

МУЛЬТИМОДАЛЬНАЯ БАЗА ЗНАНИЙ ЭКСПЕРТА В ЭКОНОМИКЕ И ФИНАНСАХ

DOI: <https://doi.org/10.24891/piokrw>EDN: <https://elibrary.ru/piokrw>

Александр Игоревич КАРПУХИН

ответственный автор, кандидат экономических наук, доцент, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Москва, Российская Федерация

e-mail: aikarpukhin@fa.ru

ORCID: 0000-0002-0397-6194

SPIN: 9538-0890

Ева Андреевна БРЕВКО

студентка, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Москва, Российская Федерация

e-mail: evabrevko@gmail.com

ORCID: 0009-0007-7052-858X

SPIN: отсутствует

История статьи:

Рег. № 704/2025

Получена 31.10.2025

Одобрена 07.11.2025

Доступна онлайн

30.03.2026

Специальность: 5.2.2**УДК** 004.891**JEL:** C02, C65, C80

Ключевые слова:

мультимодальная база знаний, графы знаний, базы знаний, глубокое обучение, онтологии

Аннотация

Предмет. Мультимодальная база знаний в области экономики и финансов.

Цели. Разработка методики и построение прототипа мультимодальной базы знаний для поддержки экспертных решений.

Методология. Используются методы системного, сравнительного, логического и структурного анализа, методы глубокого обучения.

Результаты. Разработана методика построения и прототип мультимодальной базы знаний в области применения современных моделей глубокого обучения в экономике и финансах. Прототип реализован в рамках концепции цифровой модели эксперта в виде интерактивного графа знаний на основе сбора и обработки научных публикаций по экономике и финансам, представленных на портале arXiv.org за период с 2003 по 2025 г. База знаний дополнена модулем, содержащим публикации электронной библиотеки МГУ им. М.В. Ломоносова, а также реализована интерактивная графовая онтология и вопросно-ответная система.

Выводы. Мультимодальная база знаний как элемент цифровой модели эксперта обеспечивает формирование более полной и объективной картины применения современных методов и моделей глубокого обучения в области экономики и финансов в режиме онлайн и позволяет повысить качество и глубину научной и научно-технической экспертизы.

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2025

Для цитирования: Карпухин А.И., Бревко Е.А. Мультимодальная база знаний эксперта в экономике и финансах // Финансы и кредит. – 2026. – № 3. – С. 43 – 60. DOI: 10.24891/piokrw
EDN: P1OKRW

Современные базы знаний получили новый виток в развитии благодаря имплементации в них новейших средств и моделей глубокого обучения. Ежегодно публикуются научные статьи о разработке и применении новых типов баз знаний за счет интеграции в них моделей глубокого обучения, как показано в работе О.Р. Арогундаде [1].

При этом сфера глубокого обучения и науки о данных является универсальной по отношению к классическим направлениям науки и технологий, таким как точные и естественные науки, науки о Земле, гуманитарные и технические науки и т.д. Другими словами, сферу искусственного интеллекта в одной из ее частей – глубоком обучении – можно отнести к так называемым сквозным технологиям, обеспечивающим развитие и продвижение науки на всех этапах жизненного цикла: от фундаментальных исследований до промышленного внедрения, как отмечено в зарубежных исследованиях С. Эйли [2], С. Муллейнатана, Дж. Шписа [3].

Исторически сложилась научная специализация у исследователей, коллективов и организаций, когда в подавляющем большинстве случаев работы ведутся в одной из узких областей, то есть специалисты выступают в роли отраслевых экспертов, что характерно не только для науки, но и для экономики и социума в целом. В то же время машинное обучение и наука о данных, опирающиеся априори на математику и кибернетику, по своей сути являются междисциплинарными направлениями, которые одинаково актуальны практически во всех областях знаний.

Существует потребность множества экспертов в области экономических наук следить за развитием искусственного интеллекта и науки о данных и получать полную и оперативную картину создания и применения новых моделей, их особенностей и характеристик. Для разрешения данной проблемы регулярно проводятся комплексные исследования и публикуются обзорные научные статьи, что описано в работах [4, 5].

Таким образом, возникает задача формирования целостной и максимально объективной картины в сфере развития искусственного интеллекта. Это имеет особое значение в процессе проведения государственной экспертизы (Минобрнауки России, Минцифры России, РАН, Счетной палаты Российской Федерации и других ведомств), где перед экспертами стоит задача анализа, обобщения и интерпретации множества данных в представленных на экспертизу документах, в том числе в рамках экономической экспертизы. Перед экспертами зачастую ставятся вопросы о новизне, практической значимости предлагаемых в пакете документов разработок. Поэтому эксперту важно иметь полное представление об уже существующих и реализованных исследованиях. Кроме того, крайне актуальным является оперативный и достаточно полный поиск новейших публикаций в заданной сфере.

Концепция цифровой модели эксперта, в рамках которой спроектирована представленная в данной работе мультимодальная база знаний, подразумевает обеспечение поддержки экспертных решений путем создания специализированных информационных сервисов в помощь эксперту, в том числе автоматизированных средств определения тематик документов, анализа их внутреннего содержания, автоматической разметки, рубрицирования, маршрутизации, генерации проектов текстов экспертных заключений и т.д.

