



ЗАМЕНИТ ЛИ ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ?

А.Х. Перез Чернов, С.А. Барвенков

Белорусский государственный университет, Беларусь

Аннотация. Возможность использования искусственного интеллекта в образовании рассматривается через типовые роли преподавателя: исследователя предметной области, методолога, автора контента, лектора и ассистента образовательного курса. Анализируется построение моделей искусственного интеллекта, направленных на решения предметных ролевых задач.

Ключевые слова. Искусственный интеллект, языковые модели, обучение, преподавание.

WILL ARTIFICIAL INTELLIGENCE REPLACE TEACHERS?

A. Perez Tchernov, S.A. Barvenov

Belarusian State University, Belarus

Abstract. The possibility of using artificial intelligence in education is considered through the typical roles of a teacher: subject area researcher, methodologist, content author, lecturer and educational course assistant. The construction of artificial intelligence models aimed at solving subject-specific role tasks is analyzed.

Keywords. Artificial intelligence, language models, learning, teaching.

Введение

В числе препятствий к более широкой интеграции моделей искусственного интеллекта в образовательную деятельность можно упомянуть традиционную жесткость разрабатываемого программного обеспечения. А именно, при создании программных комплексов обычно требуется хорошо описать и ограничить вариативность ожидаемых задач, предоставить специально сконструированные под задачи пользовательские интерфейсы, явно спроектировать соответствующие системы хранения, выполнить загрузку предметных данных с каких-либо внешних источников.

В числе популярных направлений автоматизации в рамках образовательной предметной области были системы документооборота, образовательные порталы, онлайн тесты.

Типовой проблемой в дальнейшей эксплуатации подобных программных систем является сложность для конечного заказчика их последующих изменений. А именно, пользовательский интерфейс становится привычным коммуникационным механизмом для части пользователей. Дальнейшие его изменения под новые сценарии или нишевые варианты использования и трудоемки в разработке, и могут вызывать сложности у аудитории уже привыкшей к существующему визуальному языку.

Часто отсутствует и возможность альтернативного сценария расширения функциональности – создания дополнительных программ над уже существующими системами. Возможности экспорта и импорта данных, предоставление внешнего интерфейса для программного доступа, как правило, поддерживаются ограниченно, если вообще включены в список приемочных требований.

В результате любые изменения и доработки системы возможны только через классический, обычно сравнительно долгий многомесячный цикл планирования, разработки и тестирования. Соответственно, любые новинки и значимые достижения в области анализа данных и машинного обучения часто сложно внедрять поверх существующих систем, без их значительной переработки.

Все это приводит к необходимости в образовательной среде всегда взаимодействовать с человеком-преподавателем, который способен быстро извлекать требования из неструктурированных данных, осуществлять взаимодействие со студентами с помощью интерфейсов естественного общения, адаптировать ранее подготовленные материалы под особенности восприятия аудитории.

Среди дополнительных преимуществ человека над компьютерными моделями в системе образования: широкая известность и юридическая закреплённость мотивационных практик по работе с персоналом, использование подотчетности и субъектности сотрудников за принятые решения, наличие широкого локального рынка трудовой силы с известными критериями подбора и адаптации. Очевидным плюсом использования человека преподавателя является то, что при найме на выбранную роль текущие капитальные затраты на его привлечение и удержание могут быть сравнительно невысоки и в большей мере определяются рыночным и частично культурным контекстом.

В рамках использования продвинутых моделей искусственного интеллекта, напротив, обычно создание и адаптация подобных моделей исключительно

дорогостоящий процесс, требующий инфраструктурных затрат. При этом рынок интеллектуальных моделей только начинает формироваться, субъектность обычно отсутствует, а юридическая поддержка и мотивационные практики по отношению к искусственным агентам находятся в зачаточном состоянии. Поэтому до сих пор модели искусственного интеллекта имели немного шансов не только в замене преподавателя в образовательной деятельности, но даже в усилении существующих программных средств автоматизации.

