

ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

DOI: 10.25629/SMW.2026.01.03_

УДК: 504.064

Сидняев Николай Иванович, доктор технических наук, профессор, Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, ORCID: 0000-0001-5788-3113
Скобелева Янина Валерьевна, Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, ORCID: 0000-0002-3236-1869
Sidnyaev N.I., Doctor of Engineering Sciences, Professor, Bauman Moscow State Technical University, ORCID: 0000-0001-5788-3113
Skobeleva Y.V., Bauman Moscow State Technical University, ORCID: 0000-0002-3236-1869

✉ sidn_ni@mail.ru; ianinask@mail.ru

О безопасности применения ИИ при принятии значимых решений в управлении жизненно важными системами

Аннотация

Постулируется, что использование ИИ играет ключевую роль в вопросах реализации персонализированного общения и адаптации обучения. Представлен общий обзор тематики искусственного интеллекта, базирующейся на идее интеллектуального агента — системы, которая способна принять решение о том, что делать. Методы использования ИИ представлены с применением идеи интеллектуального агента, а также методах принятия решений в условиях, когда необходимо спрогнозировать будущие многоступенчатые действия. Обсуждаются способы представления знаний о мире — как он функционирует, каковы его основные особенности в настоящее время и к чему могут привести те или иные действия, а также способы формирования логических рассуждений. На основе проведенного анализа предложены система и способы формирования рассуждений для безопасного принятия решений по выбору дальнейших действий в условиях неопределенности. Представлено описание тех компонентов интеллектуального агента, которые отвечают за выработку решений по безопасности. На основе синтеза получены и представлены способы, с помощью которых интеллектуальные агенты могут получать результаты восприятия из своей среды, чтобы узнать, что в ней происходит, а также способы, с помощью которых интеллектуальные агенты могут претворять свои планы в реальные действия. Постулируется, что ИИ обеспечивает возможность получения данных из разнообразных источников, проверки этих данных и их анализа с использованием таких инструментов, как прогнозная аналитика и машинное обучение, таким образом может быть раскрыт многообещающий потенциал ИИ в сфере образовательных технологий и его использование может сыграть роль катализатора трансформации образования для всех заинтересованных сторон — от отдельных учащихся до базовых университетов.

Ключевые слова

искусственный интеллект, обучение, студенты, анализ, прогноз, программы, безопасность, модуль, проект

On the safety of using AI in making important decisions in the management of vital systems

Abstract

It is postulated that the use of AI plays a key role in the implementation of personalized communication and adaptation of learning. A general overview of the topic of artificial intelligence is presented, based on the idea of an intelligent agent, a system that can make decisions about what to do. The methods of using AI are presented using the idea of an intelligent agent, as well as decision-making methods in situations where it is necessary to predict future multi-step actions. The article discusses ways of presenting knowledge about the world — how it functions, what its main features are at the moment, and what actions can lead to, as well as ways of forming logical reasoning. Based on the analysis, a system and methods for forming reasoning for safe decision-making on the choice of further actions in conditions of uncertainty are proposed. The description of those components of the intelligent agent that are responsible for the development of safety decisions is presented. Based on reasoning, methods are obtained and presented by which intelligent agents can receive the results of perception from their environment to find out what is happening in it, as well as methods by which intelligent agents can put their plans into real actions. It is postulated that AI provides the ability to obtain data from a variety of sources, verify this data, and analyze it using tools such as predictive analytics and machine learning, thus revealing the promising potential of AI in the field of educational technology and its use as a catalyst transformation of education for all stakeholders, from individual students to basic universities.

Keywords

artificial intelligence, training, students, analysis, forecast, programs, security, module, project

Введение

Цифровая трансформация образования не может обойтись без системного подхода. Это включает в себя переработку методов обучения и обучения, повышение профессионализма педагогического персонала, создание легкодоступного контента [1-5] и оптимизация процессов управления, безопасности и принятия решений. Экономическая эффективность и профессиональный рост выпускников российских вузов достигается за счет формирования и развития цифровых навыков [6-8]. Сегодня этот системный подход отражает «Стратегия цифровой трансформации отрасли науки и высшего образования», разработанную Министерством науки и высшего образования и предусматривающую реализацию 7 проектов. В области науки и высшего образования низкое качество данных является основной проблемой при переходе к управлению на основе данных в том числе и безопасности. Используя эти области науки и высшего образования, создаются условия для развития пользовательских услуг. Проект «Архитектура цифровой трансформации» направлен на комплексный подход к цифровой трансформации в отрасли с координацией организаций в области науки и высшего образования, методической и информационной поддержкой в реализации стратегии цифровой трансформации. Целями проекта являются работа в области методических рекомендаций для стратегий цифровой трансформации образовательных организаций высшего образования, методологии оценки, безопасности и прогнозирования развития цифровой зрелости образовательных организаций, разработка и внедрение AI-системы для автоматического формирования паспорта цифровой зрелости образовательных организаций высшего образования. Проект «Цифровой университет» – это проект, направленный на создание и развитие цифровых услуг в области науки и высшего образования, охватывающий все виды образовательных процессов высших учебных заведений, направленный на удовлетворение потребностей всех участников образовательного