Иными словами, в рамках цифровой модели эксперта создается цифровой экзоскелет эксперта (нейросотрудник), наделяющий человека – эксперта расширенными возможностями в мышлении и принятии решений.

В современных условиях проводятся исследования и публикуются обзорные статьи в области использования моделей глубокого обучения в экономике и финансах, но они, скорее, носят локальный характер, затрагивая узкие специальные разделы, а также требуют регулярной актуализации с учетом интенсивного развития науки о данных, что подтверждено

в работах Э. Менье, Н. Джере, Г. Обаидо, И.Д. Менье [6], С.К. Саху, А. Мохаве, Н.Д. Бокде [7].

Проблема также осложняется спецификой применения моделей глубокого обучения в отдельных направлениях экономики и финансов, что не позволяет экспертам увидеть максимально полную картину развития искусственного интеллекта в этой области, как показано в работах А.М. Озбайоглу, М.У. Гуделека, О.Б. Сезера [8], Т. Фишера, К. Краусса [9].

Отдельным существенным вопросом, возникающим перед экспертами, выступает перспективность для ряда моделей, которые могут быть заявлены в материалах, поступающих на экспертизу. Темпы развития новых моделей настолько высокие, что иногда в процессе проведения экспертизы модель может устареть, но ни эксперт, ни заявитель могут об этом не знать, поскольку не имеют возможности получить полную картину в режиме онлайн для разрешения вопросов.

В этих условиях увеличивается значимость актуальных обзорных исследований, позволяющих понять, какие модели глубокого обучения будут наиболее востребованы в ближайшем будущем, что отмечено в публикациях Ч. Чжан, Н.Н.А. Сджариф, Р. Ибрахим [10], В. Чена, В. Хуссейна, Ф. Кавтеруччио, С. Чжан [11]. Таким образом, возникает задача построения мультимодальной базы знаний в области экономики и финансов, которая ранее не публиковалась, что обуславливает ее научную новизну.

В данной работе не только предложена методика построения мультимодальной базы знаний, но и реализован один из ее вариантов в относительно узкой предметной области, который обновляется в режиме онлайн, а именно собраны и обработаны множество научных публикаций, посвященных применению раздела искусственного интеллекта (глубокого обучения) в экономике и финансах.

Эта область знаний выбрана не случайно, а по следующим причинам:

- высокая степень актуальности;
- сверхинтенсивное развитие и изменчивость;
- влияние на все сферы жизнедеятельности, в том числе на экономику;
- большой потенциал развития и применения, что подтверждается исследованиями Р. Калкина, С. Даса [12], С.Д. Шеларе, П.Н. Белкоде, К.Ч. Никэм, Л.Д. Джатара, К. Шахапуркара, М.Е. Саудагара, И. Веза, Т.М. Юнус Хана, М.А. Калама, А.-С. Низами, М. Рехана [13], С. Сунь, М. Сюй, Б. Вана [14].

Рост и накопление новых знаний в сфере искусственного интеллекта носит непрерывный и необратимый характер, возникает задача постоянной актуализации данных для экономистов и финансистов. Для решения этой задачи был разработан парсер в целях сбора актуальных данных, а также настроены модели и сервисы в целях обработки и визуализации информации.

Задача обновления баз знаний актуальна в любой предметной области, но в сфере искусственного интеллекта она имеет особое значение в связи с бурным развитием этой области знаний.

Таким образом, задачу построения мультимодальной базы знаний в одной из областей можно условно разделить на следующие этапы:

- определение источников данных – документов, содержащих знания;
- классификация документов;
- определение процессов сбора и обработки документов и данных с учетом их видов;
- формирование модели построения базы знаний;
- определение правил;
- сбор и предобработка данных;
- парсинг документов и извлечение из них структурных и смысловых блоков;
- построение базы знаний (например, в форме графа знаний или онтологии);
- дополнение базы знаний специальными информационными сервисами (например, поисковым сервисом);
- имплементация в базу знаний новых источников данных и информационных сервисов.

В настоящей работе предложен вариант решения этих задач, а именно формирование базы знаний в области глубокого обучения в конкретном направлении науки – в экономике и финансах. С учетом того, что общий спектр областей наук и источников, в которых реализуются модели и методы науки о данных, крайне широк, в представленной работе приведено решение в узкой области, а именно построение мультимодальной базы знаний в области экономики и финансов по данным *arXiv*.

Как известно, на информационном портале *arXiv* размещаются научные публикации в самых разных областях знаний. Этот портал является одним из крупнейших открытых источников данных, на котором размещается множество актуальных научных публикаций в области экономики и финансов и в смежных областях. Данный источник выбран по следующим причинам: профилирование научных публикаций; наличие API, который позволяет собирать и обрабатывать данные в автоматическом режиме; универсальный механизм цитирования публикаций внутри портала.

В работе предложена методика формирования мультимодальной базы знаний, которая включает в себя процессы сбора, предобработки, комплексирования и визуализации данных о научных публикациях в области экономики и финансов.

