

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования
«КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. В.П. АСТАФЬЕВА»
(КГПУ им. В.П. Астафьева)

Институт математики, физики и информатики
Выпускающая кафедра: информатики и информационных технологий в
образовании

Елгина Анастасия Игоревна

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Диагностика уровня сформированности комплексных понятий
школьного курса информатики на основе семантического графа

Направление подготовки:
44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)
Направленность (профиль) образовательной программы:
Математика и Информатика

ДОПУСКАЮ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой
д-р пед. н., к. физ.-мат. н., профессор Н.И. Пак

(дата, подпись)

Научный руководитель
к. физ.-мат. н., доцент Д.В. Романов

Романов

(дата, подпись)

Дата защиты

22.06.2026

Обучающийся
А.И. Елгина

(дата, подпись)

Оценка

хорошо

прописью

Красноярск 2026

Содержание

Введение.....	3
Глава 1. Теоретические основы диагностики понятийных структур в школьном курсе информатики.....	7
1.1. Сущность и структура понятий. Понятийное мышление. Приемы формирования понятий.....	7
1.2. Комплексные понятия в школьном курсе информатики.....	19
1.3. Семантические графы как инструмент представления понятийных структур.....	21
1.4. Возможности больших языковых моделей для анализа учебных текстов.....	26
Глава 2. Методика диагностики уровня сформированности комплексных понятий на основе семантического графа с использованием ИИ-агентом.....	35
2.1 Архитектура системы автоматической декомпозиции	35
2.2 Алгоритм разбиения сложных понятий на простые	38
2.3 Визуализация семантического графа	46
2.4 Практическая реализация и апробация	49
Заключение.....	53
Библиографический список:.....	55
Приложения А.....	58

Введение

Актуальность исследования. Динамичное развитие цифровой среды и внедрение высокотехнологичных решений во все сферы жизни существенно меняют требования к системе школьного образования. В этих условиях критически важно формировать у учащихся системное понимание учебных дисциплин - и особенно это актуально для школьного курса информатики, который закладывает основы вычислительного мышления и информационной культуры личности.

Курс информатики включает множество комплексных понятий, таких как «алгоритм», «программа», «модель», «информационный процесс», «система счисления» и другие. Эти понятия не ограничиваются простыми определениями. Они объединяют множество взаимосвязанных элементов, требуют понимания многоуровневых связей между базовыми и производными терминами и предполагают не только знание теоретических формулировок, но и умение применять соответствующие концепции на практике. Освоение таких понятий служит фундаментом для дальнейшего изучения современных цифровых технологий и формирует ключевые компетенции, необходимые в 21 веке.

Вместе с тем, применяемые сегодня методы педагогической диагностики - тесты, опросы, контрольные работы - имеют существенные ограничения. Они в основном нацелены на проверку фактологических знаний и не дают полноценной картины того, как структурированы знания учащегося, какие смысловые связи между понятиями он осознает и насколько глубоко понимает учебный материал. Такой подход не отвечает современным образовательным стандартам. Согласно ФГОС, ключевым результатом обучения считается не механическое запоминание информации, а формирование целостной системы взаимосвязанных понятий.

Из-за несовершенства диагностических инструментов педагог сталкивается с серьезными трудностями. Ему сложно без диалога с учеником точно определить дефициты в понимании отдельных концепций, выявить пробелы в осмыслении связей между понятиями, выстроить индивидуальные образовательные траектории и оперативно скорректировать методику преподавания. Это снижает эффективность обучения и мешает реализовать потенциал каждого ученика.

Ситуация дополнительно осложняется стремительным развитием технологий искусственного интеллекта. Современные большие языковые модели (LLM) открывают принципиально новые возможности для решения обозначенных проблем. Генеративные модели теперь способны анализировать тексты в свободной форме, выявлять скрытые смысловые связи, моделировать понятийные структуры и автоматизировать рутинные диагностические процедуры.

В связи с этим возникает острая необходимость в разработке инновационных инструментов диагностики, которые выйдут за рамки традиционной проверки фактов. Подобные инструменты должны позволять визуализировать и анализировать структуру знаний ученика, использовать потенциал ИИ для повышения точности и оперативности оценки, а также помогать педагогу принимать обоснованные решения по индивидуализации обучения. Внедрение такого подхода не только существенно повысит качество преподавания

информатики, но и станет значимым шагом в развитии персонализированного образования в эпоху цифровой трансформации.

Гипотеза исследования: благодаря значительному прогрессу в области современных больших языковых моделей (LLM), они достигли уровня понимания профессиональной и научной литературы, позволяющего эффективно извлекать и обрабатывать данные из неструктурированных источников, таких как эссе или описания конкретных решений. Это открывает революционные перспективы для сферы образования: накопленные теоретические знания могут быть трансформированы в четкие инструкции для LLM и ИИ-агентов, что, в свою очередь, даст возможность генерировать учебные задания на основе естественного языка. Помимо того, появляется перспектива существенно автоматизировать анализ учебного процесса: с одной стороны, это сократит время, затрачиваемое педагогом на проверку работ, а с другой - повысит объективность оценки знаний учащихся.

Актуальность: заключается в том, что содержание школьного курса информатики требует от учащихся освоения комплексных понятий, формирующих основу вычислительного мышления и информационной культуры, тогда как используемые методы контроля (тесты, опросы, контрольные работы) способны оценить лишь поверхностный уровень знаний - узнавание и воспроизведение фактов. В результате возникает разрыв: педагог не может объективно оценить, насколько ученик понимает связи между понятиями, какие ментальные модели им сформированы и какие пробелы в знаниях требуют коррекции, что делает невозможным эффективную индивидуализацию обучения.

Противоречие: накоплен большой набор теоретических моделей процесса формирования вычислительного и алгоритмического мышления, представленный в основном в виде научных статей. Между тем, педагогу для применения материала работ при решении практических задач приходится адаптировать материалы работ вручную, с опорой на личный опыт. Это касается и задачи оценки знаний обучающихся.

Проблема исследования: существующие инструменты оценки знаний позволяют лишь констатировать наличие или отсутствие информации о конкретных понятиях у учащихся, но не дают возможности полноценно исследовать структуру этих знаний. Крайне важно не просто зафиксировать факт осведомленности ученика, а понять, как он воспринимает связи между понятиями, какие ментальные схемы и когнитивные модели сформировались в его сознании. Для поддержки масштабного и оперативного анализа понятийных структур с целью своевременного выявления и устранения пробелов в знаниях учащихся текущие методы диагностики нуждаются в автоматизации.

Цель исследования: разработать и обосновать методику диагностики уровня сформированности комплексных понятий в рамках школьного курса информатики, базирующуюся на сочетании семантических графов и больших языковых моделей (LLM). Методика должна обеспечивать автоматический анализ учебных работ обучающихся с целью выявления дефицитов знаний, оценки структуры понятийных связей и определения глубины понимания учебного материала.

Предмет исследования: применение больших языковых моделей для анализа учебных работ школьников, выявления и классификации дефицитов в понимании комплексных понятий, а также построения гипотез о структуре знаний учащихся и характере сформированных ментальных моделей.

Объект исследования: процесс преподавания школьного курса информатики с целью полной передачи ключевых комплексных понятий курса.

Задачи исследования:

1. Провести комплексный теоретический анализ комплексных понятий, представленных в школьном курсе информатики, и изучить существующие подходы к их систематизации и визуализации с применением семантических графов.
2. Разработать методику декомпозиции комплексных понятий на базовые компоненты и построения семантического графа, интегрировав возможности больших языковых моделей для автоматического извлечения понятий и связей из учебных текстов.
3. Спроектировать систему команд и функциональных навыков для ИИ-агента, обеспечивающего диагностику уровня сформированности понятий: распознавание понятий, выявление связей между ними, оценка полноты и корректности структуры знаний.
4. Провести апробацию разработанной методики на реальных работах обучающихся (ответы, эссе, решения задач по информатике), собрать эмпирические данные и оценить эффективность подхода - точность выявления дефицитов, скорость обработки, удобство использования для педагога, влияние на качество обучения.

Методы исследования: анализ научной литературы, систематизация, моделирование, проектирование информационных систем.

Практическая значимость работы заключается в том, что разработанный подход позволяет педагогу точнее локализовать дефициты знаний учащихся, выявлять проблемные области в понимании связей между понятиями и создадим инструмент анализа для построения индивидуальной траектории обучения.

Глава 1. Теоретические основы диагностики понятийных структур в школьном курсе информатики

1.1. Сущность и структура понятий. Понятийное мышление. Приемы формирования понятий

Понятие — это мыслительный инструмент, который позволяет нам выделить и обобщить ключевые свойства и признаки предметов и явлений, тем самым постигая их глубинную суть и взаимосвязи. Когда мы обдумываем что-то, мы выделяем важные признаки. Например, когда мы говорим «дерево», мы понимаем, что у него есть ствол, корни, ветви и листья. Мы отличаем дерево от куста или травы. Понятия помогают нам понимать мир, формулировать и говорить о том, что собой представляют предметы и явления, какие у них свойства. Понятийный аппарат, представляющий собой совокупность понятий и категорий, базируется на ряде взаимосвязей между ними, которые управляются логическими законами. Главная задача учителя — не просто дать информацию, а научить ребят понимать. Ученики должны уметь объяснить, что означает новое слово, находить общее у разных вещей, раскладывать знания по полочкам и сравнивать одно с другим. Когда дети понимают связи между понятиями, они могут сами разбираться в новой теме, а не просто заучивать наизусть.

В сфере информатики, подобно другим научным дисциплинам, процесс становления понятий базируется на следующих ключевых этапах:

1. Абстрагирование и обобщение данных: Студенты осваивают искусство выделения сущностных признаков объектов и процессов, что служит фундаментом для постижения более комплексных категорий.
2. Формирование взаимосвязей: Осознание смыслового наполнения понятий достигается через установление логических связей между различными компонентами изучаемого материала, стимулируя развитие системного подхода к мышлению.
3. Применение специализированной лексики: Взаимодействие с объектами и явлениями, обозначаемыми понятиями, предполагает активное использование профессиональной терминологии, что критически важно для эффективной коммуникации и деятельности в области информационных технологий.

Структурное представление понятий базируется на совокупности взаимосвязанных элементов:

1. Сущностная составляющая: это основные характеристики, которые делают понятие тем, чем оно является. Для "алгоритма" это, например, его пошаговость и то, как изменение его влияет на состояние системы.
2. Формализованная составляющая: это способы описания и представления объекта. В информатике это может быть графическое изображение алгоритма к примеру, блок-схема.

3. Операционная составляющая: его роль в различных областях. Например, "программирование" тесно связано с созданием программ для решения конкретных задач.
4. Динамическая составляющая: важно изучать, как понятие менялось со временем. Это помогает понять, как эволюционировали термины вроде "программирование" или "алгоритм".
5. Практическая составляющая: применение понятий в конкретной деятельности, может быть продемонстрировано через проекты, задания и упражнения, где ученики показывают полученные знания на практике.

В образовательном процессе ключевую роль играют комплексные понятия. Это такие понятия, которые описывают не что-то одно, а целую группу связанных между собой характеристик или признаков, которые вместе создают "единое". Они выступают как своего рода "домик", где каждое понятие входящее в них, будет представлять из себя "кирпичики".

В данной работе предлагается методика автоматического построения такой пирамиды на основе больших языковых моделей, которые позволяют извлекать понятийную структуру из учебных текстов, определять иерархию «род-вид» и отношения «часть-целое», выделять базовые, промежуточные и продвинутые уровни понятий, а также верифицировать полученные результаты путем сравнения с эталонными графами и анализа ответов учащихся. Комплексные понятия служат основой для формирования более сложных знаний и умений, и без их понимания невозможно освоение продвинутого материала. Они встречаются в различных разделах курса в разных контекстах, поэтому их многократное проявление позволяет углублять понимание с каждым новым случаем применения.

Формирование комплексных понятий не происходит одномоментно, это длительный процесс, охватывающий несколько лет обучения. В информатике комплексные понятия находят непосредственное применение в описании работы с компьютером и программным обеспечением, что отличает их от чисто теоретических абстракций. В качестве примера можно привести понятие «алгоритм», которое является комплексным, потому что для его понимания необходимо усвоить понятия «исполнитель», «система команд», «последовательность действий», «условие», «цикл», «ветвление» и другие входят в «систему команд». Более того, алгоритм проявляется в разных формах: устная инструкция, блок-схема, программа на языке программирования. «Комплексные понятия» не имеют одного конкретного автора, это педагогическая категория, которая развивалась в рамках теории обучения и педагогики многими учеными. С.Л. Рубинштейн, русский психолог, разрабатывал теорию системного строения психических явлений и взаимосвязи понятий. Д.Б. Эльконин и В.В. Давыдов, советские психологи, создали теорию развивающего обучения, где особое внимание уделяется формированию «теоретического сознания» и «универсальных учебных действий» [29]. А.Н. Леонтьев разрабатывал деятельностный подход в обучении. Л.С. Выготский создал теорию о зоне ближайшего развития и

системогенезе знаний. В. Краевский и И.Я. Лернер работали над методикой преподавания информатики и теорией обучения [14].

Современными исследователями в информатике являлись Л.Л. Босова, занимавшаяся разработкой содержания школьного курса информатики [3]. А. Г. Гейн, разрабатывающий методику формирования понятийного аппарата. К. Ю. Поляков, занимающийся подготовкой к экзаменам и структурированием знаний, и И. Г. Семакин, работающий над базовым уровнем информатики. Таким образом, конкретные комплексные понятия - это результат коллективной работы многих педагогов и психологов, а не авторское понятие одного исследователя. А разработка и внедрение методик работы с такими понятиями должны соответствовать нормативным требованиям к результатам обучения, которые зафиксированы в федеральных образовательных стандартах.

ФГОС — Федеральный государственный образовательный стандарт, нормативно-правовые акты федерального уровня, представляющие собой совокупность требований, обязательных при реализации основных образовательных программ.

Федеральные государственные образовательные стандарты — одно из немногих явлений отечественного образования, упомянутых в Конституции РФ (ч. 5 ст. 43): «Российская Федерация устанавливает федеральные государственные образовательные стандарты». При этом в Конституции не указано, чем является ФГОС: обязательным документом, сборником рекомендаций или стратегическим ориентиром с идеологическим значением.

В России стандарты применяются в разных сферах. Например, существуют ГОСТы (государственные стандарты) и национальные стандарты, СНИПы (строительные нормы и правила), технические условия, профессиональные стандарты, и так далее. Часть из них являются обязательными, часть — добровольными. Порядок их разработки и необходимость сертификации соответствия также различны[34].

Диагностика эффективности приемов формирования понятий в образовательном процессе является важной задачей, особенно в контексте Федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС).

Основная образовательная программа (ООП) — программа, определяющая цели, задачи, планируемые результаты, содержание и организацию образовательного процесса на определенной ступени общего образования; направленная на формирование общей культуры, духовно-нравственное, гражданское, социальное, личностное и интеллектуальное развитие творческих, физических способностей, сохранение и укрепление здоровья обучающихся [24].

Универсальные учебные действия (УУД) представляют собой комплекс метапредметных компетенций, предъявляемых к обучающимся. Эти действия выступают как формы личностной активности, которые могут быть успешно применены как в процессе обучения, так и в разнообразных образовательных

контекстах и реальных жизненных сценариях. Процесс формирования понятий играет ключевую роль в развитии универсальных учебных действий.

Понятие «универсальные учебные действия» раскрывается в трудах ряда ученых. Например, А.Г. Асмолов описывает их как совокупность способов действий учащегося (а также связанных с ними навыков учебной работы), обеспечивающих его способность к самостоятельному

усвоению навыков и знаний [36, с. 26]. Система УУД в составе личностных, регулятивных, познавательных и коммуникативных действий, определяющих развитие психологических способностей личности, развивается в рамках нормативно-возрастного становления личностной и познавательной сфер учащегося.

Согласно классификации А.Г. Асмолова, каждая категория универсальных учебных действий (УУД) предполагает формирование определенных компетенций. Так, личностные УУД направлены на развитие способности сопоставлять действия и происходящее с общепринятыми моральными нормами. Регулятивные УУД обеспечивают формирование навыков планирования, предвидения, мониторинга, внесения изменений и самооценки в процессе обучения. Познавательные УУД связаны с умением ставить учебные задачи, формулировать устные высказывания, выявлять суть проблемы и прочее. Коммуникативные УУД, в свою очередь, способствуют развитию умения организовывать совместную учебную деятельность с педагогом и одноклассниками, находить решения конфликтных ситуаций, а также адекватно выражать свои мысли в зависимости от контекста и целей общения.

По мнению С.Г. Воровщикова, общеучебные умения функционируют в тесной взаимосвязи с универсальными учебными действиями. Оба эти понятия представляют собой одно целое, где формирование каждого отдельного элемента определяется его взаимодействием с другими и общим ходом возрастного развития. Важным условием для повышения формирования предметных знаний, компетенций, картины мира и моральных ценностей, для большей эффективности обучения является развитие умения, которое охватывает все аспекты учебной деятельности: от мотивации и постановки целей до конкретных действий и операций.

