

«Управление развитием крупномасштабных систем» MLSD-2025
18-я международная конференция, 24-26 сентября 2025 г., ИПУ РАН

**От информационного поиска
к управлению знаниями:
как технологии LLM меняют
стиль работы с научной информацией**



МГУ

Воронцов Константин Вячеславович

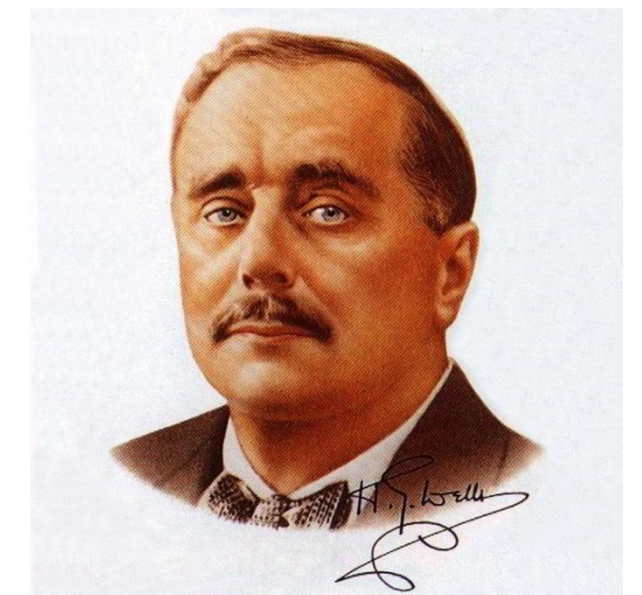
д.ф.-м.н., профессор РАН, руководитель лаборатории
машинного обучения и семантического анализа

Институт искусственного интеллекта МГУ им. М.В. Ломоносова

Концепция «Мастерской знаний»

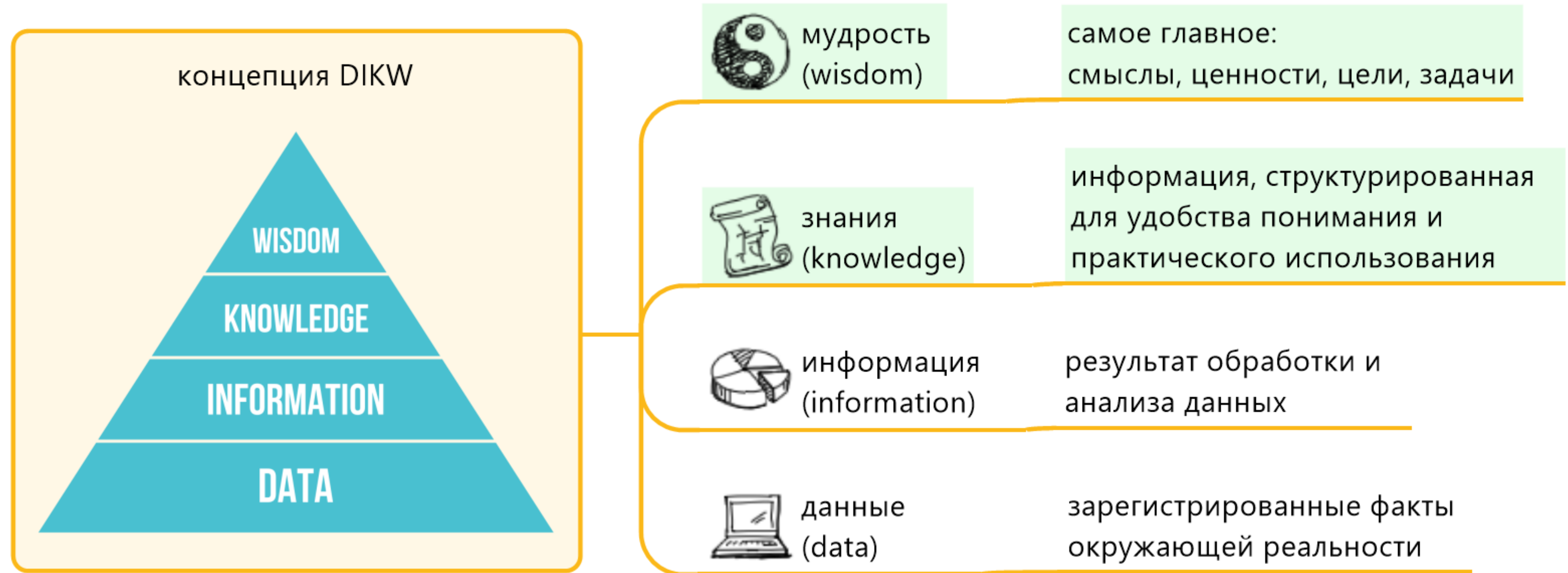
«Огромное и все возрастающее богатство знаний разбросано сегодня по всему миру. Этих знаний, вероятно, было бы достаточно для решения всего громадного количества трудностей наших дней, но они рассеяны и неорганизованы. Нам необходима очистка мышления в **своеобразной мастерской**, где можно получать, сортировать, суммировать, усваивать, разъяснять и сравнивать знания и идеи.» – *Герберт Уэллс, 1940*

(An immense and ever-increasing wealth of knowledge is scattered about the world today; knowledge that would probably suffice to solve all the mighty difficulties of our age, but it is dispersed and unorganized. We need a sort of mental clearing house for the mind: a **depot where knowledge and ideas are received, sorted, summarized, digested, clarified and compared**
– *Herbert Wells, 1940*)



Сегодня технологии IR/NLP/LLM позволяют решать такие задачи

Что такое «знания»



LLM позволяют выделять знания и идеи из текста и систематизировать их

Эволюция подходов в обработке естественного языка

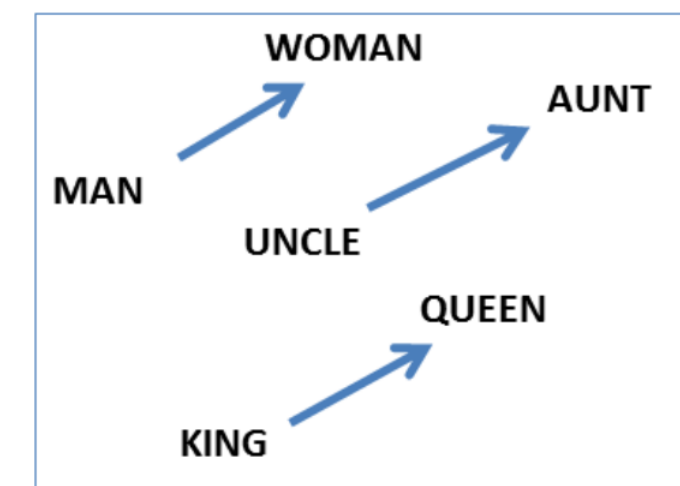
Декомпозиция задач по уровням «пирамиды NLP»

- морфологический анализ, лемматизация, опечатки,...
- синтаксический анализ, выделение терминов, NER,...
- семантический анализ, выделение фактов, тем,...



Модели векторных представлений слов (эмбедингов)

- модели дистрибутивной семантики: word2vec [Mikolov, 2013], FastText [Bojanowski, 2016],...
- тематические модели LDA [Blei, 2003], ARTM [2014],...



Нейросетевые большие языковые модели (БЯМ, LLM)

- рекуррентные нейронные сети: LSTM, GRU,...
- «end-to-end» модели внимания, трансформеры, LLM: машинный перевод, BERT [2018], GPT-3 [2020], GPT-4 [2023],...

$$\text{softmax} \left(\frac{\begin{matrix} \text{Q} \\ \text{K}^T \end{matrix} \times \begin{matrix} \text{K}^T \\ \text{V} \end{matrix}}{\sqrt{d}} \right)$$

The diagram shows the matrix multiplication of a Query matrix (Q, purple) and a Key matrix (K^T, orange) to produce a dot product matrix, which is then divided by the square root of the dimension d. This result is passed through a softmax function to produce the output matrix (V, blue).

От поиска информации к «Мастерской знаний»

Недостатки обычного поиска:

- как искать новые знания?
- что делать с найденным?



Мастерская знаний – инструментарий для автоматизации *последующих этапов* работы с текстовыми источниками:

- ищу текстовые документы – чтобы их сохранять и накапливать
- накапливаю – чтобы их перечитывать, анализировать, понимать
- понимаю – чтобы получать, обрабатывать, систематизировать *знания*
- систематизирую – чтобы применять и передавать *знания и мудрость*

Сегодня технологии IR/NLP/LLM позволяют решать такие задачи

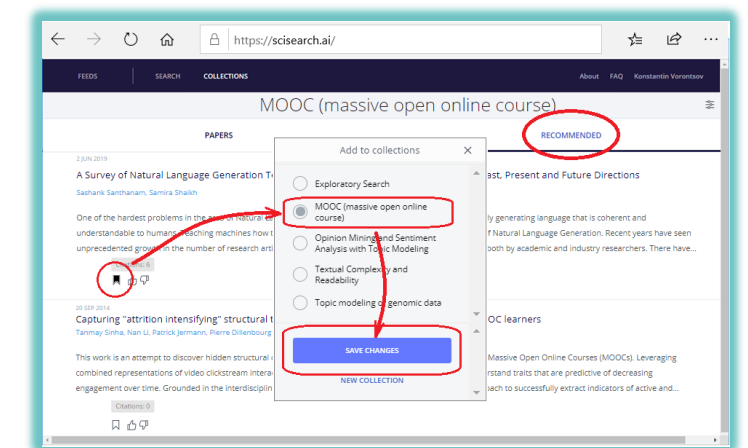
Концепция сервисов «Мастерской знаний»

Подборка текстов – поисковый интерес и рабочее пространство пользователя/группы

Расширенная подборка — подборка + семантически близкие тексты

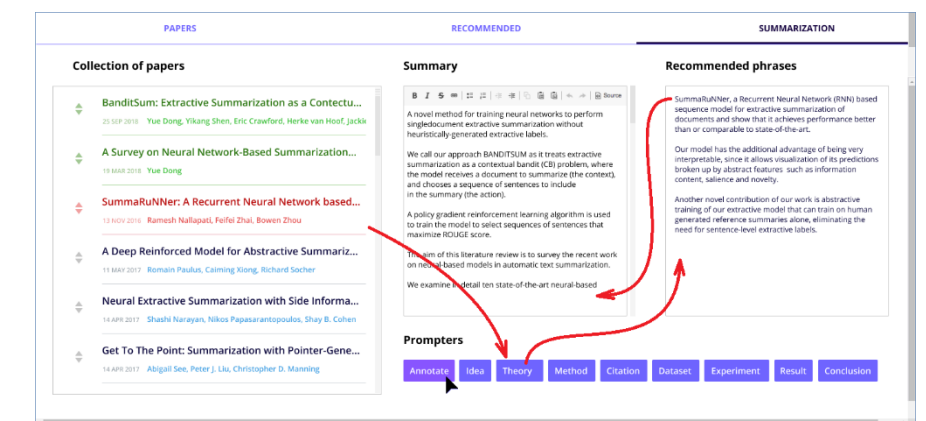
Поисково-рекомендательные сервисы:

- поиск семантически близких документов по **подборке**
- контекстный поиск по фрагменту документа из **подборки**
- мониторинг новых документов по тематике **подборки**



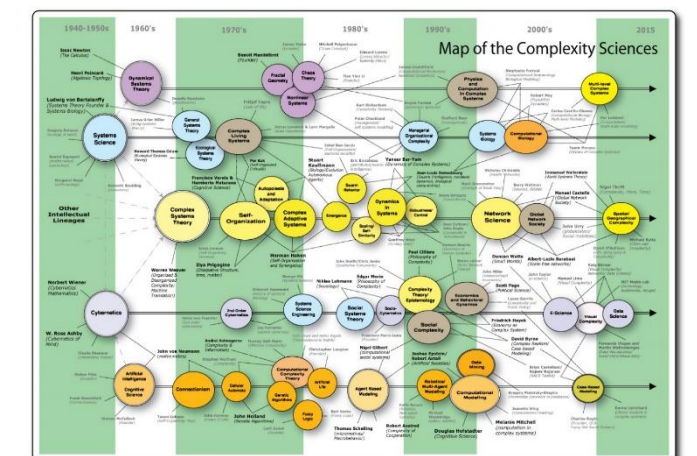
Аналитические сервисы:

- полуавтоматическое реферирование **подборки**
- тематизация, картирование, онтологизация **подборки**
- хронологизация, выявление трендов по тематике **подборки**
- контент-анализ, сбор и анализ фактов из документов **подборки**



Коммуникативные сервисы:

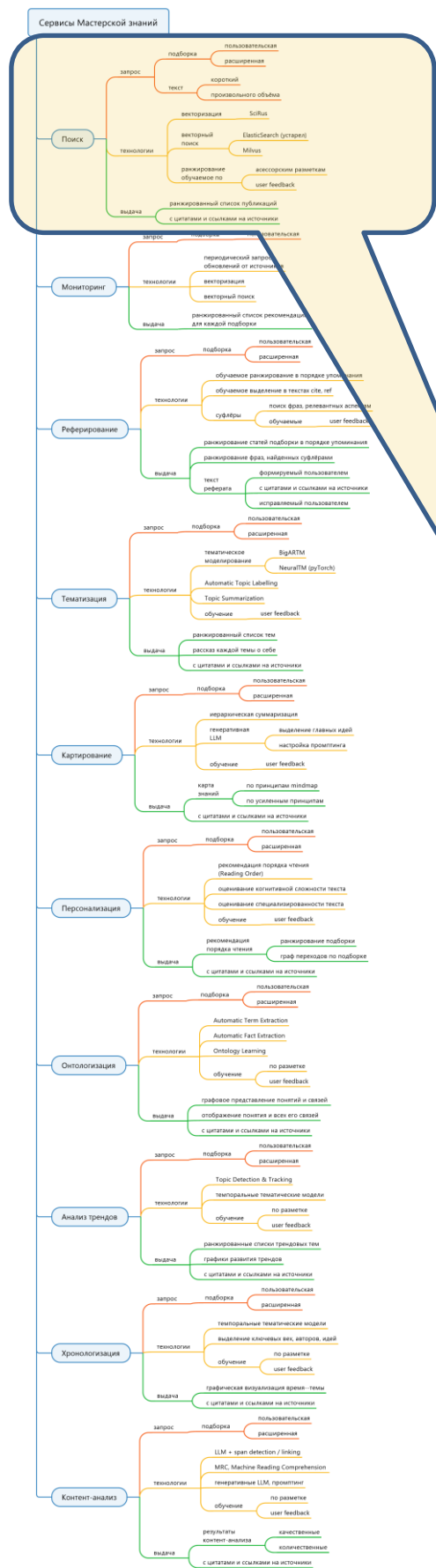
- совместное составление, анализ, использование **подборок**
- инструментализация коллективного анализа **подборки**



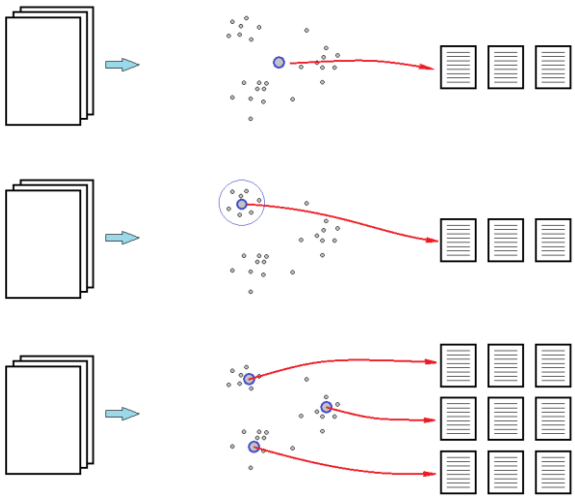
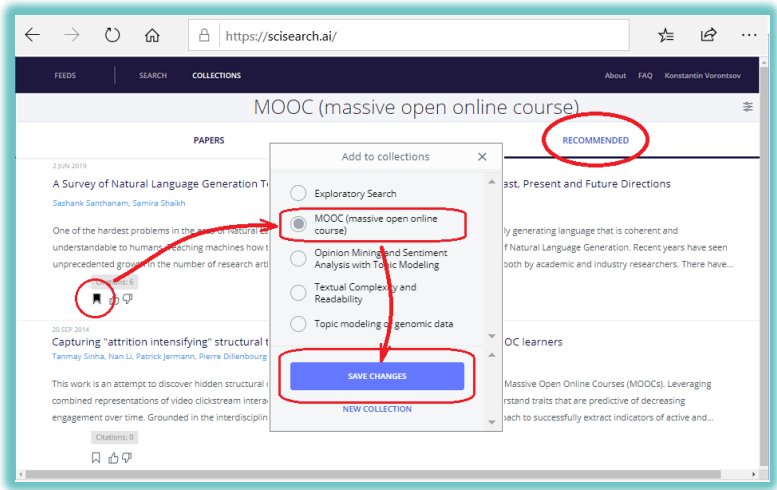
Декларация принципов «Мастерской знаний»

1. **Рабочее пространство** пользователя образуется тематическими подборками публикаций
2. **Текстуальность.** Знания представляются в виде массива текстов на естественном языке
3. **Коллегиальность.** Представление знаний служит взаимопониманию в рабочей группе
4. **Антропоцентричность.** Технологии не заменяют человека, а автоматизируют рутину
5. **Когнитивность.** Представление знаний с учётом восприятия, памяти, уровня образования
6. **Экстрактивность.** Меньше генерации, больше цитирования источников и ссылок
7. **Мультиязычность.** Автоматический перевод с языков источника на язык пользователя
8. **Расширяемость.** Платформа поддерживает возможность добавления сервисов
9. **Экономичность.** Сделать мир умнее труднее, чем сделать монетизируемый сервис

Мастерская знаний: сервис «Поиск»

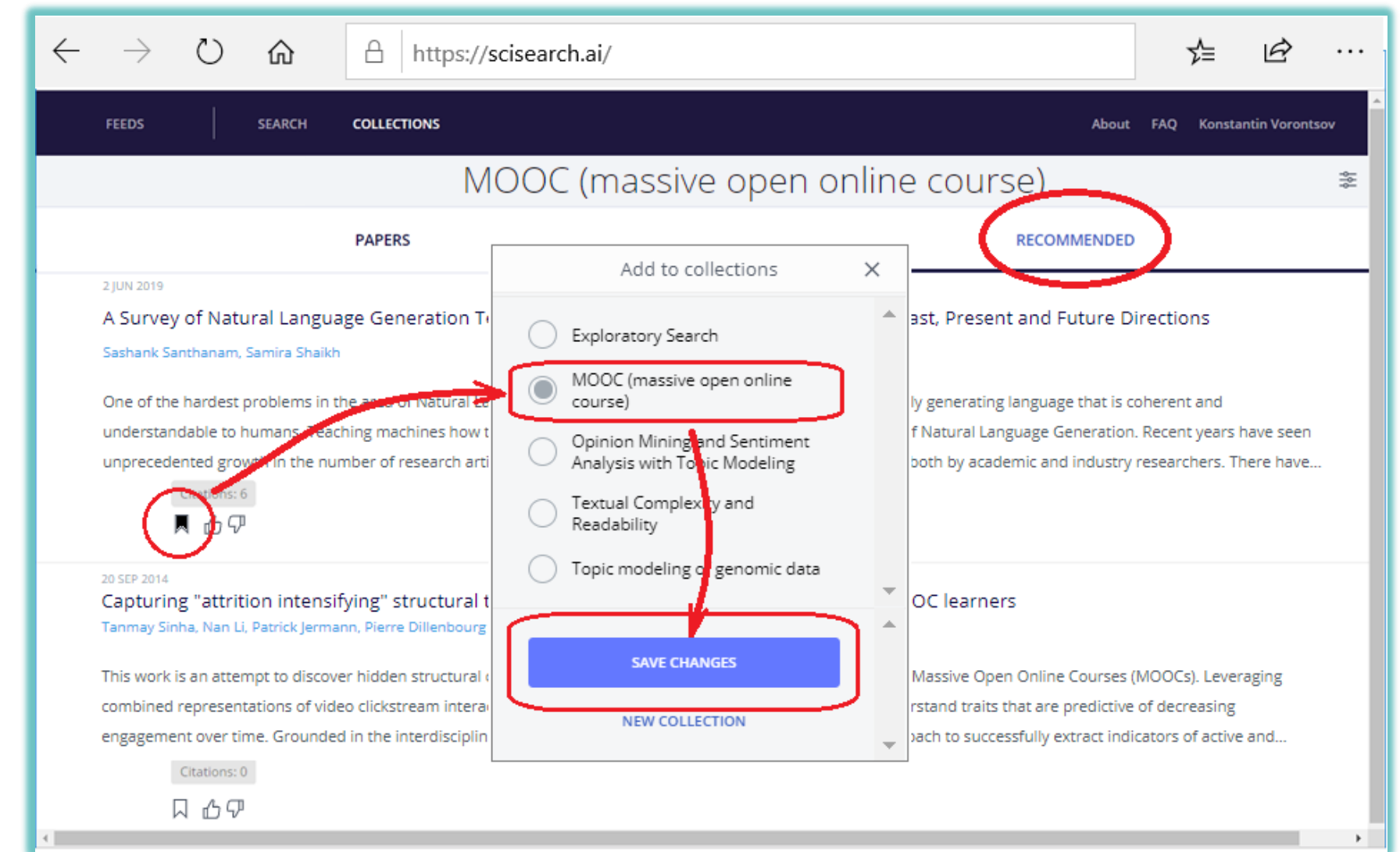
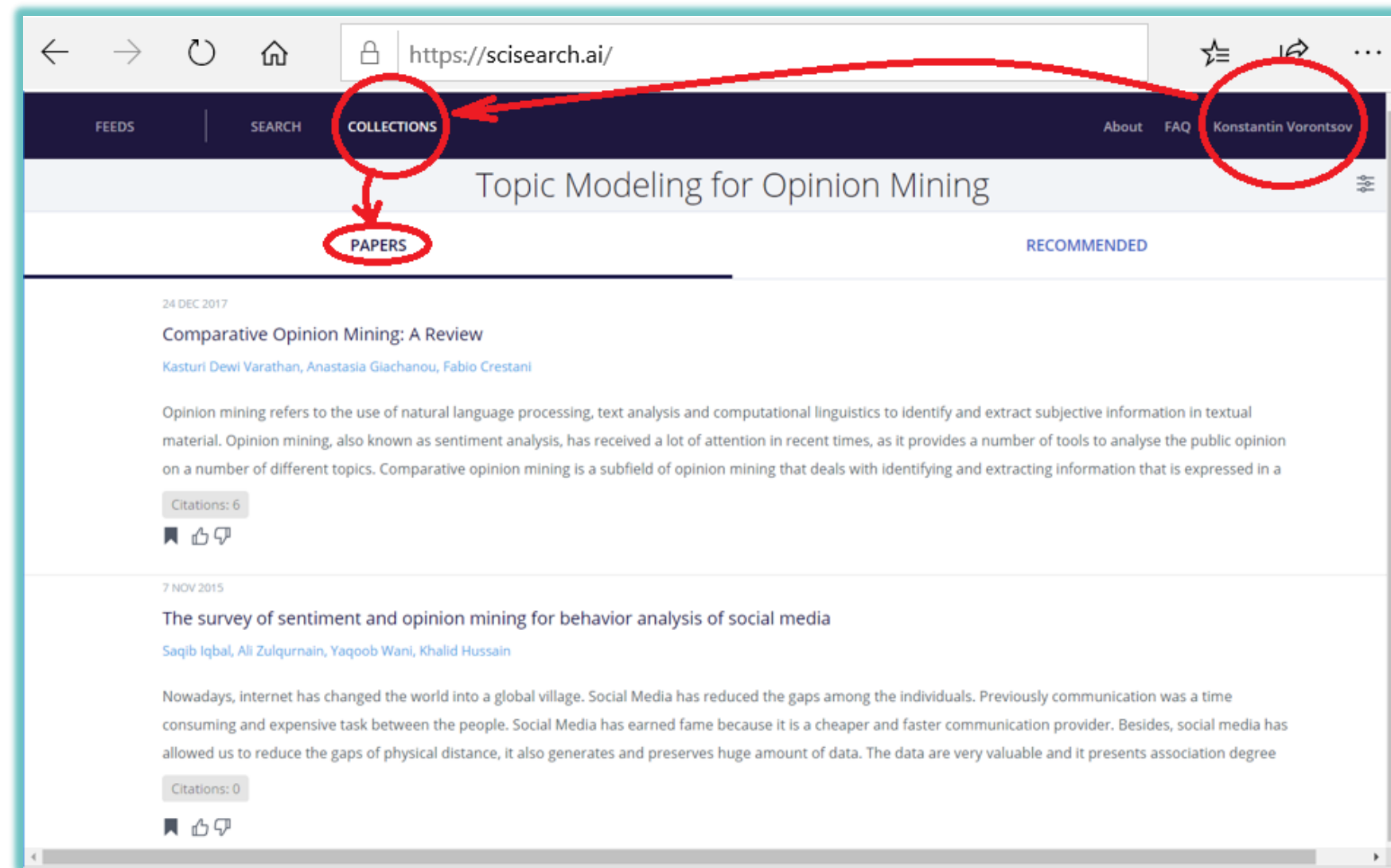