Методика включает в себя реализацию следующих этапов и задач:

- 1) определение источников данных;
- 2) сбор и предобработка данных;
- 3) разведочный анализ;
- 4) семантический анализ, в том числе поиск и классификация типовых задач, решаемых в экономике и финансах с помощью моделей глубокого обучения;
- 5) визуализация данных в виде интерактивных графов знаний и сервиса навигации по графу знаний;
- 6) реализация сервиса онлайн-оповещения о публикации новых тематических материалов;

- 7) реализация вопросно-ответной системы для поиска и анализа данных в графе знаний;
- 8) разработка и развитие модулей суммаризации, разметки, аннотирования документов и других элементов.

Мультимодальная база знаний включает в себя несколько ключевых модулей, в том числе: web-модуль для наполнения из внешних источников, локальный модуль для распознавания и парсинга локальных документов и онтологический модуль для построения карт знаний.

Этот набор задач реализует почти полный цикл наукометрических исследований, что соответствует мировой практике разработки наукометрических баз знаний и сервисов визуализации и аналитики научной и научно-технической информации, в том числе разработки Elsevier, Springer, Web of Science и другие, как показано в работе Ю. Цюй, П. Цюаня, М. Лэя, Ю. Ши [15].

Для формирования базы знаний был собран датасет множества научных публикаций в области экономики и финансов, а также разработана программа – парсер для автоматизации процессов сбора, предобработки и визуализации данных на языке Python. Источником данных послужил портал arxiv.org.

Для сбора данных были использованы фильтры для формирования запросов по набору ключевых слов с использованием API Arxiv (*табл. 1 и 2*).

Представленные варианты запросов позволяют собирать не только статьи, в которых указана конкретная узкая специальная область экономики или финансов, но и публикации, в которых речь идет о комплексных или синтетических, а также междисциплинарных исследованиях.

Для непосредственного сбора данных был реализован модуль – программа (парсер) на языке Python, применение которой позволило собрать 630 статей и сформировать датасет в виде Pandas DataFrame (*табл. 3*).

После парсинга статей и формирования датасета был проведен разведочный анализ и предобработка данных, в том числе был уточнен и доработан механизм поиска и загрузки статей в целях исключения из результатов непрофильных публикаций, попадающих в исходный датасет из-за пересечения аббревиатур моделей.

Кроме того, в базу знаний были добавлены 272 научные статьи по цифровой экономике из электронной библиотеки экономического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова.

Разработанная база знаний была реализована в виде интерактивного информационного сервиса, в котором можно осуществлять поиск и фильтрацию научных публикаций в режиме онлайн в web-интерфейсе при помощи информационного меню (*рис. 1 и 2*).

Для построения мультимодальной базы знаний были использованы библиотеки для работы с графами и визуализации Python – Networkx, Plotly, Bio, Folium и др., благодаря чему полученные графы являются интерактивными (*рис. 3 и 4*).

Кроме того, был реализован модуль базы знаний, который предназначен для парсинга и последующего анализа наборов научных публикаций, размещенных локально.

Локальный модуль обеспечивает автоматическое распознавание, рубрицирование и преобразование публикаций, собранных ранее исследователями в ручном режиме из различных источников. Для апробации и настройки локального модуля базы знаний был использован датасет из 272 научных публикаций по теме цифровой экономики, собранный сотрудни-

ками экономического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова. В локальном модуле базы знаний была реализована вопросно-ответная система, позволяющая проводить тематический поиск по запросам, приближенным к естественному языку.

Кроме того, в базу знаний интегрирован модуль построения онтологий на основе собранных документов, который позволяет автоматически строить карту знаний или онтологию в той предметной области, которой соответствуют собранные в базе знаний документы. Построение онтологии в мультимодальной базе знаний осуществляется на основе анализа меры схожести содержания текстов документов, собранных в базе знаний.

Таким образом, мультимодальная база знаний состоит из нескольких компонент, а именно:

- web-модуль, обеспечивающий парсинг данных из внешних источников;
- локальный модуль, обеспечивающий парсинг локальных документов;
- онтологический модуль, обеспечивающий построения онтологий и карт знаний.

Мультимодальная база знаний как информационный сервис позволяет:

- оперативно находить новые научные публикации в заданной предметной области и анализировать тренды и тенденции в контексте других исследований;
- следить за обновлением научной картины в режиме онлайн без затрат дополнительного времени на рутинный поиск и обработку данных;
- осуществлять глубокий анализ и находить смыслы в результатах научных исследований в области искусственного интеллекта.

В итоге предложенный в работе подход позволяет осуществить информационную и аналитическую поддержку процессов научной и научно-технической экспертизы в рамках цифровой модели эксперта. Это обеспечивает значительно более глубокий и полный анализ имеющихся в базе знаний документов, в числе прочего в рамках экспертной деятельности экономистов, когда требуется оперативно оценить актуальность, научную новизну, теоретическую и практическую значимость и научный задел материалов, поступающих на рассмотрение.

Таким образом, в ходе проведенного исследования была предложена методика построения мультимодальной базы знаний в экономике и финансах, а также разработан прототип базы знаний на основе сбора и обработки данных о 630 научных публикациях в области применения моделей глубокого обучения в экономике и финансах, опубликованных на портале arXiv за период с 2003 по 2025 г., а также датасет из 272 публикаций в области экономики из электронного архива экономического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова.

