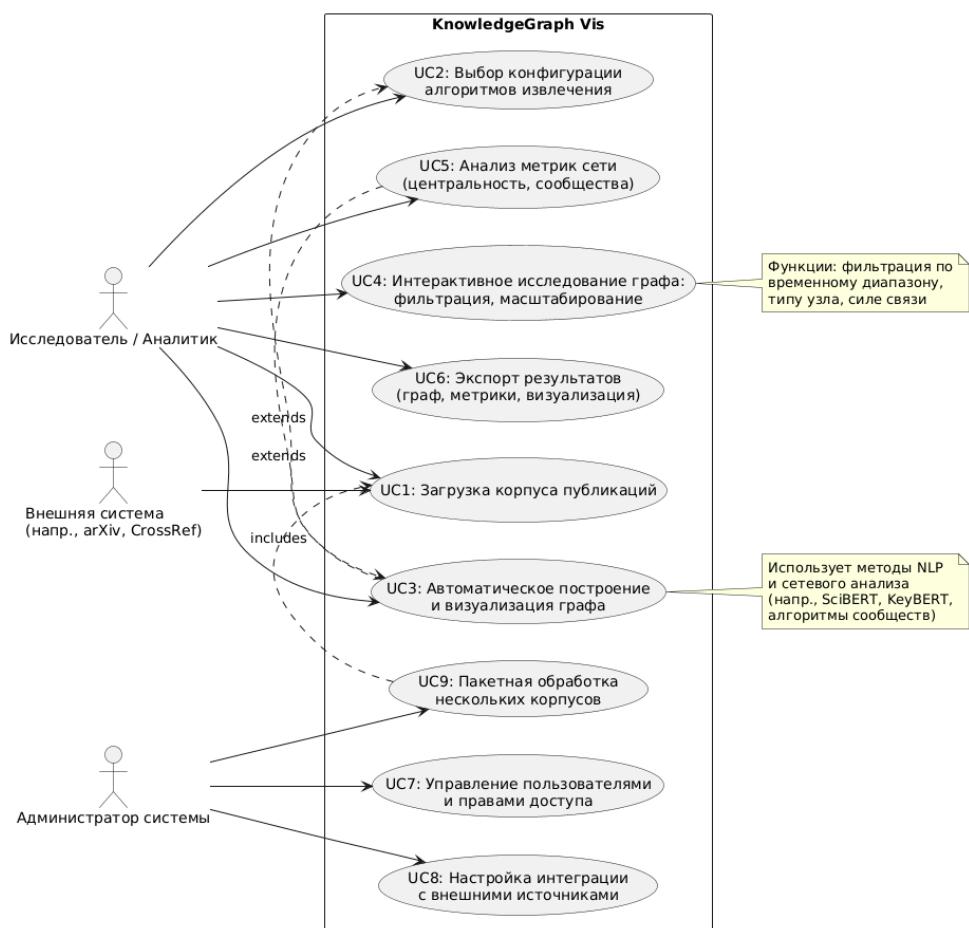


Рис. 1. Диаграмма вариантов использования системы KnowledgeGraph Vis.

Важным аспектом является сценарий интерактивного исследования (UC4), который реализует принципы визуальной аналитики, позволяя пользователю динамически фильтровать и изучать граф для выявления паттернов. Расчет метрик сети, таких как центральность и выявление сообществ (UC5), напрямую опирается на фундаментальные методы сетевого анализа [4, 9]. Актор «Администратор системы» отвечает за техническую поддержку работы инструмента, включая управление доступом и интеграцию с внешними источниками данных (UC7, UC8), такими как

репозитории arXiv или Crossref. Наличие актора «Внешняя система» и связи с UC1 отражает требование к возможности автоматической загрузки данных. Диаграмма также включает вариант использования «Пакетная обработка нескольких корпусов» (UC9), что намечает направление для масштабируемости решения. Таким образом, представленная диаграмма вариантов использования систематизирует и уточняет ключевую функциональность, заявленную в описании проекта KnowledgeGraph Vis, и служит основой для последующего проектирования архитектуры системы.