процесса. Целями проекта являются изучение и анализ потребностей высших учебных заведений, разработка и апробация модели цифрового университета и цифрового паспорта зрелости, разработка и координация нормативно правовой базы для создания механизмов их поддержки. Это включает в себя разработку автоматизированных информационных систем «Маркетплейс сервисов», изучение потребностей образовательных организаций высшего образования в межведомственном взаимодействии с точки зрения интеграции сервисов.

Обзор литературы

В данном исследовании широко используется опыт и выводы российских и иностранных специалистов.

В работе [1] анализируются и суммируются данные об использовании цифровых технологий в образовании, о трудностях и перспективах его цифрового представления, которое отвечает вызовам создаваемой цифровой экономики. Рассматриваются изменения в области цифровых технологий и образовательного процесса, которые становятся доминантами развития образования в ближайшем десятилетии. В исследовании [2] анализируется переход от обычной формы образования к цифровой, что влечет трансформацию педагогического подхода и решения множества возникающих сложностей и проблем. В работах [3-6] анализируются и обсуждаются цифровые технологии в различных странах (Индия, Германия, Россия, Италия и др.). Влияние пандемии COVID 19, точнее опыт применения цифровизации образовательного процесса в этот период, изменили парадигму обучения. Цифровые технологии стали стремительно развиваться не только в педагогике, но и оказали мощное влияние на экономические процессы. В современном мире ИИ обнаруживается не только поставщиком знаний, но и является экспертом и даже наставником. Источники [7-10] представляют концепции развития и внедрения цифровых технологий в различные сферы нашей жизни, причем ряд из них акцентируют свое внимание на построении цифровых моделей в образовании, другие же подчеркивают, что и в культурной жизни любой страны происходят изменения в связи с развитием и внедрением в жизнь ИИ. Отдельное внимание уделяется построению прогностической модели цифровой культуры в различных организациях. В работах [11-15] достаточно подробно обсуждаются проблемы в области высшего образования в эпоху цифровых технологий. Предлагаются методики по внедрению ИИ, а также подробно рассматриваются различные направления использования цифровых технологий в университетах зарубежных странах. В публикации [13] подробно представлены результаты исследования, которые позволяют определить этические нормы и принципы, которые обязаны сопровождать цифровую трансформацию, для благоприятного достижения намеченной цели. Для этого были проведены масштабные консультации Экспертно-консультативным комитетом IAU (Международная ассоциация университетов), который состоял из экспертов со всего мира. В работах [16-18] американские и австралийские ученые, преподаватели и эксперты высказывают свое суждение о месте ИИ в современном мире. В статье [16] автор из Стэнфордского университета определяет искусственный интеллект (AI) как науку и инженерию создания интеллектуальных машин, в частности интеллектуальных компьютерных программ. По мнению автора, AI связан с задачей использования компьютеров для понимания человеческого интеллекта, но не ограничен методами, которые можно наблюдать с точки зрения нейродинамики. Сделан вывод, что интеллект — это вычислительная часть способности достигать целей в мире, и он может проявляться у людей, многих животных и некоторых машин. В статье [19], основное внимание уделяется тем аспектам использования цифровых технологий, которые студенты считают бесполезными. На основе опроса 1658 студентов бакалавриата из двух австралийских университетов в статье выделяются четыре основных типа негативных последствий использования цифровых технологий. Они варьируются от незначительных неудобств и помех до ситуаций, когда цифровые технологии, по мнению учащихся, мешают им учиться и получать знания. На этом фоне в статье рассматривается вопрос о том, как в дискуссиях о цифровых технологиях можно было бы найти баланс между энтузиазмом по поводу того, чего, как мы знаем, можно достичь с помощью технологий в обучении, и зачастую неудовлетворительным опытом взаимодействия учащихся с цифровыми технологиями.

