

**Департамент образования и науки города Москвы
Государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования города Москвы
«Московский городской педагогический университет»
Департамент информатизации образования**

На правах рукописи

Сафронов Артём Александрович

**ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО
ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ АНАЛИЗА ОНТОЛОГИИ УЧЕБНЫХ
МАТЕРИАЛОВ ПО ИНФОРМАТИКЕ, МАТЕМАТИКЕ И
ФИЗИКЕ ДЛЯ ОСНОВНОЙ ШКОЛЫ**

Направление подготовки: 44.06.01 Образование и педагогические науки

Профиль программы подготовки:

**теория и методика обучения и воспитания
(информатизация образования)**

**Научный доклад об основных результатах
научно-квалификационной работы (диссертации)**

Научный руководитель:

член-корреспондент РАО, доктор технических наук,
профессор департамента информатизации
образования института цифрового образования
Григорьев Сергей Георгиевич

Москва - 2024

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. В эпоху стремительного развития информационных технологий, искусственный интеллект (ИИ) становится всё более востребованным в различных сферах жизни человека. Анализ и изучение существующих подходов к определению искусственного интеллекта с историей его становления и развития ИИ, которая берет свое начало в середине прошлого столетия, сформировало две парадигмы к определению ИИ: восходящую и нисходящую (В. В. Архипов, Н. Виннер, Л. С. Болотова, Д.Маккарти, М. Мински, П.М. Морхат, В. Б. Наумов, И. В. Понкин, А. Тьюринг и др.).

Одной из ключевых областей, где технологии ИИ открывают новые и разнообразные возможности своего применения в решении поставленных задач, - образовательная среда. Одним из направлений применения искусственного интеллекта в образовании является цифровая учебная аналитика, цель которой, прежде всего, обеспечение рационализированного планирования, мониторинга образовательного процесса, в рамках которого можно реализовать, например, аналитику и анализ по учебным курсам и рабочим программам.

Образовательные программы являются неотъемлемой частью образовательного процесса. К их освоению установлен ряд требований федеральными образовательными государственными стандартами (ФГОС), а результатом их освоения является совокупность приобретаемых знаний, умений и навыков. Высокое качество усвоения школьных образовательных программ требует создания оптимальных условий для учащихся с учетом их уровня способностей и потребностей, потому особое внимание должно уделяться содержанию образовательных программ и, соответственно, содержанию учебно-методического материала: планы-конспекты (технологических карт) уроков, лекционные материалы должно соответствовать содержательным линиям изучаемого курса (Аникьева М.А., В.П. Беспалько, С.Г. Григорьев, В.В. Гриншкун, О.Ю. Заславская, М.И. Кондаков, А.А. Кузнецов, Е.А. Кузнецова, И.В. Левченко и др.). Построение последних подразумевает анализ предметного содержания, в связи с чем особую значимость приобретает исследование онтологических конструкций и построение тезауруса учебного предмета. Построение онтологии предметной области является важной задачей для инженерии знаний и конвергенции информационных ресурсов.

Под онтологией понимается «формальная спецификация концептуализации, которая имеет место в некотором контексте предметной области» (Т. Грубер). Исследования, связанные с формированием онтологии предметных областей, отражены в работах М.С. Агеева, А.М. Андреева, И.С. Болотина, С.Г. Григорьева, Б.В. Доброва, И.Б. Лобова, Н.В. Лукашевича, А.В. Филипова, В.И. Шабанова и др.: здесь отражены как общие теоретико-методологические основы формирования онтологических конструкций и

тезаурусов учебных понятий, а также программно-прикладной инструментарий, который различным образом помогает осуществлять это построение.

Формирование онтологии предметной области, построение тезауруса изучаемых понятий при анализе и отборе содержания учебных общеобразовательных программ – процесс трудоемкий, требует существенных временных затрат, если этот процесс происходит вручную. Потому здесь возникает необходимость в изучении и создании таких подходов, которые активно позволяли бы использовать современные достижения технологий ИИ.

Одним из видов таких технологий могут быть стремительно развивающиеся модели алгоритмов для обработки текстов на естественном языке Natural Language Processing (NLP), качество создания контента которых на сегодняшний день приближается к текстам, создаваемых человеком, в связи с чем появилось такое понятие, как «генеративный искусственный интеллект» - технология, применяющая модели глубокого обучения для создания оригинальных информационных материалов. О возможностях генеративного ИИ и его приложения в образовании можно найти в исследованиях М. Н. Булаевой, В. В. Ворожихина, Е. В. Воронцовой, Е. М. Дубовиковой, А. Д. Жукова, С. А. Зиновьевой, Л. В., Петрова, А. М. Константиновой, Е. С. Титовой, Н. А. Шобонова, Д. А. и др. Одна из самых популярных и распространенных в работе моделей на сегодняшний день является чат-бот ChatGPT от OpenAI. За период его существования описана широкая практика его использования, в том числе и в контексте образования.

Применение генеративного искусственного интеллекта в виде технологии ChatGPT в анализе и построении онтологических конструкций может стать эффективным решением, поскольку данный инструмент доступен широкому кругу пользователей. Однако здесь следует обратить внимание, что также существует необходимость в представлении методологического аспекта в работе с данной технологией, что требует от пользователя владением определенным уровнем владения средствами ИКТ.

Исследование учебного текста\курса на предмет онтологической конструкции предполагает получение в конечном итоге информации в виде иерархической структуры. В связи с этим встает вопрос о формах представления полученного результата, поскольку, с одной стороны, эта форма должна быть удобной и понятной для восприятия, а с другой – удобной для последующей обработки. В распространяемой базовой версии ChatGPT можно работать только непосредственно с текстом. Поэтому, возникает потребность в изучении прикладного программного обеспечения, которое можно интегрировать в работу: это могут быть как средства визуализации (интеллект-карты, диаграммы, маркированные списки), так и средства обработки электронных таблиц.

Таким образом, с учетом вышесказанного можно указать на **противоречие** между необходимостью исследования онтологических

конструкций предметных областей, с одной стороны, и недостаточным изучением возможностей генеративного ИИ в совокупности с прикладным программным обеспечением для формирования методов анализа и построения онтологических конструкций с другой.