Использование специализированного программного обеспечения было экономически целесообразно преимущественно там, где коммуникационные интерфейсы и способы работы стандартизированы, адаптация к новым требованиям минимальна или легка, а доступ к предоставляемым бизнес-сервисам – массовый. В таком случае использование одного человека для подобных сценариев было бы узким местом с точки зрения параллельного обслуживания. Специализированное программное обеспечение, напротив, могло массово решать сравнительно простую задачу. В качестве примеров можно упомянуть предоставление новостей или каталогизированных требований к поступлению на сайтах образовательных учреждений, размещение образовательных и исследовательских материалов, онлайн тестирование, автоматизация простых действия типа назначения рецензентов научных работ.

Особенности программного обеспечения в образовательной деятельности

В 2023 году с началом публичной работы OpenAI и впоследствии с опубликованием открытых моделей типа LLaMa [1, 2] продемонстрированы возможности больших языковых моделей взаимодействовать с пользователями на естественном языке. Набирают популярность и мультимодальные модели [3], способные воспринимать не только произвольный письменный текст, но потоковые аудио и видео данные, строить пространственные модели и модели предметной области. Несмотря на первоначальные споры о правомерности определения «проблески интеллекта», выяснилось, что языковые модели действительно демонстрируют способности к обобщениям. Более того, при предоставлении на вход модели качественно подобранных обучающих данных, раскрывающих процесс и вариативность решений, языковые модели строят собственные внутренние представления. В частности, это позволяет работать с задачами, отсутствующими в тренировочных наборах данных.

Известно, что языковые модели, как правило, пока ошибаются при предоставлении детальных цитат и ссылок. Качество многошаговых рассуждений и

возможность удержания большого контекста разговора также требуют существенных улучшений. В настоящее время исследователи активно работают над исправлением и развитием возможностей языковых моделей [4–8]. Вероятно, в короткой перспективе вышеупомянутые проблемы будут исправлены. В таком случае, использование специализированных визуальных интерфейсов к программному обеспечению может быть заменено для пользователя естественным языком, кроме того, станет возможным предоставлять информацию в неструктурированном виде с учетом широкого контекста. Заменит ли в таком случае искусственный интеллект преподавателя?

Одной лишь технической новации и демонстрации эффективности искусственного интеллекта недостаточно. Требуется готовность и адаптация к новации на множестве связанных уровней. В числе этих уровней можно упомянуть культурный уровень, методологический, юридический, бизнес, коммуникационный, уровень обеспечения деятельности, практик использования. Кроме того, для упрощения взаимодействия обычно требуется интеграция в знакомые для пользователя интерфейсы, существующие в организации бизнес-процессы, согласованные цели различных заинтересованных сторон. Таким образом решение о более обширной интеграции искусственного интеллекта скорее будет определяться не нишевой эффективностью, а общей адаптацией к уже сформированным способам коммуникации и ведения дел. Замена на практике возможна, по нашему мнению, преимущественно при достижении высокого уровня бесшовности, легкости интеграции с минимальным привлечением или без привлечения интеграционных команд и какой-либо дополнительной разработки на стороне информационных систем образовательных учреждений. Таким образом эффективность будет рассчитываться не в рамках изолированного фрагмента образовательного процесса и решения отдельных повторяющихся типовых задач, но в виде общей стоимости владения, включая стоимость помещения (onboarding) интеллектуальной единицы в существующие процессы и интерфейсы организации, стоимости и скорости адаптации интеллектуальных единиц к новым сценариям.

В свете такого расширенного восприятия эффективности, зададимся в настоящей статье двумя актуальными вопросами. Может ли адаптация искусственного интеллекта к конкретным проблемам, процессам и интерфейсам организации быть экономически более выгодной, чем найм человека-преподавателя? Можно ли изъять от преподавателя не только выполнение базовых образовательных процессов, но изъять даже конечную ответственность и подотчетность, координацию и постановку задач, управление при работе в нестандартных условиях?

