

ИИ-тьютор для персонализированного обучения в современной школе

Пестов В.В.

Аристотель Проджект Компани
г. Екатеринбург, Российская Федерация
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-57880633>
e-mail: pestov@fotek.ru

Москвин Д.А.

Аристотель Проджект Компани
г. Екатеринбург, Российская Федерация
ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-7583-2181>
e-mail: vbdunit@gmail.com

В статье рассматривается проблема персонализированного обучения в условиях цифровой трансформации образования и предлагается решение в виде интеллектуальной обучающей системы «Аристотель» (Intelligent Tutoring System, ITS Aristotel). Система объединяет возможности крупных языковых моделей и логического модуля для адаптивного сопровождения учащихся. Описана архитектура системы, включающая чат-бота, логический движок на языке Пролог и мультимодальные инструменты обучения. Показано, как система может использоваться в школе для интеграции дисциплин STEM (математика, физика, информатика) и предоставления индивидуальных траекторий обучения. Отмечены преимущества для учащихся (увеличение мотивации, вовлеченности, результативности) и для учителей (снижение нагрузки, аналитика результатов). Делается вывод о потенциале системы как масштабируемого инструмента персонализации образования, опирающегося на принципы доказательной педагогики.

Ключевые слова: Персонализированное обучение. Искусственный интеллект. Интеллектуальные обучающие системы. EdTech. STEM. Цифровая трансформация. Доказательная педагогика

Финансирование. Разработка выполнена на средства авторов.

Для цитаты. Пестов В.В., Москвин Д.А. ИИ-тьютор для персонализированного обучения в современной школе // Цифровая гуманитаристика и технологии в образовании (DHTE 2025): сб. статей VI международной научно-практической конференции. 13–14 ноября 2025 г. / Под ред. В.В. Рубцова, М.Г. Сороковой, Н.П. Радчиковой. М.: Издательство ФГБОУ ВО МГППУ, 2025. 230–251 с.

Введение

Современное образование переживает цифровую трансформацию, и все большее внимание уделяется персонализированному обучению и использованию интеллектуальных технологий в классе. Научные исследования в области педагогики давно показали, что обучение один на один с преподавателем является одной из самых эффективных форм обучения, давая существенно лучшие результаты у школьников по сравнению с традиционным групповым обучением. Однако обеспечить каждого ученика личным наставником в условиях массовой школы практически невозможно. Этот вызов, известный как проблема 2-х сигм Блума (Bloom, B. S., 1984), стимулирует поиск технологических решений, способных в широком масштабе воспроизвести преимущества индивидуализированного обучения.

Интеллектуальная обучающая система «Аристотель» (Intelligent Tutoring System, ITS «Aristotel») — это компьютерная система, имитирующая человеческого наставника и предоставляющая учащимся немедленные и персонализированные инструкции и обратную связь без постоянного участия учителя. Цель такой системы — обеспечить *адаптивную поддержку*, учитывающую потребности каждого учащегося, делая обучение более эффективным и увлекательным для всех. Новейшие достижения в области искусственного интеллекта (ИИ) — особенно крупные языковые модели (LLM) и мультимодальные алгоритмы обучения — открыли новые возможности для создания подобных ИИ-тьюторов. Такие интеллектуальные тьюторы могут вести естественный диалог с учениками, представлять богатый мультимедийный контент и подстраиваться под индивидуальный темп и стиль обучения. В данной статье мы представляем нашу систему ИИ-тьютора, предназначенную для использования в современной школе, описываем принципы ее построения и архитектуру, а также обсуждаем преимущества для учеников, учителей и системы образования в целом. (Kulik, Fletcher, 2016; Ma, et al., 2014; Mayer, 2009).

Мы также сопоставляем нашу работу с новейшими достижениями доказательной педагогики, подчеркивая, как система реализует доказавшие эффективность образовательные стратегии и улучшает результаты обучения.

Обзор системы и принципы построения

Разработанная нами система ИИ-тьютора представляет собой онлайн-платформу, предназначенную для автоматизации и улучшения персонализированных образовательных траекторий школьников.

Главная цель системы — предоставить каждому ученику адаптивный опыт обучения, сопоставимый с работой личного наставника, с использованием передовых технологий ИИ. В частности, система умеет генерировать индивидуальные учебные планы, рекомендовать учебные материалы и упражнения с учетом прогресса ученика, а также проверять знания учащегося с помощью интеллектуальной оценки. Система нацелена на решение нескольких ключевых проблем современного образования: недостаточной персонализации при единой программе для всех, отсутствия эффективных средств автоматизированной проверки знаний и сложности интеграции разнообразного учебного контента (тексты, видео, графика, код) в единый опыт обучения. ИИ-тьютор предназначен в качестве инструмента как для учащихся, так и для учителей в контексте EdTech (образовательных технологий). Для учеников он служит всегда доступным наставником, который может объяснять концепции, давать подсказки и предоставлять обратную связь по выполняемым заданиям. Для учителей система выполняет роль ассистента, автоматизируя рутинные задачи — такие как составление упражнений и проверка — и предоставляя детальную аналитику об успеваемости учащихся. (Shute, V. J., 2008)