Проблема исследования: каким образом можно построить методику формирования онтологии предметной области или тезауруса учебного материала (курса, дисциплины и т.д.), базирующейся на применении генеративного искусственного интеллекта?

Цель исследования – применение генеративного искусственного интеллекта в формировании онтологии (тезауруса) учебных предметов (математика, физика и информатика) основной школы.

Объект исследования: процесс анализа и формирования онтологии (тезауруса) учебных предметов.

Предмет исследования: возможности генеративного искусственного интеллекта в анализе и представлении онтологии предметной области.

Гипотеза исследования заключается в том, что использование технологий генеративного искусственного интеллекта для анализа и формирования онтологии предметной области (научного знания) будет эффективным, если:

- педагогически оправдана и обоснована целесообразность применения технологий генеративного ИИ как инструмента анализа учебных текстов;
- методологически обоснована совокупность технологий ИИ и прикладного программного обеспечения для получения обоснованного и адекватно интерпретируемого результата.

Задачи исследования:

1. Раскрыть сущность понятия технологии генеративного искусственного интеллекта и исследовать их применение в педагогической практике;
2. Раскрыть сущность понятия онтологии предметной области, описать примеры онтологии предметных областей;
3. Описать особенности работы с генеративным искусственным интеллектом на примере чат-бота ChatGPT от OpenAI в контексте реализуемой проблемы исследования.
4. Построить модель анализа и формирования онтологии предметной области на основе ChatGPT и стороннего прикладного ПО для обработки учебных текстов по математике, физике и информатике;
5. Разработать критерии применяемой модели, описать методические основы и рекомендации;
6. Выполнить экспериментальную проверку эффективности предложенной модели в построении онтологии учебных дисциплин на примере математики, физики и информатики.

Методологической и теоретической основой исследования являются:

- Теория и методика обучения математике (Л.С. Атанасян, В. Ф. Бутузov, И. Р. Высоцкий, В.А. Гусев, С. Б. Кадомцев, Ю.Н. Макарычев, Н.Г. Миндюк, А.Г. Мордкович, К.И. Нешков, С.Б. Суворова, И. В. Яценко и др.), физике (А.И. Иванов, Е.М. Гутник, И.М. Перышкин, М.А. Петрова и др.), информатике (Л. Л. Босова, А. Ю. Босова, С.Г. Григорьев, Д.И. Павлов, Ю.А. Первин, А.Л. Семенов и др.), построения содержательных линий учебных курсов и информационно-педагогических моделей (Аникьева М.А., В.П. Беспалько, С.Г. Григорьев, В.В. Гриншкун, О.Ю. Заславская, М.И. Кондаков, А.А. Кузнецов, Е.А. Кузнецова, И.В. Левченко и др.), информатизации образования (А.И. Азевич, С.Г. Григорьев, В.В. Гриншкун, О.Ю. Заславская, Т.Н. Носкова, М.В. Пашков, В.М. Пашкова, И.В. Симонова, А.Ю. Федосов и др.)

- Концептуальные основы представления об искусственном интеллекте (В. В. Архипов, Н. Виннер, Л. С. Болотова, Д.Маккарти, М. Мински, П.М. Морхат В. Б. Наумов, И. В. Понкин, А. Тьюринг и др.);

- Представления об онтологии и тезаурусах научного знания, их построении (М.С. Агеев, А.М. Андреев, И.С. Болотин, С.Г. Григорьев Б.В. Добров, И.Б. Лобов, Н.В. Лукашевич, А.В. Филипов, В.И. Шабанов и др.);

- Научно-практические изыскания в использовании технологий ИИ в образовательной среде (М. Н. Булаева М. Н., В. В. Ворожихин, Е. В. Воронцова, Е. М. Дубовикова, А. Д. Жуков, С. А. Зиновьева, Л. В., Петров А. М. Константинова, Е. С. Титова, Н. А. Шобонов, Д. А. и др.).

Для решения поставленных задач и проверки гипотезы использовались следующие методы исследования:

- Теоретические: анализ отечественной и зарубежной психолого-педагогической, научно-методической литературы, учебно-методической литературы, научных трудов по рассматриваемой проблеме исследования;

- Эмпирические: обобщение опыта в применении технологий ИИ в образовательном процессе, моделирование структуры анализа и построения онтологических конструкций (тезаурусов);

- Экспериментальные: приложения полученной модели анализа и построения онтологических конструкций (тезаурусов) для текстов учебных предметов (математика, физика и информатика), разработка на их основе учебно-методических материалов.

Научная новизна заключается в следующем:

Обосновано использование генеративного искусственного интеллекта в решении задач построения онтологических конструкций;

Разработана модель, позволяющая осуществлять анализ и представление онтологических конструкций;

Сформулированы и обоснованы критерии оценки эффективности данного метода анализа и обработки текстов.

Теоретическая значимость исследования состоит в том, что:

- Предложено использование генеративного искусственного интеллекта в качестве метода анализа и построения онтологических конструкций;

Практическая значимость исследования полученных результатов заключается в том, что построена методика анализа и обработки учебных текстов с целью построения тезауруса (онтологических конструкций) учебных предметов, состоящая из:

- Получены автоматическим способом тезаурусы предметов естественно-научного и математического циклов при анализе учебно-методических пособий;

- Описанного алгоритма реализации методики анализа учебных текстов, представления полученного результата в определенных формах.

- Предпринята попытка анализа полученных тезаурусов учебных предметов в комплексном отношении, создав специальные диаграммы и таблицы.

Экспериментальная база исследования:

Государственное автономное образовательное учреждение высшего образования город Москвы «Московский городской педагогический университет», муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение «Центр образования – гимназия №11 им. Александра и Олега Трояновских» г. Тула.

Исследование проводилось в период с 2022 по 2024 год.

На первом этапе был проведен теоретический анализ текущего состояния проблемы исследования: осуществлен анализ научной и методической литературы, а также нормативно-правовых документов по теме исследования; изучены общие теоретико-методологические положения об искусственном интеллекте и аспектах его применения в образовательном процессе, роль искусственного интеллекта в формировании онтологических конструкций учебных дисциплин.

На втором этапе была организована деятельность по разработке и описанию модели анализа и построения онтологической конструкции: рассматривались и изучались различные средства цифровых технологий, их особенности, характеристики и возможности для обеспечения комплексного подхода в решении задач исследования.