Мультимодальная база знаний включает следующие основные элементы:

- модуль загрузки и обработки данных из внешних источников (web-модуль);
- модуль парсинга данных из материалов (файлов), имеющихся у пользователя (локальный модуль);
- модуль визуализации данных в виде графа, который строится на основе анализа меры схожести текстов материалов по косинусному расстоянию;
- поисковая вопросно-ответная система, в которой используются алгоритмы автоматической разметки, рубрицирования и суммаризации текстов материалов;

– модуль автоматического оповещения о новых публикациях (сервис онлайн-оповещения).

Каждый модуль базы знаний реализуется в виде специального информационного сервиса. В перспективе мультимодальная база знаний может быть расширена путем развития или создания дополнительных модулей, в том числе: модуля автоматической классификации документов, геоинформационного сервиса, информационного бота для взаимодействия с экспертами и другими элементами.

Мультимодальная база знаний разработана как один из элементов цифровой модели эксперта и обеспечивает поддержку принятия экспертных решений, а также может быть использована для повышения качества, оперативности и глубины государственной научной и научно-технической экспертизы.

Полученное распределение позволяет диагностировать тренды и тенденции в сфере применения и развития глубокого обучения в экономике и финансах, среди которых можно выделить следующие:

- 1) единичные варианты применений ограниченного числа моделей до 2017 г.;
- 2) интенсивный рост числа использования моделей RNN, CNN и GAN в период с 2017 по 2025 г.;
- 3) интенсивный рост числа публикаций с моделями Transformer с 2019 г.;
- 4) взрывной рост числа публикаций с LLM с 2022 г. (рис. 5).

Таблица 1

Расшифровка аббревиатур наименований групп моделей глубокого обучения, публикуемых на arXiv – фильтры для запросов парсера

Table 1

Decoding of abbreviations of deep learning model group names published on arXiv – filters for parser queries

Сокращение	Полное название (английский)	Полное название (русский)
CNN	Convolutional Neural Network	Сверточная нейронная сеть
RNN	Recurrent Neural Network	Рекуррентная нейронная сеть
GAN	Generative Adversarial Network	Генеративно-сопоставительная сеть
GAT	Graph Attention Network	Графовая сеть с механизмом внимания
GraphSAGE	Graph Sample and Aggregation	Графовая выборка и агрегация
Word2Vec	Word to Vector	Модель преобразования слов в векторы
Transformer	Transformer	Трансформер
BERT	Bidirectional Encoder Representations from Transformers	Двунаправленный кодировщик на основе трансформеров
ResNet	Residual Neural Network	Остаточная нейронная сеть
ViT	Vision Transformer	Трансформер для обработки изображений
Diffusion Model	Diffusion Model	Диффузионная модель
R2Gen	Radiology Report Generation	Генерация радиологических отчетов
LLM	Large Language Model	Большая языковая модель
RAG	Retrieval-Augmented Generation	Генерация с расширенной выборкой

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Таблица 2**Примеры результатов запросов в поиске научных публикаций****Table 2****Examples of query results in the search for scientific publications**

Title	URL	Abstract	Category	Model	Year
Integration of a Predictive, Continuous Time Neural Network into Securities Market Trading Operations	http://arxiv.org/abs/1406.0968v1	This paper describes recent development and test implementation of a continuous time recurrent neural network that has been configured to predict rates of change in securities...	finance	RNN	2014
Estimating Quantile Families of Loss Distributions for Non-Life Insurance Modelling via L-moments	http://arxiv.org/abs/1603.01041v1	This paper discusses different classes of loss models in non-life insurance settings...	risk management	Transformer	2016
...	...	...	...	...	...
3S-Trader: A Multi-LLM Framework for Adaptive Stock Scoring, Strategy, and Selection in Portfolio Optimization	http://arxiv.org/abs/2510.17393v1	Large Language Models (LLMs) have recently gained popularity in stock trading for their ability to process multimodal financial data. However, most existing methods focus on single-stock trading and lack the capacity to reason over multiple candidates for portfolio construction...	Market	LLM	2025

Источник: arxiv.org*Source:* arxiv.org

Таблица 3**Распределение числа научных публикаций в области глубокого обучения в экономике и финансах****Table 3****Distribution of the number of scientific publications in the field of deep learning in economics and finance**

Модель	До 2014 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
BERT	0	0	0	0	0	0
CNN	0	0	0	0	1	11
Diffusion Models	0	0	0	0	0	0
GAN	0	0	0	0	0	3
GAT	0	0	0	0	0	0
GraphSAGE	0	0	0	0	0	0
LLM	0	0	0	0	0	0
Other	0	0	0	0	0	0
RNN	1	1	0	0	10	6
ResNet	0	0	0	0	0	0
Transformer	0	0	0	0	0	0
ViT	0	0	0	0	0	0
Word2Vec	0	0	0	0	0	1
Other	0	0	0	0	1	0
Итого за год:	1	1	0	0	12	21