Поиск



Сервис поиска и ранжирования рекомендаций

Подборка играет роль поискового запроса и поисковой выдачи одновременно



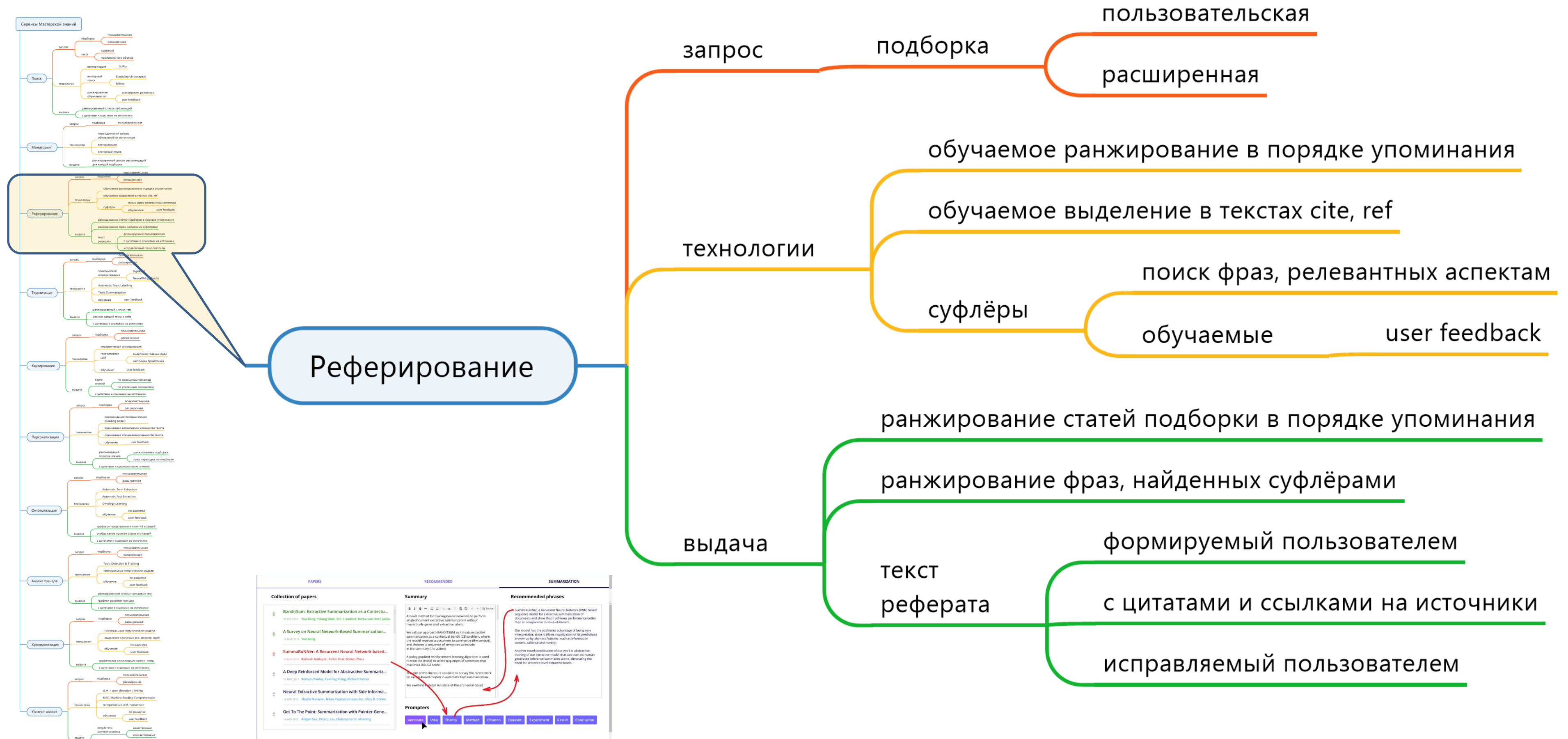
Герасименко Н.А., Ватолин А.С., Янина А.О., Воронцов К.В. SciRus: легкий и мощный мультязычный энкодер для научных текстов // Доклады РАН, 2024, том 520

Ватолин А.С., Герасименко Н.А., Янина А.О., Воронцов К.В. RuSciBench: открытый бенчмарк для оценки семантических векторных представлений научных текстов на русском и английском языках // Доклады РАН, 2024, том 520

Мастерская знаний: сервис «Мониторинг»



Мастерская знаний: «Реферирование»



Сервис полуавтоматического реферирования

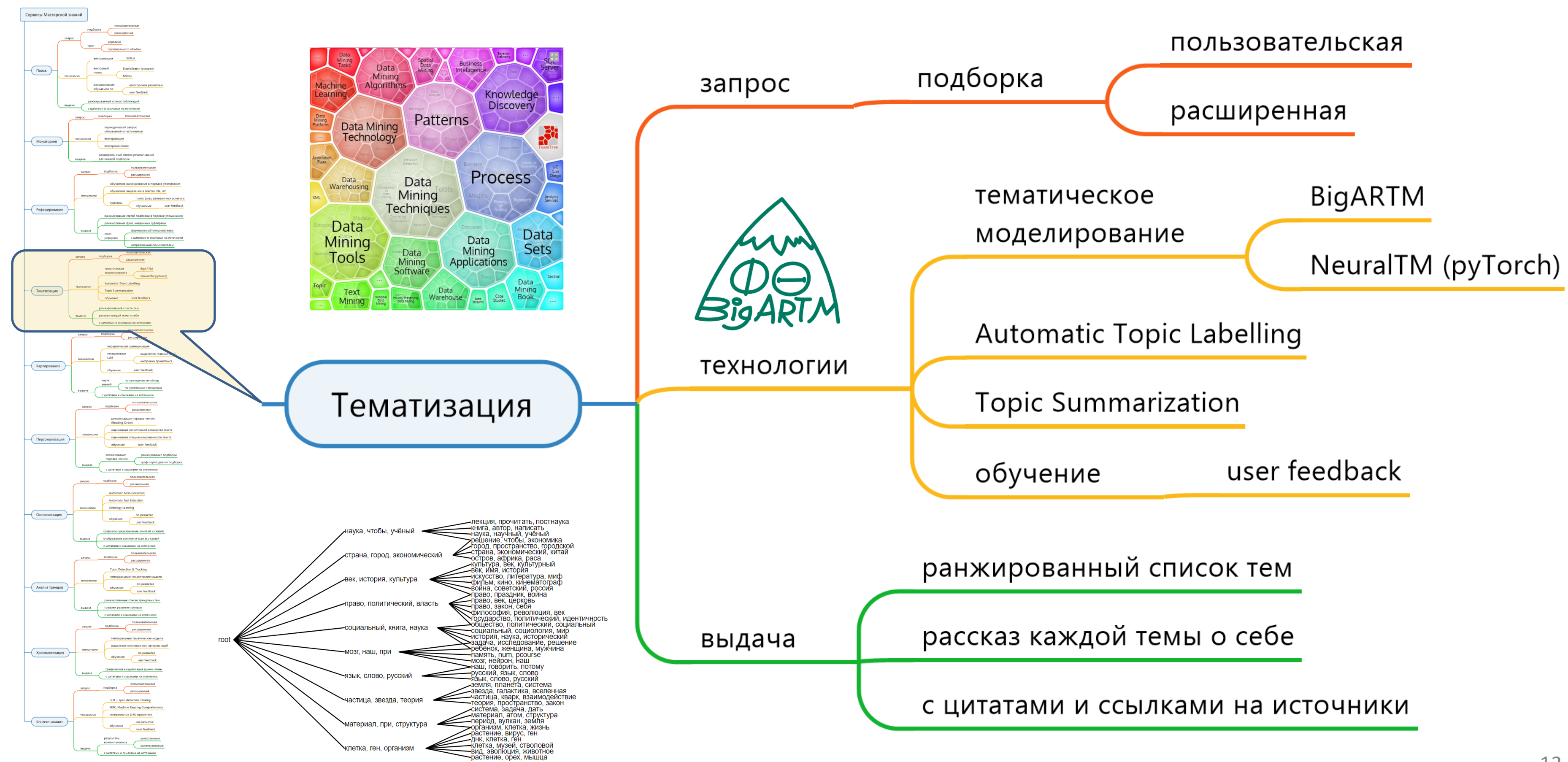
The screenshot displays the SummaRuNNer web interface, which is divided into three main sections: PAPERS, RECOMMENDED, and SUMMARIZATION.

- PAPERS:** Titled "Collection of papers", it lists several academic papers. The third paper, "SummaRuNNer: A Recurrent Neural Network based...", is highlighted with a red diamond icon. Red arrows point from this paper to the "Theory" and "Method" prompters.
- RECOMMENDED:** Titled "Summary", it shows a generated summary of the selected paper. The text includes: "A novel method for training neural networks to perform singledocument extractive summarization without heuristically-generated extractive labels. We call our approach BANDITSUM as it treats extractive summarization as a contextual bandit (CB) problem, where the model receives a document to summarize (the context), and chooses a sequence of sentences to include in the summary (the action). A policy gradient reinforcement learning algorithm is used to train the model to select sequences of sentences that maximize ROUGE score. The aim of this literature review is to survey the recent work on neural-based models in automatic text summarization. We examine in detail ten state-of-the-art neural-based".
- SUMMARIZATION:** Titled "Recommended phrases", it lists three phrases extracted from the paper: "SummaRuNNer, a Recurrent Neural Network (RNN) based sequence model for extractive summarization of documents and show that it achieves performance better than or comparable to state-of-the-art.", "Our model has the additional advantage of being very interpretable, since it allows visualization of its predictions broken up by abstract features such as information content, salience and novelty.", and "Another novel contribution of our work is abstractive training of our extractive model that can train on human generated reference summaries alone, eliminating the need for sentence-level extractive labels.".
- Prompters:** A row of buttons at the bottom allows users to select different types of prompts: Annotate, Idea, Theory, Method, Citation, Dataset, Experiment, Result, and Conclusion. The "Theory" button is currently selected.

