

ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ МОДЕЛЕЙ И АЛГОРИТМОВ ИИ-АССИСТЕНТА ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ТРАЕКТОРИИ НА ПРИМЕРЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН

Аннотация. В статье представлена концепция программной реализации ИИ-ассистента для сопровождения индивидуальных образовательных траекторий студентов по математике. Описаны архитектура, алгоритмы и адаптивная методология, основанная на анализе цифровых следов, когнитивных профилей и графов знаний. Предполагается повышение качества обучения и вовлеченности за счет персонализированной поддержки.

Ключевые слова: ИИ-ассистент, индивидуальная образовательная траектория, математическое моделирование, персонализация, адаптивное обучение, цифровая дидактика.

Введение. Цифровая трансформация высшего образования требует переосмысления традиционных моделей преподавания с учетом разнообразия когнитивных и поведенческих характеристик студентов. Особенно это актуально в математике, где обучение требует системного мышления, логики и абстракции. Разноуровневая подготовка и различия в восприятии информации затрудняют реализацию единых учебных программ [1, 2].

Согласно отчету НИУ ВШЭ (2023), 68% первокурсников технических и естественно-научных направлений сталкиваются с трудностями при изучении матанализа, алгебры и теории вероятностей. 42% отмечают нехватку адаптации материалов к их стилю обучения, а 29% — недостаток обратной связи [3].

Международные исследования фиксируют рост интереса к персонализированному обучению. По данным HolonIQ (2023), рынок решений AIED достиг 6,2 млрд долларов, при ежегодном росте свыше 25%. Более 70% ведущих вузов США и Европы внедряют ИИ-платформы, адаптирующие обучение на основе поведенческих и когнитивных данных [4].

В России аналогичное развитие происходит в рамках проекта «Цифровая образовательная среда» [5]. Однако большинство ИИ-решений ограничены функциями репетиторства, без учета когнитивных особенностей и стратегий усвоения, что снижает мотивацию и результативность.

Возникает потребность в интеллектуальной системе нового поколения, способной адаптировать содержание и строить индивидуальную траекторию на основе когнитивного профиля, ошибок и динамики освоения. Настоящая работа посвящена проектированию такого ИИ-ассистента с последующей апробацией в учебной среде.

Проблема исследования. Интеллектуальные образовательные системы (AIED) являются ключевым направлением цифровой трансформации образования, обеспечивая персонализацию и повышение вовлеченности студентов. AIED-технологии служат основой адаптивной педагогики, сопровождающей обучающегося на всех этапах образовательной траектории.

Международный опыт демонстрирует широкий спектр решений: ALEKS (McGraw-Hill) применяет теорию пространств знаний, Squirrel AI (Китай) сочетает машинное обучение

с байесовской диагностикой и анализом ошибок [6, 7], а Khanmigo (Khan Academy) реализует диалоговую поддержку на базе языковых моделей [8].

Однако большинство систем не учитывают когнитивные стили, поведенческие особенности и мотивационные профили студентов, что снижает их эффективность в условиях академического разнообразия. Исследования Brown и Hughes (2020) показывают, что более 60% студентов не воспринимают предлагаемый контент как соответствующий их индивидуальным потребностям [9].

В российской науке персонализация рассматривается в контексте цифровой дидактики. Работы МГППУ, НИУ ВШЭ, РАНХиГС и других учреждений сосредоточены на цифровых тьюторах, анализе цифровых следов и построении индивидуальных маршрутов [3]. При этом, как отмечают Гарин и Смирнова, большинство решений остаются экспериментальными и не интегрированы в образовательную практику [10].

Ключевая нерешенная задача — интеграция когнитивной аналитики и адаптивных рекомендаций в единую цифровую архитектуру. Основы такого подхода заложены в теориях IRT [11] и архитектурах интеллектуальных тьюторов [12]. Современные исследования подчеркивают необходимость кластеризации поведенческих данных и построения персонализированных траекторий [13].