Продолжение таблицы

Модель	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	2025 г.
BERT	0	0	2	5	4	4	3
CNN	11	12	15	7	9	22	8
Diffusion Models	0	0	0	0	1	3	2
GAN	9	8	14	11	13	9	5
GAT	1	0	0	0	2	5	3
GraphSAGE	0	0	0	1	0	1	0
LLM	0	0	0	1	42	94	133
Other	0	0	0	0	0	0	0
RNN	10	19	14	18	14	12	10
ResNet	1	1	0	0	0	0	1
Transformer	1	2	7	4	6	16	15
ViT	0	0	0	0	2	0	0
Word2Vec	3	2	1	0	2	1	0
Other	0	0	0	0	0	0	0
Итого за год:	36	44	53	47	95	167	180

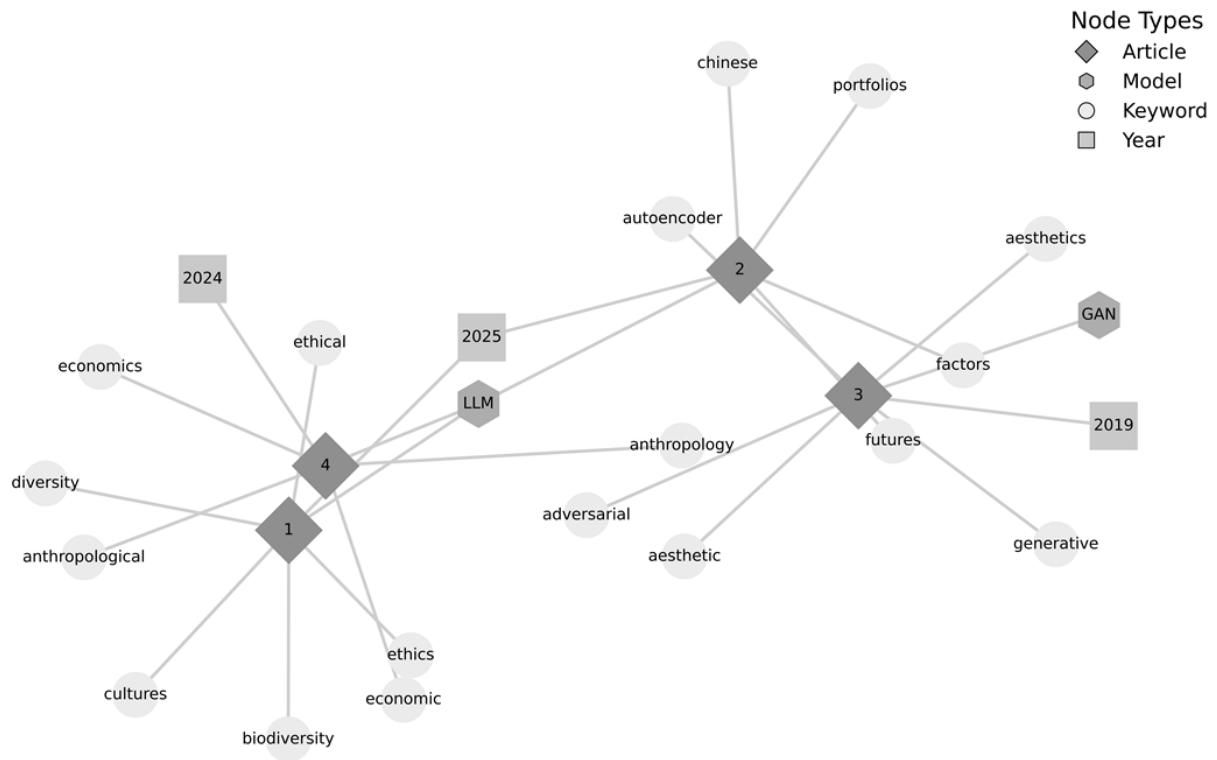
Источник: авторская разработка*Source:* Authoring

Рисунок 1

Пример построения графа знаний по четырем публикациям в области глубокого обучения в экономике и финансах на основе расчета меры схожести абстрактов статей по косинусному расстоянию

Figure 1

Example of building a knowledge graph based on 4 publications in the field of deep learning in economics and finance, based on the calculation of article abstract similarity using cosine distance



Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Рисунок 2

Пример интерактивного графа связей научных публикаций с моделями глубокого обучения в экономике и финансах, построенного по мере схожести абстрактов статей по косинусному расстоянию (выборка 200 статей)

Figure 2

An example of an interactive graph of connections between scientific publications with deep learning models in economics and finance, built according to the similarity of article abstracts by cosine distance (sample of 200 articles)

База знаний глубокого обучения в экономике и финансах



Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Рисунок 3

Пример графа знаний научных исследований в области цифровой экономики как пример использования онтологического модуля мультимодальной базы знаний (200 научных публикаций)

Figure 3

Example of a knowledge graph of scientific research in the field of digital economy as an example of using the ontological module of a multimodal knowledge base (200 scientific publications)