Принципы построения: ИИ-тьютор спроектирован на основе нейросимвольного подхода, объединяющего крупные нейросетевые языковые модели с логическим выводом на основе правил. Такой гибридный дизайн использует сильные стороны и современных, и классических методов ИИ: нейросетевая LLM-компонента обеспечивает широкие знания и понимание естественного языка, позволяя ИИ-тьютору вести открытый диалог и отвечать на разнообразные вопросы. Одновременно модуль логического вывода (реализованный на языке Пролог) обеспечивает детерминированное и прозрачное рассуждение для строгой проверки решений учащихся и гарантии корректности в таких областях, как математика и естественные науки. Такой подход основан на понимании того, что нейросетевые модели и логические системы взаимно дополняют друг

друга: LLM предоставляет универсальные навыки решения задач, а логическая часть системы — точные проверки на основе правил. По сути, система использует LLM как «мозг» для диалога и объяснений, а логический движок Prolog — как «критический взгляд», формально проверяющий ответы на соответствие учебным требованиям. Это гарантирует, что учащиеся получают помощь на естественном языке и одновременно их решения проверяются на правильность с помощью формальных методов — возможности, которой часто недостает чисто нейросетевым ассистентам.

Еще один ключевой принцип — мультимодальность: ИИ-тьютор может включать и предоставлять учебный контент в разных форматах — тексты, изображения, видео, аудио — чтобы удовлетворять различные образовательные потребности. Исследования в области педагогической психологии показывают, что учащиеся лучше усваивают материал, когда информация представлена разнообразными способами (например, сочетание слов и изображений), а не в одном формате. Наша система включает репозиторий контента для хранения схем, графических материалов и других медиа, и возможность предоставления контента демонстрирует эти материалы учащимся по мере необходимости. Например, урок по физике может сопровождаться короткой видеодемонстрацией, поясняющей диаграммой и текстовым резюме — все это доступно через интерфейс ИИ-тьютора. Привлекая несколько каналов восприятия и форм представления знаний, мы стремимся улучшить понимание и запоминание, следуя принципам мультимедийного обучения Майера (согласно которым люди учатся эффективнее при одновременном использовании слов и изображений). (Mayer, 2009).

Система также поддерживает программирование и визуализацию для предметов STEM: учащимся можно предложить написать код (например, на Python) для моделирования или визуализации изучаемых концепций, и ИИ-тьютор может даже сгенерировать или отладить фрагменты кода в качестве подсказки. Такой практико-ориентированный, интерактивный подход соответствует доказательствам, что обучение через действие и получение немедленной обратной связи приводит к более глубокому пониманию, чем пассивное чтение материала. (Mayer, 2009).

Архитектура системы и компоненты

ИИ-тьютор состоит из нескольких взаимосвязанных модулей, отражающих типичные процессы обучения и преподавания. (см. рис. 1)

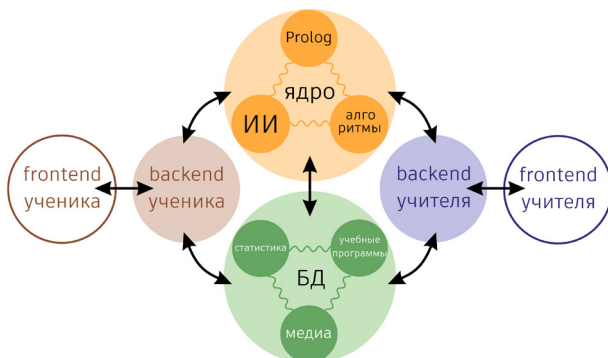


Рис. 1. Архитектура системы «Аристотель»

В основе системы находится ядро диалога и рассуждения, включающее три модуля: ИИ (чат бот), логический модуль на основе языка Пролог и модуль жестко закодированных алгоритмов. (см. рис. 2)

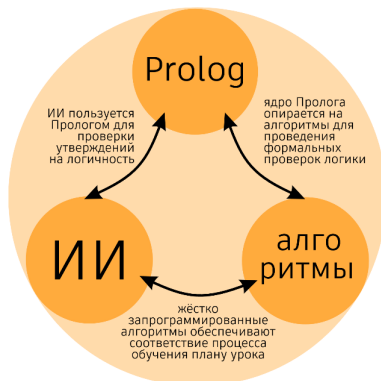


Рис. 2. Модуль верификации диалогов с ИИ

Модуль чат-бота обрабатывает все запросы учащегося на естественном языке: он принимает вопросы или попытки решения задач

от ученика и генерирует ответ — включая объяснения, подсказки или корректирующую обратную связь. Этот модуль основан на системе из нескольких языковых моделей, часть которых обучена на образовательном контенте, что позволяет ему понимать запросы по разным предметам и давать полезные ответы. Например, если ученик просит разъяснить концепцию или застрял на шаге решения задачи, чат-бот может сгенерировать наводящий совет или пошаговое объяснение. Важно, что чат-бот также способен генерировать и редактировать фрагменты программного кода или математические преобразования при необходимости (например, демонстрируя, как решить уравнение или построить график функции), что реализовано благодаря подготовке модели и интеграции специализированных инструментов.

Логический модуль основан на языке Пролог. Модуль решает несколько задач, в первую очередь — дает чат-боту инструмент проверки своих суждений на логичность и соответствие учебным материалам, делая околонулевой вероятность «галлюцинирования». Для этого перед ответом чат-бот невидимо для пользователя формулирует свои предположения на языке Пролог и отправляет логическому модулю, который, выполняя этот код, фактически осуществляет «логическую экспертизу». На основе нее чат-бот либо дорабатывает свой ответ, и операция повторяется, либо выдает ученику.