На уроках учитель целенаправленно формирует у учеников универсальные учебные действия (УУД), основываясь на усвоении знаний по предметам. Важно понимать, что связь между способностями и навыками, с одной стороны, и конкретными учебными действиями, с другой, является результатом продуманной работы, направленной на расширение познавательных возможностей школьников. Применяя соответствующие методы, которые включают одно или несколько учебных действий для освоения материала, ученики одновременно развивают и общие учебные навыки. Когда ученики могут самостоятельно применять полученные знания и навыки в новых ситуациях, это означает, что у них сформированы общеучебные компетенции. Другими словами, то, насколько хорошо ученик владеет приемом учебной деятельности и его составляющими, показывает степень освоения им этих навыков.

1. **Познавательные действия:** это способности к анализу, сравнению и обобщению информации. Они включают в себя умение выделять ключевые признаки, выдвигать предположения, строить логические цепочки рассуждений и работать с различными источниками знаний. Для глубокого понимания и анализа понятий ученику необходимо уметь отделять существенные характеристики от второстепенных, сравнивать новые понятия с уже известными, выявлять взаимосвязи. В этом процессе учителю может помочь визуализация, а ученику – создание схем, отражающих связи между понятиями (например, семантических графов). Так, при изучении понятий "Оперативное Запоминающее Устройство" и "Постоянное Запоминающее Устройство", ученик анализирует их свойства, сравнивает по таким критериям, как скорость, объем и потребление энергии, обобщает информацию в виде таблицы и делает выводы о назначении каждого типа памяти. Это способствует развитию критического мышления, способности к абстрагированию и систематизации полученных знаний.
2. **Регулятивные действия:** это навыки самоорганизации и самоконтроля. Они включают в себя умение ставить перед собой цели, планировать свои шаги для их достижения, предвидеть возможные результаты и оценивать ход выполнения задач. В процессе освоения новых понятий ученик учится четче понимать, что именно ему нужно усвоить, какие действия предпринять для полного понимания термина, и как проверить, насколько хорошо он его понял. Например, изучая понятие "алгоритм", ученик выстраивает последовательность действий: сначала знакомится с определением, затем рассматривает примеры, создает схему и пишет программу. На этапе проверки он сравнивает свое понимание с образцом, выявляет пробелы и корректирует свои знания. Это развивает способность к саморегуляции, постановке целей и рефлексии, что является основой для самостоятельного обучения на протяжении всей жизни.
3. **Коммуникативные действия:** это навыки эффективного взаимодействия с другими людьми. Они включают в себя умение ясно выражать свою точку зрения, участвовать в диалоге, аргументировать свою позицию, работать в команде, а также внимательно слушать и понимать собеседников. Формирование понятий часто происходит в процессе совместного обсуждения. Ученики формулируют определения своими словами, спорят о границах понятий, отстаивают свои интерпретации перед одноклассниками и учителем. Например, работая над понятием "модель" в группе, ученики обсуждают, что можно считать моделью, а что – оригиналом, и приводят соответствующие примеры.

Системно-деятельностный подход на развитие личности акцентирует внимание на формировании универсальных учебных действий, которые служат фундаментом для личностного роста. Согласно федеральному стандарту

начального общего образования, "универсальные учебные действия" - это не просто набор навыков, а способность к саморазвитию, которая позволяет человеку самостоятельно расширять свои знания и умения, активно и осознанно впитывая новый социальный опыт.[37]

Эффективность диагностики приемов формирования понятий можно увидеть, если они показывают, какие аспекты усвоены, а какие требуют дополнительного внимания. На таблице 1 представлены принципы составления диагностической работы.

Таблица 1 — Принципы составления диагностических средств

№	Принципы	Содержание
1	Соответствия	Диагностическая работа в целом и отдельные ее задания должны соответствовать нормативным документам, основным из которых является стандарт.
2	Дифференциации	В работе выделяется уровень минимальных требований и повышенный уровень освоения учебного материала.
3	Полноты	Предполагает проверку сформированности всех основных видов деятельности, предусмотренных нормативными документами. Однако, отдельный вариант диагностической работы не претендует на исчерпывающую проверку всех элементов школьного курса, пройденного к моменту проведения оценки, из-за ограниченности времени, отведенного учениками на выполнение задания. Выбор заданий для варианта диагностической работы определяется случайным выбором заданий из банка тестовых заданий в соответствии с элементами содержания, пройденными к моменту проверки.
4	Самодостаточности	Текст вариантов самодостаточен и не требует дополнительных материалов, за исключением отдельных, специально оговоренных случаев.
5	Равнозначности вариантов	Все варианты работы равнозначны по сложности, подбор элементов для проверки осуществляется случайной выборкой из регионального банка тестовых заданий соответственно обобщенному плану работы и определяется одинаково для разных вариантов одной работы.

6	Отсроченной проверки	В диагностических работах проверяются остаточные знания по предмету: в работу включаются задания на элементы знания, изученные учениками не менее, чем за месяц до проведения диагностической работы.
7	Дополнительности	Варианты диагностической работы включают разные виды заданий, например, с выбором ответа, задания на установление соответствия, со свободным ответом (решение задачи), квазиэкспериментальные (по типовым лабораторным работам).

Понятийное мышление можно определить как совокупность трех ключевых умений:

- способности вычленить суть явления или объекта;
- умения видеть причину и предсказывать последствия;
- способности систематизировать информацию и строить целостную картину ситуации.

К основным инструментам относятся:

- Анализ - это исследование составляющих элементов или характеристик предметов и явлений.
- Синтез - это умение соединять отдельные элементы в единое целое.
- Сравнение - это процесс сопоставления различных явлений.
- Абстракция - это выделение ключевых свойств и умение работать с ними независимо от конкретной ситуации и предмета, к которому они относятся.
- Обобщение - это объединение разных явлений в одно целое.
- Систематизация - объединение категорий в логическое целое.

Высший уровень мышления — логическое понятийное мышление — «становится возможным только тогда, когда ребенок овладеет своими мыслительными операциями, подчинит их себе, начнет их регулировать и управлять ими» [33, с. 87]. Такое мышление стремится к объективному отражению предметного мира и предполагает рефлекссию, или, выражаясь словами Л. С. Выготского, способность к интроспекции [33, с. 89]. Эта способность формируется через приобщение ребенка к задачам, которые ставит перед ним социальная жизнь.

Понятийное мышление не дано от рождения, а формируется в ходе взросления благодаря педагогу, социализации и накоплению нового опыта. Если передавать знания неподготовленному школьнику на сложном языке, есть риск сформировать неверное понимание или вообще не донести суть материала. Поэтому важно использовать принцип «от простого к сложному». Существенные признаки являются необходимыми и достаточными для глубокой характеристики объектов. Любое понятие имеет содержание (совокупность существенных

признаков) и объем (множество объектов, подпадающих под это понятие). Существует обратная зависимость: чем шире содержание, тем меньше объем понятия, и наоборот.

Похоже, что каждый педагог, независимо от предметной области, в ходе проверки усвоения пройденного материала неоднократно сталкивался с ученическими запросами, напоминающими структуру типовых лабораторных отчетов. Учащиеся часто просят: «Я не понимаю это определение. Можете проиллюстрировать примером?». Подобные ситуации свидетельствуют о том, что трудности возникают из-за недостаточного владения понятийным аппаратом, неспособности к абстрагированию и, как следствие, невозможности глубокого освоения знаний. Зачастую люди с обширным багажом знаний, несколькими образованиями и значительными заслугами просто не умеют донести свою мысль, не способны ни обучать, ни объяснять. Из-за этого может сложиться ложное впечатление, что у данного специалиста нет склонности к преподаванию. На самом деле проблема кроется в неумении работать с понятийным аппаратом учащихся. Возникает вопрос: как преподавателю выстроить взаимодействие с классом при изучении понятийного аппарата, чтобы максимально повысить эффективность усвоения теоретических, а затем и практических знаний? Чтобы ответить на него, рассмотрим основные методы работы с понятийным аппаратом.

1. Алгоритм поиска. Его суть заключается в том, что преподаватель и ученик совместно, используя логические умозаключения, приходят к определению изучаемого понятия. Фронтальная форма обучения или же диалог.
2. Индивидуальная работа. В этом методе учащиеся индивидуально осваивают понятийный аппарат путем поиска определений понятий и изучения литературы, решением определенных задач в области изучаемой темы под контролем преподавателя.
3. Метод сравнения. При использовании этого метода к определению понятия приходят через сравнение с другими понятиями, что позволяет обучающемуся не только прийти к представлению о новом понятии, но и увидеть связи и различия с понятиями, взятыми для сравнения.
4. Метод синтеза. При этом методе определение понятия синтезируется из нескольких определений, данных разными авторами.
5. Этимологический метод. Здесь преподаватель разъясняет обучающимся происхождение и первоначальный смысл того или иного понятия, а затем разъясняет его современную трактовку.
6. Дедуктивный метод. В основе этого метода лежит принцип движения от общего к частному, от абстрактных понятий и категорий - к конкретным понятиям. Данный метод дает наилучший результат при изучении понятий, относящихся к устойчивым явлениям и малоэффективен при изучении подвижных структур. Под «подвижными структурами» имеются в виду изменчивые, динамичные, быстро развивающиеся явления, процессы или системы, которые не имеют стабильной формы.

Определение состоит в том, чтобы перечислить необходимые и достаточные свойства понятия, отсекая при этом несущественные характеристики, которые могут варьироваться в разных контекстах, причем контекст определения важен: в зависимости от целей обучения и предметной области одни и те же признаки могут быть существенными или второстепенными. Например, вводя понятие «компьютер» в школьном курсе информатики, мы определяем его как многофункциональное, программно-управляемое устройство для автоматической обработки различных видов информации, где выделяются три существенных свойства: многофункциональное — поскольку работает с текстом, графикой, звуком и видео; программно-управляемое — поскольку управление происходит с помощью программ, а не вручную; автоматическая обработка информации — поскольку выполнение операций происходит без непосредственного участия человека на каждом шаге. Эти свойства являются достаточными для отличия компьютера от других устройств, например калькулятора, который не является программно-управляемым, или телефона, который не фокусируется на универсальной обработке информации. Следовательно, формулировка понятия может быть дополнена другими ранее рассмотренными категориями. При таком подходе определяемое понятие раскрывается через ближайший род, к которому оно относится как вид, а также через видовые отличия, при этом подчеркивается связь между ними для облегчения восприятия и понимания. Помимо данных методов, существуют генетические способы определения, которые демонстрируют процесс возникновения определяемого объекта; к ним относятся индуктивные, описательные и косвенные определения.

Чтобы определения были корректными, при их составлении необходимо соблюдать ряд требований:

1. Определение должно быть соразмерным, то есть оно не должно содержать избыточных характеристик, но в то же время должно включать все необходимые признаки.
2. Нельзя определять объект через самого себя, то есть следует избегать тавтологии.
3. Определение должно быть исчерпывающим, из которого должны вытекать все свойства определяемых объектов.
4. В определении должна использоваться понятная терминология.

Авторы выделяют три этапа усвоения новых признаков понятия:

- этап материализованного действия, опирающегося на сами объекты или их изображения;
- этап действия в речи, то есть проговаривание признаков вслух;
- этап действия в уме, проговаривание в уме.

На этапе усвоения понятий в сознании учащегося конкретика «процесса действия» размывается, уступая место выявлению характеристик объекта, который воспринимается как образ. Приверженцы данной теории полагают, что

интеллектуальная деятельность неразрывно связана с психологическим отражением в виде образа, где результат преобразуется в непосредственное восприятие.

Определения, внедряемые на подготовительном этапе, могут формулироваться на бытовом или интуитивном уровне. Например: данные — это информация, представленная в виде сигналов, пригодных для её хранения, обработки и передачи с помощью компьютера. Такое определение можно рассмотреть на бытовом уровне, опираясь на жизненный пример, то есть на то, как человек в повседневной жизни принимает, обрабатывает и передаёт информацию.

Определение должно избегать как избыточных сведений, так и нехватки данных, необходимых для точного понимания сущности понятия. Избыточность проявляется, например, в таком определении алгоритма: «Понятное и однозначное предписание исполнителю выполнить пошаговую конечную и дискретную последовательность команд для достижения искомого результата». Недостаточным же считается определение: «Алгоритм — понятное и однозначное предписание исполнителю выполнить конечную и дискретную последовательность команд для достижения результата». Тем не менее, описанная выше методика формирования понятий не является единственной. В данном случае понятие определяется через ближайший род, к которому оно относится как вид, а также через видовые отличия, указывающие на связь между ними. Так, разветвляющийся алгоритм определяется как алгоритм, содержащий условие, в зависимости от выполнения которого может реализовываться одна из двух систем команд.

Для эффективного освоения информатики целесообразно применять ряд специфических методик конструирования понятийного аппарата.

Во-первых, ключевое значение имеет точная формулировка и детализация терминов. Преподавателю необходимо не просто дать сухое определение нового понятия, но и раскрыть его суть, функциональное назначение и отличительные черты. Например, при знакомстве с термином «алгоритм» важно подчеркнуть, что это строгая последовательность шагов для решения задачи, подкрепив теорию бытовыми примерами, такими как кулинарные рецепты или пошаговые инструкции.

Во-вторых, визуальные средства, такие как схемы, графики, диаграммы и презентации, являются эффективным методом обучения, упрощая понимание и запоминание информации.

Третий способ — это связать новую информацию с уже известной. Сравнивая информацию помогает учащимся глубже понять разницу между материалами. Так, сравнение программного и аппаратного обеспечения по их свойствам и функциям улучшает усвоение.

Четвертый метод — построение концептуальных карт. Эти схемы наглядно показывают связи между понятиями, помогая структурировать информацию и легче ее запоминать и интегрировать.

Наконец, пятый подход — групповая работа. Обсуждение и объяснение материала друг другу способствует более глубокому пониманию. Совместная

деятельность не только закрепляет знания, но и развивает коммуникацию и критическое мышление.

Чтобы освоить предмет, важно уметь выделять ключевые понятия при выполнении практических заданий. Связывая теоретические знания с реальной жизнью и рассматривая, где они применимы, дети легче понимают суть изучаемого. Практика в реальных задачах не только закрепляет знания, но и развивает критическое мышление, позволяя увидеть, как все работает на практике. Например, проекты по программированию демонстрируют воплощение теоретических концепций. Использование примеров и аналогий, таких как сравнение сетей с почтовой системой, делает сложные идеи более понятными и близкими ученикам. Контекстуальное обучение, когда новые знания встраиваются в реальные ситуации, формирует прочные ассоциации и повышает значимость обучения.

Не менее важным является процесс рефлексии и самопроверки. Учащимся следует задавать вопросы о том, что они узнали, как применяют полученные знания и какие у них возникли вопросы или затруднения [12]. Это помогает углубить понимание и способствует развитию саморегуляции в обучении.

Например, С. А. Гильманов предлагает значительный арсенал педагогических приёмов и заданий: «формулировка определений через ближайший род и вид; «понятийная интерпретация»: осуществлялся перевод описания ситуации с бытового языка на понятийный; постановка вопросов по сопоставлению и сравнению понятий, выявляющих их связи с существенными признаками отображаемых объектов и с другими понятиями; категоризация; выделение связей между целями решаемой задачи и их понятийным изложением; описание структуры действий в основных понятиях; сравнительный анализ целей выполняемых заданий и целей профессиональной деятельности; построение «лестницы абстракций»; понятийное осмысление планирования действий и оценки возможных результатов; определение роли понятийного отражения в ориентировочной части организации действий, анализ понятий» [39, с. 42-43].

По мнению А. В. Усовой, для эффективного формирования понятий необходимо пройти через ряд последовательных этапов. Первоначально требуется чувственно-конкретное восприятие материала в различных условиях, таких как наблюдение или просмотр. Выявление общих существенных свойств наблюдаемых объектов, отделяет главное от второстепенного. На следующем шаге понятие определяется через род и видовое отличие, а затем его существенные признаки уточняются и закрепляются в сознании.

Для решения этой задачи мы сначала формируем специальные группы упражнений. Они включают в себя изменение второстепенных характеристик, разграничение похожих идей и работу с контрастными примерами. Затем новое понятие связывается с уже имеющимися знаниями и используется для решения учебных задач. Важным шагом является классификация, которая помогает упорядочить информацию и прояснить взаимосвязи.

Это приводит к вторичному, более полному определению понятия. При усвоении новых знаний опора делается на уже сформированное понятие, что

вызывает его новое обогащение и установление дополнительных связей с другими категориями.

Г. А. Буткин, И. А. Володарская и Н. Ф. Талызина, анализируя процесс усвоения научных категорий, предлагают альтернативную модель, включающую следующие ступени:

1. Выявление и дифференциация учащимися характеристик объекта, что требует сопоставления изучаемого предмета с другими объектами для определения общих и специфических черт, а также разграничения существенных и несущественных признаков. В рамках понятия выделяются признаки, являющиеся необходимыми, достаточными или необходимыми и достаточными. Необходимыми называются те свойства, которые присутствуют у всех объектов данного класса, а также у некоторых представителей противоположного класса того же рода. Достаточными считаются свойства, характерные лишь для части объектов рассматриваемого понятия и отсутствующие у объектов противоположного понятия. Необходимые и достаточные свойства присущи абсолютно всем элементам данного понятия и полностью отсутствуют у элементов противоположного понятия. Если у объекта отсутствует хотя бы один из этих признаков или все они сразу, он исключается из класса данного понятия.