Таким образом, выявляется разрыв между теоретическим потенциалом AIED и практической реализацией. Это требует создания новых моделей ИИ-ассистентов, сочетающих алгоритмическую адаптацию, когнитивную чувствительность и дидактическую строгость — особенно в математическом образовании, где важны логика, абстракция и последовательность [14].

Материалы и методы. Целью исследования является разработка интеллектуального ассистента для поддержки индивидуальных траекторий изучения математических дисциплин. Методология основана на интеграции педагогических принципов и цифровых технологий, включая языковые модели [15].

На первом этапе спроектирована структура системы, включающая четыре ключевых компонента:

1. Анализ трудностей. Система фиксирует задания, вызывающие затруднения, и определяет темы, требующие доработки [16].
2. Логика последовательности. Темы выстроены от простого к сложному. При затруднениях с базовыми темами предлагается возврат к предыдущему материалу.
3. Персональные рекомендации. С учетом темпа, ошибок и ответов система предлагает задания, адаптированные к индивидуальному уровню.
4. Визуальная обратная связь. Отображается пройденный материал, текущий прогресс и предстоящие темы, что способствует осознанному обучению.

Система реализуется как веб-приложение с удобным интерфейсом для студентов и преподавателей. Вся учебная активность сохраняется, позволяя корректировать траекторию и отслеживать прогресс. В настоящее время проект проходит внутреннее тестирование; планируется апробация в реальной учебной среде с участием студентов математических направлений.

Алгоритм функционирования ИИ-ассистента. Работа ассистента организована поэтапно, обеспечивая адаптацию контента под уровень и потребности студента:

1. Инициализация темы. Преподаватель задает тему или задачу — отправную точку для генерации контента.
2. Извлечение понятий. Модель формирует список ключевых терминов, который может быть уточнен преподавателем.
3. Оценка значимости. Понятия ранжируются по значимости с помощью тематического анализа.
4. Контекстуализация. Новые понятия соотносятся с ранее изученными, формируя целостный когнитивный контекст.
5. Генерация заданий. На основе уровня студента и предметной логики формируются задания разной сложности.
6. Адаптивная обратная связь. В зависимости от выполнения студент получает объяснения или переход к следующей теме.
7. Корректировка траектории. На основе цифрового профиля обновляется индивидуальная траектория, предлагаются повторения или углубления.