Модуль жестко закодированных алгоритмов основан на скриптовом движке. В скриптах заложены системные промпты для разных моделей, входящих в состав чат-бота, а также алгоритмы взаимодействия между компонентами ядра и взаимодействия ядра с другими компонентами Aristotel. Модуль также отслеживает ошибки, заикливания и ошибочное поведение в процессе функционирования чат-бота. В числе прочего он решает задачи цензуры, проверки на ошибки, информационную безопасность, заикливание, уход от основной темы урока, перегрузка контекстного окна одного из ИИ-модулей чат-бота. Именно этот модуль обеспечивает возможность изолированного использования двух других модулей (ИИ и Пролог) многими учениками и учителями одновременно с обеспечением изоляции их сессий и контекстных окон.

Ядро системы находится в непрерывном взаимодействии с Базой данных. (см. рис. 3) Она хранит мультимедийные материалы (видео, изображения, звук), данные о статистике и журналы обучения, а также учебные программы. Помимо этого, база данных хранит

предметные правила и факты (подготовленные экспертами по учебным программам и учителями) для формальной проверки советов ИИ-тьютора и ответов учащихся. Именно на их основе ядро диалога и рассуждения сверяет его корректность с заранее заданными критериями решения. Этот механизм обеспечивает автоматическую оценку и верификацию знаний: система может с высокой точностью определить, правильный ли ответ, а если нет — выявить ошибку на основе заложенных логических правил (например, указать пропущенный шаг в доказательстве или неправильный вывод программы). Благодаря комбинации этих двух компонентов система не только ведет диалог с учеником, но и в определенной мере “понимает” учебный материал, чтобы проверять его — что крайне важно для сохранения академической строгости при обучении с помощью ИИ.

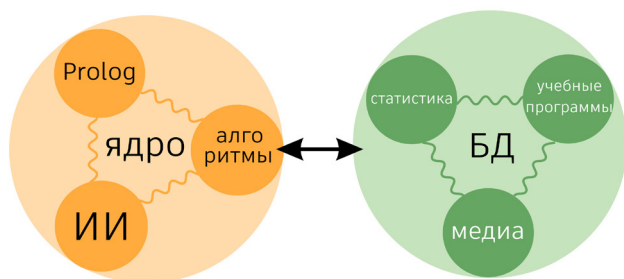


Рис. 3. Структура взаимодействия ядра и БД



Рис. 4. Общая архитектура системы

Со связкой «ядро-БД» взаимодействуют сразу две отдельные подсистемы обеспечения онлайн-доступа: для учителя и для ученика.

(см. рис. 4) Обе подсистемы отвечают за корректное функционирование веб-страниц, через которые осуществляется доступ пользователей к системе, в том числе задачи входа/логина, корректного функционирования страниц доступа и работы с учебными материалами. Python-скрипты, которые ученик пишет вместе с ИИ-тьютором, полностью выполняются в «песочнице» на стороне frontend ученика, то есть в его браузере на его компьютере — это исключает возможность вмешательства в работу системы с помощью кода Python.

Типовой вид Frontend-страницы на стороне ученика представляет собой экран, разбитый на четыре области: «Описание задачи», «Чат-ассистент», «Редактор Python кода» и «Графический вывод».

(см. рис. 5) Описание задачи загружается из базы данных в соответствующую область, параллельно. Она, дополненная системными промптами, загружается в контекст чат-ассистента. В области «Описание задачи», помимо текста, может присутствовать мультимедийный контент, например, видео.

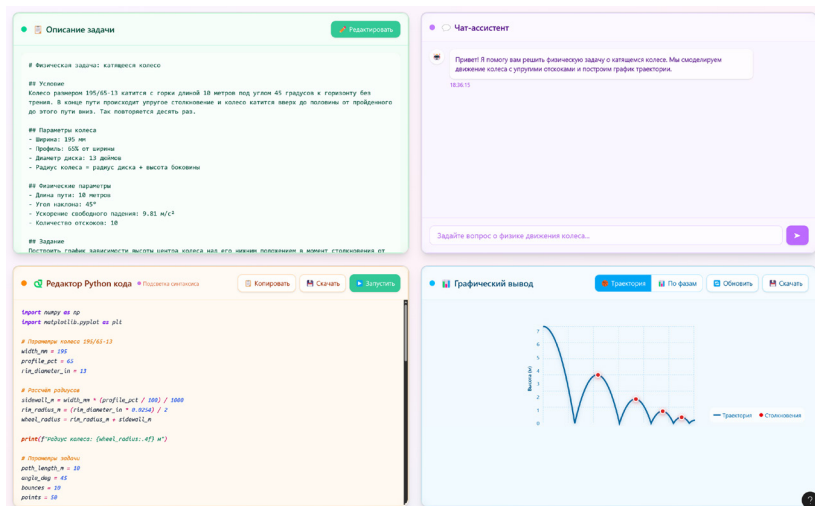


Рис. 5. Экран ученика

Чат-ассистент, он же ИИ-тьютор, имеет доступ ко всем четырем областями экрана и, таким образом, «понимает» контекст происходящего: какой код пишет ученик, что видно в графическом выводе

и каково условие задачи. Учебный процесс заключается в том, что ученик и ИИ-тьютор, находясь в непрерывном диалоге, вместе пишут код на Python, решающий задачу. ИИ-тьютор, при этом, оценивает, что ученик понимает, а что нет, и разъясняет ему нужные области, выполняя роль наставника.

Область «Графический вывод» универсальна: она поддерживает как текстовый вывод, так и вывод графиков и различных визуализаций.