Следующим этапом проектирования системы KnowledgeGraph Vis является разработка диаграммы классов, которая формализует статическую структуру предметной области и ключевые компоненты программной реализации. Диаграмма классов служит концептуальной основой для объектно-ориентированного проектирования, определяя сущности, их атрибуты, методы и взаимосвязи, что является стандартной практикой при создании сложных информационных систем анализа данных [8].

Центральными концепциями модели, представленной на диаграмме, являются данные, алгоритмы и граф. Классы **Publication**, **Author** и **Corpus** инкапсулируют исходные научные данные, загружаемые пользователем. Метаданные публикаций, такие как заголовок, аннотация и список авторов, служат первичным материалом для последующего анализа. Основу системы составляют классы

KnowledgeGraph, **GraphNode** и **GraphEdge**, непосредственно реализующие графовую модель.

Класс **GraphNode** с атрибутом `type: NodeType` (перечисление, включающее CONCEPT, AUTHOR, PUBLICATION и др.) позволяет унифицированно представлять разнородные сущности, извлеченные из текстов [7]. Класс **GraphEdge** с атрибутом `type: EdgeType` классифицирует связи, такие как цитирование (CITATION) или совместное употребление терминов (CO_OCCURRENCE), что отражает различные природу взаимодействий в научной среде [6].