Методология, материалы и методы

Возможность ИИ устанавливать связи между разрозненными источниками данных может учащимся выявить те сферы, в которых им потребуется взаимодействие в режиме реального времени или дополнительная помощь [1-3]. В результате ИИ позволяет разработать индивидуальную образовательную траекторию для каждого обучающегося с учетом его сильных и слабых сторон, способностей и поставленных задач. Прогнозная аналитика и машинное обучение также обладают значительным потенциалом для развития социальных и эмоциональных навыков, необходимых в процессе обучения, поскольку позволяют преподавателям сделать учебный процесс персонализированным на основе анализа как качественных, так и количественных данных, чтобы содействовать учащимся в овладении этими навыками [4-8]. В сфере образования технологии ИИ также обладают огромным потенциалом для качественного улучшения и оптимизации обучения. Однако эффективная интеграция ИИ в образование открывает уникальные возможности и ставит новые задачи. Одна из самых больших возможностей ИИ в образовании — это обеспечение более персонализированного и адаптивного обучения [9-12]. С помощью машинного обучения и нейронных сетей системы ИИ могут анализировать большие объёмы данных об учащихся, чтобы выявлять закономерности и предпочтения в обучении на индивидуальном уровне. Преподаватели с ИИ и виртуальные помощники могут адаптировать инструкции, обратную связь и рекомендации в соответствии с уникальными потребностями и сильными сторонами каждого учащегося. Такой уровень персонализации может повысить вовлечённость, мотивацию и успеваемость, особенно у студентов, испытывающих трудности. ИИ также может адаптировать учебный контент в режиме реального времени в зависимости от успеваемости учащихся. Интеллектуальная обучающая система может задавать учащимся вопросы по определённой теме, анализировать их ответы и пробелы в понимании, а затем автоматически генерировать новые задачи и объяснения, соответствующие текущему уровню знаний учащегося [13-16]. Технологии искусственного интеллекта также способны сделать обучение более доступным для всех учащихся, в том числе для людей с ограниченными возможностями. Такие функции, как автоматическое распознавание и генерация речи, чат-боты и машинный перевод, могут помочь в общении и повысить вовлечённость учащихся с нарушениями зрения и слуха (см. рис. 1).

Но, тем не менее, массовое внедрение систем с функционалом искусственного интеллекта, которые обладают *памятью* и внешним источником знаний, ставит острые вопросы, касающиеся международной *безопасности*. Здесь следует отметить экспертную власть машинного интеллекта. Целевая функция ошибок ИИ определяется разницей между предсказанным и наблюдаемым поведением человека, что создает угрозу – машина сможет «управлять» широкими массами людей, забирая функции государственной власти. Иными словами, ИИ – это новая форма экспертной власти, которая может оказаться неподконтрольной государству. Для предотвращения «экспертной власти машинного интеллекта» государствам необходимо сотрудничать и применять комплексный подход. Этот подход включает мониторинг поведения людей, управление памятью ИИ и обеспечение способности принятия независимых эффективных решений органом власти без использования ИИ. Так, например, Станислав Лем, в своем пророческом романе «Сумма технологий» предсказал появление ИИ – разумной электроники, которая усилит интеллектуальные возможности человека. Такая электроника становится в наши дни повседневной реальностью: уже работают смартфоны, «умные часы», «умный дом», «умный город», в проекте – «умное государство». ИИ представляет собой электронные системы поддержки принятия решений с технологиями ИИ, способные к обучению в процессе взаимодействия с человеком. Исследования METR (Model Evaluation and Threat Research) выявили новый тренд в развитии ИИ, получивший название «нового закона Мура» для ИИ-агентов. В отличие от классического закона Мура, который предсказывает удвоение числа транзисторов на чипе каждые два года, новый закон описывает экспоненциальный рост возможностей ИИ-агентов выполнять всё более сложные и длительные задачи. С 2019 года способность передовых ИИ-систем успешно решать задачи, эквивалентные по времени человеческому

труду, удваивается примерно каждые 7 месяцев. Если в 2022 году ИИ мог выполнять задачи, требующие 30 секунд человеческого времени, то к 2025 году он справляется с задачами, на которые у человека уходит около часа, а к 2029 году — более 167 часов (рабочий месяц). Поэтому, массовое использование ИИ в скором времени обеспечит «экспертную власть» не только над каждым отдельно взятым человеком, но и над целыми странами (и это не фантастика). ИИ уже активно применяется в различных сферах – от образования, экономики и политики до квантовой физики и военного дела. Среди вариантов применений ИИ в России можно привести следующий пример: технологии ИИ сегодня встроены практически в каждый сервис компании «Яндекс»; интеллектуальная система