Важным аспектом системы является отсутствие привязки к поставщикам LLM (vendor lock-in): система может включать в себя как локальные, так и облачные LLM, а также иметь собственные модели, адаптированные с помощью файн-тюнинга к решению специфических задач.

Связка backend-fronted для учителей позволяет им вводить структуру учебной программы в систему. Учитель может определить темы и добавить задания или вопросы для каждой темы через удобный интерфейс (поддерживается и структурированный формат ввода, например JSON или XML, для пакетной загрузки наборов вопросов). После того как задания внесены в систему, ИИ-тьютор использует их при работе с учащимся — предлагая ему решить задачи и оказывая помощь по запросу.

Когда ученик выполняет задания, модуль оценки и сохранения результатов фиксирует его ответы, отправленный код (если это программирование), а также журнал диалога “ученик–ИИ”. Эти данные затем используются отчетным модулем для генерации аналитики для учителя.

Учитель получает подробный отчет об успехах каждого ученика — какие задания успешно решены, какие концепции вызвали трудности (например, если ученик запрашивал много подсказок или совершил ряд ошибок), сколько времени ушло на выполнение. Такой отчет позволяет учителю быстро выявить пробелы в знаниях ученика и скорректировать его дальнейшее обучение.

Таким образом, дизайн системы замыкает цикл: учителя задают материалы и вопросы, ИИ-тьютор обеспечивает персонализированное обучение учеников, а результаты возвращаются к учителю для принятия обоснованных педагогических решений.

Использование системы в школе

Типичный сценарий использования ИИ-тьютора в классе представляет собой циклическое взаимодействие между учителем, учеником и системой. Вначале **(1) учитель формулирует набор заданий или тему урока** и вводит их в систему ИИ-тьютора (как описано выше). Например, учитель может подготовить комплексное задание по теме физики (например, равноускоренное движение), с сопутствующими задачами по математике (решение квадратных уравнений) и информатике (программирование симуляции движения).

После того как задание создано, учитель открывает его для ученика на платформе. **(2) Ученик начинает с изучения теории и материалов**, предоставленных по данной теме. ИИ-тьютор показывает учебный контент — например, видеолекцию или текстовый материал — который ученик просматривает как первый шаг. Ученик может изучать материал в своем темпе, при необходимости делая паузы или возвращаясь к сложным моментам. По ходу изучения (или после него) ученик может задавать ИИ-тьютору вопросы через чат-интерфейс, если какой-то концепт ему непонятен (к примеру: *«Что в данном контексте означает постоянное ускорение?»*). ИИ-тьютор отвечает разъяснением, при необходимости отсылая к материалам или используя аналогии для прояснения концепции.

(3) Затем ученик приступает к практическим заданиям или упражнениям. Ему предстоит выполнить расчет, вывести формулу или написать код — в зависимости от характера задания. На этом этапе ученика поощряют обращаться к ИИ-тьютору всякий раз, когда нужна помощь. Например, можно попросить подсказку (*«С чего мне начать решение этой задачи?»*) или запросить пример (*«Можешь показать пример кода для построения графика этого движения?»*). Чат-бот ИИ-тьютора предоставит необходимое руководство, однако он, как правило, не выдает сразу готовое решение, если ученик не предпринял собственных усилий — система спроектирована так, чтобы *постепенно наращивать подсказки*: от общих намеков к более конкретным, в соответствии с лучшими практиками преподавания. (Chi, Wylie, 2014).

(4) Пока ученик работает над задачами, ИИ-тьютор непрерывно адаптирует свою поддержку. Если ученик допускает ошибку или дает неверный промежуточный ответ, система обнаруживает это

с помощью логического движка. Вместо того чтобы просто отметить ответ как неправильный, ИИ-тьютор может мягко направить ученика: например, «*Пересчитай второе слагаемое; возможно, там арифметическая ошибка*» или «*Вспомни формулу для пути при постоянном ускорении*». Такой подход обеспечивает **немедленную обратную связь и коррекцию**, что, как известно, значительно улучшает усвоение материала, не позволяя заблуждениям укореняться. Ученик вносит исправления и продолжает работу. Если же, несмотря на подсказки, ученик не может решить задание, ИИ-тьютор по его просьбе предоставляет пошаговое решение или объяснение, чтобы ученик смог ознакомиться с правильным методом.

(5) После того как ученик выполнил задания (или определенный их блок), он **«сдает» свои решения системе**. На практике это может выглядеть как нажатие кнопки завершения, после чего модуль оценки системы с помощью логического движка автоматически проверяет все ответы. Результаты сохраняются, и ученик сразу видит, какие ответы правильные, а над чем нужно поработать. В таких предметах, как программирование, система может выполнить отправленный код и с помощью тестовых проверок сообщить ученику, правильно ли программа работает в заданной ситуации. Ученик может доработать свои результаты, основываясь на этой обратной связи, фактически двигаясь по принципу обучения до мастерства — он может упражняться и исправлять решения, пока не достигнет правильного результата, тем самым закрепляя знание.

(6) Наконец, система **формирует отчет для учителя**. В отчете содержатся количественные показатели (баллы, процент успешных заданий, число использованных подсказок, время на каждое задание) и качественные наблюдения (типичные ошибки, темы, по которым ученик запрашивал помощь и т.д.). Учитель использует этот отчет для обзора прогресса как каждого ученика, так и всего класса в целом. Например, учитель может заметить, что ученик (или какое-то число учеников) испытывал трудности с математической частью (потребовалось много подсказок для решения квадратного уравнения), но успешно справился с программированием. Обладая этой информацией, учитель сможет адресно реагировать на следующем занятии — возможно, повторно разобрать математическую концепцию со всем классом или уделить дополнительное внимание тем, кто столкнулся с затруднениями.