А. Власов. Методы полуавтоматической суммаризации подборок научных статей. МФТИ, 2020

С. Крыжановская. Технология полуавтоматической суммаризации подборок научных статей. МГУ, 2022

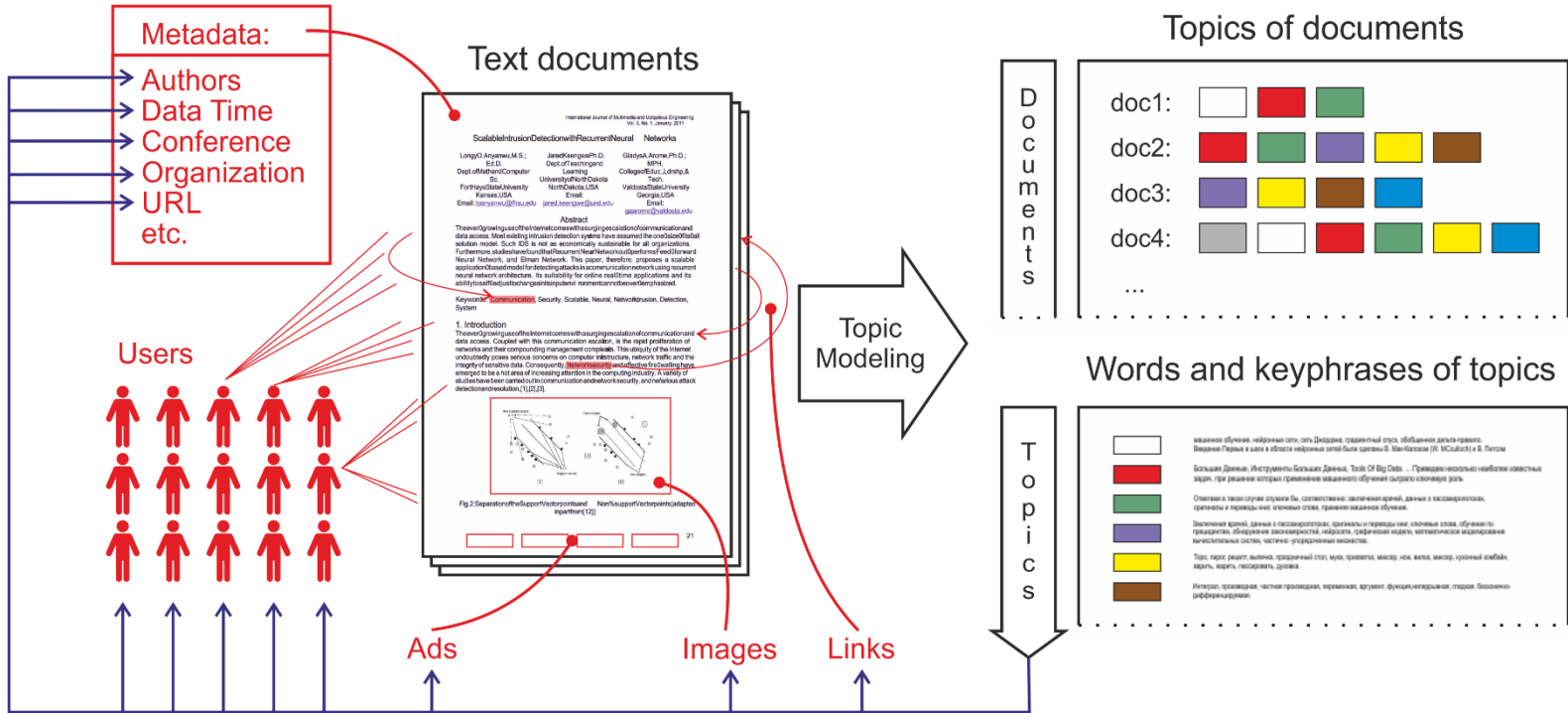
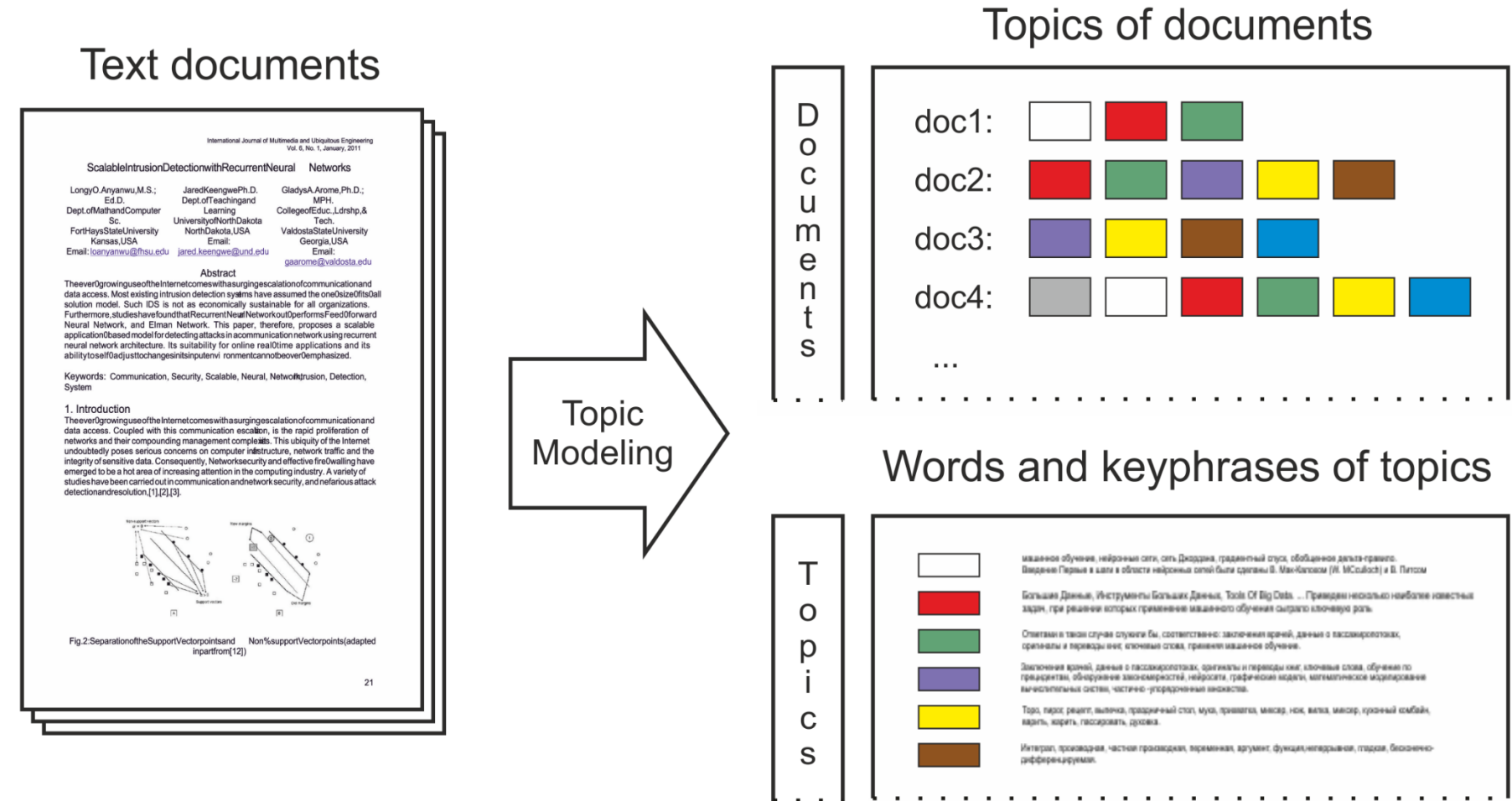
Мастерская знаний: «Тематизация»



Сервис тематизации подборки документов

Тематическая модель (ТМ) коллекции текстовых документов определяет

- какие темы есть в каждом документе
- из каких слов состоит каждая тема



Мультимодальная ТМ определяет также,

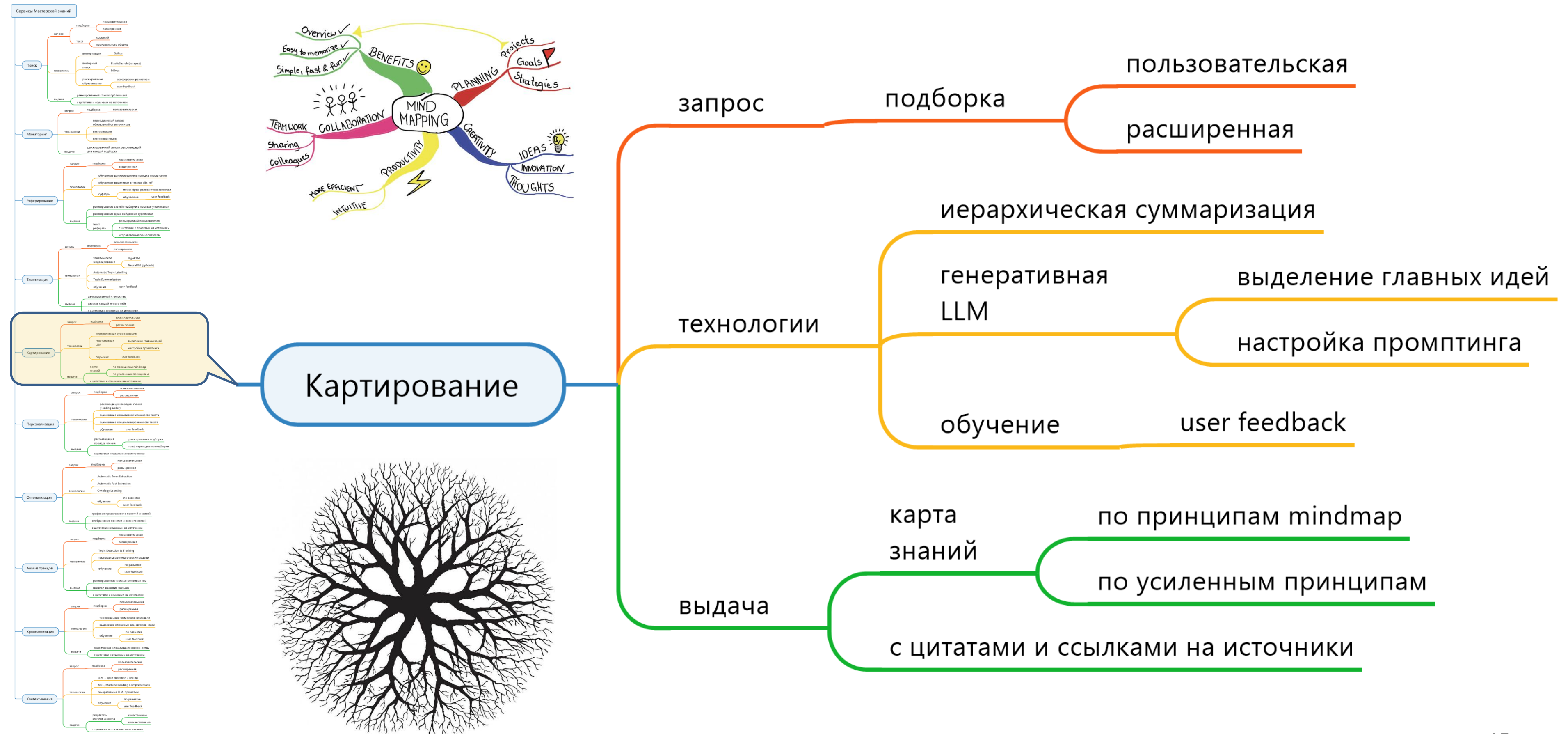
- какие ещё нетекстовые токены содержатся в каждой теме

Ianina A., Golitsyn L., Vorontsov K. [Multi-objective topic modeling for exploratory search in tech news](#). AINL 2017.