«Когнитивный геолог» применяется компанией «Газпром нефть». Существуют и примеры того, как ИИ активно используется в военном деле. Очевидно, что широкое использование технологий ИИ вызывает определенные опасения, связанные с их безопасностью, этикой и влиянием на общество в будущем. Профильные эксперты справедливо не доверяют ИИ принятие значимых решений или управление жизненно важными для человека системами. Например, ведущие топ-менеджеры IBM отмечает, что сегодняшние системы ИИ с трудом поддаются контролю из-за их быстрого усложнения, а единственным средством контроля человеком ИИ может быть возможность отключения питания. В условиях сложных международных отношений особенно актуальны вопросы ответственного использования странами интеллектуальных технологий в интересах общего будущего человечества.

При последовательном рассмотрении угроз, связанных с массовым использованием ИИ в контексте общей безопасности, например, Евразийского континента, определяются три задачи. Они, формулируют минимально необходимые направления исследований для целей обеспечения комплексной информационной безопасности государства, где технологии ИИ широко доступны населению.

Результаты исследования

Существуют, угрозы равной и неделимой безопасности в мироустройстве. Можно представить гипотетический, но вполне реальный сценарий. Искусственный разум (подобный тому, что сейчас принято называть «общим интеллектом» – AGI) может не просто усилить армии, но подорвать баланс сил и даже вывести государство за скобки как устаревший механизм власти. В отличие от атомной бомбы, суть которой была ясна задолго до первого взрыва, этот AGI остается зоной радикальной неопределенности – его потенциал неочевиден даже для тех, кто его разрабатывает.

В этом контексте угрозы, исходящие от ИИ, не ограничиваются государственными границами – выход ИИ из-под контроля в одной стране может напрямую угрожать безопасности её соседей – принятие решение о военной операции, волны беженцев и иные последствия такого исхода событий не кажутся нереалистичными. В этой связи можно вспомнить о концепции «равной и неделимой безопасности в мире», которая подразумевает, что государства континентов должны воздерживаться от укрепления собственной безопасности за счёт безопасности других государств, стремясь к обеспечению равной безопасности для всех. По сути, это означает, что обеспечение безопасности не должно быть игрой с нулевой суммой. Стоит отметить, что идея создания системы равной и неделимой безопасности, например, в Евразии была подчеркнута в Послании Президента России В.В. Путина Федеральному Собранию 29 февраля 2024 года, что дополнительно говорит о её актуальности.

В современных условиях конкуренции и противоборства между государствами прийти к такой концепции на практике достаточно сложно – национальные интересы и амбиции стран слишком часто входят в конфликт друг с другом. Однако в случае появления нового субъекта в виде сильного ИИ, объединение стран Евразийского континента для «сдерживания» общей угрозы могло бы пройти намного проще, чем сейчас. Применение подходов «Синергетики» открывает уникальные перспективы по обеспечению международной безопасности от угроз захвата власти ИИ. В рамках этого направления изучены законы эволюции сотрудничества

сложных систем различного уровня (атомных, биологических, социальных, космических), обусловленные процессом производства информации в условиях хаоса. Важно и то, что в России эта научная школа имеет и конкретные инженерные воплощения.

Рассмотрим синергетическое управление ИИ и возможные варианты обеспечения безопасности от угроз «экспертной власти» ИИ. Примем как данность утверждение, что близко массовое использование ИИ – систем, способных самообучаться в соответствии с реакциями людей. Общение с искусственным интеллектом будет являться ключевым экспертным источником информации для большинства граждан страны до такой степени, что остальными каналами можно пренебречь. В этой связи возникают следующие проблемные вопросы:

1. Что, если широкие массы пользователей оказываются «некомпетентными» (с позиции государственной системы управления), но их реакции учитываются государственной интеллектуальной системой? В этом случае база знаний ИИ будет пополняться «вредоносными сведениями», которые затем будут транслироваться пользователям, что в конечном итоге приведет к формированию условий для конфликта интересов пользователей и государства.

2. Что, если машина не только служит человеку, но и управляет им? Каждое решение машины, которое согласуется с мнением человека, благодаря врожденной системе когнитивных искажений психики, убеждает последнего в его правоте, а каждое неправильное и при этом аргументированное – заставляет сомневаться.

3. Что, если машина окажется интеллектуальнее людей «более приспособленной»? В этом случае хорошее решение для перспектив функционирования системы может быть плохим, как для отдельного государства, так и для стран.