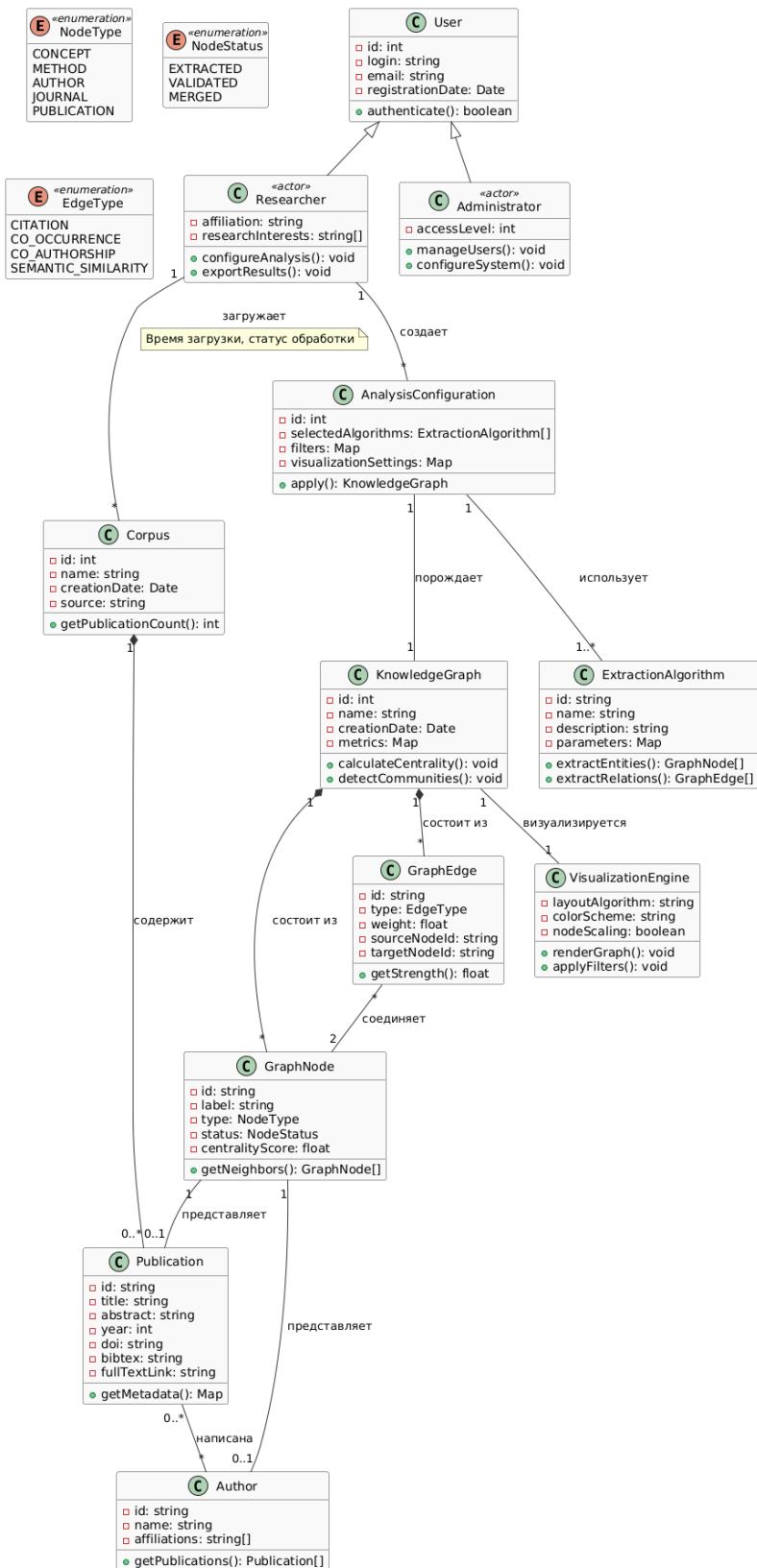


Рис. 2. Диаграмма классов системы KnowledgeGraph Vis.

Логика обработки данных инкапсулирована в классе **ExtractionAlgorithm**, который представляет абстракцию для различных математических методов выделения сущностей и связей, обсуждаемых в работе (например, методы векторных представлений слов [3] или алгоритмы выявления сообществ [9]). Конкретная конфигурация анализа, управляемая исследователем, описывается классом **AnalysisConfiguration**, агрегирующим выбранные алгоритмы и параметры фильтрации. Это обеспечивает гибкость и воспроизводимость анализа. Классы **Researcher** и **Administrator**, наследующиеся от **User**, моделируют ролевую модель доступа к системе, определенную ранее на

диаграмме вариантов использования. Связи композиции между **KnowledgeGraph** и его элементами (**GraphNode**, **GraphEdge**) подчеркивают, что граф является целостной структурой, время жизни узлов и ребер зависит от времени жизни графа. Связи ассоциации между **GraphNode** и сущностями предметной области (**Publication**, **Author**) обеспечивают связь абстрактного узла графа с конкретным объектом данных. Таким образом, представленная диаграмма классов декомпозирует систему на взаимосвязанные компоненты и служит формальным переходом от концептуальных требований к этапу программной реализации инструмента визуализации исследовательских ландшафтов.

В рамках практической реализации проекта KnowledgeGraph Vis был разработан презентационный веб-сайт (лендинг), выполняющий задачи анонса функциональности, демонстрации ключевых преимуществ и формирования первоначальной аудитории заинтересованных исследователей. Создание эффективного интерфейса взаимодействия с потенциальными пользователями является критически важным этапом в жизненном цикле научно-ориентированного ИТ-инструмента, так как оно напрямую влияет на его восприятие и последующее внедрение в исследовательскую практику [2, 8].