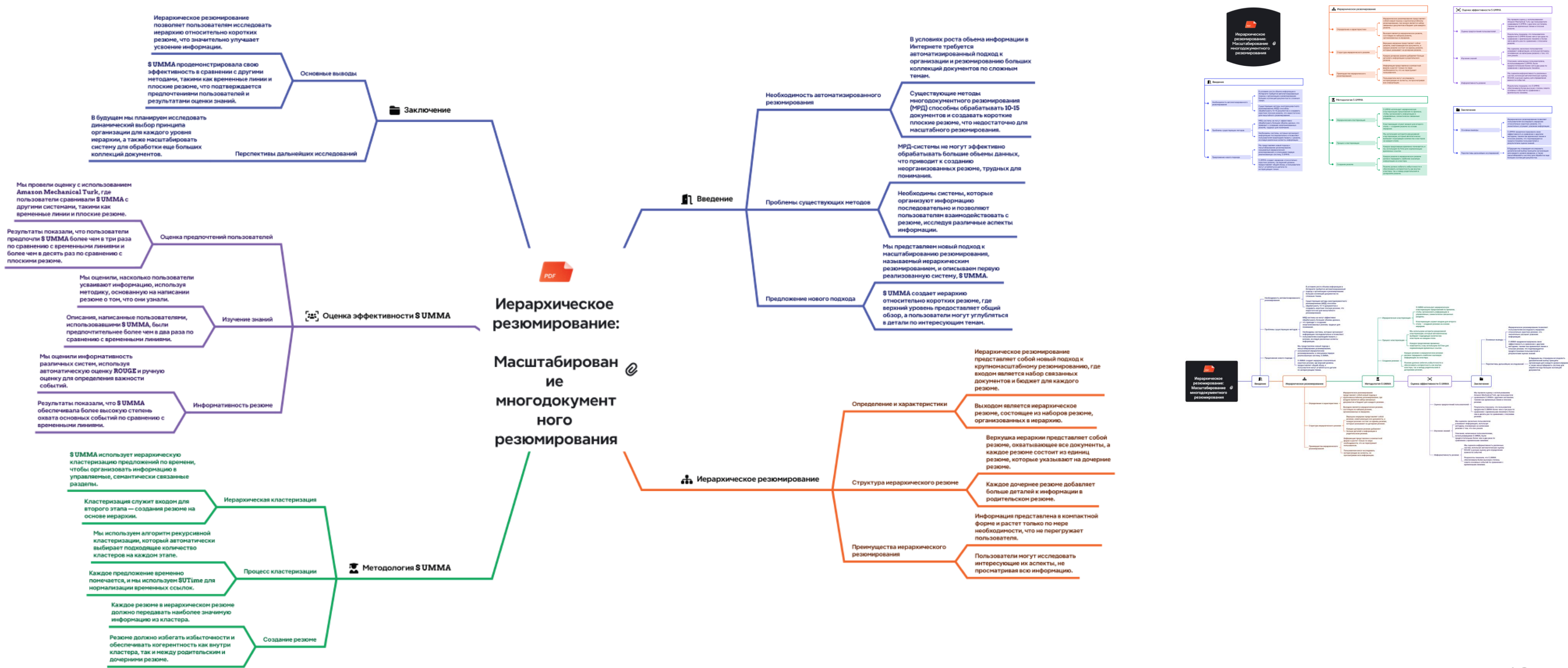
Vorontsov K. Rethinking probabilistic topic modeling from the point of view of classical non-Bayesian regularization. 2023.

<http://www.machinelearning.ru/wiki/images/d/d5/Voron17survey-artm.pdf>

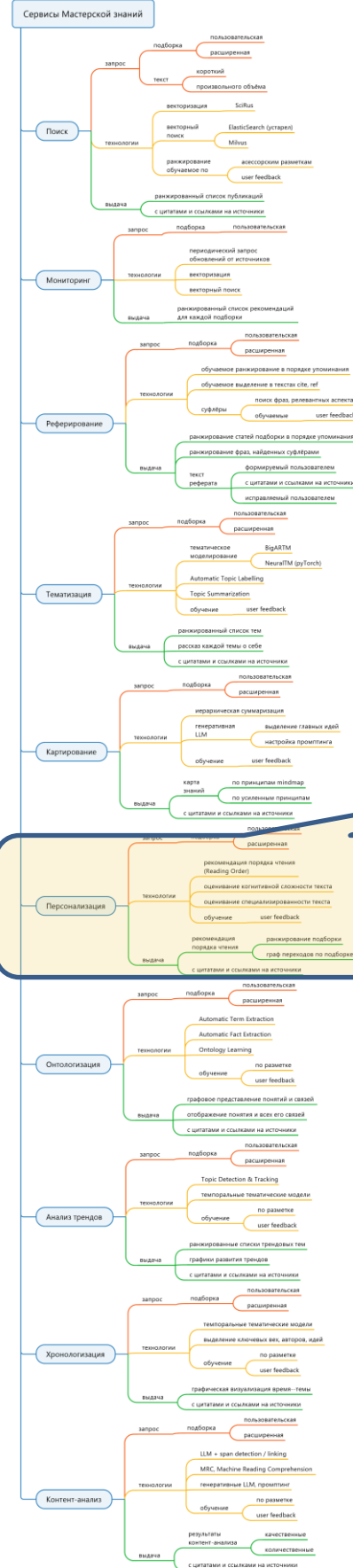
Мастерская знаний: «Картирование»



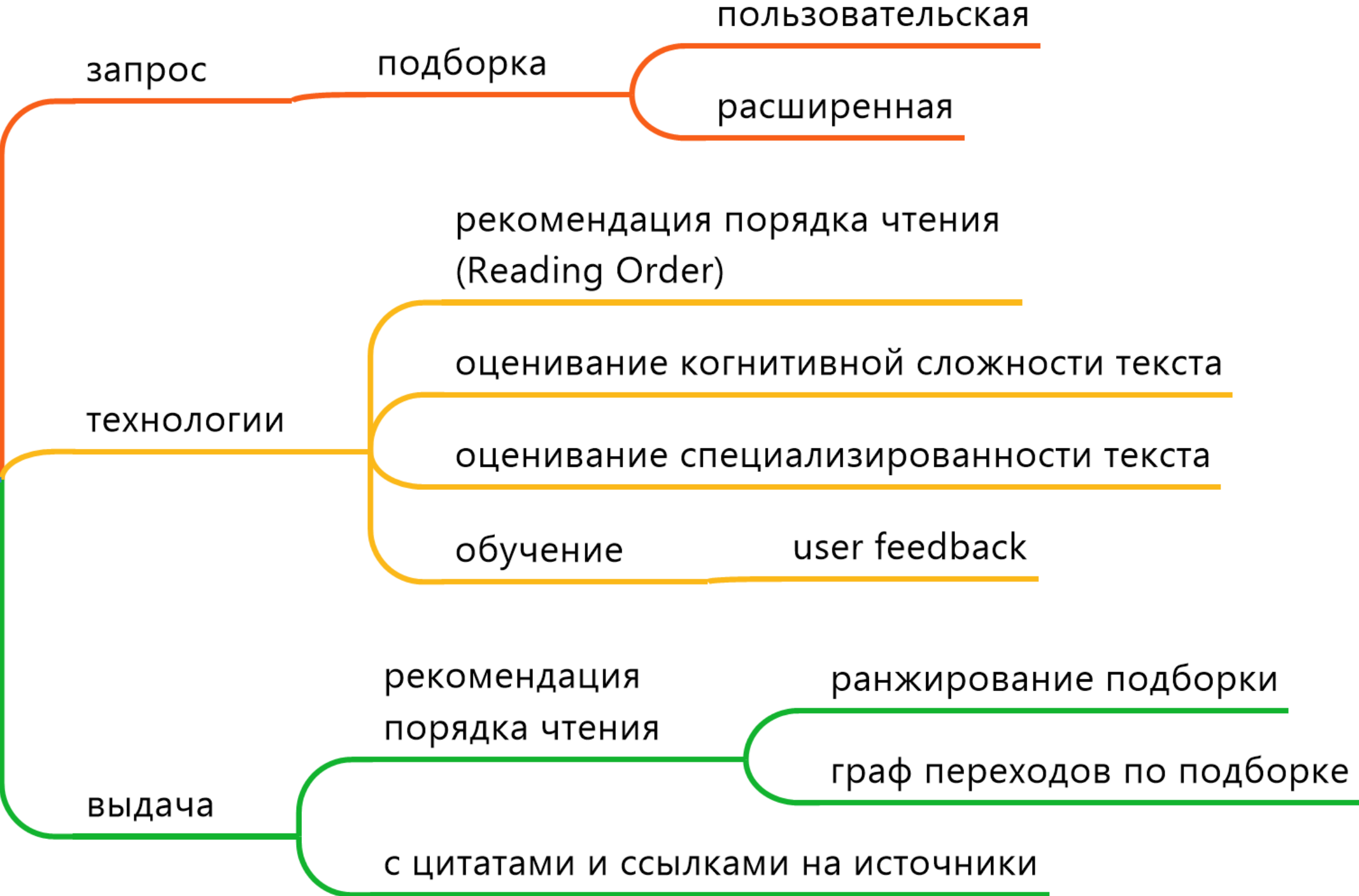
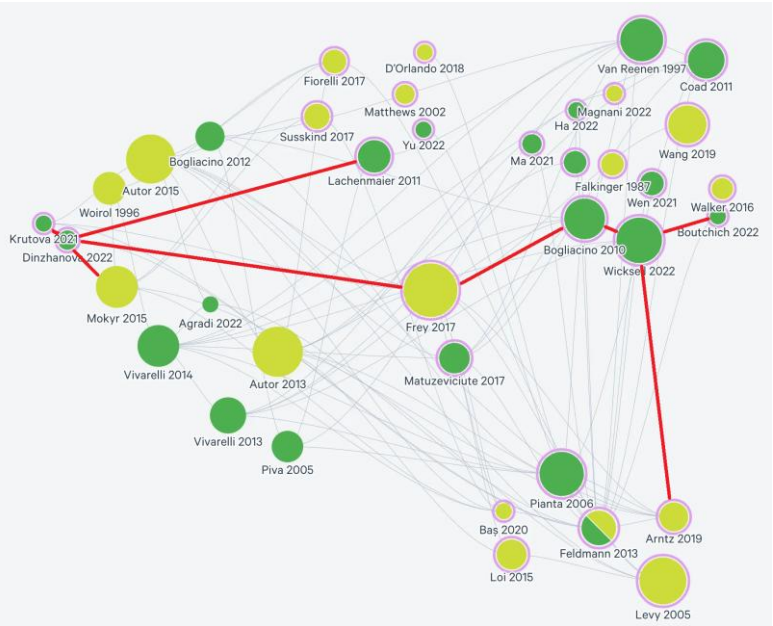
Пример: проект Mapify.so (AI MindMap Summarizer)



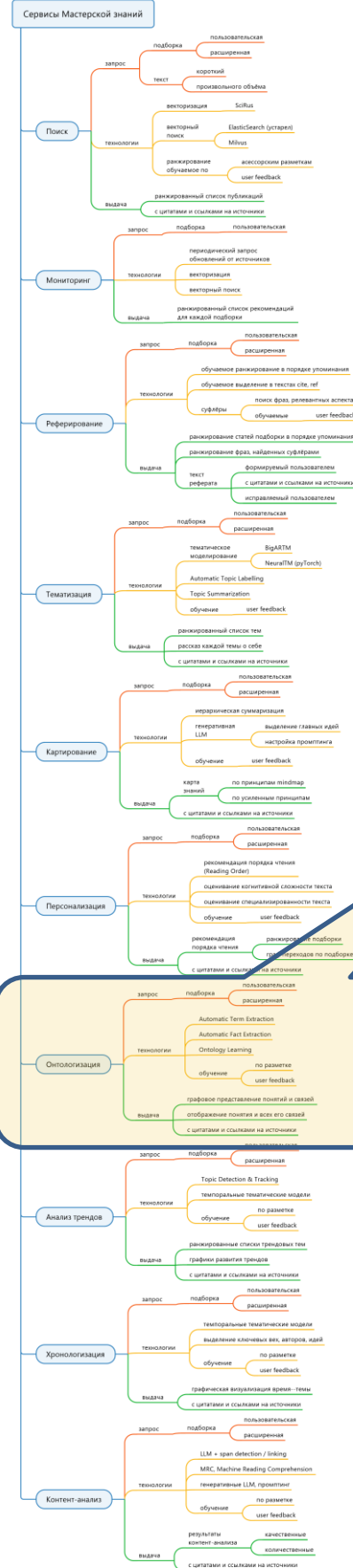
Мастерская знаний: «Персонализация»