Затем цикл повторяется для следующего урока: учитель готовит новые задания с учетом результатов предыдущей работы.

Междисциплинарный пример: Чтобы показать, как ИИ-тьютор интегрирует несколько предметных областей в едином учебном опыте, рассмотрим упомянутый выше пример. Тема урока — *«Равноускоренное движение и его математическое и программное представление»*. **Цели** для ученика включают понимание физических формул для скорости и перемещения при постоянном ускорении, освоение решения получающихся уравнений (квадратных) по математике и умение построить график этого движения с помощью компьютера.

Учитель предоставляет теоретические материалы: короткую видеолекцию по физике об ускорении, обзорный текст по квадратным уравнениям и конспект по использованию библиотеки `matplotlib` в Python для построения графиков.

В задании от ученика требуется: (а) рассчитать перемещение через заданное время при определенных начальных условиях, (б) составить уравнение движения для заданной дистанции и найти время достижения (получается квадратное уравнение), (с) написать скрипт на Python для построения графиков зависимости положения и скорости от времени.

Ученик взаимодействует с ИИ-тьютором на каждом этапе: спрашивает формулу или пояснение по физике (*«Напомни формулу перемещения при равноускоренном движении»*), получает подсказку для решения уравнения (*«Как решить квадратное уравнение $2t^2 + 5t - 100 = 0$?»*), и запрашивает помощь с кодом (*«Приведи пример кода на Python для построения графиков $s(t)$ и $v(t)$ »*). ИИ-тьютор реагирует соответствующим образом — напоминает или выводит формулу $s(t) = s_0 + v_0 \cdot t + 0.5 \cdot a \cdot t^2$ и объясняет смысл каждого члена, описывает шаги решения квадратного уравнения (при необходимости предоставляя решение по формуле корней), а также генерирует снабженный комментариями фрагмент кода Python для построения требуемого графика. Ученик использует эти подсказки, чтобы выполнить каждую часть задания. В завершение система проверяет численные ответы ученика и даже анализирует результаты работы Python-кода с помощью логического модуля (например, сравнивая несколько выборочных значений вывода программы ученика с ожидаемыми теоретическими значениями).

Этот пример демонстрирует способность ИИ-тьютора обеспечить **сквозное обучение по нескольким дисциплинам**, направляя ученика через физику, математику и программирование в рамках одной сессии. Подобная интеграция особенно ценна в современном STEM-образовании, и ИИ-тьютор делает ее осуществимой, предоставляя по запросу экспертизу сразу в нескольких областях.

Преимущества и эффекты применения

Для учащихся

Система ИИ-тьютора предоставляет учащимся множество преимуществ, в первую очередь обеспечивая более персонализированный, увлекательный и эффективный опыт обучения.

Прежде всего, она делает возможными индивидуальные траектории обучения: каждый ученик может продвигаться в своем темпе, уделяя больше внимания тем аспектам, в которых есть затруднения, и быстрее проходя материал, который дается легко. Это решает распространенную проблему единого темпа для всех в классе. Ученики, которые быстро усваивают материал, могут перейти к более сложным задачам или углубленным темам, тогда как тем, кому требуется больше времени, система предоставляет дополнительные упражнения и поддержку.

Такой персонализированный подход коррелирует с повышением академической успеваемости — исследования показывают, что учащиеся в условиях персонализированного обучения демонстрируют существенно более высокие результаты (например, примерно на 30% выше баллы стандартизированных тестов по сравнению с традиционными классами).

Во-вторых, немедленная обратная связь и руководство, которые обеспечивает ИИ-тьютор, значительно улучшают процесс обучения. Вместо того чтобы ждать проверки домашнего задания несколько дней, ученики сразу узнают, на верном ли они пути. Этот мгновенный цикл обратной связи помогает им исправлять ошибки по мере их совершения, закрепляя правильные знания. По данным исследований в педагогике, своевременная обратная связь — один из самых мощных факторов, влияющих на успех обучения (эффект размера около 0,7, что считается сильным эффектом). Наша система реализует это, информируя учеников об ошибках и давая подсказки прямо во время решения задач, что не позволяет укорениться

заблуждениям и повышает уверенность учащихся, когда они видят, что могут добиться правильного решения после коррекции. (Shute, 2008; Black, Wiliam, 1998; Hattie, 2009).

Еще одно преимущество — повышение вовлеченности и мотивации учащихся. Обучение с ИИ-тьютором может быть более интерактивным и похожим на игру по сравнению со статическим учебником или лекцией. Диалоговый формат создает у ученика ощущение, что у него есть личный наставник или партнер по учебе, что удерживает интерес.

Фактически, опросы показывают, что учащиеся значительно более мотивированы в условиях персонализированного обучения — например, в одном из исследований отмечено, что 75% учеников чувствуют вовлеченность, когда обучение адаптировано под них, против лишь 30% в традиционных условиях. Способность ИИ-тьютора представлять контент в мультимедийных форматах (видео, изображения и т.д.) также учитывает разные интересы и разбавляет монотонность, что помогает удерживать внимание. Кроме того, ученики часто чувствуют себя более комфортно, задавая вопросы ИИ-ассистенту, чем перед одноклассниками на уроке, поскольку отсутствует страх оценки. Это приводит к тому, что они охотнее обращаются за помощью при необходимости, что улучшает понимание материала.