Разработка лендинга основывалась на принципах адаптивного веб-дизайна с использованием современного фреймворка Bootstrap 5.2, что обеспечило кроссплатформенную совместимость и корректное отображение на устройствах с различным разрешением экрана — от мобильных смартфонов до настольных рабочих станций. Структура HTML-документа была построена с применением семантических тегов, таких как `<header>`, `<section>` и `<footer>`, что не только улучшает читаемость кода, но и способствует поисковой оптимизации. Для стилизации использовались CSS-переменные, определенные в корневом селекторе `:root`, что позволило централизованно управлять утвержденной цветовой палитрой проекта, включающей доминирующий темно-синий цвет (#0d1b2a) для фона и акцентный бирюзовый (#2ec4b6) для интерактивных элементов.

```
text
:root {
    --color-primary: #0d1b2a;
    --color-secondary: #e0e1dd;
    --color-accent: #2ec4b6;
    --color-accent-light: #cbf3f0;
}
```

Интерактивная составляющая лендинга реализована на ванильном JavaScript (ES6+). Ключевыми функциями стали плавная прокрутка к якорным ссылкам навигационного меню и обработка формы подписки на обновления. Функция `createGraphNodes` динамически генерирует набор стилизованных элементов `<div>`, имитирующих узлы графа знаний в демонстрационных блоках, визуально подчеркивая основную тему проекта. Валидация поля ввода `email` осуществляется средствами HTML5 (атрибут `type="email"` и `required`) с дополнительной проверкой на стороне клиента.

```
text
document.getElementById('subscribe-form').addEventListener('submit', function(e) {
    e.preventDefault();
    const emailInput = document.getElementById('email-input');
    if(emailInput.checkValidity()) {
        alert('Спасибо! Мы сообщим вам о запуске.');
        emailInput.value = '';
    }
});
```

Содержательное наполнение лендинга структурировано в соответствии с моделью AIDA (Attention, Interest, Desire, Action). Герой-секция (Hero-section) привлекает внимание заголовком и слоганом, блок "Возможности" (Features) формирует интерес через описание выгод, демо-блок и раздел "Как

"это работает" усиливают желание воспользоваться инструментом, а форма подписки представляет собой четкий призыв к действию. Подобная композиция направлена на поэтапное вовлечение целевой аудитории — научных сотрудников и аналитиков данных — и сбор контактов для формирования сообщества ранних последователей (early adopters). Таким образом, созданный лендинг служит не только маркетинговым целям, но и является первым функциональным прототипом пользовательского интерфейса будущей полноценной системы визуализации графов знаний.

Заключение и планы на дальнейшее исследование

Проведенная работа позволила сформулировать концепцию, спроектировать архитектуру и создать презентационный прототип веб-инструмента KnowledgeGraph Vis для визуализации исследовательских ландшафтов. На данном этапе выполнены анализ предметной области, формализация требований, структурное и объектно-ориентированное проектирование системы, а также реализация адаптивного пользовательского интерфейса. Полученные результаты создают прочный фундамент для дальнейшей разработки полнофункциональной системы и углубленного изучения математических методов, лежащих в её основе.

Для перехода к следующему этапу — реализации ключевых алгоритмов и их всесторонней валидации — необходимо провести углубленный систематический обзор современных научных публикаций. С этой целью был сформирован комплексный набор поисковых запросов для академического репозитория arXiv, охватывающий все выделенные тематические фасеты исследования. Такой подход обеспечит доступ к наиболее актуальным и рецензируемым работам в быстроразвивающихся областях, связанных с обработкой естественного языка, сетевым анализом и наукометрией.

[A] БАЗОВЫЕ ПОИСКОВЫЕ ЗАПРОСЫ

1. knowledge graph construction survey
2. scientific entity extraction method
3. network community detection algorithm
4. graph visualization interactive system
5. literature based discovery approach
6. citation network analysis model
7. research trend detection method
8. natural language processing science
9. bibliometric analysis visualization
10. co occurrence network analysis
11. interactive graph exploration tool
12. semantic network analysis method
13. deep learning relation extraction
14. web tool data visualization
15. academic knowledge graph survey

[B] ТЕМАТИЧЕСКИЕ ПАРЫ ЗАПРОСОВ

1. **Basic:** scientific knowledge graph construction
Soft-phrase: "knowledge graph" science mapping
2. **Basic:** entity relation extraction scientific texts
Soft-phrase: "relation extraction" scientific papers
3. **Basic:** interactive visualization large networks
Soft-phrase: "graph visualization" web tool
4. **Basic:** community detection citation networks
Soft-phrase: "community detection" modularity

