



AKTUAR MOLIYA VA BUXGALTERIYA HISOBI ILMIY JURNALI

Vol. 5 Issue 03 | pp. 86-104 | ISSN: 2181-1865

Available online <https://finance.tsue.uz/index.php/afa>

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ И СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ТРАНСФОРМАЦИИ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ



Раджабов Бунёд Абдухалилович
ТГЭУ, доцент кафедры
мировой экономики и международных
экономических отношений, PhD

Аннотация: Модель, основанная на достижениях ИИ-технологий, показывает, как ВУЗы могут инвестировать в ИИ для улучшения учебного процесса, исследований и административной работы, одновременно решая проблемы академической честности и адаптируясь к изменениям на рынке труда, предлагая дополнительные навыки для студентов. Мы изучаем концепции модели, сценарии и политические вмешательства, рекомендуя руководителям ВУЗов стать системными мыслителями, управляющими сложностью трансформации ИИ и использующими петли обратной связи ИИ. Также обсуждаем концепцию ВУЗов, подвергающихся влиянию ИИ, и возможные направления будущих исследований в области изменений, вызванных ИИ, и устойчивости ВУЗов.

Ключевые слова: высшее образование; искусственный интеллект; трансформация ИИ; генеративный ИИ (GenAI); ChatGPT; будущее работы; CLD; петля обратной связи; системное мышление; системная динамика; сложные системы; цифровая трансформация; устойчивость

Abstract: The model, based on AI technology achievements, illustrates how HEIs can invest in AI to enhance learning, research, and administration while addressing academic integrity issues and adapting to changes in the job market with additional student skills. We explore model concepts, scenarios, and policy interventions, recommending HEI leaders to become systems thinkers in managing the complexity of AI transformation and leveraging AI feedback loops. Additionally, we discuss the concept of HEIs influenced by AI and potential future research directions in AI-driven change and HEI sustainability.

Keywords: higher education; artificial intelligence; AI transformation; generative AI (GenAI); ChatGPT; future of work; CLD; feedback loop; systems thinking; system dynamics; complex systems; digital transformation; sustainability.

ВСТУПЛЕНИЕ

С конца 2022 года стремительное развитие таких инструментов, как ChatGPT, привлекло внимание к искусственному интеллекту (ИИ), поставив его на первое место в обсуждениях о технологии и ее влиянии на экономику и общество. В то время как компании исследуют способы извлечения выгоды из инвестиций в

генеративный ИИ, существуют опасения относительно возможных негативных социальных последствий автоматизации, которая может привести к исчезновению рабочих мест. В высшем образовании в то же время вызывает восторг возможность использовать такие инструменты, как ChatGPT, для преодоления трудностей в обучении, но также возникают опасения, что студенты могут обманывать, например, прося ChatGPT написать сочинения по любой теме. Первоначально были введены запреты на использование генеративного ИИ, однако несколько организаций разработали рекомендации по полезному применению таких инструментов в вузах. Группа университетов Рассела в Великобритании подчеркнула необходимость того, чтобы «студенты и сотрудники были ИИ-грамотными» и заявила о необходимости адаптации обучения и оценки с учетом «этического использования генеративного ИИ», поддержания академической целостности и строгости, а также необходимости сотрудничества, разработав пять принципов. Большой интерес к созданию рекомендаций по использованию ИИ в высшем образовании подчеркивает важность этой темы. ИИ открывает перед вузами новые возможности и проблемы в области образования, обучения, поддержки студентов, стипендий и управления. ИИ не является новой темой в образовании, и его изучают уже более 30 лет, так как несколько обзорных статей предоставляют данные, которые могут быть полезны для нашего исследования. Данная статья направлена на изучение трансформации высшего образования с помощью ИИ с использованием системного подхода. В статье разрабатывается диаграмма причинно-следственных связей (CLD), моделирующая влияние ИИ на изменение ключевых факторов в высшем образовательном учреждении (HEI). CLD показывает структуру обратной связи, которая определяет, как ИИ создает ценность в HEI и как этот процесс может быть перестроен благодаря ИИ. Это позволяет понять механизмы воздействия ИИ на такие аспекты, как обучение, академическая целостность и трудоустройство, которые важны для вузов. Рассмотрение университета как сложной системы помогает получить новые представления о сложной динамике высшего образования и практических последствиях для руководителей вузов. Исследование подчеркивает важность системного подхода для разработки теорий и понимания трансформации высшего образования с использованием ИИ, а также для проектирования и управления изменениями. Статья вносит несколько вкладов в исследования. Во-первых, она способствует нашему пониманию изменений в вузах, вызванных ИИ, путем представления целостного представления о движущих силах и последствиях трансформации. Мы показываем, что инвестиции в ИИ могут иметь стратегическое значение, так как ИИ может изменить структуру создания ценности в вузах, объединяя концепции системного мышления с экономическими идеями и привилегиями. CLD позволяет рассматривать стратегическое значение ИИ в вузах с точки зрения всей системы, что может внести вклад в экономику и стратегию высшего образования. Основная концепция, раскрываемая в CLD, заключается в том, что процессы создания ценности с использованием ИИ усиливаются благодаря замкнутым циклам обратной связи. Кроме того, статья делает вклад в устойчивое развитие, исследуя, как использование ИИ в университетах может содействовать достижению Целей устойчивого развития (SDG), таких как доступ к качественному

