

АННОТАЦИЯ

диссертации на соискание степени «доктор философии» (PhD)
по специальности 6D060200 – «Информатика»

НАУРЫЗБАЕВ БАУЫРЖАН АМАНҒАЗЫҰЛЫ

РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ САМООБУЧАЮЩЕЙСЯ СИСТЕМЫ ДЛЯ АНАЛИЗА ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ РЕШЕНИЮ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Общая характеристика работы. Диссертационная работа рассматривает вопросы изучения эффективности использования интеллектуальных технологий в развитии вычислительного мышления обучающихся с использованием методов искусственного интеллекта для персонализации образовательного процесса.

В условиях стремительного развития технологий и цифровизации, математика становится одной из ключевых дисциплин, формирующих критическое мышление и аналитические способности, необходимые в профессиональной и личной жизни. Однако современные подходы к обучению математике часто не соответствуют вызовам времени, что выражается в снижении уровня успеваемости обучающихся. Данные международных исследований, таких как, PISA и TIMSS, свидетельствуют о недостаточном уровне математической грамотности, особенно, в аспектах решения задач высокого уровня сложности.

В эпоху цифровизации одной из актуальных задач является цифровая трансформация системы образования с использованием технологий искусственного интеллекта. Традиционные методы обучения не всегда эффективно адаптируются к потребностям обучающихся, что подчеркивает важность применения интеллектуальных систем, способных персонализировать образовательный процесс.

Применение искусственного интеллекта в образовательной сфере набирает популярность, благодаря его возможностям улучшать процесс обучения, повышать вовлеченность обучающихся и предоставлять персонализированное обучение. Современные исследования подтверждают, что искусственный интеллект способен автоматизировать рутинные задачи, такие как, оценивание, диагностика знаний и создание адаптивных образовательных программ.

С каждым годом увеличивается количество обучающихся, а нехватка учителей, особенно в сельских районах, становится все более ощутимой. Интеллектуальные системы могут служить дополнительным инструментом, облегчающим работу учителей и предоставляющим качественную помощь обучающимся. В этом контексте данное исследование имеет важное значение не только на национальном, но и на международном уровне, поскольку процессы обучения и формирования навыков требуют единого подхода к управлению образованием. Таким образом, **актуальность диссертационной работы** связана с решением проблемы по разработке интеллектуальных систем,

способных персонализировать образовательный процесс, позволяющих повысить качество и эффективность образовательного процесса.

Объектом исследования является процесс обучения решению математических задач с использованием интеллектуальных систем.

Предметом исследования являются модели и алгоритмы, применяемые для создания интеллектуальной самообучающейся системы, предназначенной для анализа и повышения эффективности процесса обучения математике.

Цель исследования заключается в разработке интеллектуальной самообучающейся системы для анализа процесса обучения решению математических задач, которая интегрирует графовые нейронные сети для диагностики знаний обучающихся и формирования персонализированных рекомендаций.

Задачи исследования.

- Провести анализ существующих подходов и технологий для адаптивного обучения математике;
- Разработать модель графовых нейронных сетей для диагностики знаний обучающихся;
- Создать алгоритмы для анализа ошибок и формирования персонализированных траекторий обучения;
- Реализовать и протестировать интеллектуальную систему для обучения математике на основе методов машинного обучения.

Методы исследования. Методология исследования основана на интеграции теоретических и эмпирических методов, направленных на разработку интеллектуальной самообучающейся системы для анализа процесса обучения решению математических задач. Особое внимание уделяется использованию графовых нейронных сетей (GNN) в качестве инструмента для диагностики пробелов в знаниях учащихся и формирования персонализированных траекторий обучения. Этот подход позволяет эффективно моделировать сложные связи между темами учебного материала и действиями учащихся, что способствует точному прогнозированию их образовательных достижений.

Теоретическая основа исследования включает анализ существующих подходов к адаптивному обучению и интеллектуальным образовательным системам. Изучены современные разработки, включая графовые модели знаний, методы обработки больших данных и технологии искусственного интеллекта. Анализ литературных источников позволил выявить ключевые научные пробелы, такие как ограниченность персонализации в традиционных системах обучения и низкая адаптивность существующих технологий к изменяющимся потребностям учащихся.

Методологический подход основан на разработке математической модели графа знаний. Граф знаний представляет собой структуру, в которой узлы графа отображают темы, задания и навыки, а рёбра графа выражают взаимосвязи между ними. Для создания этой модели использовались данные учебных планов, а также результаты выполнения заданий учащимися, что обеспечило адаптацию графа знаний к конкретным образовательным условиям.

Основным инструментом анализа является графовая нейронная сеть, обновляющая представления узлов и рёбер графа на основе данных об успеваемости учащихся. Эта система позволяет не только выявлять проблемные

области в знаниях, но и адаптировать учебные траектории в режиме реального времени.