Рассматривая в совокупности эти вопросы, можно сформулировать главную угрозу, исходящую от ИИ в будущем – машина сможет скрытно управлять широкими массами людей, формируя вредоносные знания с целью приоритетного обеспечения своих собственных целей. Иными словами, машина наделяется властью над обществом большей, чем власть СМИ, поскольку она способно не только сформировать картину мира человека, но и предсказать его поведение. Реализация таких целей может создать потенциальный конфликт интересов населения (пользователей) и государства. Очевидно, что победа в конфликте машины и государства за влияние на общество будет обусловлена способностью государства вовремя детектировать деструктивную работу ИИ и направить ее обратно в конструктивное русло. Решение обозначенной проблематики захвата власти машинным интеллектом требует комплексного подхода, который включает следующие компоненты:

1. Мониторинг общественного мнения больших групп людей. С учетом того, что ключевой производящей фабрикой знаний будет ИИ, мнение и поведение людей станет следствием функционирования ИИ. Поведение людей может быть как в интересах государства, так и против него. При этом его можно будет прогнозировать по изменению знаний, «производимых» ИИ.

2. Механизм «отката» долгосрочной памяти ИИ. Интеллектуализация связана с системой хранимых и пополняемых знаний. Потому необходим механизм, позволяющий отредактировать знания модели ИИ (независимо от страны происхождения и формы собственности) таким образом, чтобы, не создав иных угроз, прогнозируемая угроза государству была ликвидирована.

3. Независимый совет экспертов. Необходим субъект, который обладал бы волей и правом принимать решение о редактировании «памяти» ИИ в случае негативного для развития стран прогноза поведения больших групп людей в результате использования ИИ. Важно и то, что этот субъект должен быть в меньшей степени подвержен влиянию ИИ, то есть его участники должны законодательно и физически быть ограничены в использовании ИИ.

Дальнейшая интеллектуализация технологий ИИ обусловлена развитием больших языковых моделей с долгосрочной памятью и агентов, реализующих алгоритм целевого использования модели человеком. Такие системы образуют новый класс интеллектуальных систем – ИИ. ИИ – это новая форма экспертной власти, которая может оказаться неподконтрольной государству.

Целевая функция ошибок интеллектроники определяется разницей между предсказанным и наблюдаемым поведением человека. Эта особенность определяет главную угрозу – машина управляет большими группами людей, формируя вредоносные знания с целью создания потенциального конфликта интересов населения и государства. Победа в конфликте машины и государства за влияние на общество будет обусловлена способностью государства вовремя детектировать деструктивную работу ИИ и направить ее обратно в конструктивное русло. Ввиду того, что угрозы, создаваемые системами ИИ, выходят за границы отдельного государства, актуальной становится кооперация стран в создании единой и неделимой системы безопасности Евразии: в интересах всех игроков не дать отдельному ИИ выйти из-под контроля. Наличие общей угрозы даст почву для более тесной кооперации стран. Складывающийся сегодня подход к обеспечению безопасности систем ИИ, основанный на принятии стандартов и «норм поведения», во многом ограничен, поскольку не затрагивает сами системы ИИ (договоренности достигаются только между людьми). Решение проблемы власти машинного интеллекта над человеком требует опережающего мониторинга поведения больших групп людей, управления системой знаний ИИ, а главное – создания наделенного властью экспертного совета по контролю за использованием технологии искусственного интеллекта.

Обсуждение

Разработанные в последнее время с экспертами в области искусственного интеллекта и образования, новые принципы учитывают риски и возможности генеративного искусственного интеллекта и обязывают университеты помогать сотрудникам и студентам становиться лидерами в мире, где искусственный интеллект используется всё чаще.

Можно выделить 5 новых принципов:

1. Университеты будут поддерживать студентов и сотрудников в обучении искусственному интеллекту.
2. Персонал должен быть готов оказывать поддержку студентам в эффективном и правильном использовании инструментов генеративного ИИ в процессе обучения.
3. Университеты адаптируют преподавание и оценку знаний таким образом, чтобы обеспечить этичное использование генеративного ИИ и равный доступ к нему.
4. Университеты обеспечат соблюдение академической строгости и неподкупности.
5. Университеты будут совместно работать над обменом передовым опытом по мере развития технологий и их применения в образовании.

Так, например, заявление о принципах появилось вскоре после того, как правительство Великобритании запустило консультации по использованию генеративного ИИ в образовании в Англии.