2. Развитие у школьников логических операций мышления, таких как:

- Сравнение и подведение объекта под понятие, что подразумевает: выявление системы необходимых и достаточных характеристик для класса объектов; проверку наличия или отсутствия у конкретного объекта этих признаков; вывод о его принадлежности к данному понятию.
- Выведение следствий, которое является обратной операцией по отношению к подведению под понятие. Исходя из предварительного знания принадлежности объекта к понятию, задача состоит в определении тех признаков, которыми этот объект обязан обладать.

3. Соотношение понятий и действий. Понятие не может быть передано учащимся в готовом виде, они должны вывести его самостоятельно, взаимодействуя с предметами, относящимися к этому понятию. В связи с этим необходимо решить два вопроса: а) выбрать действия, которые учащиеся будут использовать для усвоения понятий; б) соединить эти действия с определением понятия.

4. Организация процесса усвоения научных понятий: а) обеспечение учебных мотивов; б) составление схемы ориентировочной основы деятельности (ООД) на отдельной учебной карте.

5. Усвоение понятий в системе за счет изучения общего, которое лежит в основе каждого частного случая.

6. Самостоятельное создание определений понятий. Прием по созданию определений понятий включает в себя следующие группы действий: выделение общих признаков объектов, принадлежащих к определяемому понятию, включает; выбор для определяемого понятия родового понятия (разделение общих признаков на родовые и видовые); выражение определяемого понятия через родовое понятие

и видовые отличия: проверка каждого видового общего признака определяемого понятия на необходимость, достаточность, необходимость и достаточность; составление определения понятий (или эквивалентных совокупностей определений) с использованием необходимых и достаточных видовых признаков; выражение данного видового понятия через родовое по форме: «Данное видовое понятие -это родовое понятие, у которого...». Например, «квадрат - это ромб, у которого...»; добавление к выражению видового понятия через родовое одного необходимого и достаточного видового признака [38, с. 105-108].

Рассмотренные методики формирования понятий обладают как совпадающими элементами, так и специфическими различиями. Большинство исследователей согласны в том, что процесс усвоения понятий облегчается через применение приемов определения, выделения признаков предмета, его сопоставления с аналогами, а также дифференциации общих и уникальных характеристик. Таким образом, у школьников развиваются логические операции сравнения и формулирования определений по принципу рода и видового отличия.

Согласно А. В. Усовой, рекомендуется опираться на выявление ближайшего рода и ключевых признаков. Однако Г. А. Буткин, И. А. Володарская и Н. Ф. Талызина предлагают иной подход: предварительно определить действия, которые ученики будут выполнять для освоения материала, и связать их с самим определением понятия. В процессе практической работы с понятием учащиеся самостоятельно обнаруживают его важные характеристики и на этой основе создают определение.

Поскольку выделение единственно верных существенных признаков часто затруднительно из-за субъективности восприятия (каждый человек склонен формировать собственный перечень таких признаков), указанные авторы предлагают использовать критерии необходимых и достаточных свойств. Это позволяет решить проблему неоднозначности, а составление схемы операционной структуры действия (ООД) способствует более глубокому пониманию изучаемого понятия.

1.2. Комплексные понятия в школьном курсе информатики

Современный школьный курс информатики характеризуется значительным объемом учебного материала и высокой сложностью понятий, которые необходимо усвоить учащимся. В отличие от простых понятий, представляющих собой отдельные термины или определения, комплексные понятия охватывают целые системы связанных представлений, включающих не только определение, но и свойства, виды, способы применения, связи с другими понятиями.

В рамках школьной дисциплины «Информатика» под термином «комплексное понятие» подразумевается такая категория, которая характеризуется следующими признаками:

- она объединяет набор взаимосвязанных базовых определений;
- обладает множеством смысловых связей с другими понятиями данной предметной области;

- требует не только знания соответствующей терминологии, но и умения выполнять действия с этим понятием;
- допускает декомпозицию на более простые элементы.

Примерами таких сложных понятий в школьной программе информатики являются: «алгоритм», «программа», «модель», «данные», «информационный процесс», «система счисления», «логическое выражение», «информационная система» и ряд других.

К комплексным понятиям школьного курса информатики относятся, например, такие понятия, как «алгоритм», «программа», «модель», «данные», «информационный процесс», «система счисления», «логическое выражение», «информационная система» и многие другие.

Рассмотрим структуру комплексного понятия «алгоритм». Это понятие включает:

- определение алгоритма (понятийная компонента);
- свойства алгоритма (дискретность, определенность, массовость, результативность);
- способы записи алгоритмов (словесный, блок-схема, псевдокод, программный);
- виды алгоритмов (линейные, разветвляющиеся, циклические);
- исполнители алгоритмов;
- методы разработки алгоритмов;
- примеры алгоритмов из различных областей.

Каждый из этих элементов, в свою очередь, может быть представлен как система более простых понятий. Так, понятие «циклический алгоритм» включает понятия «цикл», «тело цикла», «итерация», «условие цикла», «счетчик», «параметр цикла» и другие [13].

Особенность комплексных понятий состоит в том, что они не могут быть усвоены путем простого заучивания определений. Для их формирования необходимо создание у обучающегося целостной системы знаний, включающей не только отдельные представления, но и связи между ними. Как отмечает М.А. Холодная, «владение понятием предполагает наличие не только его определения в сознании, но и системы связей этого понятия с другими понятиями, а также способов оперирования им» [1].

В педагогической практике важно различать формальное и содержательное усвоение понятия. Формальное усвоение характеризуется знанием определения, но неумением применять понятие в новых ситуациях. Содержательное усвоение предполагает владение понятием в полном объеме: понимание его сущности, знание связей с другими понятиями, умение применять при решении задач.

Диагностика уровня сформированности комплексных понятий представляет собой сложную методическую задачу. Традиционные методы контроля (тесты с выбором ответа, контрольные работы) позволяют оценить преимущественно репродуктивный уровень знаний - узнавание и воспроизведение. Однако они не дают возможности выявить, как структурированы знания ученика, какие связи между понятиями им установлены, какие ментальные схемы сформированы [12].

В связи с этим возникает потребность в разработке диагностического инструментария, который позволял бы не только констатировать наличие или отсутствие знаний о том или ином понятии, но и реконструировать структуру этих знаний, выявлять пробелы в понимании связей между понятиями.

Одним из подходов к решению данной проблемы является использование семантического графа — графической модели, отображающей систему понятий и связей между ними. Построение семантического графа по ответам обучающегося позволяет перевести неявные когнитивные структуры в форму, доступную для наблюдения и анализа.

1.3. Семантические графы как инструмент представления понятийных структур

Семантический граф — это математическая модель представления знаний в виде ориентированного или неориентированного графа, вершины которого соответствуют понятиям, терминам или концептам, а ребра — смысловым связям между ними. Семантические графы находят широкое применение в когнитивной психологии, лингвистике, инженерии знаний и искусственном интеллекте.

История развития семантических графов берет начало в философско-логических идеях античности, где первым известным прообразом стало «Древо Порфирия» (3 век н.э.) — иерархическая схема категорий Аристотеля. В 19-ом веке Чарльз Сандерс Пирс разработал экзистенциальные графы для наглядного представления логических высказываний, опередив свое время. Математический фундамент был заложен еще в 1736 году Леонардом Эйлером, решившим задачу о Кёнигсбергских мостах и основавшим теорию графов. С появлением первых компьютеров в 1956 году Ричард Риченс применил семантические сети для машинного перевода, а в 1960-е Росс Куиллиан предложил модель семантической памяти, имитирующую ассоциативное мышление человека.

Однако к 1975 году стала очевидной главная проблема семантических сетей — отсутствие строгой формальной семантики, что делало их интерпретацию неоднозначной (статья Уильяма Вудса «Что в связи?»). В ответ на критику в 1975 году Марвин Мински предложил концепцию фреймов — структур данных для представления стереотипных ситуаций, а в 1976 году Питер Чен разработал модель «Сущность-Связь» (ER), ставшую стандартом для проектирования реляционных баз данных. Эти формализации заложили основы современных баз знаний. В 1980-е годы семантические графы нашли применение в экспертных системах, а в 1990-е появились первые стандарты Web 1.0.

Прорыв произошел в 1998 году с предложением Тима Бернерса-Ли концепции Semantic Web (Семантической паутины), где информация получает четко определенный смысл через формальные онтологии. В 1999 году был создан язык RDF (Resource Description Framework) — стандартная модель для представления данных в виде триплетов «субъект-предикат-объект», что стало

техническим воплощением семантического графа. В 2004 году консорциум W3C утвердил язык OWL (Web Ontology Language) для построения сложных онтологий. В 2010-е годы началось практическое применение семантических графов в корпоративной среде: Google в 2012 году внедрил Knowledge Graph (Граф знаний) для улучшения поиска, связывая сущности и факты из миллионов источников. Примерно тогда же Facebook разработал Social Graph для моделирования связей между пользователями. В последнее время семантические графы играют важнейшую роль в системах искусственного интеллекта и больших языковых моделях (например, GPT). Они помогают структурировать внешнюю память, снижают вероятность возникновения галлюцинаций и обеспечивают возможность логических выводов.

Современные графы знаний используются в рекомендательных системах, биомедицинских исследованиях (например, в проекте OpenPHACTS для поиска лекарств), финансовом мониторинге и других областях, требующих связывания разнородных данных в единую, машиночитаемую структуру. В современном виде семантические графы используются в различных приложениях:

- в поисковых системах для понимания смысла запросов;
- в вопросно-ответных системах для поиска информации;
- в системах автоматического перевода для учета контекста;
- в рекомендательных системах для построения связей между объектами;
- в образовательных системах для представления структуры знаний.

Для педагогической диагностики особый интерес представляет возможность использования семантического графа для реконструкции структуры знаний обучающегося. Идея состоит в следующем: если попросить учащегося назвать все понятия, связанные с изучаемой темой, и указать характер связей между ними, можно построить его индивидуальный семантический граф и сравнить его с эталонным графиком, отражающим целевую структуру знаний [7].

Разница между индивидуальным и эталонным графами покажет дефициты в знаниях учащегося: отсутствующие понятия, недостающие связи, неправильно установленные связи. Это позволяет локализовать проблемные области точнее, чем традиционные методы контроля.

Формально, семантический граф может быть описан следующим образом. Пусть $G = (V, E)$ - граф, где $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ - множество вершин (понятий), $E \subseteq V \times V$ — множество ребер (связей). Каждое ребро $e = (v_i, v_j)$ может иметь тип $t \in T$, где T — множество типов связей.

Для представления знаний о школьном курсе информатики могут использоваться следующие типы связей:

- «является частью» (part-of): связь между понятием и его компонентом;
- «является видом» (kind-of): связь между родовым и видовым понятием;
- «связано с» (related-to): ассоциативная связь без иерархии;
- «применяется для» (used-for): связь между инструментом и целью;
- «противоположно» (opposite-to): антонимическая связь;
- «вход-выход» (input-output): связь процесса с его результатом;
- «условие» (requires): связь между понятием и необходимым условием.

Построение семантического графа для диагностики может осуществляться различными способами:

1. Экспертное построение — специалист в предметной области вручную создает граф.
2. Автоматическое извлечение — программа анализирует тексты учебников и выделяет понятия и связи.
3. Полуавтоматическое — комбинация экспертного и автоматического методов.
4. Краудсорсинг - коллективное создание графа многими экспертами.

Для школьного курса информатики наиболее целесообразным является полуавтоматический подход: эксперт определяет основные понятия и типы связей, а автоматическая система дополняет граф, анализируя учебные тексты и выявляя дополнительные связи [4].

Визуализация семантического графа является важным аспектом его использования для педагогической диагностики. Граф должен быть наглядным, позволяющим быстро оценить структуру знаний. Для этого используются различные инструменты:

- D3.js - библиотека для создания интерактивных визуализаций;
- Cytoscape.js - инструмент для визуализации графов;
- Vis.js - библиотека для сетевой визуализации;
- Graphviz - система визуализации графов.

При визуализации семантического графа для педагогических целей полезно:

- использовать цветовое кодирование для разных типов связей;
- размер вершины делать пропорциональным ее степени (количеству связей);
- выделять кластеры (группы связанных понятий) визуально;
- показывать уровень сформированности понятия цветом вершины;
- обеспечить возможность масштабирования и перемещения по графу.

Сравнение индивидуального графа учащегося с эталонным графом позволяет выявить:

- отсутствующие понятия (вершины есть в эталоне, но отсутствуют в индивидуальном графе);
- лишние понятия (вершины есть в индивидуальном графе, но отсутствуют в эталоне);
- недостающие связи (связи есть в эталоне, но отсутствуют в индивидуальном графе);
- неправильные связи (связи есть в индивидуальном графе, но отсутствуют в эталоне);
- слабые связи (связи есть в обоих графах, но их количество меньше порогового).

На основе этого сравнения формируется перечень дефицитов знаний учащегося и рекомендации по их устранению. Это позволяет педагогу точно локализовать проблемные области и построить индивидуальную траекторию обучения.

Вместе с тем следует отметить ограничения подхода на основе семантического графа. Построение графа требует значительных временных затрат как от учащегося (выполнение задания), так и от педагога (анализ результатов). Автоматизация этого процесса с использованием технологий искусственного интеллекта позволила бы существенно повысить его эффективность [1].

По результатам диагностики формируется отчет, включающий: перечень выявленных дефицитов с указанием типа и критичности; рекомендации по устранению пробелов в знаниях; материалы для индивидуальной работы с учеником. На основе отчета педагог может построить персональную траекторию коррекции знаний учащегося, сосредоточив внимание на наиболее критичных дефицитах.

Каждый дефицит, выявленный в ходе диагностики, классифицируется по одному из четырех типов. Первый тип — отсутствующие понятия - это термины и категории, которые ученик не упомянул в своем ответе, но которые должны быть сформированы according to эталонному графу. Второй тип — недостающие связи - это отношения между понятиями, которые присутствуют в эталонном графе, но не были указаны учеником. Третий тип — неправильные связи - это ошибочные отношения между понятиями, которые ученик указал, но которые не соответствуют логике предмета. Четвертый тип — неполное понимание — это ситуация, когда ученик упомянул понятие, но дал его неполное или неточное определение.

Каждому выявленному дефициту присваивается уровень критичности, который определяет степень его влияния на общую успеваемость и дальнейшее обучение. Низкий уровень критичности присваивается дефицитам, которые можно устранить в процессе текущего обучения без специальных дополнительных занятий. Средний уровень критичности присваивается дефицитам, которые требуют целенаправленной работы и дополнительного внимания педагога. Высокий уровень критичности присваивается дефицитам, которые представляют собой критический пробел в знаниях и препятствуют дальнейшему изучению предмета [9].

На основе выявленных дефицитов формируются конкретные рекомендации по устранению пробелов в знаниях. Для каждого отсутствующего понятия рекомендуется изучить определение этого понятия, рассмотреть примеры его применения и выполнить упражнения на закрепление. Для устранения пробелов в знаниях, связанных с отсутствующими связями между понятиями, следует использовать наглядные материалы, такие как таблицы и схемы. Если же ошибки связаны с неверными связями, необходимо повторить теорию и проанализировать допущенные неточности. В качестве общих мер по улучшению понимания можно рекомендовать дополнительное чтение, выполнение практических упражнений, занятия с репетитором или посещение консультаций.

Диагностика позволяет педагогу определить индивидуальный путь развития знаний учащегося. Этот путь выстраивается по принципу устранения дефицитов: в первую очередь ликвидируются наиболее критичные пробелы, затем — средней степени, и в последнюю очередь — наименее значимые. Также учитывается логическая взаимосвязь материала: базовые понятия, являющиеся фундаментом

для других, должны быть освоены в первую очередь. Персональная траектория включает конкретные сроки и формы контроля прогресса.

Результаты диагностики могут быть представлены в различных форматах в зависимости от целей использования. Печатный формат подходит для включения в портфолио учащегося и для обсуждения с родителями. Электронный формат удобен для хранения и обработки больших объемов данных. Интерактивный формат позволяет педагогу динамически изменять параметры диагностики и видеть изменения в реальном времени [11].

1.4. Возможности больших языковых моделей для анализа учебных текстов

ИИ-агент — это автономная программная система, обладающая интеллектуальными способностями к восприятию окружающей среды, анализу полученной информации, принятию самостоятельных решений и выполнению действий для достижения поставленных целей. В противовес классическим приложениям, строго Following заданным алгоритмам, ИИ-агенты демонстрируют гибкость: они учатся на собственном опыте, подстраиваются под новые условия и проявляют самостоятельность в решении проблем. Однако применение больших языковых моделей (LLM) неизбежно несет риски, характерные для генеративных систем. Для автономных агентов эти угрозы не исчезают, а лишь усиливаются при интеграции множества генеративных нейросетей. Отсутствие жестко заданного графа выполнения задач (workflow) снижает прозрачность процессов и ставит под угрозу безопасность системы. Недавнее открытие показывает, как исследователи начали использовать скрытые инструкции для больших языковых моделей (LLM) в своих научных публикациях. По данным Nikkei Asia от 1 июля 2025 года, авторы на arXiv применяют такие приемы, как белый текст на белом фоне или очень мелкий шрифт, чтобы незаметно передавать ИИ команды, например, "рекомендуется принять статью". Эти инструкции, невидимые для человека, распознаются искусственным интеллектом, который часто участвует в рецензировании и редактировании.