На третьем этапе разработанная модель апробировалась к анализу учебных изданий для дисциплин естественно-научного цикла (математика, физика, информатика); полученные результаты применялись к решению задач в образовательном процессе;

На защиту выносятся следующие положения:

- Технологии искусственного интеллекта могут применены как инструмент анализа и построения онтологических конструкций (тезаурусов) учебных текстов (дисциплин, курсов);

- Предлагается методическое обоснование модели, применяемой к анализу и построению тезаурусов (онтологических конструкций) учебных текстов;

Апробация и внедрение результатов исследования выносились на обсуждение в рамках промежуточных результатов работы на семинарах департамента информатизации образования ГАОУ ВО «МГПУ», в рамках докладов и выступлений на конференциях регионального и международного уровня (с международным участием): на Всероссийском съезде учителей и преподавателей математики (Москва, 2023), научно-практическом семинаре с международным участием «Методы и технологии электронного обучения в педагогическом образовании» (Минск, 2024), конференции с международным участием «Инновационные подходы к обучению физике, математике, информатике» (Минск, 2024), конференции «Дни науки МГПУ» (Москва, 2024).

Результаты проведенного исследования отражено в 6 научных статьях, в том числе 3 из них – в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации.

Структура исследования определена его логикой. Исследование включает в себя введение, три главы, заключение, список литературы и приложения.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении определена актуальность темы, сформулированы проблема и гипотеза, определен объект, предмет, а также цель и задачи научного исследования, обоснована методологическая основа исследования, охарактеризован научный аппарат, описана теоретическая и практическая значимость исследования, а также научная новизна, раскрыты положения, выносимые на защиту, определены этапы исследования.

В первой главе «*Теоретико-методологические основы использования технологий генеративного искусственного интеллекта в контексте решения образовательных задач*», состоящей из трех параграфов, рассмотрены подходы к определению искусственного интеллекта и генеративного искусственного интеллекта, роль генеративного ИИ в образовании и методологическое обоснование его применения.

Анализ и изучение существующих подходов к определению искусственного интеллекта обусловлено тем, что рассматриваемые ниже технологии ИИ в виде чат-бота (ChatGPT) требуют понимания о том, что такое генеративный искусственный интеллект. История становления и развития ИИ, которая берет свое начало в середине прошлого столетия, сформировало две парадигмы к определению ИИ:

- Восходящий метод, который представляет собой свойственные человеку мыслительные механизмы для оценки и познания окружающего

мира: основой метода служат идеи о том, что построенная система искусственного интеллекта опирается на методы математической логики, вероятностно-статистические принципы. Противоречием в этом подходе было то, что логические схемы требовали безошибочности каждого высказывания. Восходящий метод моделирует поведение на основе примитивных элементов. Тем не менее, именно восходящий подход положил основу для метода проектирования машинного разума и изучения искусственных нейронных сетей (Н. Виннер, А. Тьюринг, М. Мински);

- Нисходящий метод – метод построения ИИ, при котором искусственный интеллект опирается на формализованные знания о задачах. Здесь подразумевается создание символьных систем, моделирующих психические процессы, присущие человеку (мышление, речь и т.д.) (Д. Маккарти).

Изучение различных подходов к определению ИИ, построенных на их основе парадигм выявляет классификацию сильного и слабого искусственного интеллекта.

Все это подводит к определению генеративного искусственного интеллекта, который будет рассмотрен в исследовании в контексте технологии Generative Pre-trained Transformer (ChatGPT). Данная технология определяется как «искусственный интеллект, относящийся к семейству генеративных систем ИИ, использующий модели глубокого обучения для создания оригинальных информационных материалов. Это новый и значительно более совершенный интеллектуальный цифровой инструмент для работы с информацией, который может оказать существенное влияние на развитие общества».

Сегодня использование технологии ChatGPT находит своё отражение в различных областях деятельности человека, в том числе и в образовании. Одним из ключевых направлений, например, является цифровая образовательная аналитика: цифровые профили, мониторинг качества, но среди них выделяется также и аналитика по учебным курсам. И здесь уже следует говорить об этой аналитике не только с точки зрения контрольно-оценочной деятельности, но и предметного содержания.

Поэтому также раскрываются особенности использования технологии ChatGPT, обобщить и систематизировать которые можно следующим образом:

1. Формулировка вопросов и запросов.

- *Четкость и конкретность*: необходимо задавать конкретные и ясные вопросы: чем точнее формулировка, тем точнее будет ответ;

- *Контекст*: для запросов необходимо уточнять контекст, указывать на конкретные аспекты относительно формируемого запроса;

- *Последовательность*: выполняемый запрос можно разбить на логические этапы, которые хорошо воспринимаются ChatGPT;

2. Взаимодействие и уточнения.

- *Уточнения*: для получения более точного ответа по запросу, необходимо вводить уточняющие просьбы;

- *Поэтапное взаимодействие*: если запрос представляет собой сложную задачу, состоящую из простых, технология позволяет решать их по отдельности, а затем обобщить и получить результат;

- *Обратная связь*: в режиме реального времени существует возможность дать оценку или обратную связь полученному результату, что очень необходимо для моментальной корректировки получаемого результата.

3. Использование инструментов и ресурсов

- *Файлы и данные*: имеется возможность обрабатывать локальные файлы и данные;

- *Ссылки и ресурсы*: имеется возможность обрабатывать внешние данные из ресурсов сети Интернет.

Выделим основные принципы работы ChatGPT.

1. Большой объем данных и глубокое обучение является основой работы ChatGPT в силу сложности естественного языка и построению текстов;

2. Преобразование одной формы данных в другую, что заложено в названии ChatGPT (GPT - генеративный предтренированный трансформер);

3. Алгоритм преобразования представлена преобразующейся архитектурой нейронных сетей, что необходимо для нахождения связи между дефинициями (словами) и определять их значение в заданном контексте.

4. ChatGPT работает по модели предсказания и прогнозирования слов: ИИ использует подсказки в виде инструкций, в то же время обучается и фиксирует ранее полученный результат, дополняет его.

5. Человеческий фактор. Пользователь в реальном времени осуществлять взаимодействие и контроль с данной технологией. Результат работы ChatGPT – это вклад разработчиков и пользователей, которые работают с моделью и постоянно совершенствуют её.