5. **Basic:** research trend analysis machine learning
Soft-phrase: "research trends" visualization
6. **Basic:** natural language processing scholarly data
Soft-phrase: "scholarly data" text mining
7. **Basic:** bibliometric network analysis tools
Soft-phrase: "bibliometric analysis" software
8. **Basic:** semantic similarity scientific concepts
Soft-phrase: "semantic similarity" embeddings
9. **Basic:** web application network visualization
Soft-phrase: "interactive visualization" d3
10. **Basic:** survey literature review knowledge graphs
Soft-phrase: "systematic review" science mapping

[C] ЭСКАЛИРУЕМЫЕ НАБОРЫ ЗАПРОСОВ

1. **Q0:** knowledge graph science
Q1: "scientific knowledge graph" review
Q2: abs:"scientific knowledge graph" OR ti:"scientific knowledge graph"
2. **Q0:** network analysis visualization
Q1: "network visualization" science
Q2: abs:"network visualization" OR ti:"network visualization"
3. **Q0:** entity extraction relations
Q1: "entity extraction" scientific
Q2: abs:"entity extraction" OR ti:"entity extraction"
4. **Q0:** community detection networks
Q1: "community detection" large networks
Q2: abs:"community detection" OR ti:"community detection"
5. **Q0:** trend analysis research
Q1: "research trends" analysis
Q2: abs:"research trends" OR ti:"research trends"
6. **Q0:** scholarly data mining
Q1: "scholarly data" nlp
Q2: abs:"scholarly data" OR ti:"scholarly data"
7. **Q0:** interactive data exploration
Q1: "interactive exploration" graphs
Q2: abs:"interactive exploration" OR ti:"interactive exploration"
8. **Q0:** bibliometric analysis visualization
Q1: "bibliometric visualization" tools
Q2: abs:"bibliometric visualization" OR ti:"bibliometric visualization"

[D] ФАСЕТНЫЕ ЗАПРОСЫ

1. **Фасет:** Извлечение научных сущностей и отношений.
 - **Minimal:** scientific entity extraction
 - **Broadened:** scientific entity relation extraction nlp
 - **Review-oriented:** scientific entity extraction review
2. **Фасет:** Построение графов знаний для науки.
 - **Minimal:** science knowledge graph
 - **Broadened:** science knowledge graph construction survey
 - **Review-oriented:** scientific knowledge graph survey
3. **Фасет:** Алгоритмы анализа и кластеризации сетей.
 - **Minimal:** network community detection
 - **Broadened:** network analysis community detection algorithms
 - **Review-oriented:** community detection algorithms review

4. **Фасет:** Визуализация и визуальная аналитика графов.
 - **Minimal:** graph visual analytics
 - **Broadened:** interactive graph visual analytics
 - **Review-oriented:** graph visualization survey
5. **Фасет:** Наукометрия и анализ исследовательских трендов.
 - **Minimal:** science mapping analysis
 - **Broadened:** bibliometric science mapping trends
 - **Review-oriented:** science mapping review
6. **Фасет:** Интерактивные веб-системы для анализа данных.
 - **Minimal:** web based visualization
 - **Broadened:** interactive web data visualization
 - **Review-oriented:** interactive visualization tools review

Таким образом, представленная работа задает четкое направление для будущих изысканий. Сформированный комплекс поисковых запросов обеспечит методологическую базу для следующего этапа — углубленного сравнительного изучения алгоритмов и проведения вычислительных экспериментов. Последовательная реализация описанных планов позволит не только завершить разработку инструмента KnowledgeGraph Vis, но и внести вклад в развитие методик визуальной аналитики для науки, облегчая навигацию в постоянно растущем океане знаний.