Все, кто интенсивно работает с существующими публично доступными большими языковыми моделями, скорее всего скептически отнесутся даже к потенциальным возможностям помещения языковых моделей в такой сложный и насыщенный контекст, как система образования. Даже опытный преподаватель может испытывать сложности с удержанием внимания новых групп, адаптации к смене поколений и их ценностей, к учету сложно согласуемых требований к корректировке курсов, неявной приоритизации разных инструкций и задач, гибкой адаптацией требований в сложных образовательных случаях и конфликтах, согласовании интересов различных сторон. Подобного рода информация почти никогда не представлена в виде явных описательных инструкций, а скорее распределена в культуре организации, неформальных разговорах, учете различных контекстов, фактической реакции окружающих на изменения. Молодые преподаватели могут демонстрировать сложности до приобретения подобного опыта, стоит ли говорить об исключительной трудности подобной задачи для искусственных агентов.

Более того, существующие публичные модели демонстрируют ограниченные возможности даже в простых задачах вывода, часто ошибаются, плохо удерживают продолжительный контекст, слабо адаптируются к новым знаниям и изменению ситуации, а взаимодействие с ними ограничено вопросно-ответными сессиями, в рамках которых требуется постоянное участие и корректировка оператора. Обучение и адаптация моделей под выбранную предметную область требует профессиональных навыков, поэтому пока на уровне пользователя влияние на модель ограничено контекстными или системными подсказками.

Приведенные аргументы на первый взгляд однозначно предсказывают ситуацию, в которой использование языковых моделей будет ограничено нишевыми задачами под руководством человека-оператора. Однако, на наш взгляд, новые исследования и инструменты открывают возможности к другому ответу на оба поставленных вопроса – экономическое давление на замену преподавателя для ряда образовательных функций будет возрастать и станет очевидным для всех участников образовательной среды, субъектность и ответственность за качество выполнения ряда образовательных процессов постепенно все чаще сможет переходить к моделям искусственного интеллекта. В следующих разделах статьи постараемся контурно указать, какие инструменты и подходы могут помочь в этом.

Достаточно сложно говорить о замене человека преподавателям искусственным интеллектом, не понимая детально те возможные задачи и шаги, которые востребованы к выполнению на практике. Поэтому рассмотрим основные роли преподавателя, а для

каждой роли опишем потенциальные адаптации языковых моделей под соответствующие задачи.

Будем учитывать преподавание только технических (STEM) специальностей в бакалавриате. Преподавание гуманитарных и творческих специальностей, а также работа в системе школьного образования требует дополнительных исследований. Отметим, что такие функции как передача неявного когнитивного опыта, ценностей и культурных практик, передача эмоционального влечения к профессии скорее всего останутся прерогативой преимущественного человеческого взаимодействия. Мы не выносим на рассмотрение подобные исключительно важные аспекты, а остановимся лишь на более явных образовательных процессах.

Роли преподавателя

Типовые активности преподавателя обычно разделяют на исследовательские, образовательные, и сервисные. Различные страны, университеты, и специальности имеют зачастую отличающийся объем активностей, ожидаемый от преподавателя. Даже в рамках образовательной деятельности преподаватель может быть вынужден время от времени функционировать в одной из ролей, обусловленных задачами и практиками соответствующего шага в образовательном процессе. Выбранные роли могут реализовываться и другими участниками образовательного и бизнес-рынка, проявляться неявно через взаимодействия множества участников. В небольших образовательных учреждениях, при работе с новыми предметными областями преподаватель скорее будет вынужден совмещать все из нижеперечисленных ролей, в то время как в крупных организациях и в устоявшихся предметных областях часть ролей будет устойчиво распределена среди отдельно назначенных сотрудников или заблаговременно выполнена.

Роль исследователя предметной области. Одна из первых ролей преподавателя – роль исследователя предметной области, заявляющего новый образовательный курс, планирующего программу специальности, или адаптирующего существующую программу к новым изменениям. В рамках этой роли основная задача – составление структурированной карты предметной области, связи понятий, методов и проблем, прогнозирование потенциальных конкурентных ниш с позиций будущих исследований или потенциальных возможностей методов. Часто, в рамках этой роли преподаватель должен зафиксировать способ определения целей программы или специальности, цели потенциального обучения и исследования, способы получения обновлений по лучшим практикам и изменениям рынка.