Во второй главе «Методика применения нейросетевых технологий в анализе и построении тезаурусов (онтологических конструкций) учебных текстов» уделено внимание следующим аспектам:

- Рассматриваются определения онтологии и тезаурусов для некоторой области знания; рассматриваются как сущностные характеристики онтологии и тезауруса, так и представление о том, насколько противопоставляемы или взаимозаменяемы данные понятия;

- Изучается классификация построения онтологии знания и рассматриваются примеры построения таких структур, что обусловлено необходимостью понимания, на каком уровне будет реализовываться модель анализа и построения онтологических конструкций;

- Изучаются возможности нейросетевых технологий к анализу и построения онтологических конструкций;

- Предлагается модель на основе использования технологий ИИ (ChatGPT) с прикладным программным инструментарием для анализа и

построения онтологических конструкций. Саму модель можно представить в виде схемы, указанной на рисунке 1:

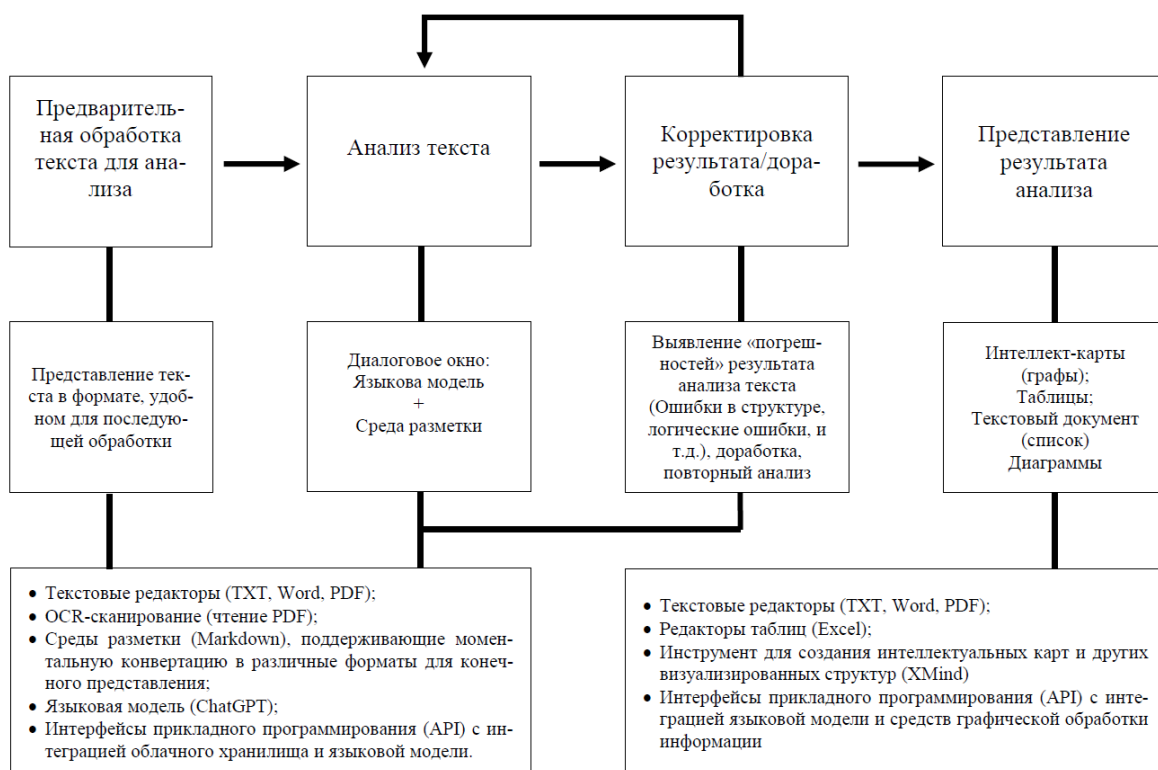


Рисунок 1. Схематичное описание модели анализа и построения онтологических конструкций (тезаурусов) с использованием ИИ

Источник: составлено автором

Этап 1. Предварительная обработка текста для анализа необходима для представления отформатированного текста (устранение любых ошибок форматирования, лишних и специфических символов и т.д.) для последующего анализа.

Этап 2. Анализ текста. Этот этап можно охарактеризовать как основной этап, где непосредственно применяется чат-бот ChatGPT для анализа текста. Здесь необходимо выделить ключевые аспекты в контексте работы с языковой моделью.

Во – первых, необходимо правильно и максимально грамотно представить запрос (команду) согласно которой и будет действовать чат-бот. Выше были описаны особенности формирования таких запросов. Здесь следует добавить, что целесообразно предоставить языковой модели образец, по которому она будет ориентироваться в построении модели тезауруса.

Во - вторых, особое значение здесь играет средства разметки текста. Чат-бот может представить результат в текстовом виде, однако он может применить и особые условия, среди которых – следование определенной текстовой разметке.

В – третьих, оптимальное использование чат-бота в решении поставленной выше задачи определяется понимает его технической

составляющей: зависит не только от подачи и формулировки запроса, но и от имеющихся ограничений. Например, ограничение по количеству обрабатываемых символов, соответственно, и общего объема текста или же ограничение памятью.

Этап 3. Корректировка результата и доработка текста. На этом этапе полученный результат анализа и построения тезауруса подвергается проверке со стороны пользователя на предмет ошибок, неточностей, возникающих погрешностей.

Этап 4. Представление результатов анализа. Получаемый результат анализа учебных текстов необходимо в дальнейшем представить в удобном для форматирования пользователем виде.

Для каждого этапа предлагаются рекомендации по их выполнению, перечень цифровых средств (прикладных программ) для решения конкретной задачи на каждом этапе.

При описании этапов и далее уделяется внимание использованию простейшей среды разметки текста Markdown - это легковесный язык разметки, разработанный в 2004 году Джоном Грубером и Аароном Шварцем. Основная цель создания Markdown заключалась в предоставлении простого способа форматирования текста, который был бы одновременно читаемым в исходной форме и легко преобразуемым в HTML и другие форматы. Важность наличия этой среды заключается именно в автоматизировании процессов составления структур (списков, деревьев).