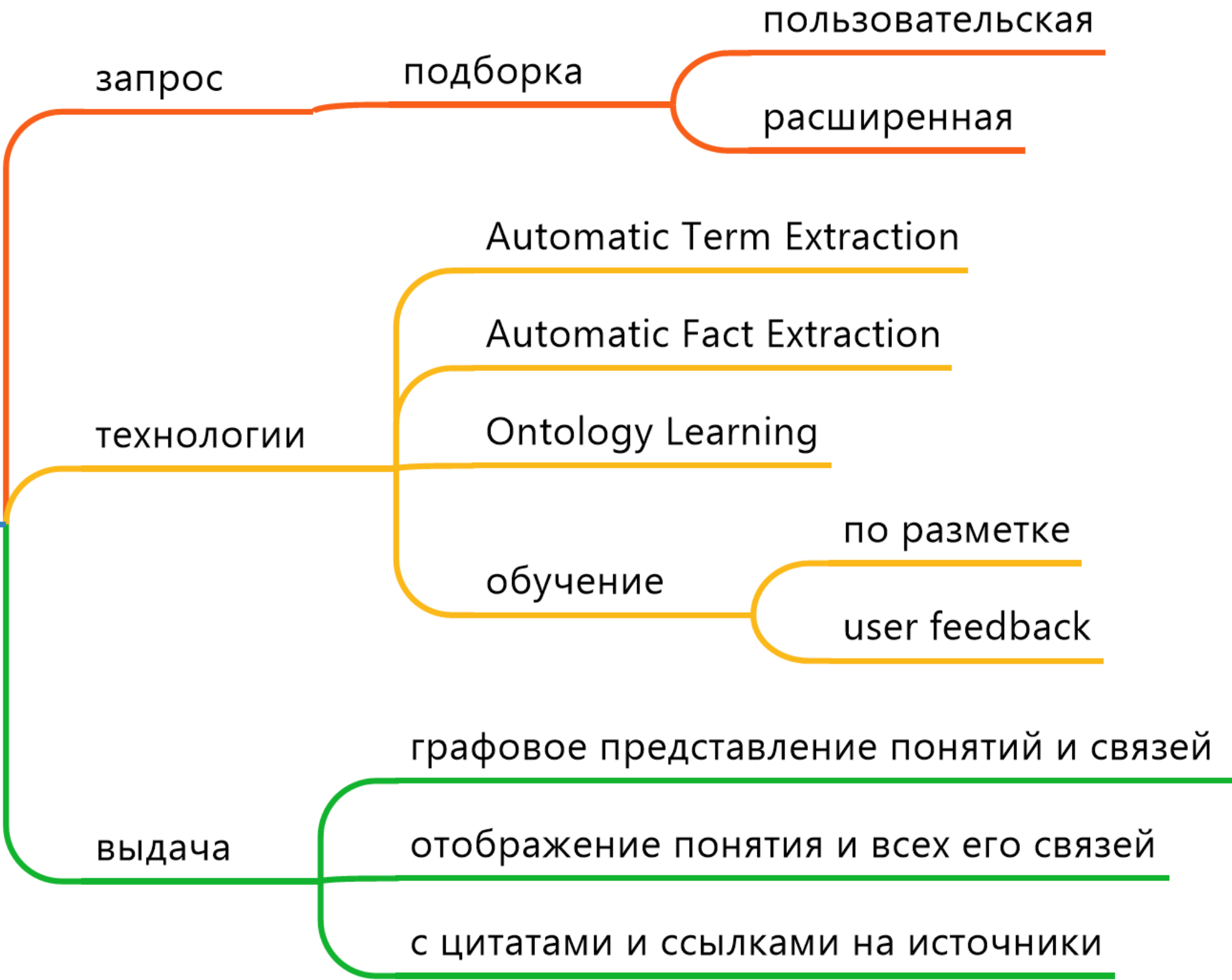
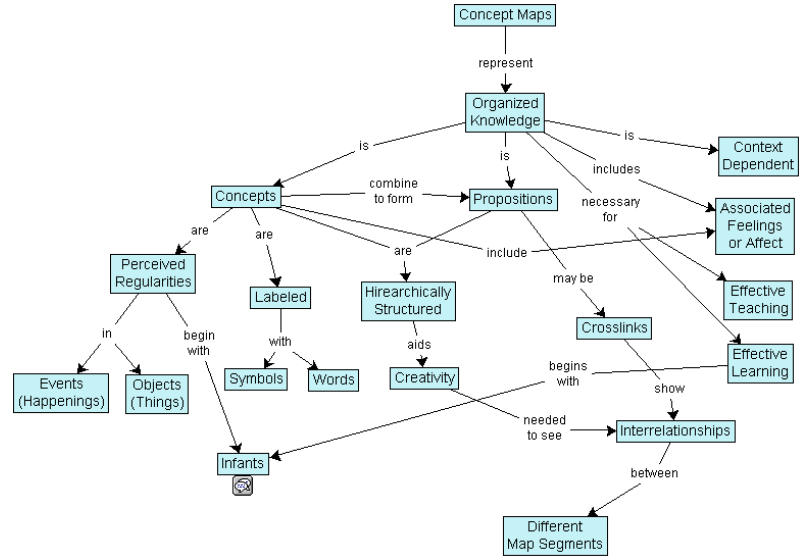
Персонализация



Мастерская знаний: «Онтологизация»



Онтологизация



Мастерская знаний: «Анализ трендов»

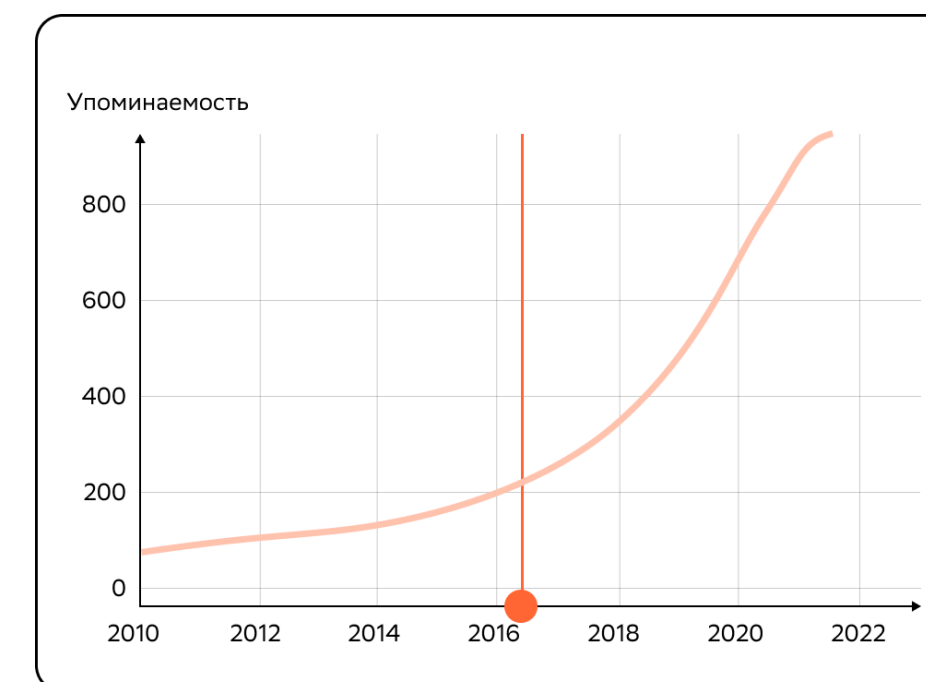
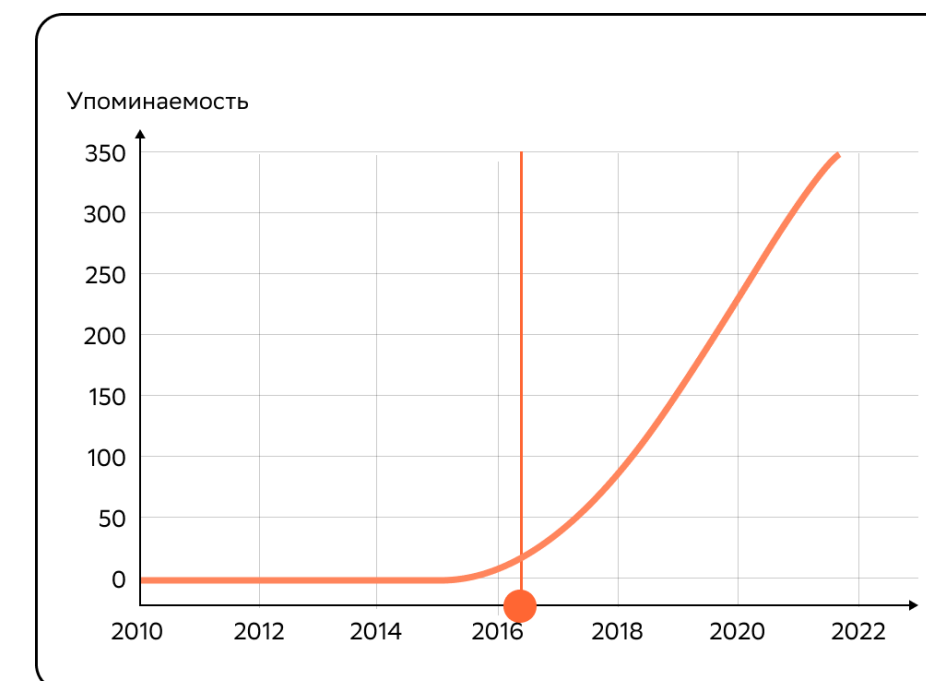
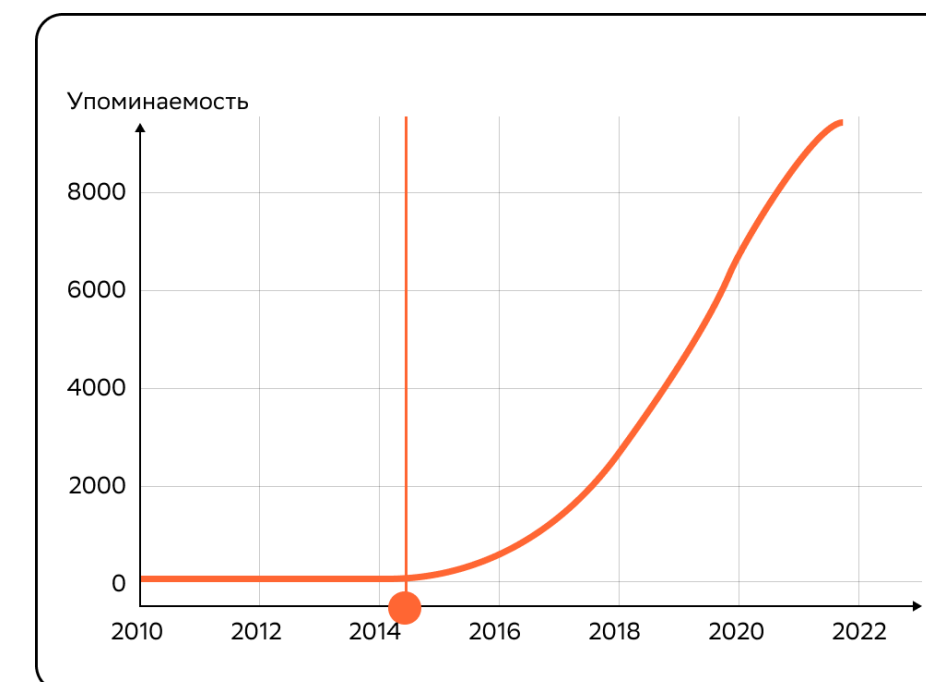
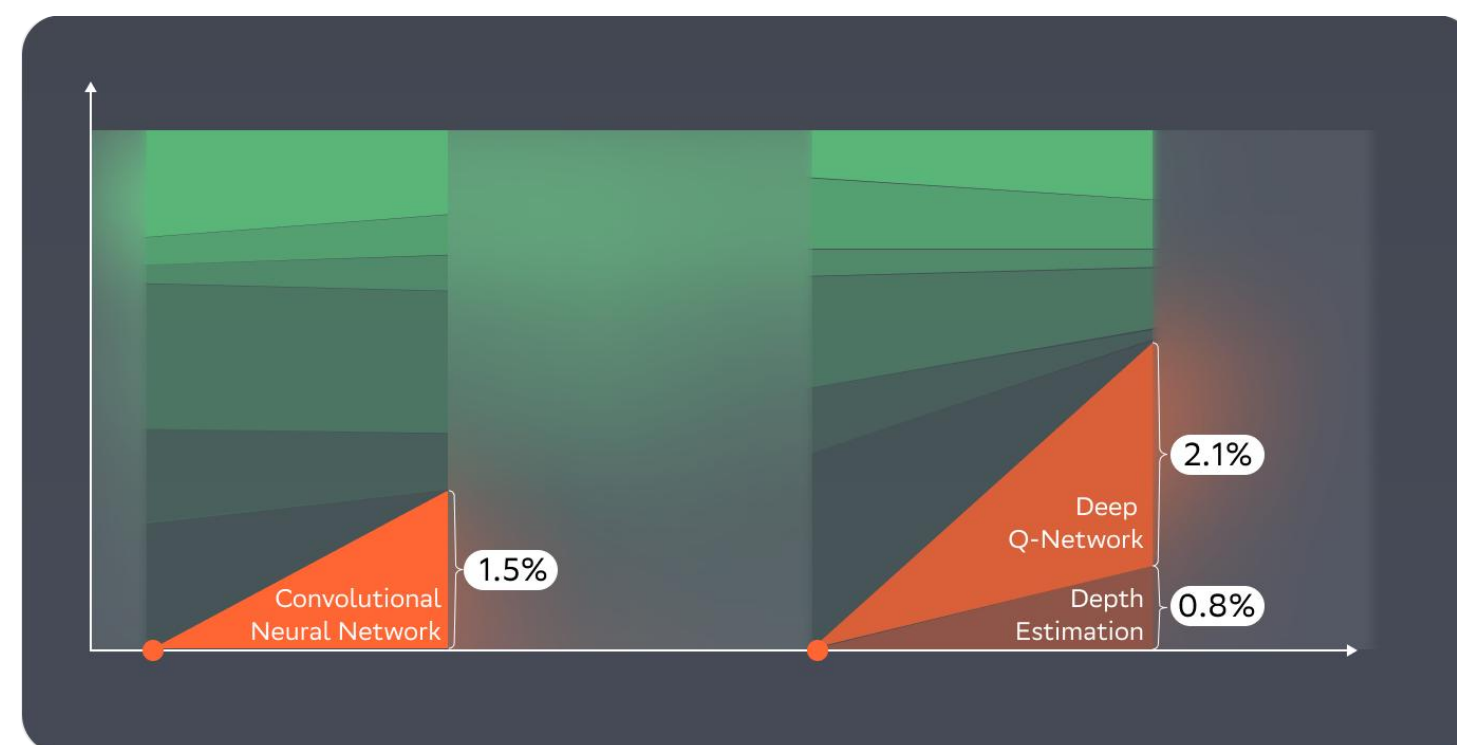