Часто, подобные материалы по исследованию предметной области реализуются

децентрализовано, например, через диффузию по цепочке: возникновение целей и вызовов при решении новых практических проблем – публикация результатов исследований по решению проблем в виде отдельно сформированных уникальных методов – создание удобных для широкого использования инструментов и стандартизация подходов по полученным результатам исследований и методам – ощущение спроса на расширение или повышение квалификации команд для заполнения возникшей конкурентной возможности – публикация профессиональных образовательных материалов для подготовки подобных команд или научного обмена – создание разъяснительных материалов как заполнение потенциального спроса на обучение новому методу, в том числе с начальным уровнем знакомства с темой – направленное усиление интереса и спроса широкого рынка на недавно возникшие технологии или новые методы через создание перспективы решения контекстуальных задач, использования конкурентных возможностей, усиления интеллектуального интереса у различных групп пользователей и учащихся – внедрение обновлений и изменений по учебным программам.

Подобная роль исследователя предметной области чаще характерна для преподавателей, получающих через исследовательские или промышленные проекты информацию о запросах и изменениях, происходящих в предметной области. Одним из упрощенных способов извлечения новых концептуализаций и навыков могут служить различные электронные системы найма, в которых фигурируют ожидаемые знания, используемые в работе инструменты, выделяемые роли и их границы ответственности. Другим публичным срезом современного и будущего состояния дел в выбранной предметной области могут выступать конференции и коммуникация лидирующих исследователей, в том числе в социальных медиа.

Для реализации роли исследователя предметной области можно использовать большие языковые модели над картой концепций предметной области [7–9], отслеживать изменения концепций через потоковое подключение к ключевым группам и ресурсам в социальных медиа, выполнять прогнозирование диффузий новых концепций. Такая специализированная модель может предоставлять на ежемесячной основе подборки ключевых изменений в выбранных предметных нишах, эволюцию предметных ниш, а также рекомендуемые обобщения вышедших новинок и изменений.

Насколько выбранная языковая модель может превосходить по эффективности преподавателя, время от времени работающего в этой области, можно оценивать по параметрам: скорости обнаружения изменений предметной области, качеству прогноза влияния новых изменений, информационной емкости обобщения происходящих

изменений, качеству расчета потенциальных изменений существующих учебных программ в заданном контексте. Представляется, что преподаватель-исследователь, сам активно работающий в выбранной нише предметной области, самостоятельно оперирует с еще только зарождающимися новыми концепциями, находится в прямом коммуникационном контакте с лучшими исследователями. Однако преподаватели, вынужденные временно снизить погружение в выбранную область или убрать внимание с событий в смежных областях, будут испытывать сложности в демонстрации сопоставимой эффективности с языковыми моделями в обновлениях целей и состава учебных программ. Специализированная языковая модель с кратковременной и долговременной памятью, индексами, обученная на исторических выборках в соответствии с практиками машинного обучения, теории сложности, и элементов обнаружения аномалий, схожих с алгоритмами финансового рынка, сможет предоставлять качественный контент на естественном для пользователя языке, с учетом особенностей интересов преподавателя и отслеживаемых им учебных программ

Роль методолога и автора контента. Следующая важная роль, которую преподаватель часто выполняет самостоятельно, – это детальное проектирование развертки содержания образовательной программы в последовательность различных образовательных форматов, создание ключевых визуальных и текстовых материалов учебного курса.

В этой роли проявляется важность знания различных образовательных методов и способов проведения занятий, выделение ключевых навыков и проектирование способов их освоения, вариативность рассмотрения типовых практических проблем и их решений, адаптация способов представления знаний к особенностям восприятия и знаний студентов.