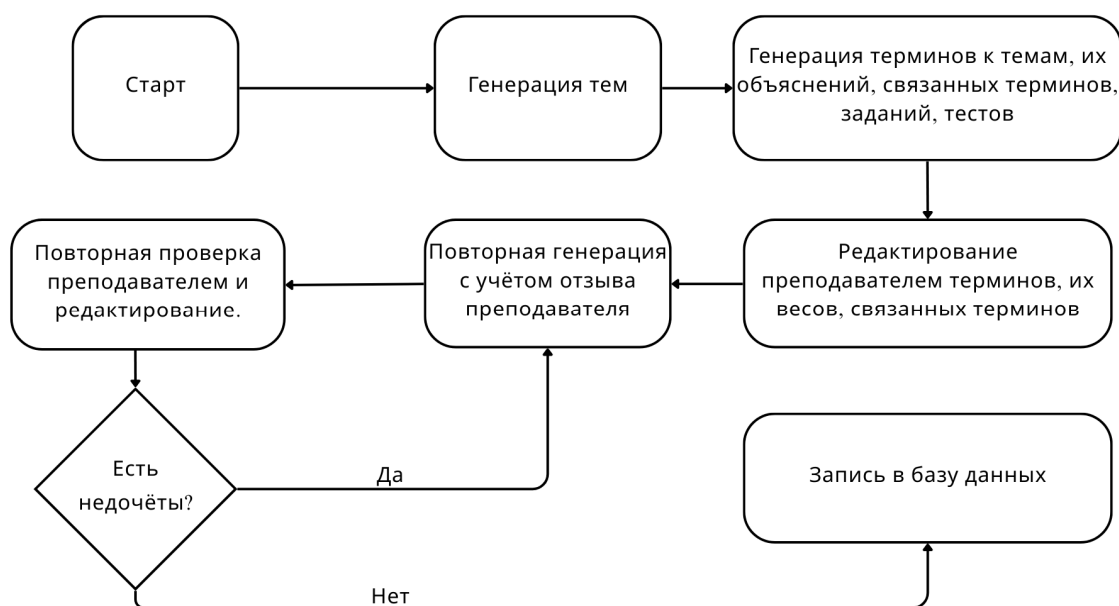


Рис. 1. Этапы работы ИИ-ассистента

Архитектура системы. ИИ-ассистент EduAITutor реализован как модульный веб-сервис, ориентированный на поддержку индивидуальных образовательных траекторий. Архитектура основана на клиент-серверной модели и обеспечивает масштабируемость, гибкость и интеграцию с внешними образовательными платформами.

Система включает следующие уровни:

1. Пользовательский уровень (Frontend). Интерфейс взаимодействия для студентов и преподавателей, реализованный на современных фреймворках. Обеспечивает доступ к заданиям, материалам, прогрессу и обратной связи.
2. Серверная логика (Backend). Обработывает пользовательские запросы, управляет базой данных, цифровыми следами и учебной аналитикой. Построена на асинхронной архитектуре для высокой производительности.

3. ИИ-компонент. Контент генерируется моделью GigaChat — отечественной LLM-системой, обученной на русскоязычных научных корпусах [17]. Модель создает задания, пояснения и терминологические блоки. Возможна экспертная верификация при сложных запросах.

4. Модули функционального назначения. Вся система разделена на логически обособленные модули, каждый из которых выполняет специализированные функции:

<i>Модуль</i>	<i>Функция</i>
Аутентификация и доступ	Регистрация преподавателей и студентов, защита персональных данных, разграничение прав
Генерация учебных материалов	Интеграция с GigaChat API, автоматическая генерация и форматирование контента
Управление контентом	Хранение, классификация и повторное использование учебных материалов
Интерфейсный модуль	Редактирование контента, визуализация, контроль прогресса
Модуль рефлексии	Сравнение версий, экспертная оценка, обратная связь на основе модели второго уровня

5. Информационная безопасность. Данные обрабатываются с применением современных протоколов шифрования. Система соответствует стандартам защиты и допускает адаптацию к требованиям вузов.

6. Перспективы масштабирования. Архитектура поддерживает расширение — добавление модулей педагогической аналитики, прогнозирования академических рисков и визуализации траекторий на основе обучающих данных.

Ожидаемые эффекты и перспективы внедрения. Предполагается, что внедрение разработанного ИИ-ассистента в учебный процесс по математическим дисциплинам позволит достичь нескольких значимых эффектов.

Прежде всего, улучшится качество усвоения материала за счет индивидуального подбора заданий и темпа обучения. Студенты смогут сосредоточиться на тех темах, которые вызывают затруднения, а не продвигаться по курсу одинаково с остальной группой. Это особенно важно для студентов с разным уровнем начальной подготовки.

Во-вторых, ожидается повышение учебной мотивации и вовлеченности. Благодаря визуализации прогресса, персонализированным подсказкам и гибкому маршруту обучения студенты будут ощущать контроль над собственным образовательным процессом. Это может способствовать формированию устойчивой познавательной активности и снижению отсева.

Кроме того, система может быть полезна и преподавателям. Она предоставит информацию о типичных ошибках студентов, о тех темах, которые вызывают наибольшие трудности, и поможет скорректировать содержание курса в реальном времени. Таким образом, ИИ-ассистент может стать инструментом для повышения эффективности преподавания.

В перспективе система может быть адаптирована для других дисциплин, где также важна последовательность тем и поэтапное формирование знаний — например, физика, информатика или экономика. Возможна также интеграция с существующими цифровыми образовательными платформами (Moodle, Canvas и др.).

Разработка и апробация такой системы открывает путь к созданию гибкой, человеко-ориентированной цифровой образовательной среды, в которой каждый обучающийся сможет реализовать собственную траекторию развития, а преподаватели — получить надежные инструменты педагогической аналитики и поддержки.