Сервис поиска и анализа трендов

Определение трендовой темы:

- наличие семантического ядра
- наличие быстрого (обычно экспоненциального) роста

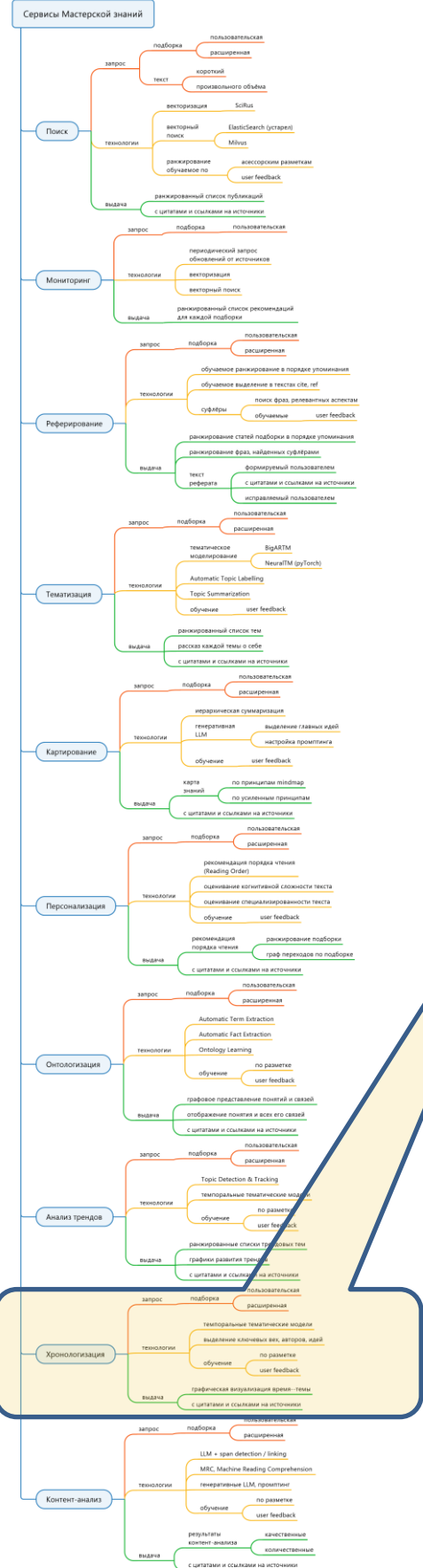
Примеры динамики упоминаний трендовых тем



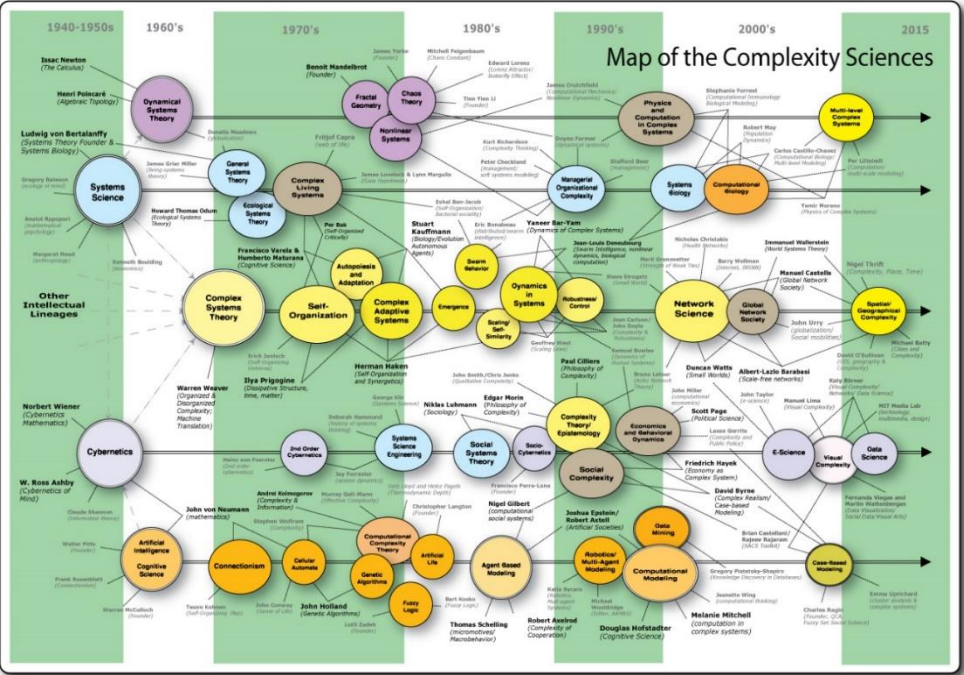
Герасименко Н. А., Чернявский А. С., Никифорова М. А., Никитин М. Д., Воронцов К. В.

Инкрементальное обучение тематических моделей для поиска трендовых тем в научных публикациях // Доклады РАН. Математика, информатика, процессы управления, 2022, том 508, С.106–108

Мастерская знаний: «Хронологизация»



Хронологизация



запрос

подборка

пользовательская
расширенная

технологии

темпоральные тематические модели

выделение ключевых вех, авторов, идей

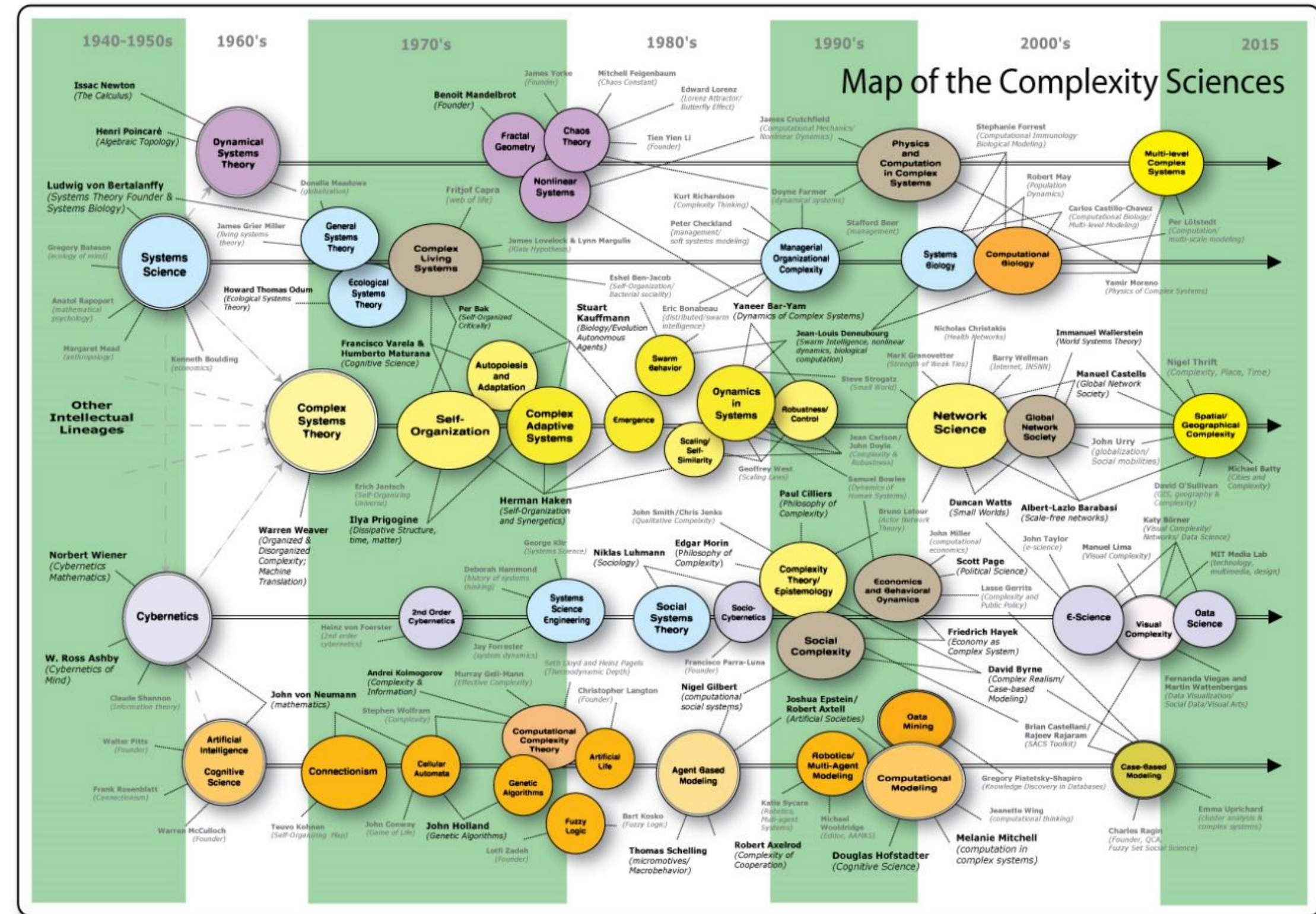
обучение
по разметке
user feedback

выдача

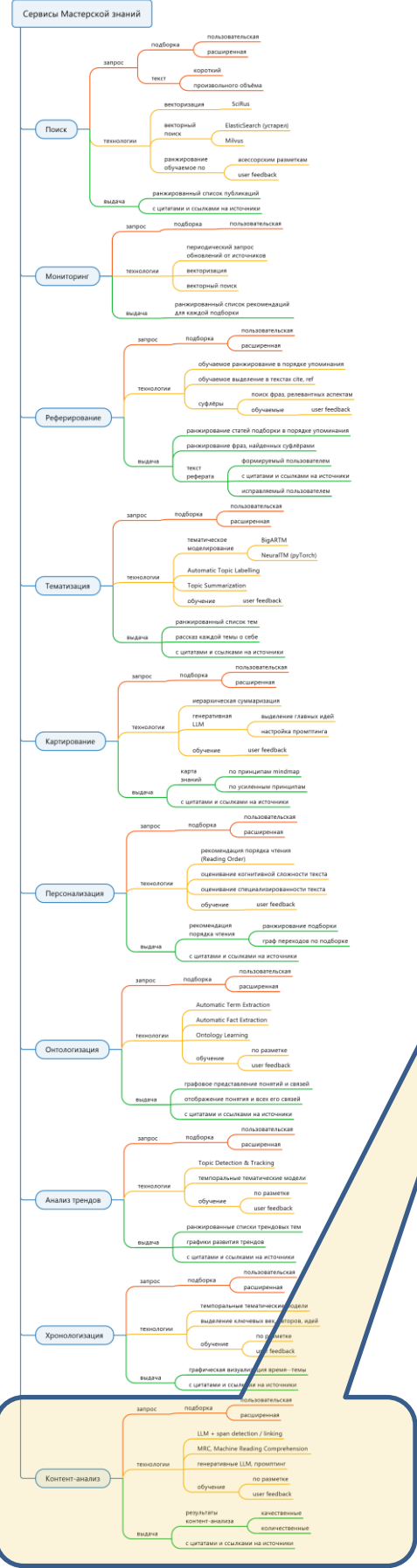
графическая визуализация время--темы
с цитатами и ссылками на источники