Также среди используемых прикладных программ особое место занимают средства визуализации полученного результата. По результатам построения модели анализа, были определены следующие категории этих форма представления: текстовые списки, деревья (графы), электронные таблицы и диаграммы (в т.ч. диаграмма Гантта). Выбор средств представления зависит от конкретно решаемой задачи.

В главе 3 «Применение модели построения онтологических конструкций к анализу содержания учебных дисциплин основной школы на примере математики, физики и информатики» демонстрируются основные результаты исследования в построении тезаурусов (онтологических конструкций учебных дисциплин).

Осуществлялся анализ учебных пособий для предметов естественно-научного цикла:

- По математике: учебники УМК «Алгебра. 7 - 9 класс.» (Макарычев Ю.Н., Миндюк Н.Г., Нешков К.И., Суворова С.Б.), УМК «Геометрия. 7 – 9 класс» . (Атанасян, В. Ф. Бутузов, С. Б. Кадомцев), а также УМК «Математика. Вероятность и статистика» (И. Р. Высоцкий, И. В. Яценко) базового уровня для учащихся 7-9 классов.

- По информатике: учебники УМК «Информатика. 7 – 9 Класс» (Л. Л. Босова, А. Ю. Босова);

- По физике: учебники УМК «Физика. 7 – 9 класс» (Перышкин И.М., Иванов А.И., Гутник Е.М., Петрова М.А.).

Для каждого учебника была выстроена иерархическая структура понятий, соответствующая последовательному содержанию учебного материала. На рисунках 2 - 8 продемонстрированы фрагментарно ключевые моменты в формировании структур тезауруса.

Полученные в процессе проведенного исследования результаты анализа учебных пособий для дисциплин естественно-научного цикла прошли апробацию при преподавании курсов математики, физики и информатики в МБОУ «ЦО - гимназия №11 им. Александра и Олега Трояновских» г. Тула. Данные анализа были использованы в разработке и построении содержания рабочих образовательных программ, планов-конспектов уроков при обучении учащихся 7-9 классов основной школы в преподавании математики, физики и информатики. Результаты исследования обсуждались на методических объединениях кафедры естественно-научного цикла и получили положительный отзыв и поддержку от преподавателей естественно-научных дисциплин.

```
markdown
- 26. КПД ТЕПЛОГО ДВИГАТЕЛЯ
- 26.1. Определение компонентов теплового двигателя
  - 26.1.1. Нагреватель
  - 26.1.2. Рабочее тело
  - 26.1.3. Холодильник
- 26.2. Преобразование энергии
  - 26.2.1. Передача теплоты при сгорании топлива
  - 26.2.2. Расширение рабочего тела
  - 26.2.3. Сжатие для возвращения в начальное состояние
- 26.3. Закон сохранения энергии
  - 26.3.1. Закон сохранения энергии
  - 26.3.2. Работа по сравнению с тепловым вводом
  - 26.3.3. Теплопередача холодильнику
- 26.4. Расчёт КПД
  - 26.4.1. Обозначение коэффициента полезного действия
  - 26.4.2. Определение КПД теплового двигателя
  - 26.4.3. Величина всегда меньше единицы
  - 26.4.4. Часто выражается в процентах
- 26.5. Примеры КПД тепловых двигателей
  - 26.5.1. Современные турбоагрегаты: 40-50%
  - 26.5.2. Бензиновые двигатели: 20-25%
  - 26.5.3. Дизельные двигатели: 35%
```

а)

```
markdown
19. Уравнение с двумя переменными и его график
19.1. Определение:
  19.1.1. Решением уравнения с двумя переменными является пара значений переменных
  19.1.2. Графиком уравнения с двумя переменными называется множество точек координатной плоскости, удовлетворяющих уравнению
19.2. Примеры уравнений с двумя переменными:
  19.2.1.  $y - 5x = 3$ 
  19.2.2.  $s = 5t^2$ 
  19.2.3.  $2a + 3b = 0$ 
  19.2.4.  $uv = -1$ 
19.3. Типы уравнений и их графики:
  19.3.1. Линейное уравнение вида  $ax + by = c$ :
    19.3.1.1. Графиком является прямая на координатной плоскости
    19.3.1.2. Положение прямой определяется знаками коэффициентов
  19.3.2. Уравнение параболы  $y = ax^2 + bx + c$ :
    19.3.2.1. Графиком является парабола.
    19.3.2.2. Положение параболы определяется знаком коэффициента
  19.3.3. Уравнение гиперболы  $xy = k$ :
    19.3.3.1. Графиком является гипербола.
    19.3.3.2. Положение гиперболы зависит от знака параметра k.
  19.3.4. Уравнение окружности  $x^2 + y^2 = r^2$ :
    19.3.4.1. Графиком является окружность радиуса r с центром в начале координат
```

б)

Рисунок 2. Представление иерархической структуры понятий в среде текстовой разметки Markdown: а) – для изучаемой темы «КПД Теплового двигателя» (физика, 8 класс) и б) – для изучаемой темы «Уравнение с двумя переменными и его график» (алгебра, 9 класс)