Заключение. Предложенная концепция ИИ-ассистента направлена на поддержку индивидуальных траекторий обучения в математике. Методология объединяет принципы личностно-ориентированного обучения и цифровые технологии, адаптирующие содержание и темп под особенности обучающихся.

Система основана на анализе учебной активности, графах знаний и персонализированных рекомендациях с учетом когнитивных и поведенческих факторов. Ожидается, что использование ассистента повысит успеваемость, устраним фрагментарность усвоения и укрепит мотивацию.

Несмотря на проектный статус, модель обладает потенциалом для масштабирования и применения в других дисциплинах, требующих логической структуры и когнитивной вовлеченности.

На следующих этапах планируется тестирование, сбор обратной связи и пилотное внедрение. Особое внимание будет уделено анализу динамики результатов и мотивационно-волевых изменений студентов, что позволит оценить педагогическую состоятельность подхода и определить вектор его развития.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Захарова И. Г., Нгуен К. Х. Математическое и информационное обеспечение интеллектуальной системы поддержки многоцелевых индивидуальных образовательных траекторий // Сборник материалов Международной научно-практической конференции памяти академика РАО М. П. Лапчика (Омск, 22–23 ноября 2024 г.) / под общ. ред. М. И. Рагулиной. — Омск : Изд-во ОмГПУ, 2024. — 394 с.
2. Нгуен К. Х. Математические модели образовательных траекторий в высшем образовании // Математическое и информационное моделирование : материалы Всероссийской конференции молодых ученых. — Тюмень : ТюмГУ-Пресс, 2024. — С. 16–19.
3. Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики». Мониторинг качества образования: результаты и выводы. — 2023. — URL: <https://www.hse.ru> (дата обращения: 18.04.2025).
4. HolonIQ. Artificial Intelligence in Education — Global Market Forecast. — 2023. — URL: <https://www.holoniq.com> (дата обращения: 18.04.2025).
5. Минпросвещения РФ. Цифровая образовательная среда: цели и задачи проекта. — URL: <https://edu.gov.ru> (дата обращения: 18.04.2025).
6. McGraw-Hill Education. ALEKS — Assessment and Learning in Knowledge Spaces. — URL: <https://www.aleks.com> (дата обращения: 18.04.2025).
7. Squirrel AI Learning. Squirrel AI Adaptive Education System. — URL: <https://www.squirrelai.com> (дата обращения: 18.04.2025).
8. Khan Academy. Khanmigo — GPT-based tutor assistant. — URL: <https://www.khanacademy.org> (дата обращения: 18.04.2025).
9. Brown M., Hughes H. AI in Adaptive Learning Systems: Challenges and Potential // British Journal of Educational Technology. — 2020. — Vol. 51, № 6. — С. 2134–2148.

10. Гарин Е. А., Смирнова О. Л. Индивидуализация обучения на основе интеллектуальных систем поддержки принятия решений // Информационные технологии в образовании. — 2021. — № 3. — С. 45–51.
11. Embretson S. E., Reise S. P. Item Response Theory for Psychologists. — Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates, 2000. — 371 p.
12. Woolf B. P. Building Intelligent Interactive Tutors: Student-Centered Strategies for Revolutionizing E-Learning. — Amsterdam : Morgan Kaufmann, 2010. — 384 p.
13. Kim S., Park J. Personalized Learning Paths Using AI Recommenders // Journal of Educational Technology. — 2022. — Vol. 11, № 3. — P. 213–228.
14. Селевко Г. К. Современные образовательные технологии: учебное пособие. — Москва : Народное образование, 2006. — 256 с.
15. Brusilovsky P., Millán E. User models for adaptive hypermedia and adaptive educational systems // The Adaptive Web: methods and strategies of web personalization. — Berlin ; Heidelberg : Springer, 2007. — С. 3–53.
16. Вахрушева Л. Н. Индивидуализация обучения в цифровой образовательной среде // Инновационная наука. — 2019. — № 6. — С. 101–105.
17. Сбертех. GigaChat — российская языковая модель нового поколения. — URL: <https://sberdevices.ru/gigachat> (дата обращения: 04.05.2025).