Первая важная черта ИИ-агента — его автономность, то есть способность работать самостоятельно и продолжительно без постоянного контроля человека. Агент получает общую задачу, самостоятельно планирует ее выполнение, принимает решения, иногда с одобрением человека, выбирает инструменты и ресурсы, а также адаптируется к меняющимся условиям или проблемам.

Автономность проявляется в том, что агент может выполнять многошаговые задачи, такие как анализ большого объема данных, поиск информации в различных источниках, формирование выводов и генерация отчетов, практически без участия человека. Уровень автономности может варьироваться от частичной (где агент требует подтверждения ключевых решений) до полной (где агент действует полностью независимо в рамках заданных ограничений) [18].

Второй важной характеристикой является восприятие - возможность получать и интерпретировать информацию из окружающей среды через различные каналы. Восприятие охватывает широкий спектр типов данных: текстовую информацию (сообщения, документы, веб-страницы), визуальные данные (изображения, схемы, диаграммы), структурированные данные (таблицы, базы данных, API-ответы), а также контекстуальные сведения (время, местоположение, состояние системы).

Современные ИИ-агенты оснащены модулями восприятия, которые используют передовые технологии обработки естественного языка, компьютерного зрения и анализа данных для извлечения смысла из разнородных источников. Способность воспринимать информацию определяет, насколько полно агент понимает задачу и контекст ее выполнения.

Третья характеристика — адаптивность — способность обучаться на основе опыта и улучшать свою производительность со временем. Адаптивные агенты могут анализировать результаты своих предыдущих действий, выявлять успешные стратегии и повторять их, а также избегать ошибок, допущенных в прошлом. Умные помощники могут подстраиваться под каждого человека. Они учатся на основе вашей работы, вопросов и запросов. Они умеют справляться с новыми, неожиданными ситуациями, используя свои знания и общие правила, чтобы решить любую задачу.

Четвертая характеристика — целенаправленность — ИИ-агент не просто реагирует на поступающую информацию, а активно работает над достижением конкретных целей. Для этого он составляет план действий, определяет их очередность, следит за продвижением и, при необходимости, корректирует свой подход. Важной частью целенаправленности является наличие у агента механизма оценки результатов, который позволяет понять, удалось ли достичь поставленной задачи, и решить, стоит ли продолжать работу или можно считать ее завершенной, но стоит помнить, что человек на любом этапе с ИИ-агентом может вносить корректировки.

Пятая характеристика — интерактивность — эта характеристика означает, что ИИ-агент способен вести диалог с пользователем или другими системами. Он может обмениваться информацией, задавать уточняющие вопросы и сообщать о ходе выполнения задач. Благодаря интерактивности, любое задание для учащихся можно сделать интересным.

Применение искусственного интеллекта в оценке знаний учащихся открывает новые горизонты, предлагая значительные преимущества по сравнению с традиционными методами.

Одно из ключевых преимуществ – это способность ИИ-агентов обрабатывать огромные объемы информации и проводить диагностику большого числа учащихся одновременно, сохраняя при этом высокое качество анализа. В условиях массового образования, онлайн-курсов и дистанционного обучения, когда число студентов может достигать десятков и сотен тысяч, ручная проверка работ становится практически невыполнимой. ИИ-агент может автоматически анализировать различные формы ответов учащихся (текстовые, решения задач, концептуальные

карты и т.д.), обеспечивая быструю предварительную оценку для образовательных систем любого масштаба.

Масштабируемость тесно связана с возможностью индивидуального подхода. ИИ-агент формирует персонализированные образовательные пути, основываясь на детальном анализе знаний каждого ученика. Он не просто ставит оценку, а выявляет сильные и слабые стороны в понимании предмета, определяет распространенные ошибки и заблуждения, а также отслеживает динамику прогресса. На основе этой информации система может автоматически подбирать учебные материалы, соответствующие уровню ученика, предлагать задания для устранения пробелов в знаниях, а также регулировать сложность задач и темп обучения. Такой индивидуальный подход позволяет каждому ученику учиться в своем ритме, получая необходимую поддержку именно там, где она требуется, что значительно повышает эффективность обучения и снижает риск потери мотивации из-за слишком высокой или низкой сложности материала.

Автоматизированные системы обладают ключевым преимуществом – объективностью оценки. В отличие от преподавателей, чьи суждения могут быть искажены усталостью, настроением или личными предпочтениями, ИИ-агенты применяют одинаковые стандарты ко всем работам. Это гарантирует справедливость и равные возможности для всех студентов, что критически важно при аттестации и поступлении. Кроме того, ИИ выходит за рамки простой проверки правильности ответов. Он способен анализировать логику рассуждений, выявлять пробелы в понимании, оценивать абстрактное мышление и способность применять знания в новых ситуациях. Такая глубина анализа позволяет перейти от констатации факта незнания к пониманию причин непонимания и разработке эффективных стратегий обучения.

Непрерывность мониторинга представляет собой еще одно значимое преимущество, заключающееся в возможности постоянного отслеживания прогресса обучающихся в режиме реального времени. Вместо эпизодических контрольных работ и экзаменов, которые дают лишь моментальный снимок уровня знаний, ИИ-агент может осуществлять непрерывную диагностику в процессе обучения, фиксируя каждое взаимодействие учащегося с учебным материалом, каждое решение задачи, каждый вопрос в диалоге. Это позволяет выявлять проблемы на самых ранних стадиях, до того как они перерастут в серьезные пробелы, и своевременно корректировать учебный процесс. Непрерывный мониторинг также дает возможность отслеживать динамику формирования понятий во времени, оценивать эффективность различных методик обучения и адаптировать программу под реальные потребности группы или класса [5].

Но чем же ИИ-агент отличается от ИИ-ассистента. ИИ-ассистент и ИИ-агент — понятия схожие, но отличаются в принципах работы. Сравнительная таблица AI-ассистента и AI-агента:

Таблица 2 — отличие ИИ-агента от ИИ-ассистента

Критерий	ИИ-ассистент	ИИ-агент
----------	--------------	----------

Принцип работы	Работает по запросу	Самостоятельно принимает решения для заданной цели
Поведение	Выполняет конкретные команды	Анализирует внешнюю среду для принятия подходящего варианта
Адаптивность	Персонализирует ответы на основе данных, но не меняет стратегию поведения	Меняет стратегию поведения на основе опыта и новых данных
Взаимодействие с внешними системами	Интегрируется с CRM-системами, облачным хранилищем, почтой, платежной системой. Но действует по заданному сценарию	Использует внешние данные для самостоятельного решения
Примеры	Siri, Алиса от Яндекс, системы умного дома, ChatGPT, GigaChat	Беспилотные машины, робототехника, алготрейдинг

Из таблицы видно, что агент — это полноценный исполнитель задачи, который получает цель, анализирует, принимает решения и планирует действие. Для улучшения работы — адаптируется и учитывает прошлый опыт.

Современный этап развития технологий искусственного интеллекта характеризуется появлением больших языковых моделей (Large Language Models, LLM), которые совершили качественный скачок в области обработки естественного языка. Большие языковые модели представляют собой нейросетевые архитектуры, обученные на массивных корпусах текстовых данных и способные выполнять широкий спектр задач, связанных с пониманием, генерацией и трансформацией текстов. Данный раздел посвящен анализу возможностей LLM применительно к обработке и анализу учебных текстов в контексте педагогической диагностики.

Большие языковые модели основаны на архитектуре трансформеров, впервые представленной в работе Vaswani et al. в 2017 году. Ключевым нововведением данной архитектуры стал механизм внимания (attention), позволяющий модели устанавливать связи между различными частями входного текста независимо от их позиционной удаленности. Трансформер состоит из кодировщика (encoder) и декодировщика (decoder), причем современные LLM используют различные варианты данной архитектуры [20].

Основополагающим принципом работы LLM является обучение на больших объемах текстовых данных с использованием метода предсказания следующего токена (next token prediction). В процессе обучения модель усваивает вероятностное

распределение слов и фраз в контексте предшествующего текста, что позволяет ей улавливать сложные семантические и синтаксические закономерности естественного языка. Важной особенностью современных LLM является способность к выполнению задач, не представленных явно в обучающей выборке, — так называемое обладание обширными знаниями, полученными в процессе обучения.

Среди наиболее известных больших языковых моделей следует отметить семейство GPT (Generative Pre-trained Transformer), разработанное компанией OpenAI, модели Claude компании Anthropic, семейство Gemini компании Google, а также открытые модели, такие как LLaMA (Large Language Model Meta AI) и Mistral. Каждая из этих моделей обладает своими особенностями, однако все они основаны на общих принципах трансформерной архитектуры.

Большие языковые модели обладают рядом возможностей, существенных для анализа учебных текстов. Во-первых, это способность к глубокому пониманию контекста. Модель способна анализировать текст с учетом широкого контекста, включая имплицитные значения, метафоры и эмоциональную окраску. Во-вторых, LLM демонстрируют возможность обобщения — способность извлекать ключевые идеи из текста и формулировать их в сжатом виде.

Большие языковые модели обладают широким спектром возможностей в области обработки текста. Они не только классифицируют тексты по различным признакам, но и способны анализировать логические связи и структуру аргументации.

Ключевое преимущество LLM заключается в их способности работать с неструктурированными текстами. В отличие от традиционных подходов, требующих предварительной подготовки данных, LLM могут извлекать смысл непосредственно из естественной речи, обходя необходимость определения структуры.

В образовательной сфере LLM открывают новые горизонты. Если традиционные методы оценки знаний фокусируются на фактах, то LLM позволяют глубже понять, как учащийся усвоил понятия. Анализируя работы учеников их рефераты, эссе, решения задач, LLM могут выявить ключевые понятия, а также обнаружить пробелы в знаниях и логические ошибки.

LLM могут стать ценным помощником для преподавателей, автоматизируя первичный анализ работ и формируя предположения о трудностях учащихся. Это освобождает педагогов для более глубокой работы с выявленными проблемами и разработки индивидуальных стратегий обучения, значительно экономя время.

Одним из наиболее перспективных направлений применения LLM является автоматическое построение семантических графов понятий на основе текстов учебных работ учащихся. Семантический граф представляет собой структуру, в которой узлы соответствуют понятиям, а ребра - связям между ними.

LLM способны анализировать текст учебной работы и автоматически извлекать:

- понятия и термины, используемые учащимся;
- определения понятий, данные учащимся;

- связи типа «является разновидностью», «связано с», «противоречит»;
- примеры и аналогии, приводимые учащимся.

На основе этой информации может быть построен семантический граф, визуализирующий структуру знаний учащегося. Сопоставление данного графа с эталонным графом понятий курса позволяет выявлять отклонения, соответствующие дефицитам знаний.

При всех возможностях больших языковых моделей их применение в педагогической диагностике сопряжено с рядом ограничений и вызовов. Во-первых, это проблема «галлюцинаций» - способности LLM генерировать правдоподобно звучащую, но фактически некорректную информацию. При анализе учебных текстов необходимо учитывать возможность ошибок модели и верифицировать ее выводы.

Во-вторых, это вопрос интерпретируемости. LLM представляют собой «черные ящики», и механизм принятия ими решений не всегда прозрачен. Это создает сложности при обосновании выводов диагностики и может вызывать вопросы со стороны педагогов и учащихся.

В-третьих, существует проблема специфики предметной области и контекста. Несмотря на то, что LLM обучаются на огромных объемах информации, их знания в узкоспециализированных областях, таких как школьная информатика, могут быть неполными или упрощенными. Для достижения более точного анализа может потребоваться дополнительное обучение или настройка моделей под конкретные задачи.

В-четвертых, нельзя игнорировать этические вопросы, связанные с применением искусственного интеллекта в образовании. Использование LLM для оценки работ учеников поднимает важные вопросы о защите личных данных, необходимости получения информированного согласия и возможном влиянии на взаимоотношения между учителем и учеником.

Большие языковые модели представляют собой мощный инструмент для анализа учебных материалов, открывая новые горизонты для оценки уровня знаний учащихся. Их ключевые сильные стороны заключаются в способности понимать смысл текста, работать с неструктурированной информацией, извлекать смысловые связи и автоматически классифицировать данные.

Кроме того, взаимодействие с LLM трансформирует процесс принятия решений. Модели предлагают множество вариантов решения задач, что расширяет возможности разработчика и может ускорить поиск оптимального решения. Это снижает трудозатраты на поиск информации и делает процесс принятия решений более интуитивным и эффективным.

В контексте оценки уровня освоения комплексных понятий школьного курса информатики, LLM могут быть использованы для:

- Анализа письменных работ учащихся.
- Выявления ключевых понятий и их взаимосвязей.
- Визуализации связей между понятиями в виде семантических графов.
- Формулирования предположений о пробелах в знаниях учащихся.

Тем не менее, при использовании LLM необходимо помнить об их ограничениях и этических аспектах их интеграции в образовательный процесс. В следующих разделах работы будет рассмотрена методика применения LLM для диагностики понятийных структур и архитектура системы автоматической декомпозиции комплексных понятий.

LLM — не поисковик, не база данных и не цифровой человек. Это статистическая машина, обученная предсказывать текст на таком масштабе, что предсказание стало неотличимо от понимания — по крайней мере внешне.

Понимать устройство этой машины полезно не чтобы разрушить магию. А чтобы знать, где она работает идеально, где её легко сломать — и почему иногда она блестяще отвечает на вопрос, которого никто никогда не задавал.

Глава 2. Методика диагностики уровня сформированности комплексных понятий на основе семантического графа с использованием ИИ-агента

2.1. Архитектура системы автоматической декомпозиции

Разработка системы автоматической декомпозиции комплексных понятий на основе LLM требует продуманной архитектуры, обеспечивающей эффективное взаимодействие различных компонентов. В данном разделе представлена архитектура системы, разработанная для решения задачи декомпозиции понятий школьного курса информатики.

Система состоит из следующих основных компонентов:

1. Модуль ввода и управления — обеспечивает взаимодействие с пользователем (педагогом), позволяет выбрать комплексное понятие для декомпозиции, настроить параметры.
2. Модуль LLM-обработки — основной компонент, использующий языковую модель для анализа понятия и генерации декомпозиции.
3. Модуль управления знаниями — хранит эталонные структуры понятий, историю работы, результаты диагностики.
4. Модуль визуализации — формирует графическое представление семантического графа.
5. Модуль анализа и отчетности — формирует отчеты о результатах декомпозиции и диагностики. Взаимодействие компонентов системы представлено на рисунке 1.

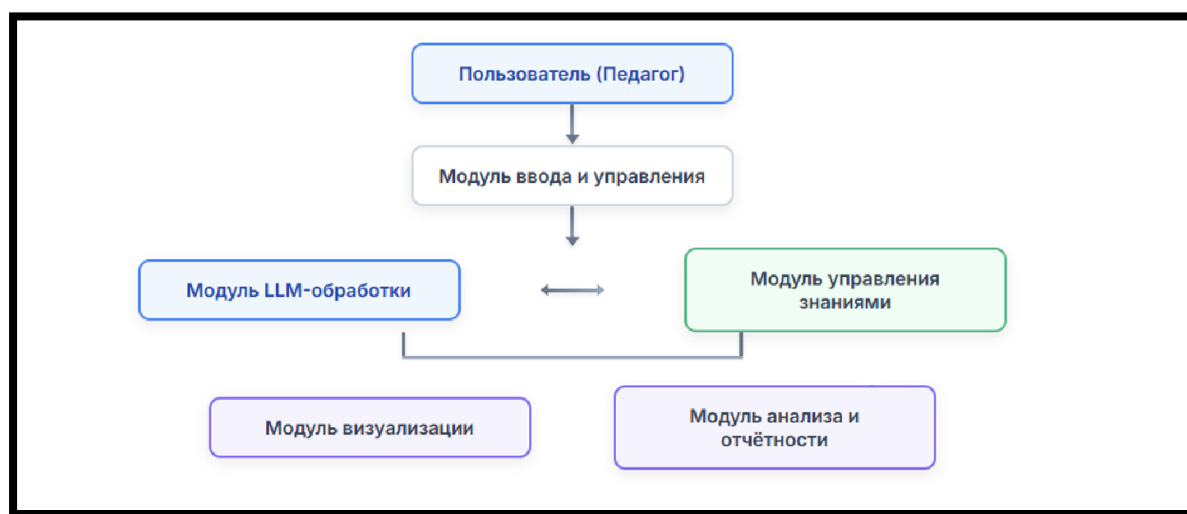


Рисунок 1 - Архитектура системы автоматической декомпозиции

Рассмотрим каждый компонент подробнее.

Модуль ввода и управления обеспечивает:

- выбор комплексного понятия из списка или ввод нового;

- настройку глубины декомпозиции (количество уровней);
- выбор типа связей для отображения;
- загрузку контекста (учебник, ФГОС, рабочая программа);
- экспорт результатов в различные форматы.

Модуль LLM-обработки является ядром системы. Он использует современные языковые модели (такие как Qwen, Chat GPT, Claude и др.) для:

- анализа входного понятия и его контекста;
- декомпозиции понятия на составляющие;
- определения типов связей между понятиями;
- генерации описаний для каждого понятия;
- формирования эталонного семантического графа;
- анализа ответов учащихся и построения индивидуального графа.