1. Структурный анализ научного текста

Элемент структуры	Найденный фрагмент текста (цитата с указанием абзаца)	Степень выраженности	Критический комментарий
Актуальность	«Актуальность темы обусловлена возрастающей потребностью научного сообщества в эффективных инструментах анализа больших данных... Существующие решения часто либо ограничены узкой предметной областью, либо требуют значительной ручной обработки данных.» (Абзац «Актуальность темы»)	Явно	Сформулирована четко, соответствует канонам: указана практическая потребность (анализ больших данных) и недостатки существующих решений. Ссылка на проект KnowledgeGraph Vis конкретизирует актуальность.
Цель	«Цель работы — сравнительный анализ методов автоматического выделения ключевых сущностей и связей для построения тематических графов знаний.» (Абзац «Аннотация»)	Явно	Цель сформулирована точно и измеримо в аннотации. Во «Введении» она дублируется в более развернутом виде: «Данная работа посвящена исследованию и сравнению математических методов...».
Задачи	<i>Выведены дедуктивно из логики работы.</i> 1. Анализ предметной области и формализация требований к инструменту визуализации графов знаний. 2. Проектирование архитектуры системы (разработка диаграмм вариантов использования и классов). 3. Практическая реализация	Неявно	Задачи не перечислены явно в виде списка. Они реконструируются из содержания работы, что является серьезным структурным недостатком. Читатель вынужден сам выводить логические шаги исследования.

Элемент структуры	Найденный фрагмент текста (цитата с указанием абзаца)	Степень выраженности	Критический комментарий
	презентационного прототипа (веб-лендинга). 4. Формирование методологической базы для следующего этапа (составление поисковых запросов).		
Объект исследования	Методы автоматического построения тематических графов знаний.	Неявно	Объект исследования (область научного знания) подразумевается, но нигде не сформулирован явно. Его можно вывести из темы и цели.
Предмет исследования	Сравнительный анализ методов автоматического выделения сущностей и связей из научных текстов, а также проектирование архитектуры инструмента для их визуализации (KnowledgeGraph Vis).	Неявно	Предмет исследования (конкретный аспект внутри объекта) также не выделен. Фактически, работа сочетает теоретический анализ и проектирование, что усложняет идентификацию классического «предмета».
Методология (Методы)	«В исследовании применяются методы обработки естественного языка (NLP) и сетевого анализа.» (Абзац «Аннотация»). «...разработка диаграммы вариантов использования... диаграммы классов...» (Абзац после «Актуальности»). «Разработка лендинга основывалась на принципах адаптивного веб-дизайна с использованием современного фреймворка Bootstrap 5.2...» (Абзац в разделе о лендинге).	Частично явно	Перечислены применяемые научные (NLP, сетевой анализ) и инженерные (UML-моделирование, веб-разработка) методы. Однако отсутствует раздел «Материалы и методы», нет описания <i>как именно</i> проводился сравнительный анализ алгоритмов, что является ключевым для заявленной цели.
Результаты	«В результате спроектирована архитектура веб-инструмента KnowledgeGraph Vis... разработаны диаграммы вариантов использования и классов, создан презентационный лендинг.» (Абзац «Аннотация»). «...сформирован комплексный набор поисковых запросов для академического репозитория arXiv...» (Абзац «Заключение»).	Явно	Основные практические результаты перечислены. Однако результат, напрямую вытекающий из цели — итоги <i>сравнительного анализа методов</i> — в тексте отсутствует. Есть лишь отсылки к будущему этапу.
Выводы	«Таким образом, представленная работа задает четкое направление для будущих изысканий. ...Полученные результаты создают прочный фундамент для дальнейшей разработки...»	Неявно	Вместо выводов по результатам проделанной работы представлены общие итоги и планы на будущее. Нет ответа на вопрос, какие методы выделения сущностей и связей были

Элемент структуры	Найденный фрагмент текста (цитата с указанием абзаца)	Степень выраженности	Критический комментарий
	(Абзац «Заключение»).		проанализированы и какие предварительные выводы сделаны.