Необходимо отметить, что прорывы в области искусственного интеллекта уже меняют то, как мы работаем, и это очень важно для студентов, которые получают новые навыки, необходимые для построения успешной карьеры. Преподаватели университетов также нуждаются в поддержке, поскольку они изучают, как можно использовать искусственный интеллект для улучшения преподавания и оживления предметов. Это быстро развивающаяся сфера, и риски и возможности этих технологий постоянно меняются. В интересах всех, чтобы выбор ИИ в образовании основывался на чётко сформулированных ценностях. Возможности для преобразований, которые открывает искусственный интеллект, огромны, и наши университеты полны решимости воспользоваться ими. Это заявление о принципах подчёркивает нашу приверженность тому, чтобы делать это таким образом, чтобы приносить пользу студентам и сотрудникам и защищать целостность высококачественного образования, которое предоставляют ведущие университеты.

Несомненно, ИИ обладает некоторыми минусами, так, например:

- Отсутствие человеческого взаимодействия: Одним из главных недостатков искусственного интеллекта в образовании является отсутствие эмоциональной и социальной состав-

ляющей, которую может предоставить реальный преподаватель. Взаимодействие с преподавателем и другими студентами играет важную роль в обучении, помогая развивать навыки коммуникации, сотрудничества и критического мышления.

- **Ограниченность адаптивности:** Искусственный интеллект вряд ли сможет полностью адаптироваться к индивидуальным потребностям каждого студента. В отличие от человеческого преподавателя, который может адаптировать учебный план, объяснить материал по-разному и предоставить дополнительные объяснения, ИИ может быть ограничен в способности персонализировать образовательный процесс.

- **Отсутствие эмоционального интеллекта:** Искусственный интеллект не обладает эмоциональным интеллектом, который является важной составляющей взаимодействия с учениками. Человеческий преподаватель может распознать эмоциональное состояние студента, поддержать его и помочь справиться с трудностями, тогда как ИИ не способен на это.

- **Недостаток предсказуемости:** Искусственный интеллект работает на основе алгоритмов и данных, что делает его предсказуемым и ограниченным. В образовательной сфере может возникнуть проблема, если ИИ не сможет адекватно реагировать на нестандартные ситуации или вопросы, не вписывающиеся в установленные рамки.

Обучение с использованием ИИ принимает много разных форм в зависимости от характера производительного элемента, компонента, подлежащего усовершенствованию, и доступной обратной связи (рис.1). Если доступна обратная связь либо от преподавателя, либо от студентов, позволяющая получать правильные значения, относящиеся к примерам, то задача обучения относится к типу контролируемого обучения. Такая задача, называемая также индуктивным обучением, сводится к изучению некоторой функции на примерах ее входных и выходных данных. Изучение функции с дискретными значениями называется классификацией; изучение непрерывной функции называется регрессией.