Источник: авторская разработка

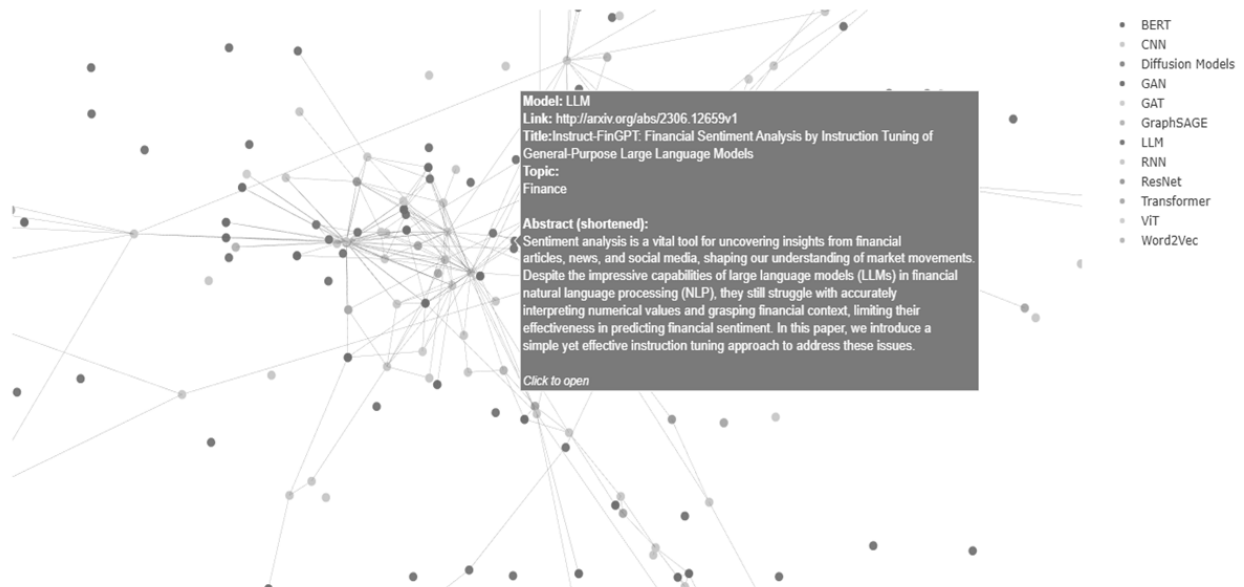
Source: Authoring

Рисунок 4

Пример графа знаний научных исследований в области цифровой экономики как пример использования онтологического модуля мультимодальной базы знаний (200 научных публикаций) – приближенный вариант

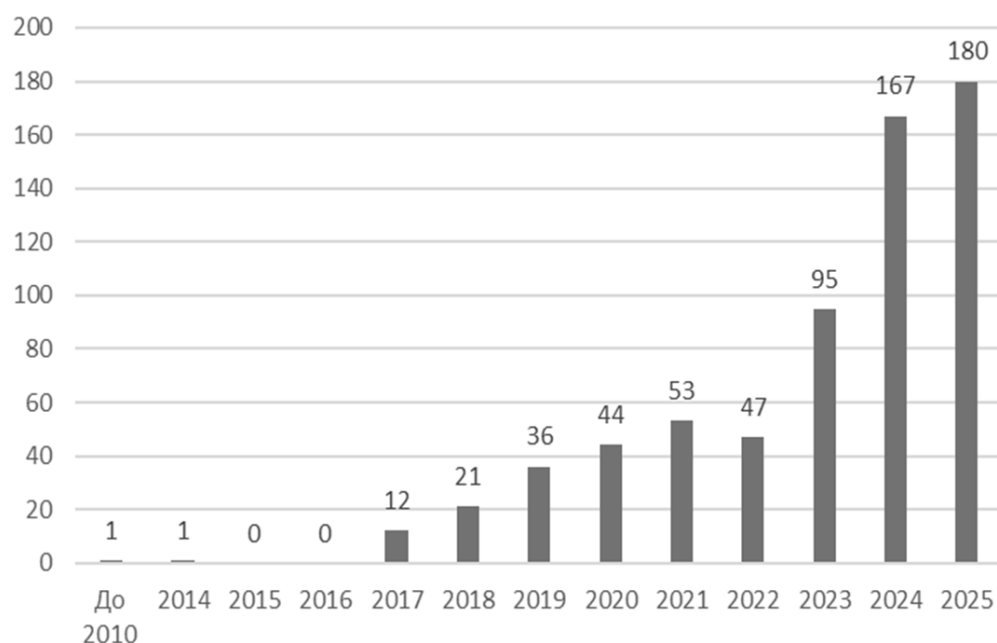
Figure 4

Example of a knowledge graph of scientific research in the field of digital economy as an example of using the ontological module of a multimodal knowledge base (200 scientific publications) – approximate version



Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Рисунок 5**Динамика числа научных публикаций в области глубокого обучения в экономике и финансах****Figure 5****Dynamics of the number of scientific publications in the field of deep learning in economics and finance***Источник:* авторская разработка*Source:* Authoring**Список литературы**