Достаточно часто при работе в этой методологической роли преподаватель адаптирует несколько различных образовательных ресурсов, книг, дополнительных обсуждений для того, чтобы составить авторский вариант совмещенного изложения. Иногда преподавателю в этой роли необходимо перевести сложные идеи и концепции в более упрощенные форматы, включить в курс дополнительные материалы, с которыми студенты пока не были знакомы. После проектирования на верхнем уровне преподаватель может выступать как автор контента: создавать фрагменты презентаций, заданий, упражнений и тестов.

Реализация этих активностей происходит уже сейчас, множество преподавателей используют для этих целей возможности публичных языковых моделей. В частности, известны различные библиотеки системных и контекстуальных шаблонов и подсказок

для GPT [10], например, позволяющих по шаблону выполнять различные действия, такие как планирование урока, объяснение концепции, создание вопросов и упражнений по изученной предметной области, создание презентации с помощью Latex и Beamer. Сейчас эти шаблоны используют лишь англоязычные пользователи, что отчасти вызвано ограничением на количество токенов, которые одновременно «держит в памяти» GPT. При генерации русскоязычного текста приходится изобретать более короткие шаблоны, по сравнению с предлагаемыми в [10], чтобы добиться приемлемых результатов. Кроме того, в профильных форумах русскоговорящих преподавателей они недостаточно активно обмениваются методическими наработками в направлении создания таких эффективных контекстов и запросов, которые действительно качественно берут на себя часть рутинной работы преподавателя. Пока можно говорить только про некоторую помощь лишь для ассистента (эту роль рассмотрим позже в статье), которому нужно в рамках уже сформированного курса создать список вопросов для контроля знаний или выдать конкретному студенту фидбэк на его работу [15].

При планировании и создании уроков с помощью языковых моделей в настоящее время преподаватель выступает в роли постоянного итеративного источника знаний о контексте: прогресса студентов, особенностей восприятия, требуемым темам, скорости освоения материала. Естественным развитием такого подхода является предоставление языковой модели предметных индексов с текстами по выбранным спискам предполагаемой к использованию литературы, отдельно пополняемой долговременной памяти по устно передаваемым данным прогресса студентов, использовании ансамбля агентских моделей [5] для итерационного моделирования и проверки качества полученных материалов.

Роль лектора образовательного курса. Поскольку преподаватель совмещает множество ролей, то в процессе подготовки лекции может выполняться и адаптация содержания учебного плана из роли исследователя предметной области, и корректировка способов представления контента из роли методолога, и создание отдельных презентаций и заданий из роли автора. Роль лектора проявляется в задачах упаковки готового образовательного контента в истории, а также доставка этих историй для большой аудитории. В числе лекторских задач: сценарное проектирование последовательности представления материала внутри лекции, продумывание драматургического аспекта, демонстрации актерских навыков для вовлечения студентов.

В зависимости от специфики изучаемого материала лекторы могут структурировать выступления вокруг практических историй, логики доказательства,

неудобства решения задачи ранее известными способами, исторических экскурсов. Часто необходимо дополнительно проверить легкость восприятия материала студентами, последовательности введения новых концепций, спланировать паузы в рамках изложения. В случае, если материалы излагаются не только в презентации, но и параллельно предоставляются на доске, лекторы иногда делают анализ мест для размещения подобных рисунков или разделов изложения, чтобы в последующем при адресации к различным концепциям учитывать геометрию расположения материала на многосоставных аудиторных досках. При непосредственном изложении лекторы могут комбинировать материал, скорость его подачи, использовать повторения, выходить на более близкую работу с аудиторией при считывании проблем в ее восприятии или усталости.

Несмотря на общеизвестность подходов сценарного проектирования и требуемых элементов презентационного мастерства, подготовка лекций трудоемкий процесс. Многие, кто пытался записывать образовательные видео, знают о необходимости большой команды, включая художников по свету, макияжу, звукорежиссеров, операторов, редакторов, монтажеров. Это требуется, для того чтобы произвести качественный продукт даже на уже готовом, методологически и сценарно выверенном материале. Во многих ситуациях лектор не имеет ни времени, ни ощущения смысла подобной кропотливой работы. Кроме того, назначение лекторов чаще идет или через фильтр исследовательской экспертизы, или через рыночный фильтр баланса преподавательского опыта и согласия работать по предложенным условиям, или культурный фильтр интереса к преподавательской или научной деятельности.