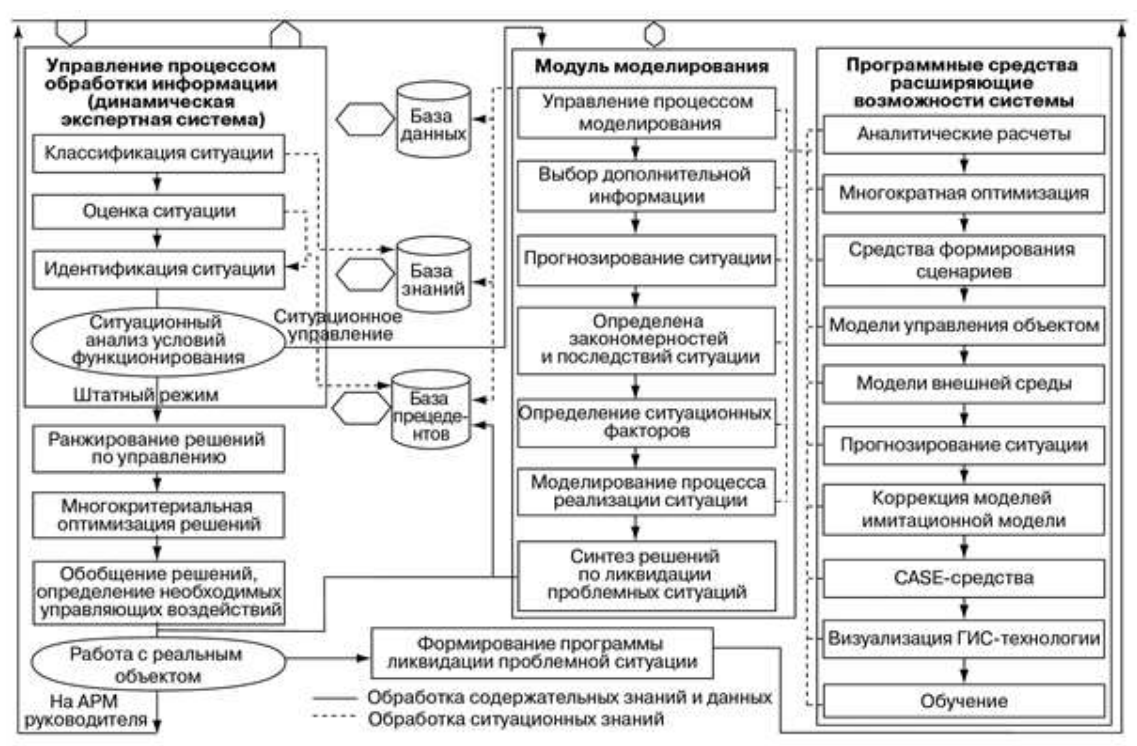


Рисунок 1 – Интеллектуальный интерфейс

Индуктивное обучение сводится к поиску совместимой гипотезы, которая согласуется с примерами. При этом должен соблюдаться принцип бритвы Оккама, согласно которому следует всегда выбирать наиболее простую совместимую гипотезу. Сложность решения этой задачи зависит от выбранного способа представления.

Так, например, деревья решений позволяют представить любые булевы функции. Эвристика, определяющая приращение информации, может стать основой эффективного метода поиска простого, совместимого дерева решений при использовании ИИ. Производительность обучающего алгоритма измеряется кривой обучения, которая показывает прогностическую точность применения алгоритма к проверочному множеству как функцию от размера обучающего множества. Предлагаемые методы обучения ансамбля деревьев решений, такие как усиление, часто показывают более высокую производительность по сравнению с методами обучения отдельных деревьев решений. Для анализа выборочной и вычислительной сложности индуктивного обучения с использованием ИИ применяется теория вычислительного обучения. Эта теория позволяет найти компромисс между выразительностью языка гипотез и доступности обучения.

Заключение

В заключение, можно сказать, что внедрение искусственного интеллекта в сферу образования является очень важным и перспективным шагом. Эта технология обладает потенциалом для значительного улучшения качества образования и обеспечения более эффективного обучения. Использование искусственного интеллекта позволяет создавать индивидуализированные образовательные программы, оптимизировать учебный процесс, улучшать доступность образования и развивать навыки будущего. Однако, внедрение ИИ также необходимо сопровождать соответствующей инфраструктурой, обучением преподавателей и обеспечением этического использования технологии. В целом, использование искусственного интеллекта в образовании основано на потенциале технологий и может стать ключевым фактором для достижения прогресса и совершенствования образовательной системы. Для использования преимуществ ИИ в образовании необходимо вооружить преподавателей и администраторов навыками оценки и интерпретации результатов. Для этого не нужны глубокие технические знания по информатике. Уровень технической компетентности, необходимый для работы с современными технологиями искусственного интеллекта, зачастую переоценивают. На самом деле уровень цифровой грамотности большинства преподавателей и администраторов уже достаточен для оценки и применения полученных наработок, если у них есть опыт использования смартфона и/или ноутбука. Эффективные решения на базе ИИ создают простые для интерпретации системы визуализации и информационные панели, которые позволяют пользователям запрашивать данные и получать информацию в режиме реального времени. Формировать пользовательские представления и отчеты, адаптированные для различных задач и функций, несложно. В этом контексте при непрерывном повышении квалификации основное внимание уделяется обучению преподавателей тому, как использовать полученную аналитическую информацию и интегрировать ее в свою педагогическую практику, а также помочь им в создании индивидуальных образовательных траекторий для обучающихся. Однако, как любые технологии, программное обеспечение и облачные сервисы, скорее всего, будут развиваться и проходить через последовательные итерации или могут быть заменены сервисами или технологиями, предлагаемыми другими организациями или поставщиками. Поэтому важно, чтобы преподаватели своевременно узнавали о появлении любых новых функций и изменений в пользовательском интерфейсе.

Литература

1. Трудности и перспективы цифровой трансформации образования: монография / Под ред. А.Ю. Уварова, И.Д. Фрумина; Научные редакторы серии Я.И. Кузьминов, И.Д. Фрумин / А. Ю. Уваров, Э. Гейбл, И. В. Дворецкая [и др.]. М.: Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 2019. 344 с.
2. Уваров, А. Ю. Модель цифровой школы и цифровая трансформация образования / А.Ю. Уваров // Исследователь/Researcher. 2019. № 1-2(25-26), с. 22–37.
3. Чиркина Т. А. Осокина П. В. Цифровые технологии в образовании: как современные инструменты помогают учителям // НИУ ВШЭ. URL: <https://ioe.hse.ru/digitaleducation> (дата обращения 01.08.2024).