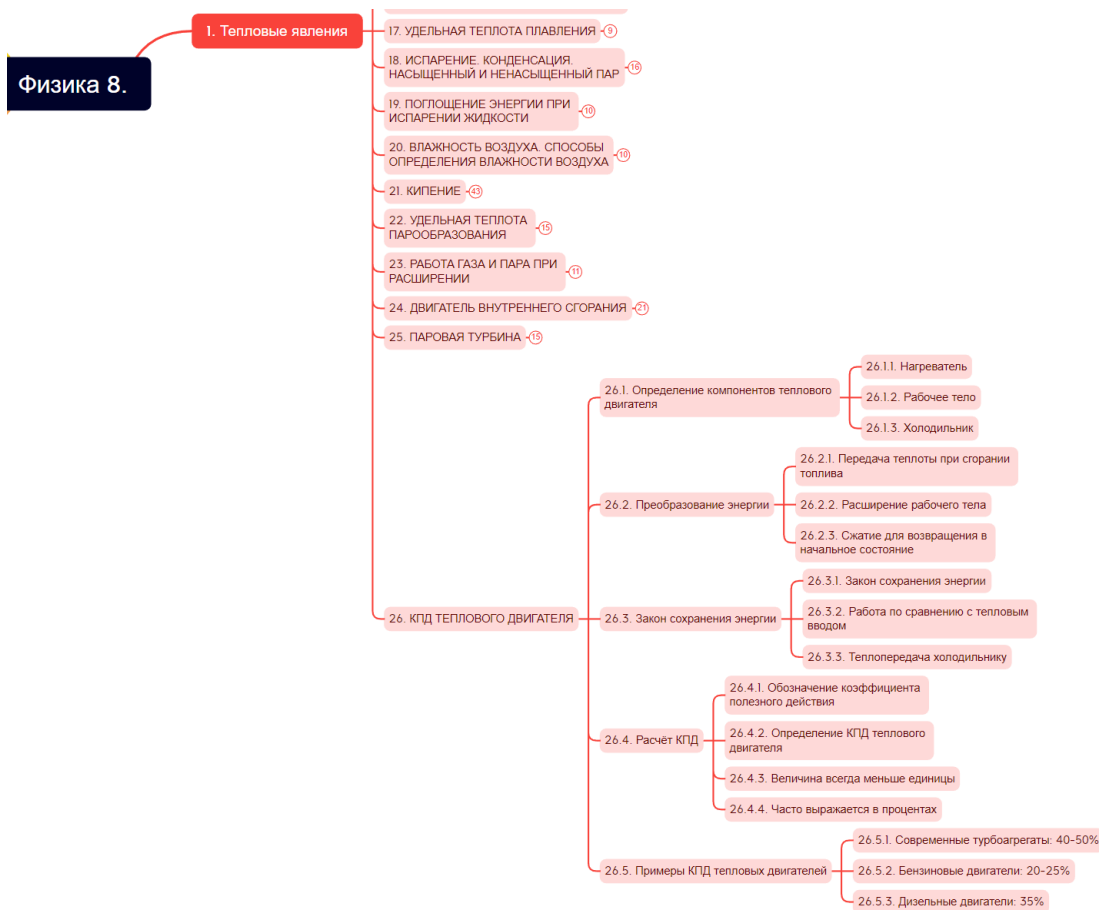


Рисунок 3. Визуализация дерева понятий по теме «КПД теплового двигателя» в XMind по ранее созданной структуре в среде Markdown

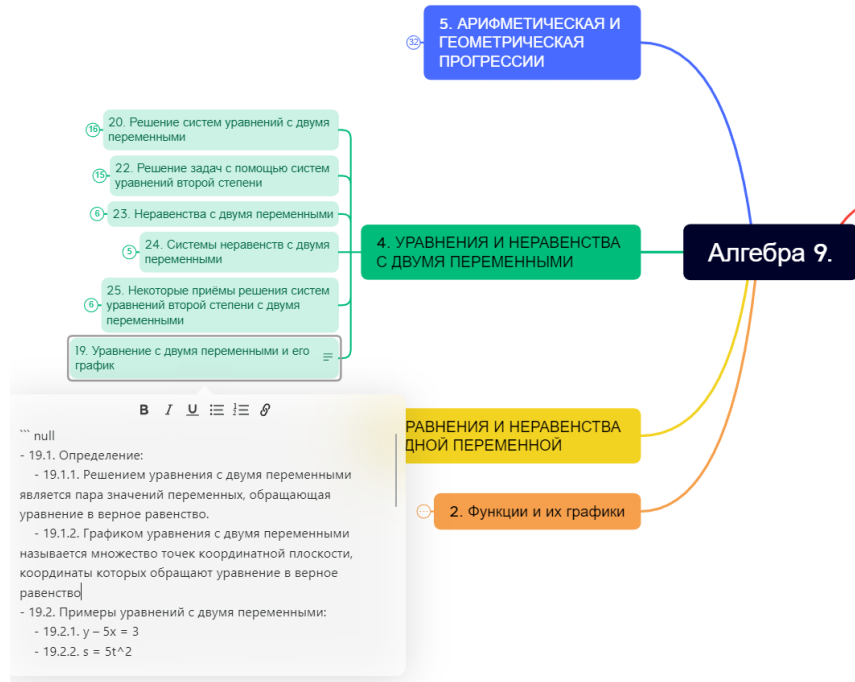


Рисунок 4. Некорректная визуализация дерева понятий по теме «Уравнение с двумя переменными и его график» в XMind по ранее созданной структуре в среде Markdown

	С	D	E
214		24.5. Применение и развитие пороторных двигателей	24.5.2. Современные тенденции: переход на инжекторные системы
215			24.6.1. Особенности и применение
216		24.6. Дизельные двигатели	24.6.2. Различия между бензиновыми и дизельными двигателями
217			24.6.3. Применение дизельных двигателей в современных условиях
218		25.1. Определение и применение	25.1.1. Определение паровой турбины
219			25.1.2. Применение паровых турбин
220		25.2. Устройство и принцип работы	25.2.1. Устройство паровой турбины
221			25.2.2. Принцип работы паровой турбины
222		25.3. Преобразование энергии	25.3.1. Преобразование внутренней энергии пара в кинетическую энергию потока
223			25.3.2. Преобразование кинетической энергии потока пара в кинетическую энергию вращения ротора
224		25.4. Подключение генератора	25.4.1. Подключение генератора к паровой турбине
225			25.4.2. Необходимая частота вращения ротора для работы генератора
226		25.5. История и усовершенствования	25.5.1. Усовершенствование сопла Лавала
227			25.5.2. Многоступенчатая турбина Парсонаса
228		26.1. Определение компонентов теплового двигателя	26.1.1. Нагреватель
229			26.1.2. Рабочее тело
230			26.1.3. Холодильник
231		26.2. Преобразование энергии	26.2.1. Передача теплоты при сгорании топлива
232			26.2.2. Расширение рабочего тела
233			26.2.3. Сжатие для возвращения в начальное состояние
234		26.3. Закон сохранения энергии	26.3.1. Закон сохранения энергии
235			26.3.2. Работа по сравнению с тепловым вводом
236			26.3.3. Теплопередача холодильнику
237		26.4. Расчёт КПД	26.4.1. Обозначение коэффициента полезного действия
238			26.4.2. Определение КПД теплового двигателя
239			26.4.3. Величина всегда меньше единицы
240			26.4.4. Часто выражается в процентах
241		26.5. Примеры КПД тепловых двигателей	26.5.1. Современные турбоагрегаты: 40-50%
242			26.5.2. Бензиновые двигатели: 20-25%
243			26.5.3. Дизельные двигатели: 35%
244		27.1. Явления электризации в повседневной жизни	27.1.1. Примеры проявления электризации
245		27.2. Стойкость явления электризации и его название	27.2.1. Древнегреческие наблюдения