Может ли искусственный интеллект предоставить более экономически эффективный лекционный сервис, чем среднестатистический преподаватель в роли лектора? Различные модели искусственного интеллекта и большие языковые модели в настоящий момент демонстрируют значительные достижения в автоматизации множества из описанных выше задач [11]. Так, например, известны сервисы критики презентационных текстов по соответствующими правилам сценарного мастерства. Известны сервисы, осуществляющие каталогизацию фильмов и сценариев по сценам с точки зрения последующего извлечения лучших операторских и сценарных практик.

Применение подобных подходов к публичным лекциям может позволить собрать необходимую базу для создания соответствующих концептуализаций, подкрепленных примерами реализации. В настоящий момент при предоставлении достаточного количества исходного материала, большие языковые модели уже в состоянии построить сценарий проведения лекций, вплоть до детального изложения. Основным

затруднением является то, что подобные задачи пока решаются на неспециализированных моделях, а также в вопросно-ответном режиме, требующем постоянного присутствия человека оператора. В случае подключения ансамбля нескольких агентов, осуществляющих самостоятельную итерационную процедуру по выбранным метрикам, итоговый вариант сценария лекции может быть достаточно высокого качества.

Генерация аудио потока по тексту с хорошим уровнем эмоционального вовлечения, превосходящего стандартное «книжное» озвучивание, также возможно [12]. Это достигается обучением на текстах с дополнительной разметкой эмоциональности, отдельным учетом смысловых акцентов и необходимой вариативности скорости озвучивания.

Возможность генерации качественного видео человека, к сожалению, пока еще недоступна в открытом доступе и предоставляется только внутри соответствующих коммерческих проектов.

Роль ассистента образовательного курса. Большинство функций, ожидаемых от роли ассистента, таких как проверка и оценивание работ, помощь по объяснению материалов, уже используется студентами самостоятельно во взаимодействии с публичными большими языковыми моделями. Потенциально нововведение, которое пока отсутствует у ряда вопросно-ответных сервисов, но все чаще присутствует у продвинутых ролевых ботов, – использование отдельных внутренних моделей состояния собеседника, его жизненной ситуации, потенциальных коммуникационных стратегий по работе с ним. Подключение долговременной памяти, модулей планирования, многошаговых рассуждений могут усилить возможности подобных моделей для работы в роли ассистентов, доступных круглосуточно и по первому требованию, учитывающих не только кратковременные цели в виде решения поставленной задачи, но и долгосрочные образовательные процессы по пониманию и овладению представленным материалом.

В настоящее время известны некоторые проекты по быстрому распознаванию речи и мультимодального распознавания [3]. Возможно, в рамках системы образования это приведет к использованию дополнительных устройств уровня Jetson Xavier NX, способных соприсутствовать на практических занятиях и обеспечивать поддержку роли ассистента.

Заключение. Возможные стратегии

В качестве возможной стратегии поведения преподавателя рассмотрим следующие рекомендации. Модели искусственного интеллекта могут предоставить

хорошую возможность самим преподавателям экономить время на подготовку занятий, создания новых материалов и упражнений [14, 15]. В качестве следующего этапа может быть использование языковых моделей для частичной оценки предоставляемых студентами результатов и создание консультационных рекомендаций по исправлению их работ, задавая выбранные системные или прикладные подсказки для модели. Учет наличия доступа к языковым моделям у студентов и соответственно, проектирование сложности задания так, чтобы использование популярных публичных языковых моделей требовало активной, многошаговой работы.