Со временем, работая с ИИ-тьютором, учащиеся развивают и навыки саморегулируемого обучения: получая постоянную обратную связь и видя статистику своего прогресса, они учатся ставить цели, контролировать собственное понимание и корректировать стратегии обучения. Все эти факторы в совокупности ведут к общему улучшению результатов обучения. (Sweller, 1988).

Эмпирические данные по использованию интеллектуальных обучающих систем подтверждают это — мета-анализ исследований по интеллектуальным обучающим системам показал, что ученики, работающие с такими системами, превосходили тех, кто учился традиционно, в подавляющем большинстве экспериментов, зачастую демонстрируя значительно более высокие достижения (Kulik, Fletcher, 2016; Ma et al., 2014).

Стоит отметить, что ИИ-тьютор доступен в любое время и в любом месте, что расширяет рамки обучения за пределы школьного дня. Ученики могут пользоваться им дома для закрепления пройденного на уроке материала или для изучения новых тем из личного интереса. Такая гибкость помогает сократить потери в знаниях (например,

в период каникул) и обеспечивает непрерывность образования (что оказалось особенно ценным во время вынужденного дистанционного обучения). Благодаря «всегда доступному» ИИ-тьютору учащиеся получают систему поддержки, которая ранее была невозможна из-за ограниченности времени учителя. В целом, ИИ-тьютор дает учащимся возможность взять большую ответственность за свое обучение и сопровождает их на каждом шагу, опираясь на стратегии, эффективность которых подтверждена исследованиями.

Для учителей

Интеграция ИИ-тьютора в образовательный процесс приносит значительные выгоды и для учителей. Один из главных плюсов — снижение нагрузки на выполнение рутинных задач. ИИ-тьютор автоматизирует многие трудоемкие операции: составление персонализированных упражнений, ответы на часто задаваемые вопросы, проверку заданий, мониторинг прогресса учеников. Эта автоматизация освобождает учителей от часов проверки и административной работы. Например, вместо того чтобы вручную проверять десятки решенных задач, учитель может положиться на автоматическую проверку системы (которая, как описано ранее, использует формальную логику для обеспечения точности). Учитель получает результаты и может доверять их объективности и единообразию. Аналогично, когда у учеников возникают типичные вопросы («Мне непонятен этот шаг»), ИИ-тьютор, скорее всего, ответит на них в режиме реального времени, то есть учителю не придется по отдельности разъяснять одно и то же 30 ученикам.

В результате учителя могут перенаправить свое время и энергию на более значимые виды деятельности: разработку творческих планов уроков, индивидуальную работу с отстающими учащимися, собственное профессиональное развитие. По сути, ИИ-тьютор выступает как помощник преподавателя, берущий на себя повторяющиеся рутинные задачи, чтобы живой учитель мог сосредоточиться на гуманитарных аспектах образования — наставничестве, вдохновении и формировании более высоких учебных целей.

Другое важное преимущество для учителей — наличие подробных данных и аналитики по обучению учеников. Отчеты и статистика, генерируемые ИИ-тьютором, предоставляют учителю такой уровень подробной обратной связи, который иначе было бы почти

невозможно получить. Учителя могут видеть, какие именно темы вызывают затруднения у каждого ученика, как различается темп обучения, и даже какие типичные ошибки допускаются. Эти аналитические данные позволяют проводить адресные вмешательства: учитель может объединить учащихся в группы для дополнительных занятий по конкретным пробелам, скорректировать уровень сложности заданий для отдельных учеников или понять, что определенную концепцию необходимо повторно объяснить всему классу.

В педагогических исследованиях подобные формирующие оценки и адаптивное обучение отмечаются как весьма эффективные для улучшения результатов. Зная, где именно имеются пробелы, учитель может применить доказавшие эффективность стратегии (например, объяснить материал другим способом, организовать «взаимообучение» между учащимися) и затем использовать систему, чтобы оценить, дали ли эти меры результат. По сути, ИИ-тьютор снабжает учителя своего рода “панелью образовательной аналитики”, которая обоснует педагогические решения эмпирическими данными. Это способствует более доказательному подходу в образовании, когда решения (например, уделить больше времени теме X или попробовать новый метод для темы Y) принимаются на основе реальных данных об успеваемости учащихся, а не только интуитивно.

ИИ-тьютор может выступать также как средство дифференцированного подхода в инклюзивном классе. Учителям часто приходится работать с классом, где уровень подготовки и способностей учеников сильно различается. Сложно одновременно дать вызов сильным ученикам и не отстать от тех, кому сложно. С ИИ-тьютором учитель может поручить продвинутым ученикам дополнительные сложные задания (зная, что ИИ-тьютор сможет самостоятельно провести их через более сложный материал), а параллельно предоставить более слабым учащимся возможность потренироваться в базовых вещах под руководством ассистента. Такой дифференцированный подход проще реализовать с помощью ИИ и, как показывают исследования, он улучшает общие результаты класса, гарантируя, что каждый ученик получает задания соответствующего уровня. Кроме того, поскольку ИИ-тьютор предлагает альтернативный способ объяснения, он может дополнять стиль преподавания самого учителя. Некоторые учащиеся могут лучше понять концепцию, когда ИИ объясняет

ее иначе или в другое время. Таким образом, повышается вероятность, что для каждого учащегося найдется понятное ему объяснение — либо от учителя, либо от ИИ.