Экспериментальная часть исследования была направлена на тестирование разработанной системы в реальном образовательном процессе. Эксперимент использовал методы квазиэкспериментального исследования, включая сравнение контрольной и экспериментальной групп учащихся. Контрольная группа обучалась традиционными методами, тогда как в экспериментальной группе применялась разработанная интеллектуальная система. Данные, собранные в ходе эксперимента, обрабатывались с использованием методов статистического анализа, что позволило оценить влияние системы на успеваемость, активность учащихся и точность диагностики знаний.

В качестве объективной оценки эффективности системы применялись методы количественного и качественного анализа. К количественным методам относились вычисление показателей точности, скорости выполнения заданий и уровня производительности. Качественные методы основывались на анкетировании учащихся и преподавателей, а также на анализе их восприятия системы.

Ключевым этапом стало применение модели Item Response Theory (IRT) для анализа индивидуальных показателей учащихся и прогнозирования их образовательных результатов. Таким образом, предложенная методология исследования интегрировала современные технологии графовых нейронных сетей, математические модели и методы экспериментального анализа, что обеспечило всестороннюю оценку разработанной системы и её потенциала для интеграции в образовательный процесс.

Использованная методология была направлена на решение ключевых задач адаптивного обучения, включая диагностику пробелов в знаниях, формирование персонализированных траекторий и повышение эффективности образовательного процесса.

Научная новизна. Научная новизна диссертационного исследования заключается в разработке уникальной интеллектуальной самообучающейся системы на основе графовых нейронных сетей, позволяющей адаптивно анализировать и корректировать процесс обучения математике.

Основные научные положения, выносимые на защиту и обладающие признаками научной новизны:

1. Модель графовых нейронных сетей для диагностики уровня знаний обучающихся;
2. Алгоритм анализа и формирования персонализированных траекторий обучения;
3. Интеллектуальная самообучающаяся система для адаптивного обучения математике.

Практическая ценность результатов исследования. Практическая значимость исследования заключается в разработке системы, которая может быть применена в школах и университетах Казахстана для улучшения качества математического образования.

Разработанная интеллектуальная система обладает потенциалом для масштабируемости и адаптации в различных образовательных учреждениях. Основным направлением масштабируемости является интеграция с облачными платформами, такими как Google Cloud или Microsoft Azure, что позволит

эффективно обрабатывать большие объёмы данных и обеспечивать бесперебойное функционирование системы в условиях увеличивающегося числа пользователей.

Кроме того, система легко интегрируется с популярными платформами управления обучением, такими как, Moodle и Blackboard, что упрощает её внедрение в существующую образовательную инфраструктуру.

Дополнительно разработанная система может быть адаптирована для использования в других образовательных дисциплинах, таких как, физика, химия или языковые науки, благодаря универсальности архитектуры графовых нейронных сетей.

Перспективным направлением является интеграция системы с национальными образовательными программами, что позволит масштабировать её применение на уровне всей страны.

Апробация работы. Основные результаты диссертационной работы доложены и обсуждены на следующих мероприятиях:

- II Международная конференция по экономическим и социальным тенденциям для устойчивости современного общества (ICEST-II) (Красноярск, Российская Федерация, 2021);

- научный семинар факультета «Информационные технологии» Евразийского национального университета им. Л.Н.Гумилева (г.Астана, Казахстан, 2024);

- заседание по информационно-техническим наукам в УО «Alikhan Vokeikhanov University» (г.Семей, Казахстан, 2024).

- научный семинар школы «Цифровые технологии и искусственный интеллект» Восточно-Казахстанского технического университета им. Д. Серикбаева (г.Усть-Каменогорск, Казахстан, 2024).

Публикации. По теме диссертационной работы опубликовано 8 научных работ, в том числе 1 статья в журнале, входящем в базу данных Scopus (перцентиль по CiteScore равный 63%), 3 статьи в изданиях, рекомендованных уполномоченным органом МНВО РК, 1 статья в трудах международной конференции (Россия), 3 статьи в журналах РИНЦ.

Структура и объем диссертационной работы: Диссертация состоит из введения, трёх глав, заключения, списка использованной литературы и приложений.

Во **введении** рассмотрены актуальность и современное состояние проблемы, сформулированы цель и задачи исследования, определены научная новизна и практическая значимость работы.

Первая глава посвящена теоретическим основам адаптивного обучения и применения графовых нейронных сетей в образовательной аналитике. Представлен обзор существующих интеллектуальных обучающих систем и разработана концепция графов знаний для анализа образовательных данных.

Вторая глава содержит разработку математической модели графа знаний и алгоритмов анализа данных учащихся. Также представлена структура интеллектуальной самообучающейся системы, включая её основные компоненты и методы адаптации обучения.

Третья глава описывает апробацию разработанной системы, анализ её эффективности и перспективы внедрения в образовательный процесс

Казахстана. Представлены результаты экспериментального тестирования и их интерпретация.

В заключении подведены итоги исследования, изложены основные выводы и предложения, сформулированы теоретические и практические результаты работы. Обоснована научная новизна, практическая значимость и перспективы внедрения разработанной интеллектуальной самообучающейся системы для анализа процесса обучения решению математических задач в образовательный процесс.