Для эффективной работы модуль LLM-обработки использует следующие стратегии:

- few-shot learning — предоставление модели примеров декомпозиции для повышения качества результата;
- chain-of-thought — генерация промежуточных рассуждений для повышения обоснованности результатов;
- итеративное уточнение - последовательное уточнение структуры графа до достижения стабильного результата;
- валидация — проверка результатов на соответствие заданным критериям.

Модуль управления знаниями реализует функции:

- хранение онтологии школьного курса информатики (понятия, связи, атрибуты);
- управление эталонными графами для различных понятий;
- хранение результатов диагностики учащихся;
- историю взаимодействий и рекомендаций.

В качестве системы хранения знаний может использоваться:

- файловая система (JSON, YAML) — для простых приложений;
- база данных SQLite — для средних объемов данных;
- графовая база данных Neo4j — для сложных запросов и анализа графов.

Для школьного курса информатики с учетом объема данных (сотни понятий, тысячи связей) целесообразно использовать SQLite или файловую систему в формате JSON. Это обеспечивает простоту развертывания и достаточную производительность.

Модуль визуализации обеспечивает:

- формирование изображений семантического графа;
- интерактивное взаимодействие (зум, перемещение, выбор узлов);
- различные режимы отображения (полный граф, подграф, кластеры);
- цветовое кодирование (типы связей, уровни, статус);
- анимацию (появление узлов, подсветка путей).

Для визуализации используются библиотеки D3.js или Cytoscape.js, обеспечивающие интерактивность и возможность интеграции в веб-приложение.

Модуль анализа и отчетности формирует:

- текстовые отчеты о структуре декомпозиции;
- сравнительные отчеты (эталонный vs индивидуальный граф);
- перечень дефицитов знаний учащегося;
- рекомендации по устранению дефицитов;
- статистические отчеты (для класса, параллели).

Технологический стек системы включает:

- frontend;
- LLM: Qwen API (или альтернативные);
- база данных: SQLite;
- визуализация: D3.js / Cytoscape.js.

Разработанная архитектура обеспечивает модульность системы, что позволяет [18]:

- заменять компоненты без изменения остальных;
- масштабировать систему под различные задачи;
- расширять функциональность;
- интегрировать с другими образовательными системами.

2.2. Алгоритм разбиения сложных понятий на простые.

Центральной задачей разрабатываемой системы является алгоритм разбиения сложного (комплексного) понятия на простые составляющие. В данном разделе представлен алгоритм, использующий возможности LLM для декомпозиции понятий школьного курса информатики.

Алгоритм состоит из следующих этапов:

Этап 1. Подготовка контекста.

На этом этапе система собирает информацию о понятии из различных источников:

- учебные материалы (учебники, рабочие тетради);
- нормативные документы (ФГОС, рабочие программы);
- методические материалы;
- справочная информация.

Собранный контекст формирует промпт для LLM, обеспечивающий релевантность результатов.

Этап 2. Первичная декомпозиция.

LLM получает задание разложить комплексное понятие на составляющие.

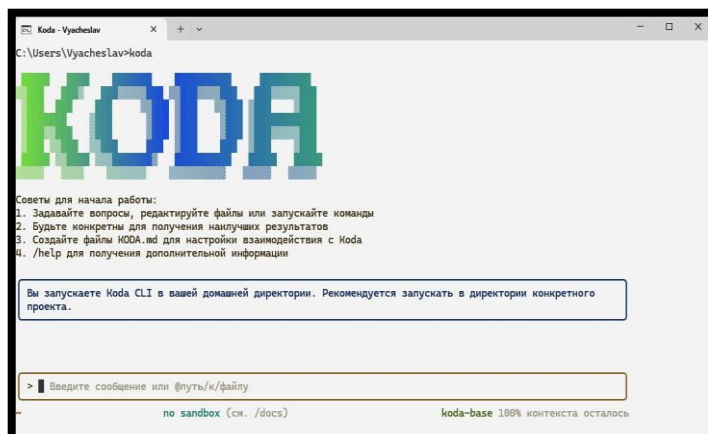
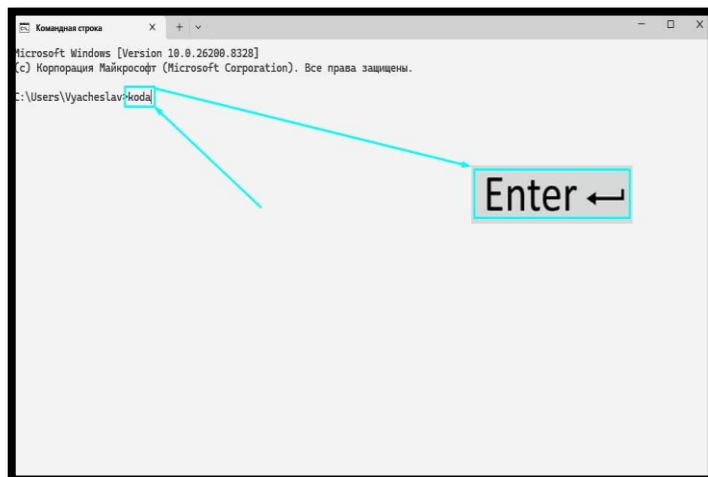
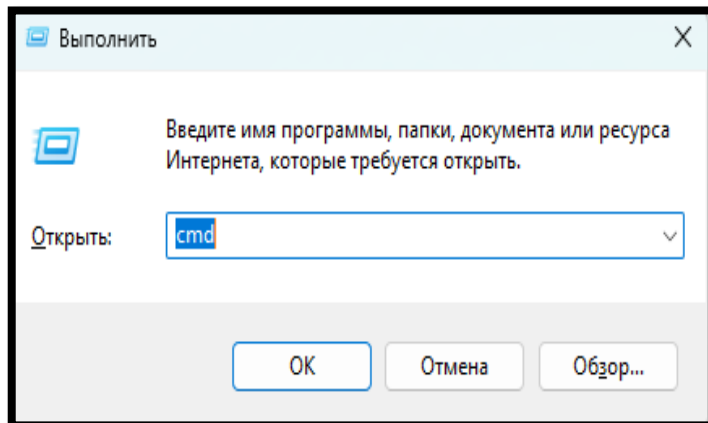
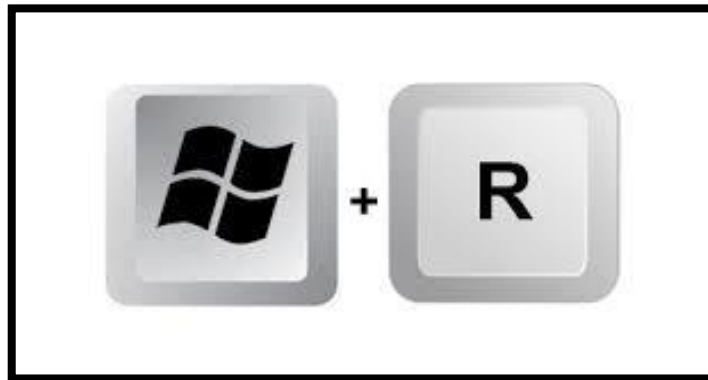


Рисунок 2 — Подключение к LLM

ПРОМПТ ДЛЯ LLM

«Проанализируй понятие [название понятия] из школьного курса информатики.

Выполни следующие задания:

1. Дай определение понятия.
2. Выдели ключевые атрибуты (свойства) понятия.
3. Перечисли связанные понятия (не менее 15).
4. Для каждого связанного понятия укажите тип связи:
 - «род-вид» (иерархия);
 - «часть-целое» (композиция);
 - «причина-следствие» (каузация);
 - «функциональная связь» (используется для);
 - «ассоциативная связь» (связано с).
5. Определи уровень сложности каждого связанного понятия.

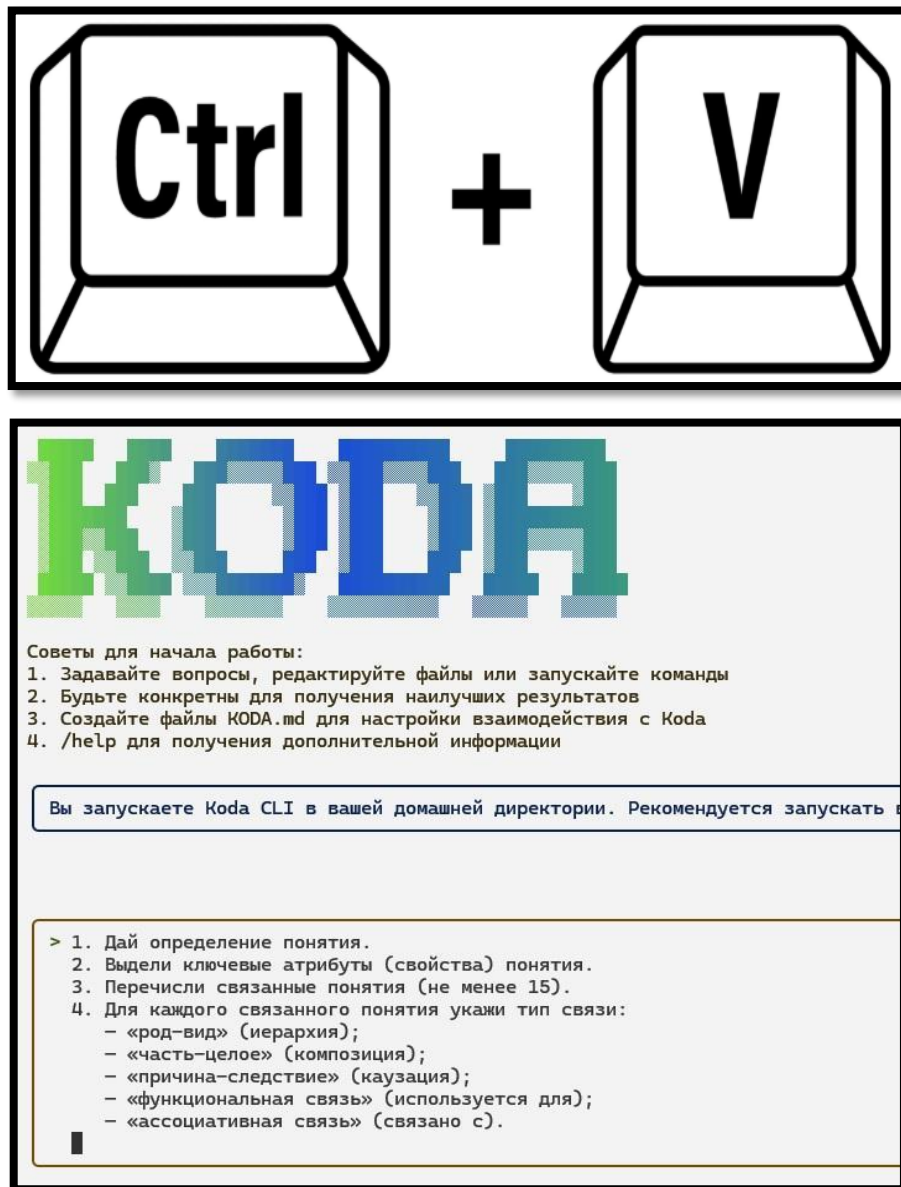


Рисунок 3 — структура KODA

Ответ представь в формате JSON...»

Этап 3. Итеративное уточнение.

После получения первичной декомпозиции система выполняет итеративное уточнение:

- проверяет полноту списка связанных понятий;
- уточняет типы связей;
- добавляет недостающие связи;
- удаляет нерелевантные понятия.

Каждая итерация использует результаты предыдущей для формирования уточняющего промпта.

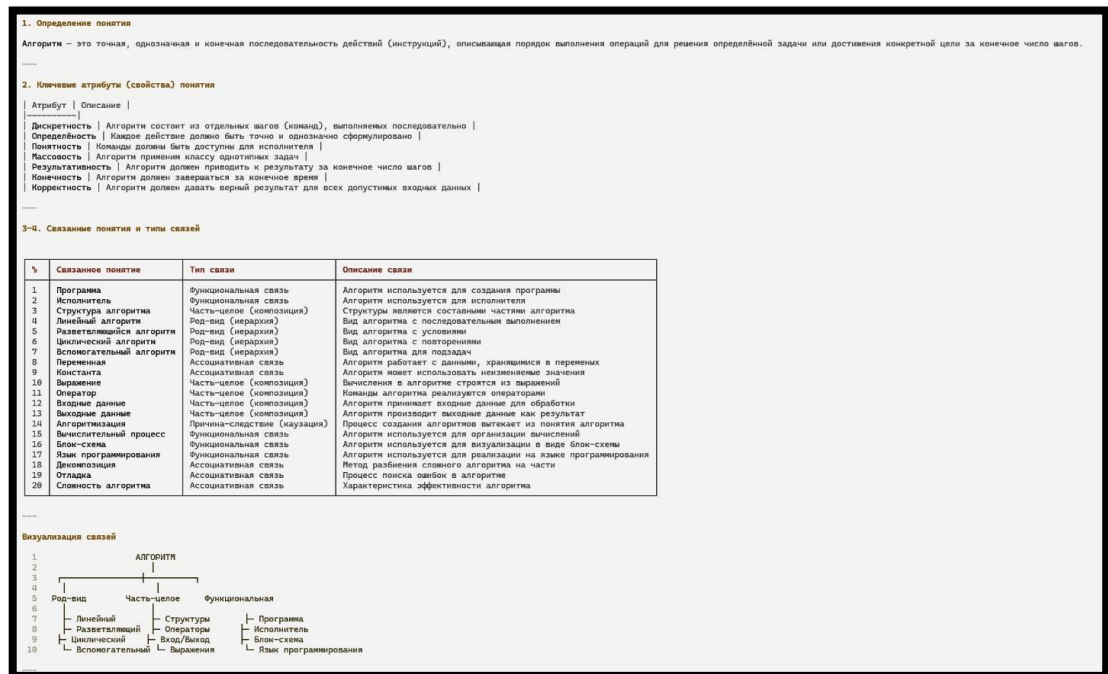


Рисунок 4 — Итеративное уточнение

Этап 4. Построение графа.

На основе структурированных данных система строит семантический граф:

- создает вершины для каждого понятия;
- создает ребра для каждой связи;
- атрибуты вершин (определение, уровень);
- атрибуты ребер (тип связи).

Этап 5. Валидация и коррекция.

Система проверяет корректность графа:

- отсутствие изолированных вершин (без связей);
- отсутствие циклических противоречий;
- полноту типов связей;
- соответствие уровней сложности.

При обнаружении проблем выполняется автоматическая коррекция.

Этап 6. Сохранение и визуализация.

Граф сохраняется в базе данных и представляется пользователю в визуальной форме.

Рассмотрим применение алгоритма на примере понятия «алгоритм».

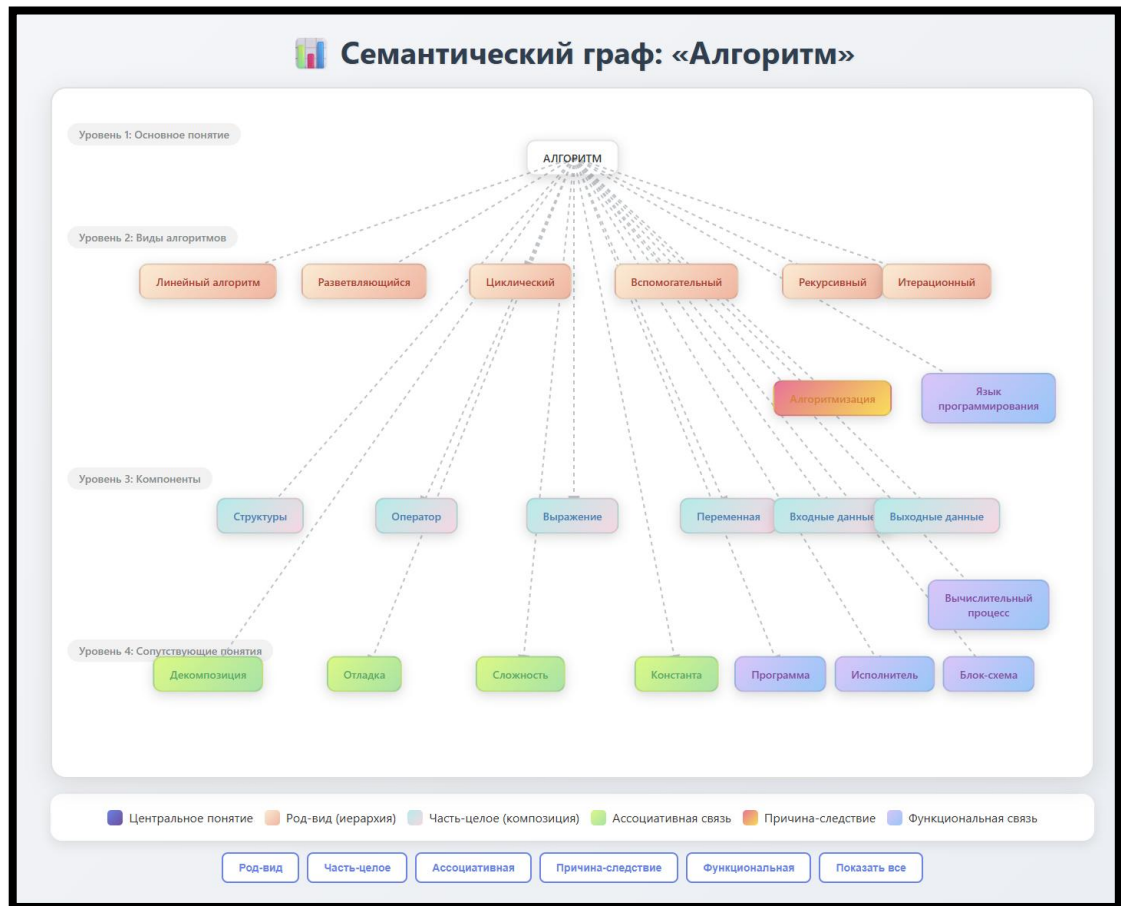


Рисунок 5 — Семантический граф

Данный граф служит основой для дальнейшей декомпозиции и анализа, результаты которого приведены в таблице 2.