Многие педагоги отмечают, что использование подобных технологий повышает заинтересованность учеников и позволяет эффективнее использовать время урока. Например, рутинную практику можно перенести на дом под присмотром ИИ-тьютора, а классное время посвятить обсуждениям, экспериментам или другим интерактивным видам деятельности (модель перевернутого класса).

Важно подчеркнуть, что ИИ-тьютор не предназначен для замены учителя, а исключительно для расширения его возможностей. Опросы учащихся отражают эту мысль: хотя подавляющее большинство положительно воспринимают ИИ как виртуального репетитора или помощника, лишь небольшая доля считает, что ИИ должен заменить живых учителей. Роль учителя-человека остается центральной — он определяет образовательные цели, обеспечивает эмоциональную поддержку, развивает критическое мышление и творческие способности учащихся, прививает ценности и социальные навыки. ИИ-тьютор берет на себя масштабируемые технические задачи, но учитель управляет общим процессом обучения.

При грамотном внедрении наша система ИИ-тьютора сможет повысить эффективность учителя, согласуясь с принципами доказательной педагогики и освобождая учителю больше времени для реализации тех высокоэффективных методов, которые действительно требуют человеческого участия.

Влияние на систему образования

В более широком масштабе массовое внедрение систем ИИ-тьюторов, подобных нашей, может оказать существенное влияние на систему образования. Один из эффектов — повышение справедливости и доступности качественного образования. Не все учащиеся имеют возможность заниматься с личными репетиторами или учиться в школах с хорошими ресурсами. ИИ-тьютор может помочь преодолеть этот разрыв, предлагая недорогую и качественную поддержку каждому ученику, у которого есть доступ в интернет.

Это особенно полезно в малообеспеченных или сельских районах, где часто не хватает учителей и узкопрофильных специалистов. Масштабируя персонализированное обучение, интеллектуальные

ИИ-тьюторы могут обеспечить, чтобы отстающие ученики получали необходимую помощь, тем самым сокращая разрыв в успеваемости.

В контексте принципов доказательной педагогики одна из ключевых задач — найти такие меры, которые надежно улучшают результаты обучения в различных условиях. Интеллектуальные обучающие системы показывают в этом хорошие перспективы — например, известен выдающийся случай системы DARPA Digital Tutor для подготовки военно-морских специалистов, когда за 16 недель обучения с ИИ были достигнуты результаты выше, чем у других за 35 недель традиционного обучения. Хотя это специфический пример, он показывает, что хорошо разработанные системы обучения на базе ИИ способны значительно ускорять освоение знаний. В условиях школы даже более умеренные достижения (скажем, улучшение в среднем на 0,6 сигма, как показывает мета-анализ) могут привести к существенному росту результатов тестов и качества знаний при масштабировании на весь контингент учащихся (Kulik, Fletcher, 2016; Ma et al., 2014).

ИИ-тьютор способствует формированию культуры преподавания, основанной на доказательствах, в образовании. По мере того как учителя и администраторы получают данные о том, что работает, а что нет, благодаря аналитике системы, они смогут принимать более обоснованные решения в стратегиях образования и разработке учебных программ. Со временем можно накопить большой объем обезличенных данных об обучении для исследования того, какие педагогические стратегии дают наилучшие результаты — это может влиять на подготовку учителей и конструирование учебных программ на системном уровне.

Кроме того, посредством согласования ИИ-тьютора с проверенными педагогическими принципами (заимствованными из когнитивных наук и эмпирических исследований) мы можем быть уверенными, что он распространяет и укрепляет эти лучшие практики в каждом классе, где используется. Например, ИИ-тьютор по своей природе реализует практику воспроизведения знаний (многократно опрашивая до достижения мастерства) и распределенную практику во времени (ученики могут возвращаться к темам спустя время) — это стратегии, которые, как известно, улучшают запоминание.

Он также избегает неэффективных методов — например, не навешивает на учеников ярлыки «стиля обучения» (опровергнутый миф), а вместо этого предоставляет всем учащимся различные способы учиться, что соответствует исследованиям по мультимедийному обучению и универсальному дизайну обучения. Таким образом, система может помочь отказаться от популярных, но малоэффективных подходов и заменить их методиками, поддержанными наукой. Этот цикл непрерывного улучшения способствует повышению общего качества образования. (Mayer, 2009).

С точки зрения управления образованием, заметны и экономические преимущества, и выгоды масштабирования. После разработки и внедрения ИИ-тьютор может поддерживать большое число учащихся одновременно при относительно низких дополнительных затратах — чего невозможно достичь исключительно силами человеческих репетиторов.

Это не умаляет роли учителей, но означает, что системы образования смогут добиться большего, располагая теми же ресурсами. Например, школа могла бы обеспечить персонализированное наставничество по предметам, для которых не хватает специалистов, или в продленное время после уроков — без перегрузки педагогов.

С развитием технологий интеллектуальные ИИ-тьюторы станут более продвинутыми и мультязычными, их можно будет использовать по всему миру, что позволит делиться качественными образовательными ресурсами между разными регионами и языковыми средами. Наша система проектируется с учетом масштабируемости — в том числе с поддержкой нескольких предметных областей (минимум 3 разных дисциплины на начальном этапе, с перспективой расширения) и способностью обслуживать не менее 100 одновременных пользователей на этапе прототипа, что будет увеличено на следующем этапе.