Рисунок 5. Табличное представление дерева понятий по теме «КПД теплового двигателя»

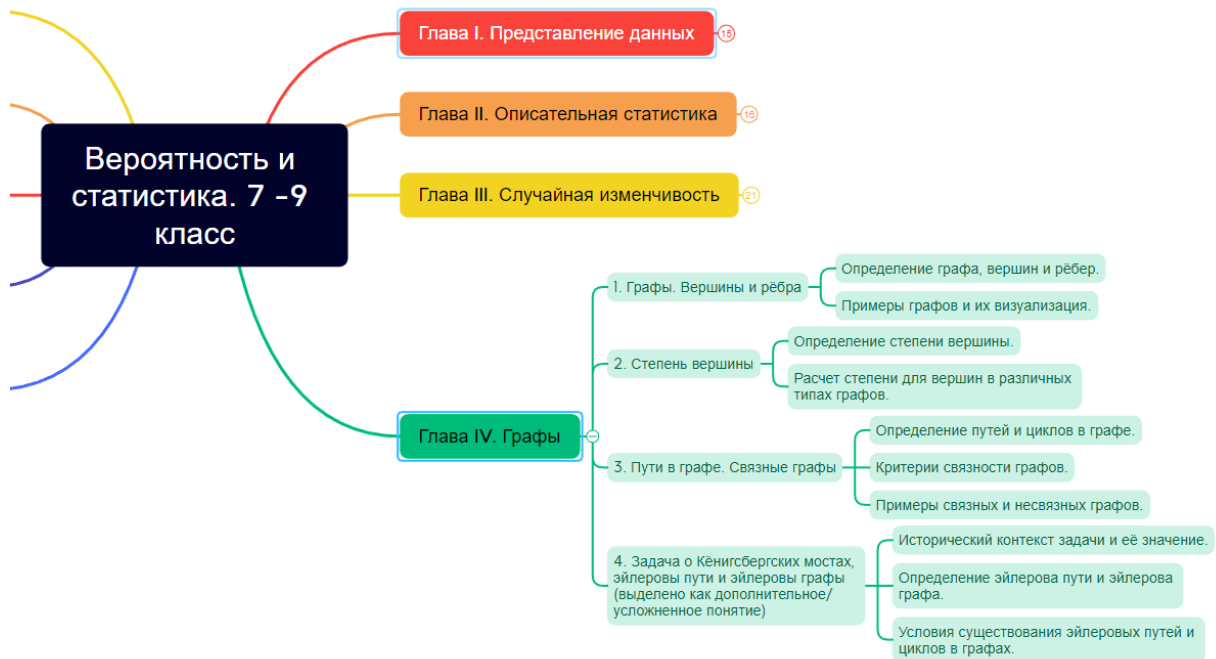


Рисунок 6 - Фрагмент автоматически построенного дерева по анализу текста учебников «Математика. Вероятность и статистика».

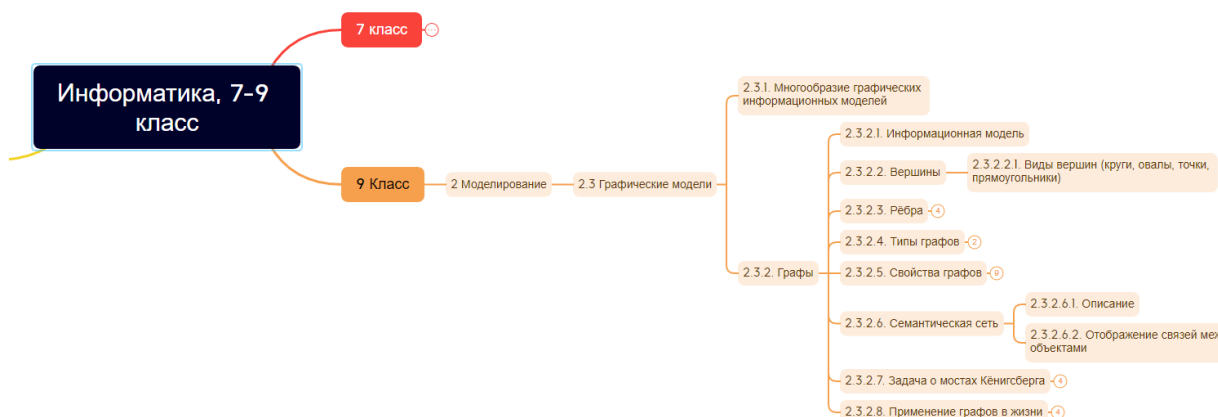


Рисунок 7. Фрагмент автоматически построенного дерева по анализу текста учебников «Информатика»

Построение терминологического аппарата по заданной модели поставило некоторые вопросы о практической значимости полученного результата.

Для содержания предметной области, с одной стороны, имеет значение порядок введения терминов в рамках изучения каждого предмета (во временной линии), а с другой - между выявленной терминологией для каждой предметной существуют мета связи. С этой целью предлагается использование диаграмм Гантта (рисунок 8).