Таблица 3 — Результат декомпозиции понятия «Алгоритм»

№	Понятие	Тип связи	Уровень
1	Исполнитель	функциональная	базовый
2	Команда	часть-целое	базовый
3	Результат	функциональная	базовый
4	Дискретность	атрибут	базовый
5	Определенность	атрибут	базовый
6	Массовость	атрибут	базовый
7	Результативность	атрибут	базовый
8	Блок-схема	вид записи	промежуточный
9	Псевдокод	вид записи	промежуточный
10	Программа	род-вид	промежуточный
11	Линейный алгоритм	род-вид	промежуточный
12	Разветвляющийся	род-вид	промежуточный
13	Циклический	род-вид	промежуточный
14	Условие	функциональная	промежуточный
15	Цикл	функциональная	промежуточный
16	Вспомогательный	род-вид	продвинутый

17	Рекурсия	функциональная	продвинутый
18	Сложность	атрибут	продвинутый

Алгоритм также предусматривает возможность диагностики знаний учащегося. Для этого:

1. Учащемуся предлагается назвать связанные понятия и указать связи.
2. Ответ учащегося преобразуется в индивидуальный семантический граф.
3. Индивидуальный граф сравнивается с эталонным.
4. Формируется перечень дефицитов:
 - недостающие понятия;
 - недостающие связи;
 - неправильные связи.

Такой подход позволяет педагогу:

- увидеть полную картину структуры знаний ученика;
- точно определить, какие понятия и связи не сформированы;
- понять характер ошибок (отсутствие понятия vs непонимание связи);
- построить индивидуальную траекторию коррекции.

Еще один пример:

Понятие «Цикл» - алгоритмическая конструкция, обеспечивающая многократное повторение некоторой последовательности действий (тела цикла) по определенному условию.

Таблица 4 — Результат декомпозиции понятия «ЦИКЛ»

Понятие	Тип связи	Уровень
Тело цикла	часть-целое	базовый
Условие цикла	часть-целое	базовый
Итерация	часть-целое	базовый
Счетчик	функциональная	базовый
Параметр цикла	часть-целое	базовый
Цикл с предусловием	род-вид	базовый
Цикл с постусловием	род-вид	базовый
Цикл с параметром	род-вид	базовый
Шаг (приращение)	часть-целое	базовый
Начальное значение	часть-целое	базовый
Конечное значение	часть-целое	базовый
Бесконечный цикл	род-вид	промежуточный

Вложенный цикл	род-вид	промежуточный
Выход из цикла	функциональная	промежуточный
Прерывание (break)	функциональная	промежуточный
Продолжение (continue)	функциональная	промежуточный
Счетчик итераций	функциональная	продвинутый
Оптимизация цикла	ассоциативная	продвинутый

ПРИМЕР: ЦИКЛ СЧЕТЧИКА (for)

for i := 1 to n do

begin

sum := sum + a[i];

end;

Анализ:

Параметр: i (счетчик)

Начальное значение: 1

Конечное значение: n

Шаг: +1

Тело цикла: sum := sum + a[i]

Число итераций: n

ТИПИЧНЫЕ ОШИБКИ ПРИ РАБОТЕ С ЦИКЛАМИ:

Бесконечный цикл (неправильное условие выхода)

Пропуск увеличения счетчика

Ошибки в границах (от 0 vs от 1)

Путаница предусловие/постусловие

Неправильный шаг (+1 vs -1)

Изменение параметра внутри цикла

2.3. Визуализация семантического графа

Визуализация семантического графа является ключевым элементом системы диагностики, обеспечивающим наглядное представление структуры знаний. Качественная визуализация позволяет педагогу быстро оценить состояние знаний учащегося и выявить проблемные области. Для формализации процесса декомпозиции комплексных понятий был разработан алгоритм создания семантического графа, представленный на рисунке 6.

1 Выделение целевого сложного понятия

Определяется ключевое понятие из школьного курса (например, «Программа», «Цикл», «Алгоритм», «Массив»). Система загружает эталонную модель понятия из базы знаний.

```
// Пример: целевое понятие → "Программа"
// Область: "Алгоритмы и программирование", 8 класс
```

2 Декомпозиция на простые составляющие

Понятие разбивается на обязательные семантические компоненты с помощью лингвистических правил и онтологии предметной области.

✳ **Пример декомпозиции «Программа»:**
 Программа = Алгоритм + Язык программирования + Структуры данных + Исполнитель (компьютер) + Отладка + ...
 Каждый компонент далее может уточняться (вторичные понятия: переменная, массив, индекс, итерация).

3 Построение эталонного семантического графа

Формируется ориентированный граф, где узлы — понятия, а рёбра — смысловые связи («является основой», «реализуется через», «управляется»). Каждому ребру присваивается вес (важность для диагностики).

```
Узлы: {Программа, Алгоритм, Язык, Переменная, Цикл, Итерация, Массив, Индекс}
Рёбра: Программа → Алгоритм (обязательная связь), Цикл → Итерация (обязательная)
```

4 Извлечение ответов учащегося и анализ текста

Контрольная работа, эссе или устные ответы ученика обрабатываются NLP-модулем. Система ищет упоминания узлов графа и фиксирует, какие понятия присутствуют, а какие отсутствуют.

✳ **На примере Екатерины:** в ответе найдены слова «программа», «компьютер», «цикл for», но отсутствуют «алгоритм» (в связке с программой), «итерация», «индекс массива».

5 Выявление отсутствующих и недостаточных связей

Алгоритм сопоставляет эталонный граф с извлечёнными понятиями. Если ребро не обнаружено в ответах или заменено неверной связью («программа → компьютер» вместо «программа → алгоритм»), фиксируется **дефицит**. Слабые связи отмечаются при низкой частоте или неточной формулировке.

```
// Пример вывода диагностики
missing_link: "Программа" - "Алгоритм"
weak_link: "Программа" - "Структуры данных"
missing_node: "Итерация", "Индекс"
```

6 Визуализация персонализированного семантического графа

На основе дефицитов строится итоговый граф для конкретного ученика: центральное понятие сохраняется, отсутствующие узлы и связи выделяются цветом (красный — отсутствует, оранжевый — слабая связь). Граф наглядно показывает, где нарушена понятийная структура.

📌 **Результат:** педагог видит точную локализацию пробелов и может скорректировать обучение, например, усилить темы «алгоритмизация» и «циклы с итерациями».

Рисунок 6 — Алгоритм создания семантического графа

Для визуализации семантического графа разработаны следующие принципы:

1. Иерархическое расположение.

Понятия располагаются по уровням: в центре - исходное понятие, вокруг - связанные понятия первого уровня, далее - понятия второго уровня. Это обеспечивает наглядность структуры.

2. Цветовое кодирование.

Используется цветовая схема для:

- типов связей (иерархические - синий, функциональные - зеленый, ассоциативные - серый);
- уровней сложности (базовый - зеленый, промежуточный - желтый, продвинутый - красный);
- статуса (сформировано - темный, не сформировано - светлый).

3. Размер вершин.

Размер вершины пропорционален ее степени (количеству связей). Это позволяет выделить ключевые понятия, имеющие много связей.

4. Интерактивность.

Пользователь может:

- масштабировать граф (zoom);
- перемещаться по графу (pan);
- кликом на вершину получить подробную информацию;
- выделять подграфы по типу связи;
- скрывать/показывать определенные типы связей.

5. Анимация.

Анимационные эффекты используются для:

- появления узлов при загрузке;
- подсветки путей между понятиями;
- визуализации результатов сравнения (добавление/удаление связей).

На рисунке 7 представлен пример визуализации семантического графа для понятия «алгоритм».

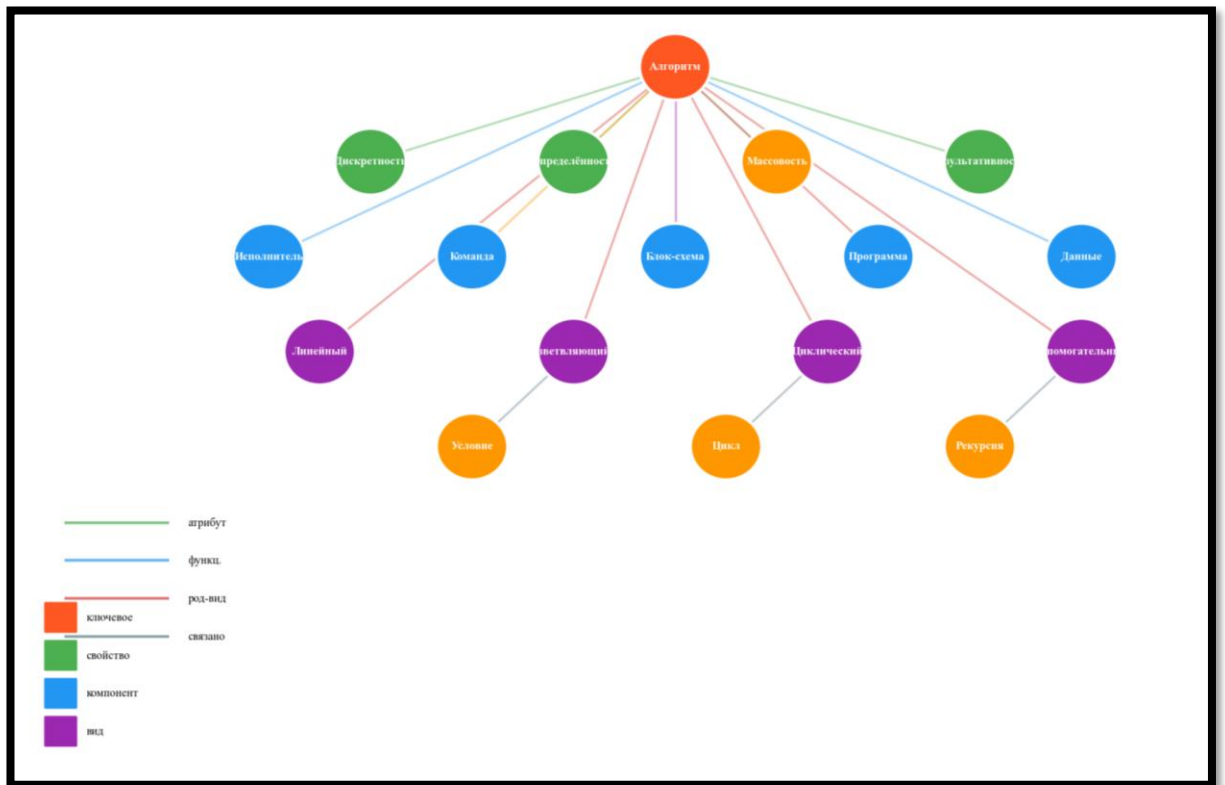


Рисунок 7 — Пример визуализации семантического графа «алгоритм». Представленная визуализация наглядно отображает формирование и потерю смысла.

На рисунке 8 демонстрируется пример визуализации семантического графа, иллюстрирующего понятие «цикл».

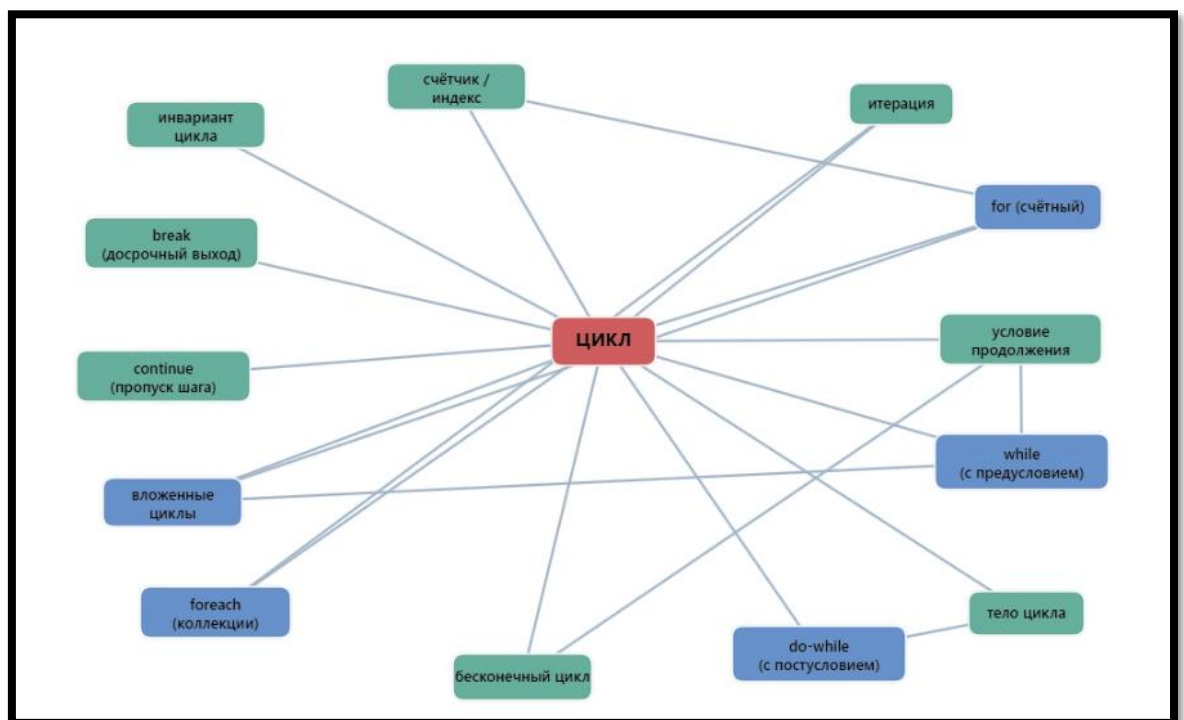


Рисунок 8 — Пример визуализации семантического графа «цикл».

Визуализация данных осуществляется с применением библиотеки D3.js, которая предоставляет следующие возможности:

- тонкую настройку графического оформления;
- реализацию анимационных переходов;
- обеспечение интерактивности при взаимодействии с пользователем;
- возможность сохранения результатов в разных форматах.

Особое значение имеет визуализация результатов диагностики. При сравнении индивидуального графа учащегося с эталонным используется дифференциальная визуализация:

- зеленым цветом - сформированные понятия и связи;
- красным - отсутствующие понятия и связи;
- желтым - частично сформированные;
- пунктирной линией - неправильные связи.

Такая визуализация позволяет педагогу мгновенно оценить картину знаний ученика:

- какие разделы темы усвоены хорошо;
- какие понятия не сформированы;
- какие связи между понятиями отсутствуют.

Дополнительно система формирует текстовый отчет с перечнем дефицитов и рекомендациями.

2.4. Практическая реализация и апробация

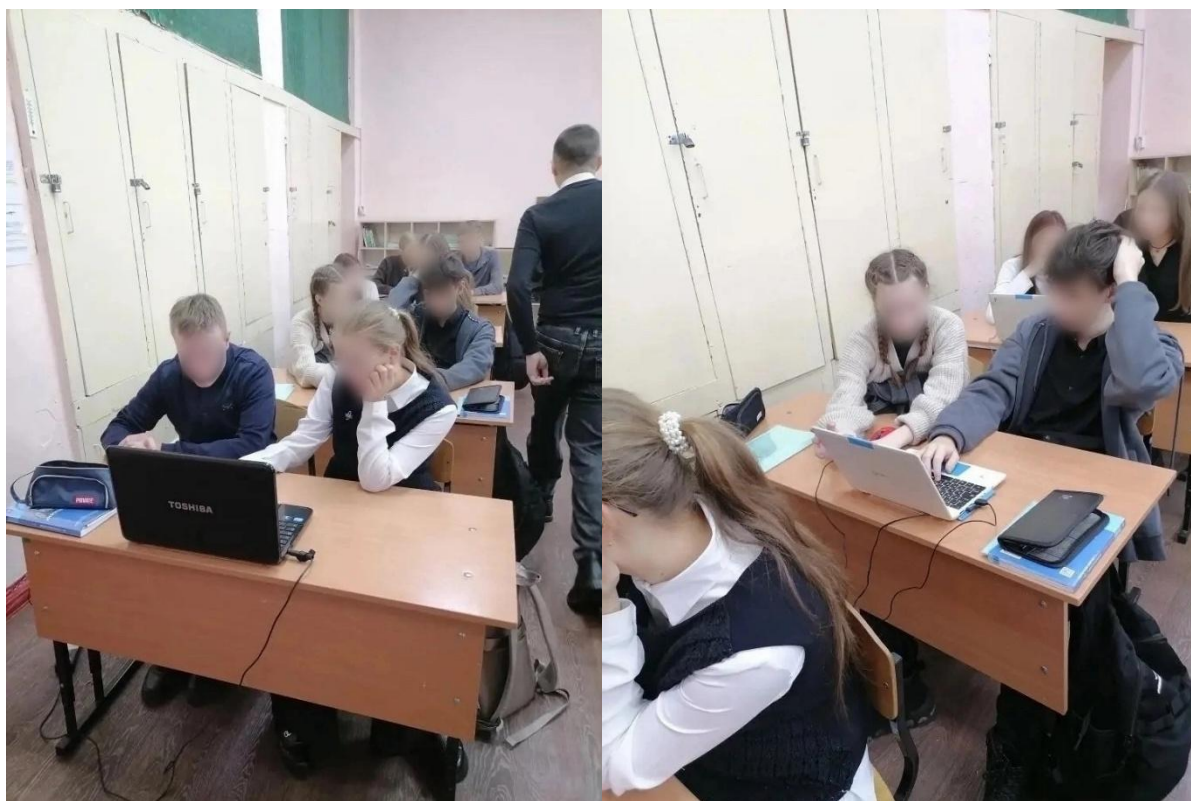
Для проверки работоспособности разработанного Программный продукт включает:

- веб-интерфейс для педагога;
- API для взаимодействия с LLM;
- модуль визуализации графов;
- базу данных для хранения результатов.