Заключение

Внедрение системы ИИ-тьютора в современной школе позволит обеспечить *масштабируемое персонализированное обучение, опирающееся на принципы доказательной педагогики*. Такая система усиливает лучшие педагогические практики — индивидуальное внимание, активное обучение, мгновенную обратную связь —

с помощью технологий, одновременно собирая данные для дальнейшего совершенствования этих практик.

Это приносит пользу учащимся, повышая их успеваемость и вовлеченность, поддерживает учителей, повышая эффективность их работы и снижая риск выгорания, и в конечном счете способствует построению системы образования, которая становится более адаптивной, справедливой и результативной.

Продолжая разработку и улучшение нашего ИИ-тьютора, мы будем и дальше руководствоваться двумя приоритетами: использованием передовых возможностей ИИ и следованием выводам проверенных исследований в педагогике, — обеспечивая, чтобы **Интеллектуальная обучающая система «Аристотель» (Intelligent Tutoring System, ITS «Aristotel»)** по-настоящему служила потребностям учащихся и педагогов в XXI веке (Kulik, Fletcher, 2016; Ma et al., 2014).

Список источников

1. Black, P., & Wiliam, D. (1998). Inside the black box: Raising standards through classroom assessment. *Phi Delta Kappan*, 80(2), 139–148. URL: https://www.michigan.gov/-/media/Project/Websites/mde/2017/09/18/Inside_The_Black_Box—Black_and_William.pdf
2. Bloom, B. S. (1984). The 2 sigma problem: The search for methods of group instruction as effective as one-to-one tutoring. *Educational Researcher*, 13(6), 4–16. URL: <https://doi.org/10.3102/0013189X013006004>
3. Chi, M. T. H., & Wylie, R. (2014). The ICAP framework: Linking cognitive engagement to active learning outcomes. *Educational Psychologist*, 49(4), 219–243. URL: <https://doi.org/10.1080/00461520.2014.965823>
4. Hattie, J. (2009). *Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. Routledge. URL: <https://doi.org/10.4324/9780203887332>
5. Kulik, J. A., & Fletcher, J. D. (2016). Effectiveness of intelligent tutoring systems: A meta-analytic review. *Review of Educational Research*, 86(1), 42–78. URL: <https://doi.org/10.3102/0034654315581420>
6. Ma, W., Adesope, O. O., Nesbit, J. C., & Liu, Q. (2014). Intelligent tutoring systems and learning outcomes: A meta-analysis. *Journal of Educational Psychology*, 106(4), 901–918. URL: <https://doi.org/10.1037/a0037123>
7. Mayer, R.E. (2009). *Multimedia learning* (2nd ed.). Cambridge University Press. URL: <https://www.cambridge.org/core/books/multimedia-learning/7A62F072A71289E1E262980CB026A3F9>

8. Shute, V.J. (2008). Focus on formative feedback. *Review of Educational Research*, 78(1), 153–189. URL: <https://doi.org/10.3102/0034654307313795>
9. Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12(2), 257–285. URL: https://doi.org/10.1207/s15516709cog1202_4

Информация об авторах

Пестов В.В., Аристотель Проджект Компани, г. Екатеринбург, Российская Федерация, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-57880633>, e-mail: pestov@fotek.ru

Москвин Д.А., Аристотель Проджект Компани, г. Екатеринбург, Российская Федерация, ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-7583-2181>, e-mail: vbdunit@gmail.com

AI Tutor for Personalized Learning in Modern School

Vladimir V. Pestov

Aristotle Project Company, Yekaterinburg, Russian Federation

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5788-0633>

e-mail: pestov@fotek.ru

Dmitry A. Moskvina

Aristotle Project Company, Yekaterinburg, Russian Federation

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-7583-2181>

e-mail: vbdunit@gmail.com

The article addresses the challenge of personalized learning in the context of digital transformation of education and proposes a solution in the form of the intelligent tutoring system 'Aristotel' (Intelligent Tutoring System, ITS Aristotel). The system combines large language models and a logical reasoning module to provide adaptive support for students. The architecture is described, including a chatbot, a Prolog-based inference engine, and multimodal learning tools. It is shown how the system can be applied in schools to integrate STEM disciplines (mathematics, physics, computer science) and provide individualized learning trajectories. The advantages for students (motivation, engagement, performance) and teachers (reduced workload, learning analytics) are highlighted. The paper concludes that the system has the potential to become a scalable tool for personalized education, based on the principles of evidence-based pedagogy.

Keywords: Personalized learning. Artificial intelligence. Intelligent tutoring systems. EdTech. STEM. Digital transformation. Evidence-based pedagogy

Funding. The development was funded by the authors.

For citation: Pestov V.V., Moskvina D.A. AI Tutor for Personalized Learning in Modern School // *Digital Humanities and Technology in Education (DHTE 2025): Collection of Articles of the VI International Scientific and Practical Conference. November 13–14, 2025 / V.V. Rubtsov, M.G. Sorokova, N.P. Radchikova (Eds). Moscow: Publishing house MSUPE, 2025. 230–251 p. (In Russ., abstr. in Engl.).*

Information about the authors

Vladimir V. Pestov, Aristotle Project Company, Yekaterinburg, Russian Federation; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5788-0633>, e-mail: pestov@fotek.ru

Dmitry A. Moskvina, Aristotle Project Company, Yekaterinburg, Russian Federation; ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-7583-2181>, e-mail: vbdunit@gmail.com