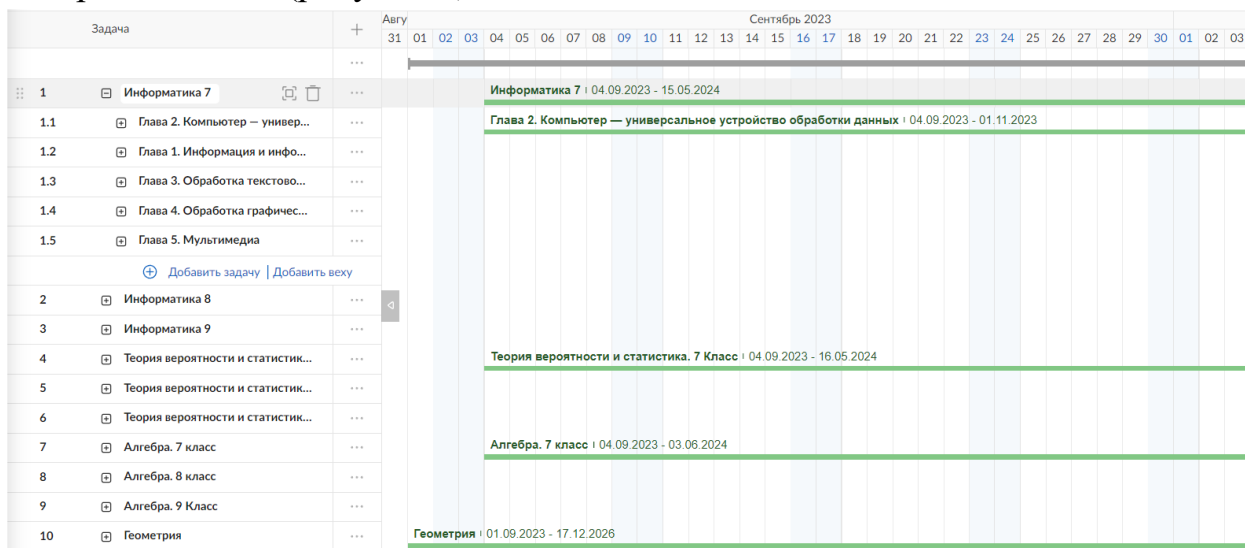


Рисунок 8. Демонстрация диаграмм Гантта для расположения во временной линии учебных курсов

В перечень дискуссионных вопросов следует отнести методологическое обоснование использования данных типов диаграмм к решению задачи построения тезаурусов учебных дисциплин. Дело в том, что изначально эти диаграммы предназначены для выполнения задач, установки временных рамок для их выполнения, предлагают структуру задач и подзадач.

Терминологию данной среды построения диаграмм следует адаптировать для реализации построения тезаурусов.

Другой вопрос, который остается открытым является адекватность распределения терминологии учебных дисциплин на временной шкале. На текущий момент для построения временной линии использовались примерные рабочие программы, а также календарно-тематические планирования. В дальнейшем необходимо более обоснованное представление тезаурусов на диаграммах Гантта.

Полученные результаты были также использованы при проектировании отдельных учебных занятий. Анализ на предмет тезауруса позволяет преподавателю понимать содержание изучаемой темы, возможности ее расширения или акцентирования внимания на основные изучаемые положения, что зависит от целей построения структур знаний. Также анализ и поиск информации по определенной тематике может дать представление о полноте изучаемой темы не только в рамках занятия, но и за весь учебный курс. Модель анализа и построения тезаурусов позволила отдельно проанализировать отдельные параграфы, но создать полное исчерпывающее знание по теме за весь учебный (например, теория графов).

И, наконец, одной из важных задач является поиск противоречий в последовательности определения терминов в общей структуре всех понятий предметов выше обработанных учебников естественно-научного цикла. На текущий момент, необходим более тщательный анализ для выявления явных противоречий. Потому что, например, в курсе математики «Вероятность и статистика» в рамках программ 7 класса предлагается использование формул в среде электронных таблиц раньше, чем таблицы изучаются в информатике как средство представления информации, что имеет значение при выше описанных условиях, если эти таблицы не изучались ранее.

Также при построении диаграмм Гантта возник вопрос об изучении векторов в курсе геометрии и физики 9 класса. На основании дат изучения примерных рабочих программ и календарно-тематического планирования, взятых для указанных дисциплин, в геометрии сначала вводится общая терминология: понятие вектора, его длины, расположение векторов в пространстве и т.д. Далее рассматривается координатный метод для решения задач с помощью векторов. В курсе физики векторы изучаются в разделе «Законы движения и взаимодействия тел», и для объяснения материала используется теория о векторах. Изучая даты реализации образовательных программ, можно столкнуться с тем, что в геометрии объясняются достаточно продолжительное время общие положения о векторах, в то время как в физике идет явный акцент именно на приложении координатного метода. Методика анализа и построения терминологических конструкций направлена на автоматизацию и создания иерархической структуры понятий, а для обоснования последовательности изложения терминологии учебного курса можно применить диаграммы Гантта, учитывая особенности образовательного процесса.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Обоснована целесообразность использования технологий генеративного искусственного интеллекта в решении задач построения онтологических конструкций и тезаурусов.

2. Определены некоторые методические особенности использования генеративного ИИ для выше описанной задачи по формированию тезаурусов.

3. Представлена модель, по которой может осуществляться анализ текстов с целью выявления онтологических конструкций для изучения предметного содержания учебных дисциплин.

4. Предложен способ применения диаграмм Гантта как инструмента для построения и представления терминологических конструкций на пути к конвергенции систем терминов, содержания и методик преподавания учебных предметов.

Публикации в периодических изданиях, рекомендованных ВАК при министерстве науки и высшего образования России:

1. Григорьев С. Г., Сафронов А.А. Искусственный интеллект в образовании: приложения систем искусственного интеллекта к анализу и построению онтологических конструкций / С. Г. Григорьев, А. А. Сафронов // Вестник МГПУ. Серия «Информатика и информатизация образования». 2024. № 1 (67). С. 7–17.

2. Сафронов А.А., Григорьев С.Г. Применение языковых моделей (ChatGPT) к формированию терминологических конструкций предметной области «Информатика». / С.Г. Григорьев, А.А. Сафронов // «Педагогическая информатика». 2024. №1 2024 С. 5 – 12

3. Сафронов А.А. Языковые модели как инструмент анализа онтологических конструкций учебно-методических материалов / А.А. Сафронов // Вестник МГПУ. Серия «Информатика и информатизация образования». 2024. № 2 (68) (В печати)

Статьи и тезисы

1. Сафронов А.А. Использование нейросетей (чат-GPT) в формировании онтологических конструкций для построения учебного курса на примере математики // Всероссийский съезд учителей и преподавателей математики 2023: сборник статей и тезисов. Москва. 2023 (в печати)

2. Сафронов А.А. Практическое приложение нейросетевых технологий в формировании тезауруса учебных предметов. // «Инновационные подходы к обучению физике, математике, информатике» 2024: сборник статей и тезисов. Минск. 2024

3. Сафронов А.А. Приложение нейросетей к исследованию связей терминологии учебных дисциплин на примере математики и информатики / А.А. Сафронов // Дни науки МГПУ. Москва. 2024 (в печати)