В качестве более продвинутых вариантов использования, пока недоступных на рынке, использование языковых моделей для потокового кодирования происходящего на лекции или практических занятий, для контекстных подсказок или заполнения отчетных документов, а также генерации видео и аудио контента лекций по проектируемым сценариям [13].

Несмотря на технические возможности демонстрации эффективности больших языковых моделей по ряду образовательных процессов, маловероятно, что рынок традиционного, государственно регулируемого рынка образования будет достаточно привлекательным для кастомизации под него языковых моделей. Поэтому конкуренция скорее будет пролегать среди преподавателей, пока не использующих языковые модели, и теми, кто обнаружил их эффективное место в собственной работе [14].

Список библиографических ссылок (на языке оригинала)

1. A Survey of Large Language Models [Электронный ресурс]. URL: <http://arxiv.org/abs/2303.18223> (дата обращения 30.09.2023)
2. Code Llama: Open Foundation Models for Code [Электронный ресурс]. URL: <http://arxiv.org/abs/2308.12950> (дата обращения 30.09.2023)
3. GPT-4V(ision) System Card [Электронный ресурс]. URL: https://cdn.openai.com/papers/GPTV_System_Card.pdf (дата обращения 30.09.2023)
4. Algorithm of Thoughts: Enhancing Exploration of Ideas in Large Language Models [Электронный ресурс]. URL: <http://arxiv.org/abs/2308.10379> (дата обращения 30.09.2023)
5. Unleashing Cognitive Synergy in Large Language Models: A Task-Solving Agent through Multi-Persona Self-Collaboration [Электронный ресурс]. URL: <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2023arXiv230705300W> (дата обращения 30.09.2023)

6. Towards Revealing the Mystery behind Chain of Thought: A Theoretical Perspective [Электронный ресурс]. URL: <http://arxiv.org/abs/2305.15408> (дата обращения 30.09.2023)
7. MindMap: Knowledge Graph Prompting Sparks Graph of Thoughts in Large Language Models [Электронный ресурс]. URL: <http://arxiv.org/abs/2308.09729> (дата обращения 30.09.2023)
8. Causal Reasoning and Large Language Models: Opening a New Frontier for Causality [Электронный ресурс]. URL: <https://arxiv.org/pdf/2305.00050.pdf> (дата обращения 30.09.2023)
9. Beyond Chain-of-Thought, Effective Graph-of-Thought Reasoning in Large Language Models [Электронный ресурс]. URL: <http://arxiv.org/abs/2305.16582> (дата обращения 30.09.2023)
10. Prompts for Education: Enhancing Productivity & Learning [Электронный ресурс]. URL: <https://github.com/microsoft/prompts-for-edu> (дата обращения 30.09.2023)
11. A Temporal Variational Model for Story Generation [Электронный ресурс]. URL: <https://arxiv.org/pdf/2109.06807.pdf> (дата обращения 30.09.2023)
12. Voicebox: Text-Guided Multilingual Universal Speech Generation at Scale [Электронный ресурс]. URL: https://research.facebook.com/file/649409006862002/paper_fixed.pdf (дата обращения 30.09.2023)
13. Perez Tchernov A., How to adapt GPT models for education. *Transformation of the mechanical-mathematical and IT-education in the context of digitalization*: материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 65-летию мех.-мат. фак., Минск, 26–27 апр. 2023 г. В 2 ч. Ч. 2 / Белорус. гос. ун-т. – Минск : БГУ, 2023. С. 73-77.
14. Девицын А. С., Барвенков С. А. О необходимости трансформации методик преподавания с учетом новых вызовов порождаемых глобальной цифровизацией. *Трансформация механико-математического и IT-образования в условиях цифровизации*: материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 65-летию мех.-мат. фак., Минск, 26–27 апр. 2023 г. В 2 ч. Ч. 2 / Белорус. гос. ун-т. – Минск: БГУ, 2023. С. 37-44.
15. Барвенков С. А. Об использовании систем искусственного интеллекта в работе преподавателя вуза. *Трансформация механико-математического и IT-образования в условиях цифровизации*: материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 65-летию мех.-мат. фак., Минск, 26–27 апр. 2023 г. В 2 ч. Ч. 2 / Белорус. гос. ун-т. – Минск: БГУ, 2023. С. 12-17.