1. Arogundade O.R. Structuring Knowledge Bases with AI and Machine Learning. *Information and Knowledge Management*, 2023, vol. 13, no. 1. DOI: 10.7176/IKM/13-1-03
2. Athey S. The impact of machine learning on economics. In: Agrawal A., Gans J., Goldfarb A. *The Economics of Artificial Intelligence: An Agenda*, 2018, pp. 507–547.
3. Mullainathan S., Spiess J. Machine learning: An applied econometric approach. *Journal of Economic Perspectives*, 2017, vol. 31, no. 2, pp. 87–106.
4. Nosratabadi S., Mosavi A., Duan P. et al. Data science in economics: Comprehensive review of advanced machine learning and deep learning methods. *Mathematics*, 2020, vol. 8, iss. 10, 1799. DOI: 10.3390/math8101799 EDN: WYKUXR
5. Bahoo S., Goodell J.W., Rhattat R., Shahid S. Artificial Intelligence in Economics Research: What Have We Learned? What Do We Need to Learn? *Journal of Economic Surveys*, 2025, vol. 39, iss. 5, pp. 2194–2214. DOI: 10.1111/joes.12694 EDN: UVLYKH
6. Mienye E., Jere N., Obaido G. et al. Deep learning in finance: A survey of applications and techniques. *AI*, 2024, vol. 5, pp. 2066–2091. DOI: 10.20944/preprints202408.1365.v1 EDN: BPOUPQ
7. Sahu S.K., Mokhade A., Bokde N.D. An overview of machine learning, deep learning, and reinforcement learning-based techniques in quantitative finance: recent progress and

- challenges. *Applied Sciences*, 2023, vol. 13, no. 3, 1956. DOI: 10.3390/app13031956 EDN: WYTQIV
8. Ozbayoglu A.M., Gudelek M.U., Sezer O.B. Deep learning for financial applications: A survey. *Applied Soft Computing*, 2020, vol. 93, 106384. DOI: 10.1016/j.asoc.2020.106384 EDN: FNZACB
 9. Fischer T., Krauss C. Deep learning with long short-term memory networks for financial market predictions. *European Journal of Operational Research*, 2018, vol. 270, iss. 2, pp. 654–669. DOI: 10.1016/j.ejor.2017.11.054
 10. Zhang C., Sjarif N.N.A., Ibrahim R. Deep learning models for price forecasting of financial time series: A review of recent advancements: 2020–2022. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery*, 2024, vol. 14, iss. 1, e1519. DOI: 10.1002/widm.1519 EDN: FQHOJS
 11. Chen W., Hussain W., Cauteruccio F., Zhang X. Deep learning for financial time series prediction: A state-of-the-art review of standalone and hybrid models. *CMES – Computer Modeling in Engineering and Sciences*, 2023, vol. 139, iss. 1, pp. 187–224. DOI: 10.32604/cmes.2023.031388
 12. Culkin R., Das S.R. Machine learning in finance: The case of deep learning for option pricing. *Journal of Investment Management*, 2017, vol. 15, no. 4, pp. 1–9.
 13. Shelare S.D., Belkhode P.N., Nikam K.C. et al. Biofuels for a sustainable future: Examining the role of nano-additives, economics, policy, internet of things, artificial intelligence and machine learning technology in biodiesel production. *Energy*, 2023, vol. 282, 128874. DOI: 10.1016/j.energy.2023.128874 EDN: KKHCD
 14. Sun C., Xu M., Wang B. Deep learning: Spatiotemporal impact of digital economy on energy productivity. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2024, vol. 199, 114501. DOI: 10.1016/j.rser.2024.114501 EDN: PTNRJS
 15. Qu Y., Quan P., Lei M., Shi Y. Review of bankruptcy prediction using machine learning and deep learning techniques. *Procedia Computer Science*, 2019, vol. 162, pp. 895–899. DOI: 10.1016/j.procs.2019.12.065

Информация о конфликте интересов

Мы, авторы данной статьи, со всей ответственностью заявляем о частичном и полном отсутствии фактического или потенциального конфликта интересов с какой бы то ни было третьей стороной, который может возникнуть вследствие публикации данной статьи. Настоящее заявление относится к проведению научной работы, сбору и обработке данных, написанию и подготовке статьи, принятию решения о публикации рукописи.

MULTIMODAL KNOWLEDGE BASE OF AN EXPERT IN ECONOMICS AND FINANCE

DOI: <https://doi.org/10.24891/piokrw>EDN: <https://elibrary.ru/piokrw>

Aleksandr I. KARPUKHIN

corresponding author, Financial University under Government of Russian Federation,
Moscow, Russian Federation

e-mail: aikarpukhin@fa.ru

ORCID: 0000-0002-0397-6194

Eva A. BREVKO

Financial University under Government of Russian Federation, Moscow, Russian Federation

e-mail: evabrevko@gmail.com

ORCID: 0009-0007-7052-858X

Article history:

Article No. 704/2025

Received 31 Oct 2025

Accepted 7 Nov 2025

Available online

30 Mar 2026

JEL Classification:

C02, C65, C80

Keywords:

multimodal
knowledge base,
knowledge graphs,
knowledge bases, deep
learning, ontologies