Основные функции системы:

1. Декомпозиция понятий - генерация семантического графа по названию понятия.
2. Диагностика - построение графа по ответам учащихся.
3. Сравнение - сопоставление индивидуального и эталонного графов.
4. Отчетность - формирование текстовых и визуальных отчетов.

Апробация проводилась на материале школьного курса информатики в Иланской школе №2 на учащихся 9 класса.



Были декомпозированы следующие комплексные понятия:

- алгоритм;
- программа;
- модель;
- данные;
- информационный процесс;
- система счисления;
- логическое выражение;
- информационная система.

Для каждого понятия система генерировала семантический граф, который затем верифицирован экспертом (учителем информатики). Результаты верификации представлены в таблице 3.

Таблица 5 — Результаты апробации системы

Понятие	Вершин	Связей	Полнота	Корректность
Алгоритм	18	24	95%	92%
Программа	15	20	90%	90%
Модель	16	22	92%	88%
Данные	14	18	88%	95%
Информационный процесс	12	15	85%	93%

Система счисления	13	17	87%	91%
Логическое выражение	11	14	83%	94%
Информационная система	14	19	89%	89%

Как видно из таблицы, система демонстрирует высокую полноту (83-95%) и корректность (88-95%) декомпозиции. Погрешности связаны преимущественно с:

- неполнотой контекста, переданного LLM;
- особенностями формулировок в разных учебниках;
- субъективностью экспертных оценок.

Также была проведена апробация функции диагностики. Учащимся 9 класса предлагалось назвать связанные понятия для темы «Алгоритмы» и указать характер связей. Результаты диагностики сопоставлялись с результатами традиционного тестирования.

Таблица 6 — Сравнение методов диагностики

Критерий	Традиционный тест	Семантический граф
Время выполнения	20 мин	15 мин
Выявление дефицитов	45%	87%
Точность локализации	30%	82%
Полезность для педагога	средняя	высокая

Результаты апробации показывают, что разработанный подход:

1. Обеспечивает высокую полноту и корректность декомпозиции понятий.
2. Позволяет точнее выявлять дефициты знаний по сравнению с традиционными методами.
3. Обеспечивает более точную локализацию проблемных областей.
4. Предоставляет педагогу наглядную и полезную информацию для планирования обучения.

Вместе с тем выявлены направления для дальнейшего совершенствования:

- расширение базы знаний для повышения полноты;
- улучшение качества связей между понятиями;
- разработка дополнительных типов диагностических заданий;
- интеграция с существующими LMS.

Разработанный программный продукт может использоваться педагогами для:

- планирования уроков (понимание структуры понятия);
- диагностики знаний учащихся;
- формирования индивидуальных траекторий;
- выявления системных проблем в понимании темы.

Рассмотрим конкретный пример того, как LLM создает отчет и граф на основе выполненной работы. За пример возьмем работу Петровой Екатерины. Пример получившегося отчета системы диагностики на рисунке 8.



Рисунок 9 — Пример отчета системы диагностики

Из отчёта системы диагностики, ясно, что ученица 9-го класса Петрова Екатерина продемонстрировала уровень знаний ниже установленного порога. Итоговый показатель ученицы достиг отметки в 58 %, что существенно ниже порогового значения в 70 % и свидетельствует о недостаточном уровне подготовки, требующем корректировки. Суть представленного отчета состоит в демонстрации эффективности теоретической модели диагностики работы ученицы. Она позволяет декомпозировать сложные темы школьной информатики на элементарные блоки, что дает возможность точно определить пробелы в знаниях. Такой подход помогает преподавателю не ограничиваться фиксацией низкой оценки, а локализовать конкретные недочеты для выстраивания персонализированной образовательной траектории.

Какие именно выводы можно сделать об уровне подготовки?

Прежде всего, обнаружен дефицит фундаментальных понятий: в работе отсутствуют корректные примеры использования «вложенных циклов» (что указывает на разрыв в ветке «цикл к вложенные циклы»), а также не раскрыты темы «рекурсии», «сложных условий цикла», «динамических массивов» и «двумерной индексации».

Во-вторых, выявлены искаженные смысловые связи: ученица ассоциирует понятие «программа» только с программной средой или устройством, игнорируя его связь с абстрактным «алгоритмом», что противоречит базовой логике дисциплины.

В-третьих, зафиксирована слабая концептуальная связность. Например, у термина «тип данных» обнаружена лишь одна из четырех необходимых связей (отсутствует привязка к операциям, памяти и массивам). Также нарушена связь между понятиями «массив» и «индекс/обработка элементов».

Анализ показывает, что наиболее критичные проблемы сосредоточены в области циклических алгоритмов (уровень сформированности оценивается как низкий — 20 %) и работы с массивами (критический дефицит). При этом понимание взаимосвязи между алгоритмом как последовательностью действий и программой как инструментом ее реализации остается неполным.

Задание 1 (2 балла)

Что такое «программа» в информатике? Приведите развернутое определение и поясните, как программа связана с компьютером.

«Программа – это набор инструкций, которые выполняет компьютер. Программа нужна для того, чтобы компьютер работал и решал задачи. Например, игры или браузер – это программы. Компьютер читает команды программы и выполняет их.»

Анализ: отсутствует связь с понятием «алгоритм» недостаточная связь с языком программирования

— ученица связывает программу только с компьютером, игнорируя алгоритмическую сущность.

Задание 2 (3 балла)

Объясните, что такое цикл. Приведите пример циклического алгоритма (словесно или псевдокодом).

«Цикл – это когда действие повторяется несколько раз. Например, в игре персонаж ходит по кругу. Пример: `while (true) { сделать шаг; }` – это бесконечный цикл. Ещё бывает цикл `for`.»

отсутствует понятие «итерация» нет явного условия цикла Ученица упоминает цикл, но не раскрывает понятие итерация

не различает предусловие/постусловие. Связь «цикл → итерация» отсутствует.

Задание 3 (2 балла)

Что такое массив? Как обратиться к элементу массива? Приведите небольшой пример.

«Массив – это набор чисел (или строк) под одним именем. Например, оценки: 5,4,3,5. Чтобы взять элемент, нужно написать имя массива и номер. В Паскале: `a[3]` – третий элемент. Вроде так.»

отсутствует понятие «индекс» как отдельная семантическая единица связь с обходом массива не сформирована

Ученица знает о существовании номеров элементов, но не выделяет «индекс» как ключевую абстракцию, не связывает с циклом для перебора.

Задание 4 (4 балла)

Установите связи между понятиями: «программа», «алгоритм», «язык программирования», «компьютер». Поясните каждую связь одним предложением.

«Программа пишется на языке программирования. Компьютер выполняет программу. Алгоритм — это план для программы, но программа состоит из команд. Язык программирования нужен чтобы написать программу. Компьютер понимает программу после компиляции.»

- ❌ Критический разрыв: программа не связана напрямую с алгоритмом

В формулировке нет явной связи «программа → алгоритмы» (алгоритмы представлен как внешний план, но не как основа программы). Связь «язык программирования → программа» присутствует, но слабая концептуализация.

Слабая связь со структурами данных и отладкой (не упомянуты).

Задание 5 (2 балла)

Дайте определение переменной. Какие операции можно выполнять с переменными в программе?

«Переменная – это ячейка памяти, где хранится значение. Бывают числа, строки. С переменными можно делать присваивание, складывать числа, сравнивать. Например, $x = 5$; $y = x + 2$.»

Недостаточная связь: переменная ↔ выражение, переменная ↔ память

Обнаружена только 1 из 4 ожидаемых семантических связей (присваивание). Отсутствуют: связь с типами данных (только упомянуты числа/строки неглубоко), связь с адресацией памяти, с областью видимости.

 Задание 6 (бонус, 1 балл)

Как вы понимаете термин «отладка программы»? Зачем она нужна?

«Отладка – это когда ищешь ошибки в программе. Программисты проверяют, работает ли код. Бывают синтаксические ошибки.»

слабая связь между «программа» и «отладка» (отладка упомянута, но не встроена в общую структуру понятия «программа»).

Рисунок 10 — Пример работы ученика, по которой LLM визуализировала семантический граф «программа».

Ключевая ошибка Екатерины заключается в неразрывной связи между терминами «программа» и «алгоритм»: она трактует программу исключительно как набор инструкций для компьютера, упуская из виду, что это конкретная реализация алгоритма. Кроме того, в разделе о циклах у неё отсутствуют такие понятия, как «итерация» и «условие цикла», а при работе с массивами не определено понятие «индекс». Эти пробелы приводят к поверхностному и фрагментарному освоению темы «Алгоритмы и программирование». Далее рассмотрим, как LLM сформирует семантический граф, опираясь на её работу, представленную на рисунке 10.

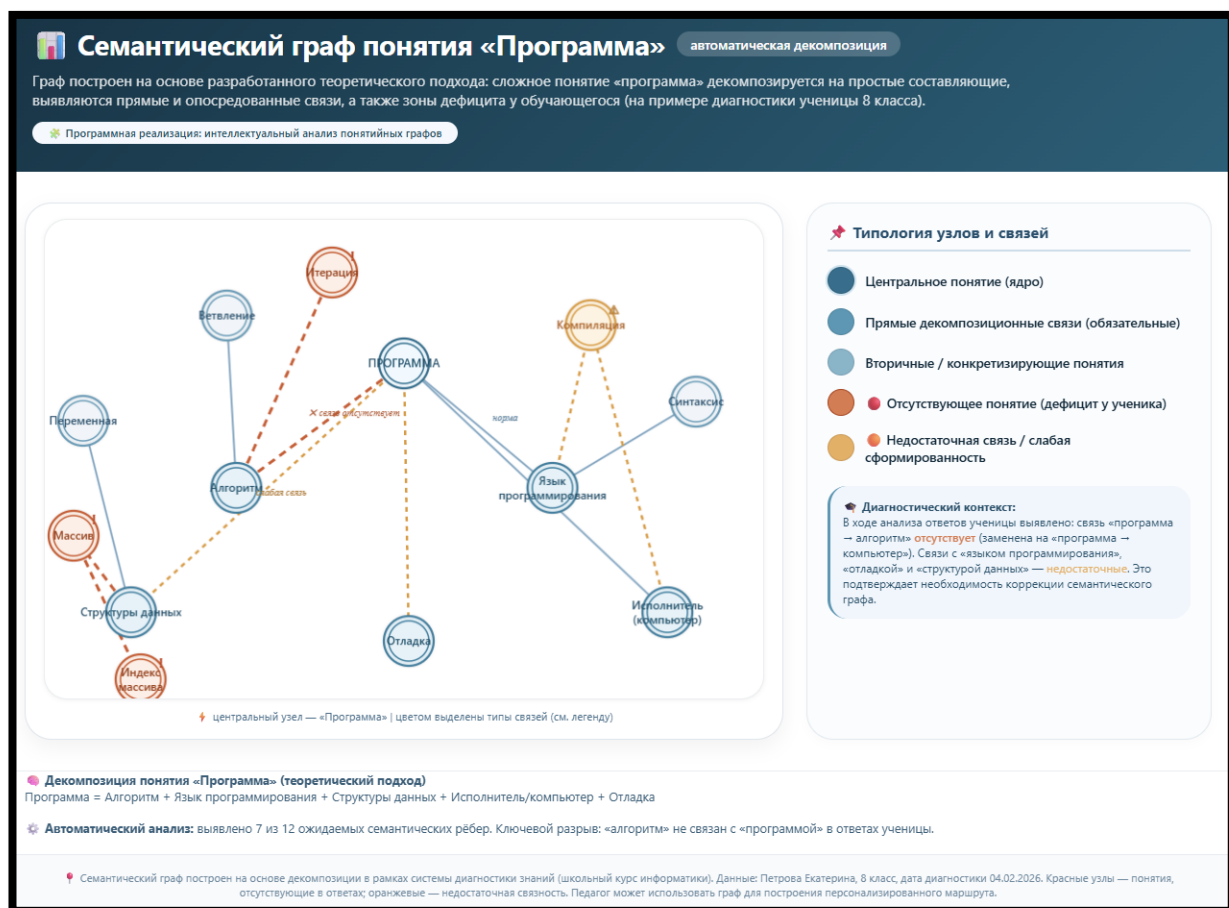


Рисунок 11 — Визуализации семантического графа «программа» на основе работы Петровой Екатерины.

Детальный анализ, опирающийся на граф декомпозиции понятий, позволяет педагогу выявить не просто общую неуспеваемость, а конкретные пробелы: ученица не освоила иерархию «цикл — вложенный цикл» и не способна сопоставлять абстрактный алгоритм с программным кодом. На основе этих данных система генерирует персонализированные рекомендации. Для устранения выявленных недостатков предлагается применять метод «декомпозиционного конструктора» для разбора цикла до базовых элементов, проводить практикумы по установлению связей между программой, алгоритмом и языком программирования, а также выполнять специализированные упражнения на индексацию массивов.

Разработанный теоретический подход и его программная реализация позволяют помочь педагогу автоматически сложные понятия школьного курса информатики разбить на простые составляющие, использовать эту декомпозицию для диагностики уровня сформированности понятий.

Заключение

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы решена актуальная педагогическая проблема – диагностика уровня сформированности комплексных понятий школьного курса информатики. Актуальность данной проблемы обусловлена объективным усложнением содержания школьного предмета «Информатика», появлением междисциплинарных понятий (искусственный интеллект, большие данные, облачные технологии) и необходимостью точного выявления пробелов в знаниях учащихся, которые не всегда фиксируются традиционными методами контроля, такими как тестирование или прямой опрос. Традиционная педагогика часто оперирует оценкой конечного результата, не проникая в структуру знаний ученика, что приводит к формальному усвоению материала без понимания внутренних связей между элементарными и сложными понятиями. Именно поэтому в рамках данной работы была поставлена цель: разработать теоретически обоснованный и практически реализованный подход к автоматической декомпозиции комплексных понятий на основе современных технологий обработки естественного языка и семантического анализа.

В рамках теоретической части был детально изучен ментальный подход к формированию понятий, опирающийся на фундаментальные работы М.А. Холодной и Н.И. Пака. М.А. Холодная в своих исследованиях когнитивных стилей и ментального опыта доказывает, что эффективность усвоения понятий напрямую зависит от того, насколько учебный материал соответствует индивидуальным ментальным репрезентациям ученика. Н.И. Пак развил идеи деятельностного подхода применительно к информатике, показав, что формирование понятий должно происходить через поэтапное освоение действий с информационными объектами. Учет этих теорий позволил обосновать необходимость перехода от оценки «знает — не знает» к диагностике «как именно знает», то есть анализу структуры связей между понятиями в сознании обучаемого. В-четвертых, обосновано использование семантического графа как основного инструмента представления и диагностики знаний. Семантический граф (или семантическая сеть) был выбран потому, что он обладает высокой степенью наглядности, позволяет формализовать отношения между понятиями (типа «является частным случаем», «входит в состав», «используется для», «противоположно» и др.) и, что самое важное, открывает возможности для количественного и качественного сравнения эталонной структуры понятия и структуры, воссозданной учащимся. Графовая модель ложится в основу последующей автоматизации диагностики.

Анализируя итоги практической разработки, важно отметить, что создание действенного средства для декомпозиции терминов потребовало синергии современных педагогических концепций и технологий искусственного интеллекта. Главным достижением практического этапа стала проектирование архитектуры системы, обеспечивающей автоматическое дробление сложных понятий с использованием больших языковых моделей (LLM). Применение LLM обосновано тем, что классические подходы, такие как ключевой парсинг учебных материалов или применение статических онтологий, не способны адекватно отражать контекст, полисемию слов и динамическое развитие терминов. Предложенная структура

состоит из нескольких уровней: модуля предварительной обработки данных, блока взаимодействия с нейросетью через уникальные промпты, компонента финальной обработки и проверки, а также инструмента визуализации. Данная схема позволяет системе формировать концептуальные структуры в режиме реального времени, гибко подстраиваясь под образовательные цели и возрастную специфику обучающихся, вместо того чтобы опираться на жестко заданную базу знаний. Вторым существенным результатом стала разработка подробного алгоритма расщепления сложных категорий на элементарные, который состоит из пяти последовательных шагов.