References (на английском языке)

1. A Survey of Large Language Models [Electronic resource]. Available at: <http://arxiv.org/abs/2303.18223> (date of access: 30.09.2023)
2. Code Llama: Open Foundation Models for Code [Electronic resource]. Available at: <http://arxiv.org/abs/2308.12950> (date of access: 30.09.2023)
3. GPT-4V(ision) System Card [Electronic resource]. Available at: https://cdn.openai.com/papers/GPTV_System_Card.pdf (date of access: 30.09.2023)
4. Algorithm of Thoughts: Enhancing Exploration of Ideas in Large Language Models [Electronic resource]. Available at: <http://arxiv.org/abs/2308.10379> (date of access: 30.09.2023)
5. Unleashing Cognitive Synergy in Large Language Models: A Task-Solving Agent through Multi-Persona Self-Collaboration [Electronic resource]. Available at: <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2023arXiv230705300W> (date of access: 30.09.2023)
6. Towards Revealing the Mystery behind Chain of Thought: A Theoretical Perspective [Electronic resource]. Available at: <http://arxiv.org/abs/2305.15408> (date of access: 30.09.2023)
7. MindMap: Knowledge Graph Prompting Sparks Graph of Thoughts in Large Language Models [Electronic resource]. Available at: <http://arxiv.org/abs/2308.09729> (date of access: 30.09.2023)
8. Causal Reasoning and Large Language Models: Opening a New Frontier for Causality [Electronic resource]. Available at: <https://arxiv.org/pdf/2305.00050.pdf> (date of access: 30.09.2023)
9. Beyond Chain-of-Thought, Effective Graph-of-Thought Reasoning in Large Language Models [Electronic resource]. Available at: <http://arxiv.org/abs/2305.16582> (date of access: 30.09.2023)
10. Prompts for Education: Enhancing Productivity & Learning [Electronic resource]. Available at: <https://github.com/microsoft/prompts-for-edu> (date of access: 30.09.2023)
11. A Temporal Variational Model for Story Generation [Electronic resource]. Available at: <https://arxiv.org/pdf/2109.06807.pdf> (date of access: 30.09.2023)
12. Voicebox: Text-Guided Multilingual Universal Speech Generation at Scale [Electronic resource]. Available at: https://research.facebook.com/file/649409006862002/paper_fixed.pdf (date of access: 30.09.2023)

13. Perez Tchernov A., How to adapt GPT models for education. *Transformation of the mechanical-mathematical and IT-education in the context of digitalization: materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyashch. 65-letiyu mekh.-mat. fak., Minsk, 26–27 apr. 2023 g. V 2 ch. CH. 2 / Belorus. gos. un-t. – Minsk: BGU, 2023. P. 73-77.*

14. Devitsyn A. S., Barvenov S. A. O neobkhodimosti transformatsii metodik prepodavaniya s uchetom novykh vyzovov porozhdayemykh global'noy tsifrovizatsiyey. *Transformatsiya mekhaniko-matematicheskogo i IT-obrazovaniya v usloviyakh tsifrovizatsii: materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyashch. 65-letiyu mekh.-mat. fak., Minsk, 26–27 apr. 2023 g. V 2 ch. CH. 2 / Belorus. gos. un-t. – Minsk: BGU, 2023. P. 37-44. (In Russian)*

15. Barvenov S. A. Ob ispol'zovanii sistem iskusstvennogo intellekta v rabote prepodavatelya vuza. *Transformatsiya mekhaniko-matematicheskogo i IT-obrazovaniya v usloviyakh tsifrovizatsii: materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyashch. 65-letiyu mekh.-mat. fak., Minsk, 26–27 apr. 2023 g. V 2 ch. CH. 2 / Belorus. gos. un-t. – Minsk: BGU, 2023. P. 12-17. (In Russian)*