Осями на карте могут быть:

- время
- спектр тем
- сложность
- обзорность
- актуальность
- «хайповость»
- цитируемость



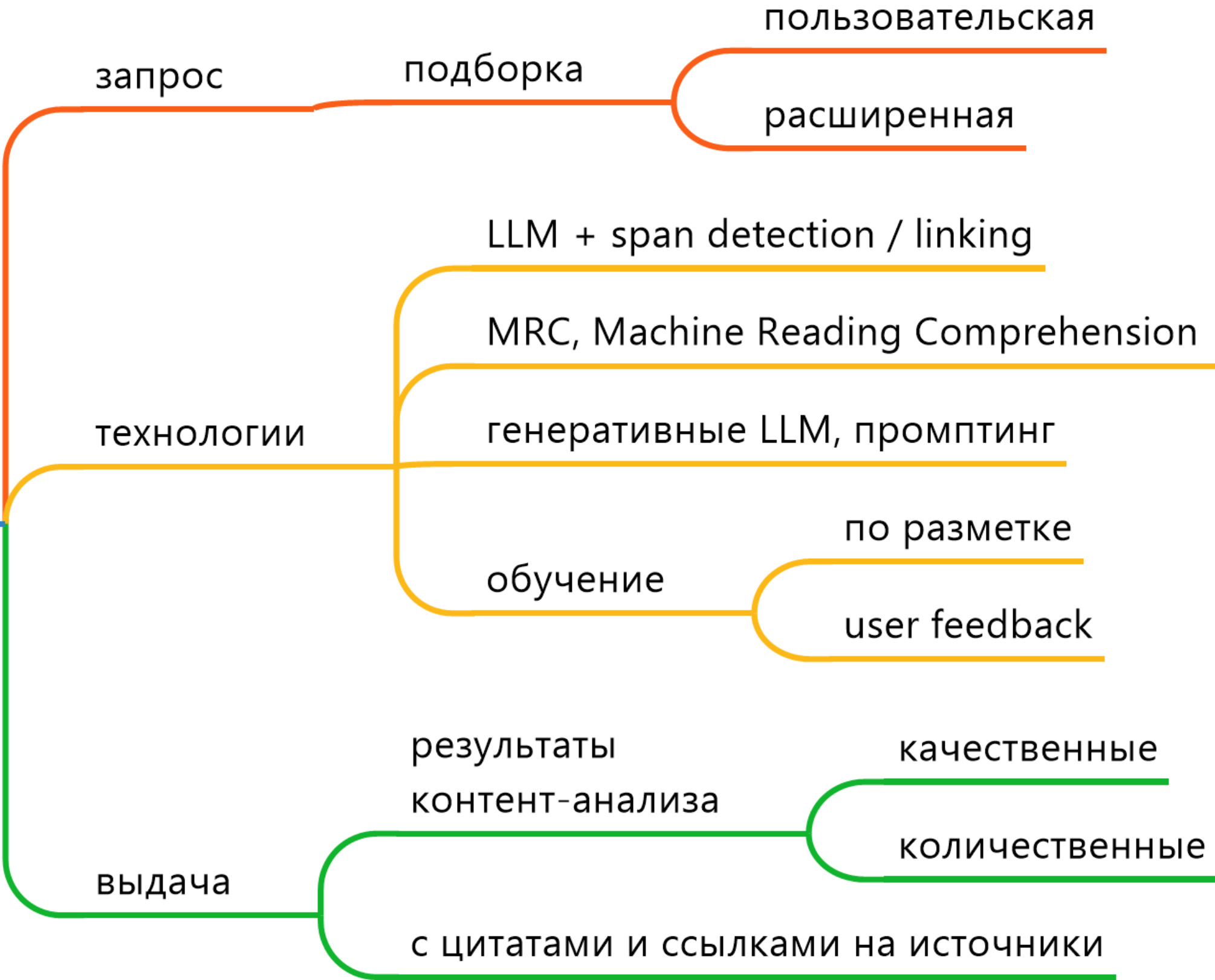
Мастерская знаний: «Контент-анализ»



Контент-анализ

Нередко люди совершают плохие поступки, забывая о том, что, даже скрыв свой поступок от других, человек не скрывается от своей совести. Что же такое безнравственный поступок? Безнравственный поступок - это поступок, не соответствующий моральным нормам. Можно ли оправдать безнравственный поступок? Именно эту проблему В. Ф. Тендряков поднимает в своем тексте. Докажем сказанное примерами из представленного отрывка.

В тексте В. Ф. Тендряков говорит о том, что человек во благо себе может легко совершить низкий поступок, не испытывая при этом чувства стыда. Человек сможет оправдать свой поступок перед самим собой, объяснив причину. В пример автор приводит поведение героя, который часто в жизни совершал безнравственные поступки. Он врал, дрался и крал. Мы видим, что до войны герой привык совершать плохие поступки. Он всегда оправдывался, потому что не хотел нести ответственность за свои действия, а значит не испытывал мучения совести. Мы знаем, что муки совести - это первое и самое сильное наказание, которое получает человек, совершивший плохой поступок. Но наш герой не получал никакого наказания и поэтому продолжал совершать безнравственные поступки. Проанализировав поведение главного героя, я убедилась в том, что человек обязан нести ответственность за свои поступки всегда, и поэтому я утверждаю, что нельзя оправдывать даже мелкие безнравственные поступки.



Контент-анализ: обобщение и автоматизация

Обобщённый контент-анализ — четыре базовые операции с текстом:

- 1) выделить фрагмент
- 2) классифицировать (тегировать) фрагмент по рубрикатору
- 3) связать несколько фрагментов
- 4) дать комментарий (затекст) к фрагменту или связи

Цель — автоматизировать контент-анализ больших текстовых массивов по небольшим размеченным корпусам, в любой предметной области

Три подзадачи построения обучаемой модели разметки:

- 1) разработка рубрикатора и инструкций разметчика
- 2) выбор большой языковой модели и её (до)обучение по разметке
- 3) оценивание качества разметки, сравнение и выбор моделей

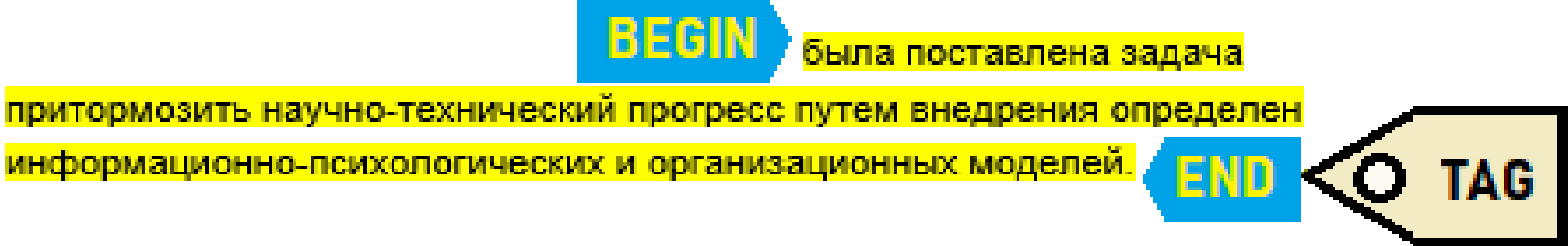
Сервис автоматизации контент-анализа

Разметка состоит из элементов

Элемент разметки — несколько взаимосвязанных фрагментов, затекстов и тегов

Теги (классы) выбираются из рубрикатора

Фрагмент задаётся началом и концом, может иметь один или несколько тегов:



Затекст — комментарий, объяснение, дополнительная информация и т.п., может иметь один или несколько тегов

Пик научной фантастики (и советской, и западной) пришелся на 1960–1970-е годы. Однако в 1970-х годах этот жанр начал постепенно затухать и сходить на нет, уже в 1980-х на Западе начинает набирать силу жанр фэнтези. Конечно же, это неслучайно. Именно 1960-е годы стали пиком научно-технического прогресса в XX веке. К тому времени закончилась первая половина XX столетия, за эти полсотни лет было изобретено столько, что все казалось возможным, верилось, что прогресс будет нарастать по экспоненте. **1960-е — это мир безудержного социального и культурно-технического оптимизма.** Человек полетел в космос, запустил искусственные спутники и задумался об освоении других планет.

Но этот порыв человечества в будущее создавал определенную угрозу для власти имущих как на Западе, так и в Советском Союзе. И уже в 1960-е годы перед сотрудниками Тавистокского института изучения человека в Великобритании (причем по иронии судьбы он располагается в графстве Девоншир, рядом с дартмурскими болотами, где разыгрывалась мрачная драма «Собаки Баскервиль» Конан Дойля) **была поставлена задача притормозить научно-технический прогресс путем внедрения определенных информационно-психологических и организационных моделей.** В частности, стартовала работа по созданию молодежных и женских субкультур и движений (именно в это время как по заказу появились The Beatles, The Rolling Stones, стал развиваться экологизм).

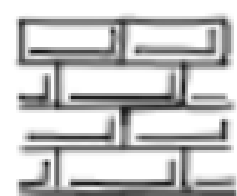
Одна из главных задач, поставленных перед Тавистоксом, звучала так: to stamp out the cultural optimism of the 1960s (искоренить, вырубить, вытравить культурный оптимизм 1960-х годов). А **научная фантастика, особенно советская, безусловно, была оптимистической по своему настрою.**

Некоторые менее оптимистические ноты (не могу их назвать пессимистическими, но они выглядели более сложными, чем просто оптимизм) прослеживались у ряда писателей в соцлагере, в частности в книгах Станислава Лема (достаточно почитать его «Астронавтов» и «Магелланово облако»). Однако общий настрой советской фантастики до середины 1960-х годов был преимущественно оптимистичным — это видно и по творчеству братьев Стругацких, и по романам Ивана Ефремова.

Первый доклад Римскому клубу (он создан в 1968 году) назывался «Пределы роста». В нем утверждалось, что человечество в своем индустриальном развитии достигло пределов, избыточно давит на природную среду, надо тормозить промышленно-экономическое развитие, перейдя к «нулевому росту». То есть 50 процентов всех средств должно идти на нейтрализацию негативных последствий, которые несет индустриальное развитие.

Миссия Мастерской Знаний

— устранять *барьеры* между человеком и знанием



технологические

из-за избыточности, неструктурированности,
ненадёжности информации



КОГНИТИВНЫЕ

из-за ограниченности наших возможностей
запоминания, понимания, анализа



коммуникативные

из-за различий в мотивациях, уровне компетенций,
социальном и служебном положении

Антропоцентричное определение ИИ

Искусственный интеллект —

вычислительные технологии,
создаваемые для повышения
производительности созидательного
интеллектуального труда людей

не замена человека

не «загадочный новый тип разума»

не повод уподобиться Богу и творить
«по образу и подобию Своему»



Спасибо за внимание!



Воронцов Константин Вячеславович

д.ф.-м.н., профессор РАН,
зав. кафедрой ММП ВМК МГУ,
зав. лаб. МОСА Института ИИ МГУ,
зав. кафедрой ИС и кафедрой МОЦГ МФТИ,
г.н.с. ФИЦ ИУ РАН

k.vorontsov@iai.msu.ru

<http://www.MachineLearning.ru/wiki?title=User:Vokov>

Научный семинар ИПУ РАН

«Проблемы управления знаниями»

руководители:

академик РАН Д.А.Новиков,

проф. РАН К.В.Воронцов