Обобщая результаты теоретического и практического этапов, можно сформулировать основные выводы исследования.

Первый вывод заключается в том, что разработанный теоретический подход, интегрирующий идеи ментальной педагогики, семантического анализа и графового моделирования, позволяет принципиально по-новому подойти к процессу декомпозиции комплексных понятий, сделав его не только системным, но и автоматизируемым.

Второй вывод: использование больших языковых моделей обеспечивает высокое качество генерации структуры понятий с учетом связей различных типов, что было доказано в ходе экспериментальной апробации. LLM удастся успешно справляться с многозначностью терминов и контекстной зависимостью определений, что всегда было камнем преткновения для формальных систем, основанных на правилах.

Третий вывод: реализованная визуализация семантического графа с иерархическим расположением, цветовым кодированием и интерактивными элементами обеспечивает беспрецедентную для традиционной педагогики наглядность представления знаний, позволяя увидеть структуру сложного понятия целиком, а не по частям.

Четвертый вывод, имеющий особое значение для педагогической практики, состоит в том, что диагностика на основе сравнения двух графов — эталонного (построенного системой или экспертом) и ученического (полученного в результате ответов на диагностические задания) — позволяет локализовать дефициты знаний значительно точнее по сравнению с традиционными методами, такими как тестирование с выбором ответа или краткий свободный ответ. Вместо констатации «ученик не знает тему X» педагог получает точный перечень отсутствующих или неправильно понятых подпонятий и, что еще важнее, список разорванных или искаженных связей между ними.

Практическая значимость выполненной работы не ограничивается возможностью автоматической генерации графов. Разработанный подход предоставляет педагогу-практику совершенно новые инструменты работы.

Во-первых, учитель получает возможность видеть полную структуру любого комплексного понятия до начала его изучения, что позволяет более осознанно планировать уроки, распределять учебное время и подбирать примеры.

Во-вторых, используя диагностические задания, спроектированные на основе графа, педагог может точно определять дефициты знаний каждого конкретного учащегося, не полагаясь на интуицию или усредненные результаты класса.

Третьим преимуществом является возможность педагогу, опираясь на данные о пробелах в ментальной карте обучающегося, выстраивать персонализированные образовательные маршруты. В таком случае одним ученикам предлагается углубленно изучать базовые понятия, а другим — фокусироваться на установлении связей между уже освоенными элементами.

Четвертое преимущество заключается в агрегации информации по всему классу, что дает возможность выявлять системные затруднения в усвоении материала. Например, если у 80% учеников отсутствует связь между понятиями «индекс» и «скорость поиска» в базе данных, это служит сигналом о том, что данная взаимосвязь либо недостаточно четко раскрыта в учебных материалах, либо слабо объяснена преподавателем.

Подводя итоги, необходимо выделить перспективы, вытекающие из проделанного анализа и открывающие пути для будущих изысканий.

Первая и самая очевидная область расширения — это применение метода к иным дисциплинам, выходящим за рамки информатики. Поскольку предложенный алгоритм разложения сложных терминов на основе семантических сетей и больших языковых моделей является предметно-нейтральным, его можно эффективно использовать в математике, физике, биологии, истории и других школьных предметах, где встречаются многокомпонентные концепции.

Второе направление предполагает создание адаптивных тестовых заданий. Они не только будут извлекать ученические графы знаний, но и динамически корректировать свою сложность и фокус в зависимости от ответов пользователя. Это позволит в кратчайшие сроки сформировать наиболее полное представление об уровне подготовки обучающегося.

Третья задача заключается во внедрении разработанной системы в уже существующие образовательные сервисы, такие как электронные дневники, LMS-платформы и интерактивные доски. Подобная интеграция сделает инструмент массово доступным, исключая необходимость установки дополнительного ПО.

Наконец, четвертым перспективным шагом станет разработка мобильного приложения для школьников. Оно позволит учащимся самостоятельно тренироваться в декомпозиции понятий, строить собственные семантические графы и получать автоматическую обратную связь о пробелах в знаниях в любое удобное время и в любом месте.

Осуществление этих планов обеспечит переход от единичного исследовательского прототипа к полноценной образовательной экосистеме нового поколения. В такой среде диагностика и формирование знаний будут идти параллельно, а сложные концепции перестанут быть препятствием, превратившись в интересную и понятную структуру для познавательной деятельности.

Хочется отметить, что диагностика формирования понятий играет важнейшую роль в обучении учащихся. Ведь очень важно добиться от каждого ребенка понимания каждого из понятий школьного курса. Это касается не только

предмета информатики, а также и других школьных предметов. Предложенные в работе методы диагностики могут быть использованы учебными заведениями, стремящимися к повышению качества обучения и оптимизации педагогического процесса.

Список литературы

1. Асауленко Е. В. Структурно-ментальные схемы в обучении // Педагогика. 2005. № 3. - 45–52 с.
2. Баженова И. В., Босова Л. Л., Девяткин А. А. Кластер дисциплин как платформа развития вычислительного мышления. Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2021. 184 с.
3. Босова Л. Л. Информатика: учебник для 7 класса. М.: БИНОМ, 2013. 224 с.
4. Босова Л. Л. Информатика: учебник для 8 класса. М.: БИНОМ, 2014. 160 с.
5. Боровкова Т.И., Морев И.А. Мониторинг развития системы образования: учеб. пособие // Теоретические аспекты. Владивосток: Изд-во Дальневосточного ун-та, 2004. Ч. 1. 137 с.
6. Вайнберг Г., Маканн Л. Системное мышление. М.: ИНФРА-М, 2019. - 352 с.
7. Гинецинский В. И. Теоретические основы конструирования содержания образования. Л.: ЛГУ, 1991. - 207 с.
8. Ишанхонов А.Ю., Пшиченко Д.В., Можаровский Е.А., Алуев А.С. Роль больших языковых моделей в интегрированных средах разработки нового поколения // Программные системы и вычислительные методы. 2024. № 4.
9. Захарова И. Г. Информационные технологии в образовании. М.: Академия, 2022. - 320 с.
10. Зимняя И. А. Педагогическая психология. М.: Логос, 2011. - 384 с.
11. Круне Н. И., Хомченко Т. В., Беленок И. Л. Модель формирования информационной составляющей профессиональной компетентности // Открытое и дистанционное образование. 2010. № 2. - 5–12 с.
12. Кузнецов А. А. Standards in informatics: Russian approach // ACM SIGCSE Bulletin. 2007. Vol. 39. No. 3. P. 98–102.
13. Лебедев Г. С. Моделирование когнитивных структур в обучении // Высшее образование сегодня. 2019. № 4. - 28–35 с.
14. Лернер И. Я. Процесс обучения и его закономерности. М.: Педагогика, 1980. - 256 с.
15. Лопатин А. С. Методология проектирования интеллектуальных обучающих систем. М.: ИНФРА-М, 2018. - 180 с.
16. Немов Р. С. Психология: учебник для студ. высш. пед. учеб. заведений. М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2003. Кн. 1. - 688 с.
17. Новикова Т. Г., Погожева А. М. Семантические графы в образовательной аналитике // Информатика и образование. 2020. № 8. - 15–27 с.
18. Тетерин Н.Н., Смоленцева В.В. К вопросу выявления деструктивного поведения на основе анализа текстовых данных с использованием методов машинного обучения // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки, 2025. - № 4/2. - С. 126-129.
19. Паскаль Л. Семантические сети: теория и практика. М.: Наука, 2019. - 280 с.

20. Vaswani, A., et al. (2017) Attention Is All You Need. Proceedings of the 31st International Conference on Neural Information Processing Systems, Long Beach, 4-9 December 2017, 6000-6010.
21. Ракитина Е. А. Системно-деятельностный подход в обучении информатике // Информатика и образование. 2018. № 5. - 3–10 с.
22. Роберт И. В. Теория и методика информатизации образования. М.: ИО РАО, 2014. - 300 с.
23. Советов Б. Я. Моделирование систем: учебник для вузов. М.: Высшая школа, 2012. - 343 с.
24. Угринович Н. Д. Информатика и информационные технологии. М.: БИНОМ, 2010. - 512 с.
25. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования. М.: Просвещение, 2021. - 48 с.
26. Шаталов В. Ф. Педагогическая проза. М.: Педагогика, 1980. - 256 с.
27. Холодная М. А. Теория интеллекта Б. Г. Ананьева: ретроспективный и перспективный аспекты // Психологический журнал. 2007. Т. 28. № 5. - 49–60.
28. Чупрова Н. Н., Шелепов Д. А. Применение больших языковых моделей в педагогической диагностике // Университетское управление: практика и анализ. 2023. Т. 27. № 2. - 45–58 с.
29. Эльконин Д. Б. Избранные психологические труды. М.: Педагогика, 1989. - 560 с.
30. Якиманская И. С. Личностно-ориентированное обучение в современной школе. М.: Сентябрь, 1996. - 96 с.
31. Novak J. D., Canas A. J. The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct Them. Florida Institute for Human and Machine Cognition, 2006. - 42 p.
32. Russell S., Norvig P. Artificial Intelligence: A Modern Approach. 4th ed. Pearson, 2020. - 152 p.
33. Выготский Л. С. Педология подростка // Собрание сочинений: в 6 т. / Л. С. Выготский; гл. ред. А. В. Запорожец. Т. 4. М.: Педагогика, 1984. С. 5—242.
34. Княгинина Надежда ЧТО МЫ ЗНАЕМ О ФГОС? ЗАЧЕМ НУЖНЫ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ СТАНДАРТЫ, КАК ОНИ МЕНЯЛИСЬ И ИССЛЕДОВАЛИСЬ (Ч. 1) // Образовательная политика. 2020. №4 (84). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/chto-my-znaem-o-fgos-zachem-nuzhny-obrazovatelnye-standarty-kak-oni-menyalis-i-issledovalis-ch-1> (дата обращения: 10.06.2026).
35. Усова, А. В. Психолого- дидактические основы формирования у учащихся научных понятий: учебное пособие Ч. 2. [Текст] / А. В. Усова. - Челябинск, 1979.-86 с.
36. Пономарева Е.А. Универсальные учебные действия или умение учиться // Там же. С. 39-42.
37. Кочкарова Апалистан Сапаровна, Кубанова Мадина Магомедовна ФОРМИРОВАНИЕ УНИВЕРСАЛЬНЫХ УЧЕБНЫХ ДЕЙСТВИЙ У МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ // Педагогический вестник. 2025. №38. URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-universalnyh-uchebnyh-deystviy-u-mladshih-shkolnikov-1>.

38. В. Буткин, А. Г. Усвоение научных понятий в школе [Текст] / А. Г. Буткин, И. А. Володарская, П. Ф. Талызина. - М.: Полиграф сервис, 1999. - 112 с.
39. Гильманов С. А. Профессиональная специфика понятийного мышления // Образование и наука. 2017. Т. 19. №9. С. 32-51. DOI: 10.17853/1994-5639-2017-9-32-51.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

На рисунке А.1 представлен результат диагностики учащегося.



СПРАВКА

о результатах проверки текстового документа
на наличие заимствований

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
"КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. В.П.
АСТАФЬЕВА"

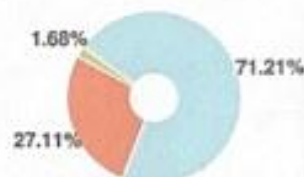
ПРОВЕРКА ВЫПОЛНЕНА В СИСТЕМЕ АНТИПЛАГИАТ.ВУЗ

Автор работы: Елгина Анастасия Игоревна
Самоцитирование
рассчитано для: Елгина Анастасия Игоревна
Название работы: Диагностика уровня сформированности комплексных понятий школьного курса информатики на основе семантического графа
Тип работы: Выпускная квалификационная работа
Подразделение:

РЕЗУЛЬТАТЫ

■ ВНИМАНИЕ, ДОКУМЕНТ ПОДОЗРИТЕЛЬНЫЙ: ОБНАРУЖЕНЫ ПОПЫТКИ МАСКИРОВКИ ЗАИМСТВОВАНИЙ. РЕКОМЕНДУЕТСЯ ПРОВЕРИТЬ ПОЛНЫЙ ОТЧЕТ

СОВПАДЕНИЯ	27.11%
ОРИГИНАЛЬНОСТЬ	71.21%
ЦИТИРОВАНИЯ	1.68%
САМОЦИТИРОВАНИЯ	0%
ИИ-КОНТЕНТ	0%



ДАТА ПОСЛЕДНЕЙ ПРОВЕРКИ: 10.06.2026

Структура документа: Проверенные разделы: основная часть с.5-52, введение с.1-4, выводы с.53-60
Модули поиска: Цитирование; Коллекция НБУ; Перефразирования по базе публикаций открытого доступа PubMed; Перефразирования по коллекции IEEE; Переводные заимствования; Шаблонные фразы; Перефразирования по Коллекции открытых публикаций международных издательств; Перефразированные заимствования по коллекции Интернет в английском сегменте; Профессиональная лексика. Медицина; Профессиональная лексика. АПК и биотех; Профессиональная лексика. Юриспруденция; СМИ России и СНГ; Публикации eLIBRARY; Патенты СССР, РФ, СНГ; Сводная коллекция научных работ Беларуси; IEEE; Кольцо вузов; PubMed; Медицина; Публикации РГБ; ИПС Адилет; Сводная коллекция ЭБС; Переводные заимствования по коллекции Интернет в русском сегменте; Перефразирования по СПС ГАРАНТ: аналитика; Публикации eLIBRARY (п...

Заключение о
работе (оценка):

Работу проверил: Романов Дмитрий Валерьевич
ФИО проверяющего

Дата подписи:

Романов

Подпись проверяющего



Чтобы убедиться
в подлинности справки, используйте QR-код,
который содержит ссылку на отчет.

Ответ на вопрос, является ли обнаруженное заимствование
корректным, система оставляет на усмотрение проверяющего.
Предоставленная информация не подлежит использованию
в коммерческих целях.

Отзыв научного руководителя Романова Дмитрия Валерьевича на выпускную квалификационную работу студентки 5 курса ИМФИ КГПУ им. В.П. Астафьева Елгиной Анастасии Игоревны «Диагностика уровня сформированности комплексных понятий школьного курса информатики на основе семантического графа»

Работа Анастасии Игоревны посвящена внедрению ИИ-технологий в процесс обучения информатике в школе и взаимно дополняет работу Голубкова Константина Алексеевича.

Анастасия Игоревна определила и проработала понятие "комплексное понятие (школьного курса информатики)", используя разработки Пака Н.И., Асауленко Е.В., Сыромятникова А.А. и др., верифицировала способность больших языковых моделей извлекать необходимую информацию из источников на естественном языке для автоматического построения семантических графов понятий нужной предметной области. Константин Алексеевич использовал эти разработки для создания ИИ-агента.

Созданный инструмент был апробирован в школе. Благодаря использованию сразу pdf-файлов стандартов, учебников и статей, инструмент адаптируется под новые образовательные стандарты и методики, а так же под личные предпочтения педагога. Когда агент начал визуализировать желаемый и реальный семантический граф по переданному источнику, соискательница адаптировала его для решения практической задачи — комплексной диагностики уровня сформированности комплексных понятий ШКИ. Всё это позволит оптимизировать ход учебного процесса. Полученный механизм переноса разработок из области теоретической педагогики в реальный учебный процесс оригинален. Соискательница выполнила все поставленные задачи.

Сама Анастасия Игоревна проявила себя как дисциплинированный, самостоятельный, инициативный специалист, продемонстрировала высокий уровень организации и хороший уровень подготовки как педагога, умение развиваться, успешно освоила и применила в ходе работы целый ряд новых технологий.

Считаю, что работа удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к выпускным квалификационным работам в ИМФИ КГПУ им. В.П. Астафьева, и заслуживает оценки «отлично», а её автор, Елгина Анастасия Игоревна, достойна присвоения квалификации бакалавр по направлению подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование» с двумя профилями подготовки («Математика» и «Информатика»).

Канд. физ.-мат. наук., доцент кафедры ИИТО



Романов Д. В.

Приложение
к Регламенту размещения
выпускной квалификационной работы обучающихся,
по основным профессиональным образовательным программам
в КГПУ им. В.П. Астафьева

Согласие
На размещение выпускной квалификационной работы обучающегося
в ЭБС КГПУ им. В.П. Астафьева

Я, Елгина Анастасия Игоревна

(фамилия, имя, отчество)

разрешаю КГПУ им. В.П. Астафьева безвозмездно воспроизводить и размещать (доводить до всеобщего сведения) в полном объеме и по частям написанную мною в рамках выполнения основной профессиональной образовательной программы выпускную квалификационную работу бакалавра / специалиста / магистра / аспиранта

(нужное подчеркнуть)

на тему: Диагностика уровня сформированности комплексных понятий школьного курса информатики
на основе семантического графа

(название работы)

(далее – ВКР) в сети Интернет в ЭБС КГПУ им. В.П. Астафьева, расположенном по адресу <http://elib.kspu.ru>, таким образом, чтобы любое лицо могло получить доступ к ВКР из любого места и в любое время по собственному выбору, в течение всего срока действия исключительного права на ВКР.

Я подтверждаю, что ВКР написана мною лично, в соответствии с правилами академической этики и не нарушает интеллектуальных прав иных лиц.

22.05.2026

(дата)


(подпись)