2. Критический анализ недостатков

2.1. Логические противоречия внутри текста

- **Противоречие между целью и содержанием:** Цель работы заявлена как «**сравнительный анализ методов**» (Аннотация, Введение). Однако в основном тексте представлено **проектирование и прототипирование инструмента**, а сам анализ методов лишь упомянут как контекст и отложен на будущее. Прямой цитаты, где бы проводился этот анализ, в тексте нет. Это фундаментальное противоречие между декларируемым и реализованным.

2.2. Несоответствие выводов заявленным целям

- Цель: провести сравнительный анализ методов.
- Фактические выводы/итоги: «Проведенная работа позволила сформулировать концепцию, спроектировать архитектуру и создать презентационный прототип...» (Заключение).
- **Конкретное несоответствие:** В выводах нет ни слова о результатах сравнительного анализа методов. Вместо этого выводы описывают результаты проектной деятельности, которая в цели не заявлена. Работа не отвечает на основной поставленный вопрос.

2.3. Методологическая некорректность и непоследовательность

- **Отсутствие методологии анализа:** Ключевой для цели работы метод — **сравнительный анализ** — не описан. Не указаны критерии сравнения методов (точность, скорость, требования к данным), не представлен набор сравниваемых алгоритмов, нет методологии их тестирования или оценки.
- **Подмена исследования проектированием:** Основной объем текста посвящен не исследованию методов, а этапам проектирования ПО (требования, UML-диаграммы, разработка лендинга). Это смещает работу из научно-исследовательской плоскости в инженерно-проектную без должного обоснования в цели и задачах.
- **Необоснованное сужение:** В Актуальности критикуются решения, «ограниченные узкой предметной областью». При этом предлагаемый инструмент KnowledgeGraph Vis, судя по описанию функциональности, также ориентирован на конкретную предметную область — анализ научных публикаций, что является логическим допущением, не получившим комментария.

2.4. Отсутствующие обязательные элементы по ГОСТ 7.32-2001

- **Постановка задач исследования.** Отсутствует явный список задач.
- **Описание методов исследования (или материалов и методов).** Нет раздела, описывающего, как именно проводился сравнительный анализ.
- **Раздел «Обзор литературы» или «Теоретическая часть».** Хотя есть список источников, в тексте нет систематизированного обзора существующих методов выделения сущностей и связей, их достоинств и недостатков. Ссылки на литературу в основном используются для обоснования проектных решений.
- **Анализ результатов.** Отсутствует раздел, в котором были бы представлены и обсуждались результаты сравнения методов.

- **Обсуждение (Discussion).** Нет интерпретации полученных (и подразумеваемых) результатов, их соотнесения с работами других авторов.

3. Итоговая оценка

- **Структурная полнота: 4 из 10.**
Работа содержит ключевые элементы на поверхностном уровне (актуальность, цель, результаты), но они разрознены и не образуют целостной научной структуры. Отсутствуют явно сформулированные задачи, объект, предмет, методология, выводы. Доминирует структура, характерная для технического проекта, а не для научной статьи.
- **Научная корректность: 2 из 10.**
Основной научный замысел (сравнительный анализ) не реализован и не подкреплен методологией. Текст демонстрирует серьезное логическое противоречие между целью и содержанием. Научная аргументация подменена описанием проектных решений. Корректность ссылок на источники не оценивается в данном анализе.
- **Готовность к публикации в научном рецензируемом журнале: НЕТ.**
Текст в текущем виде представляет собой смесь обоснования проекта, технического задания и отчета о создании прототипа, но не научную статью. Отсутствует исследовательская составляющая, являющаяся ядром заявленной темы.
- **Приоритетные доработки:**
 1. **Переформулировать цель и задачи.** Привести их в соответствие с фактическим содержанием работы. Например: «Цель — проектирование архитектуры и создание прототипа веб-инструмента для визуализации графов знаний на основе анализа методов NLP и сетевого анализа».
 2. **Добавить раздел «Теоретическая основа» или «Обзор методов».** Систематизировать и кратко описать ключевые методы автоматического выделения сущностей и связей, указав их сильные и слабые стороны. Это станет основой для обоснования проектных решений.
 3. **Внедрить недостающие структурные элементы.** Явно прописать задачи исследования, объект, предмет и методологию (включая методы проектирования — UML, итеративная разработка и т.д.).
 4. **Переработать «Заключение».** Сформулировать выводы, которые непосредственно следуют из проделанной работы по проектированию и прототипированию, а не из гипотетического анализа.
 5. **Скорректировать аннотацию и введение** в соответствии с новой, непротиворечивой структурой работы.