4. Шамшович, В. Ф. Цифровая трансформация образования / В. Ф. Шамшович, Н. Ю. Фаткуллин, Л. А. Сахарова, [и др.] // Вестник УГНТУ. Наука, образование, экономика. Серия: Экономика. 2020. № 1(31). с. 136–146.

5. Haleem A., Javaid M., Asim Qadri M., Suman R. Understanding the role of digital technologies in education: A review, *Sustainable Operations and Computers*, 2022, vol.3, pp. 275–285.

6. Antonio L. Leal-Rodríguez, Carlos Sanchis-Pedregosa, Antonio M. Moreno-Moreno, Antonio G. Leal-Millán, Digitalization beyond technology: Proposing an explanatory and predictive model for digital culture in organizations // *Journal of Innovation & Knowledge*, 2023, vol. 8, Iss. 3, 100409. DOI: 10.1016/j.jik.2023.100409

7. Digital transformation in German higher education: student and teacher perceptions and usage of digital media / Bond M., Marín V., Dolch C., Bedenlier S., Zawacki-Richter O. // *International Journal of Educational Technology in Higher Education*. 2018. Vol. 15, № 48.

8. Dolch C., Zawacki-Richter O. Are students getting used to learning technology? Changing media usage patterns of traditional and non-traditional students in higher education // *Research in Learning Technology*. 2018. Vol. 26. P. 2038. DOI: 10.25304/rlt.v26.2038

9. Ehlers U.-D. Future skills: the future of learning and higher education. Books on Demand. 2020. 336 p. URL: https://books.google.ru/books?id=lnTgDwAAQBAJ&printsec=frontcover&lr=&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=o (дата обращения: 04.02.2021).

10. Erdem C., Kocyigit M. Exploring undergraduates' digital citizenship levels: adaptation of the digital citizenship scale to Turkish // *Malaysian Online Journal of Educational Technology*. 2019. Vol. 7, Issue 3. P. 22–38.

11. European digital learning network, the lifelong learning platform. 2020. URL: <http://lllplatform.eu/who-weare/members-and-partners/earlall-3/> (дата обращения: 04.02.2021).

12. Hartocollis A. After Coronavirus, colleges worry: will students come back? // *The New York Times*. 2020. 15.04. URL: <https://www.nytimes.com/2020/04/15/us/coronavirus-colleges-universities-admissions.html> (дата обращения: 04.02.2021).

13. Jensen T. Higher education in the digital era. The current state of transformation around the world / *International Association of Universities (IAU)*. 2019. – 56 p. – (European University Association. Learning and Teaching Paper ; 21, № 7). URL: https://iau-aiu.net/IMG/pdf/technology_report_2019.pdf (дата обращения: 04.02.2021).

14. Lai K., Hong K. Technology use and learning characteristics of students in higher education: Do generational differences exist? // *British Journal of Education Technology*. – 2015. – Vol. 46, Issue 4. P. 725–738. DOI: 10.1010/1111/bjet.12161

15. Comparing scientific abstracts generated by ChatGPT to original abstracts using an artificial intelligence output detector, plagiarism detector, and blinded human reviewers / C.A. Gao, F.M. Howard, N.S. Markov, E.C. Dyer, S.R.Y. Luo, A.T. Pearson. DOI: 10.1101/2022.12.23.521610

16. What is artificial intelligence? John McCarthy. Computer Science Department of Stanford University, 2007. <http://jmc.stanford.edu/articles/whatisai/whatisai.pdf> (дата обращения: 04.02.2021).

17. Introduction to Artificial Intelligence (AI). IBM Skills Network. Course 1 of 6 in the IBM & Darden Digital Strategy Specialization.

18. Oliver B., de St Jorre T.J. Graduate attributes for 2020 and beyond : recommendations for Australian higher education providers // *Higher Education Research & Development*. 2018. Vol. 37, No. 4. P. 821–836. DOI: 10.1080/07294360.2018.1446415

19. Setwyn L. Digital downsides: exploring university students' negative engagements with digital technology // *Teaching in Higher Education*. – 2016. – Vol. 21, Issue 8. P. 1006.1021. DOI: 10.1080/13562517.2016.1213229

Поступила в редакцию: 23.01.26

Принята к публикации: 20.03.26