Abstract

Subject. A multimodal knowledge base in the field of economics and finance.**Objectives.** To develop a methodology and build a prototype of a multimodal knowledge base for supporting expert decision-making.**Methods.** The study employed methods of systems, comparative, logical, and structural analysis, as well as deep learning techniques.**Results.** A methodology for constructing a multimodal knowledge base has been developed, along with a prototype demonstrating the application of modern deep learning models in economics and finance. The prototype has been implemented within the framework of the digital expert model concept as an interactive knowledge graph. It is based on collecting and processing scientific publications in economics and finance from the arXiv.org portal for the period from 2003 to 2025. The knowledge base has been enhanced with a module incorporating publications from the electronic library of Lomonosov Moscow State University. Additionally, an interactive graph-based ontology and a question-answering system have been implemented.**Conclusions.** The multimodal knowledge base, as an element of the digital expert model, enables the formation of a more comprehensive and objective picture of how modern deep learning methods and models are applied in economics and finance — in real time. It also helps improve the quality and depth of scientific and technical expertise.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2025

Please cite this article as: Karpukhin A.I., Brevko E.A. Multimodal knowledge base of an expert in economics and finance. *Finance and Credit*, 2026, iss. 3, pp. 43–60. DOI: 10.24891/piokrw
EDN: PIOKRW

References

1. Arogundade O.R. Structuring Knowledge Bases with AI and Machine Learning. *Information and Knowledge Management*, 2023, vol. 13, no. 1. DOI: 10.7176/IKM/13-1-03
2. Athey S. The impact of machine learning on economics. In: Agrawal A., Gans J., Goldfarb A. *The Economics of Artificial Intelligence: An Agenda*, 2018, pp. 507–547.

3. Mullainathan S., Spiess J. Machine learning: An applied econometric approach. *Journal of Economic Perspectives*, 2017, vol. 31, no. 2, pp. 87–106.
4. Nosratabadi S., Mosavi A., Duan P. et al. Data science in economics: Comprehensive review of advanced machine learning and deep learning methods. *Mathematics*, 2020, vol. 8, iss. 10, 1799. DOI: 10.3390/math8101799 EDN: WYKUXR
5. Bahoo S., Goodell J.W., Rhattat R., Shahid S. Artificial Intelligence in Economics Research: What Have We Learned? What Do We Need to Learn? *Journal of Economic Surveys*, 2025, vol. 39, iss. 5, pp. 2194–2214. DOI: 10.1111/joes.12694 EDN: UVLYKH
6. Mienye E., Jere N., Obaido G. et al. Deep learning in finance: A survey of applications and techniques. *AI*, 2024, vol. 5, pp. 2066–2091. DOI: 10.20944/preprints202408.1365.v1 EDN: BPOUPQ
7. Sahu S.K., Mokhade A., Bokde N.D. An overview of machine learning, deep learning, and reinforcement learning-based techniques in quantitative finance: recent progress and challenges. *Applied Sciences*, 2023, vol. 13, no. 3, 1956. DOI: 10.3390/app13031956 EDN: WYTQIV
8. Ozbayoglu A.M., Gudelek M.U., Sezer O.B. Deep learning for financial applications: A survey. *Applied Soft Computing*, 2020, vol. 93, 106384. DOI: 10.1016/j.asoc.2020.106384 EDN: FNZACB
9. Fischer T., Krauss C. Deep learning with long short-term memory networks for financial market predictions. *European Journal of Operational Research*, 2018, vol. 270, iss. 2, pp. 654–669. DOI: 10.1016/j.ejor.2017.11.054
10. Zhang C., Sjarif N.N.A., Ibrahim R. Deep learning models for price forecasting of financial time series: A review of recent advancements: 2020–2022. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery*, 2024, vol. 14, iss. 1, e1519. DOI: 10.1002/widm.1519 EDN: FQHOJS
11. Chen W., Hussain W., Cauteruccio F., Zhang X. Deep learning for financial time series prediction: A state-of-the-art review of standalone and hybrid models. *CMES – Computer Modeling in Engineering and Sciences*, 2023, vol. 139, iss. 1, pp. 187–224. DOI: 10.32604/cmcs.2023.031388
12. Culkin R., Das S.R. Machine learning in finance: The case of deep learning for option pricing. *Journal of Investment Management*, 2017, vol. 15, no. 4, pp. 1–9.
13. Shelare S.D., Belkhode P.N., Nikam K.C. et al. Biofuels for a sustainable future: Examining the role of nano-additives, economics, policy, internet of things, artificial intelligence and machine learning technology in biodiesel production. *Energy*, 2023, vol. 282, 128874. DOI: 10.1016/j.energy.2023.128874 EDN: KKHCD
14. Sun C., Xu M., Wang B. Deep learning: Spatiotemporal impact of digital economy on energy productivity. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2024, vol. 199, 114501. DOI: 10.1016/j.rser.2024.114501 EDN: PTNRJS
15. Qu Y., Quan P., Lei M., Shi Y. Review of bankruptcy prediction using machine learning and deep learning techniques. *Procedia Computer Science*, 2019, vol. 162, pp. 895–899. DOI: 10.1016/j.procs.2019.12.065

Conflict-of-interest notification

We, the authors of this article, bindingly and explicitly declare of the partial and total lack of actual or potential conflict of interest with any other third party whatsoever, which may arise as a result of the publication of this article. This statement relates to the study, data collection and interpretation, writing and preparation of the article, and the decision to submit the manuscript for publication.