Список использованных источников

1. Bordes, A., Usunier, N., Garcia-Duran, A., Weston, J., & Yakhnenko, O. Translating Embeddings for Modeling Multi-relational Data / A. Bordes, N. Usunier, A. Garcia-Duran, J. Weston, O. Yakhnenko // Advances in Neural Information Processing Systems 26 (NIPS 2013). – 2013. – P. 2787–2795.
2. Chen, C. Science Mapping: A Systematic Review of the Literature / C. Chen // Journal of Data and Information Science. – 2017. – Vol. 2, № 2. – P. 1–40. DOI: 10.1515/jdis-2017-0006.
3. Mikolov, T., Chen, K., Corrado, G., & Dean, J. Efficient Estimation of Word Representations in Vector Space / T. Mikolov, K. Chen, G. Corrado, J. Dean // arXiv preprint. – 2013. – arXiv:1301.3781.
4. Newman, M. E. J. Modularity and community structure in networks / M. E. J. Newman // Proceedings of the National Academy of Sciences. – 2006. – Vol. 103, № 23. – P. 8577–8582. DOI: 10.1073/pnas.0601602103.
5. Perozzi, B., Al-Rfou, R., & Skiena, S. DeepWalk: Online Learning of Social Representations / B. Perozzi, R. Al-Rfou, S. Skiena // Proceedings of the 20th ACM SIGKDD International Conference

- on Knowledge Discovery and Data Mining (KDD '14). – New York, NY, USA : ACM, 2014. – P. 701–710. DOI: 10.1145/2623330.2623732.
6. Small, H. Co-citation in the scientific literature: A new measure of the relationship between two documents / H. Small // Journal of the American Society for Information Science. – 1973. – Vol. 24, № 4. – P. 265–269. DOI: 10.1002/asi.4630240406.
 7. Luan, Y., He, L., Ostendorf, M., & Hajishirzi, H. Multi-Task Identification of Entities, Relations, and Coreference for Scientific Knowledge Graph Construction / Y. Luan, L. He, M. Ostendorf, H. Hajishirzi // arXiv preprint. – 2018. – arXiv:1808.09602.
 8. Bastian, M., Heymann, S., & Jacomy, M. Gephi: An Open Source Software for Exploring and Manipulating Networks / M. Bastian, S. Heymann, M. Jacomy // Proceedings of the International AAAI Conference on Web and Social Media. – 2009. – Vol. 3, № 1. – P. 361–362. DOI: 10.1609/icwsm.v3i1.13937.
 9. Blondel, V. D., Guillaume, J.-L., Lambiotte, R., & Lefebvre, E. Fast unfolding of communities in large networks / V. D. Blondel, J.-L. Guillaume, R. Lambiotte, E. Lefebvre // Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment. – 2008. – Vol. 2008, № 10. – P. P10008. DOI: 10.1088/1742-5468/2008/10/P10008.
 10. Shi, F., Chen, L., Han, J., & Childs, P. A data-driven text mining and semantic network analysis for design information retrieval / F. Shi, L. Chen, J. Han, P. Childs // Journal of Mechanical Design. – 2017. – Vol. 139, № 11. – P. 111402. DOI: 10.1115/1.4037649.