образованию. Также статья дает практические рекомендации для руководителей вузов, стремящихся понять и использовать ИИ. Мы утверждаем, что руководители высших учебных заведений должны избегать распространенных ошибок и принимать во внимание сложность изменений, связанных с ИИ. Мы также ставим целью уточнить, что нового привнес генеративный ИИ в историческом контексте использования ИИ в высшем образовании.

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Статье Брызгалина Е. В. рассматривается, как искусственный интеллект влияет на бизнес-модели и как его можно улучшить. Использование обратной связи ИИ, особенно для эффективной реализации инноваций в бизнесе, является важным, что, в свою очередь, повышает конкурентоспособность бизнеса. В работе Форда рассматривается роль роботов и автоматизации в экономике. Быстрое развитие автоматизации может привести к сокращению рабочих мест, а также к социальным проблемам, связанным с этим.¹ Работа О'Тлоцкого освещает важные аспекты теории систем, особенно то, как применять системное мышление в сложных системах. Статья, включающая системный анализ, демонстрирует важность системного подхода при решении различных проблем. Авторы предупреждают о рисках, таких как замена рабочей силы ИИ и сокращение рабочих мест в крупных технологических компаниях.² Работа Тома, Сенкайялиана, Лоулера, Рубина и Дева показывает, как генеративные ИИ-технологии могут произвести революцию в системе здравоохранения и подчеркивает необходимость контроля за этими технологиями. Рассматриваются риски и возможности контроля со стороны крупных технологических компаний. Научная работа J. Gao и C. Lin, предоставляет глубокий анализ больших языковых моделей, их природы, возможностей и значимости в технологическом развитии. Приводится подробная информация о последних новшествах и исследованиях в области языковых моделей.³

Khan Academy Labs — проект, ориентированный на исследование и развитие инновационных подходов в сфере образования, освещает важность новых технологий в обучении. В заключение, эти источники исследуют влияние ИИ и технологий на различные области, такие как бизнес, образование, здравоохранение и экономика. Рассматриваются вопросы развития технологий искусственного интеллекта и больших языковых моделей, потеря рабочих мест, революционные изменения в здравоохранении и улучшение образовательных систем. Также подчеркивается необходимость контроля за этими технологиями и связанные с этим риски со стороны крупных технологических компаний.⁴

МЕТОДОЛОГИЯ

В данном исследовании были использованы следующие методологические подходы: Анализ литературы — Основным методом сбора данных является анализ современных научных статей, книг и практических исследований. Изучены мнения и

¹ Брызгалина Е. В. Искусственный интеллект в образовании. Анализ целей внедрения //Человек. – 2021. – Т. 32. – №. 2. – С. 9-29.

² Roll, Ido, and Ruth Wylie. "Evolution and revolution in artificial intelligence in education." *International journal of artificial intelligence in education* 26 (2016): 582-599.

³ J. Gao and C. Lin, "Introduction to the special issue on statistical language modeling," *ACM Trans. AsianLang. Inf. Process.*, vol. 3, no. 2, pp. 87–93, 2024

⁴ Khan Academy Labs. <https://www.khanacademy.org/khan-labs>.

анализы каждого автора, рассматривающие влияние технологий ИИ на различные области, социальные и экономические последствия, а также влияние технологического развития. Контент-анализ — Систематически проверялись статьи и научные работы, относящиеся к теме исследования. Для определения сути каждой работы и влияния технологий на различные области был проведен контент-анализ.

Экономический и социальный анализ — Исследованы последствия замены рабочей силы ИИ, изменения в экономике и социальные последствия этих технологий. В частности, для изучения экономических, политических и социальных последствий технологий ИИ были использованы математические и статистические методы анализа. Оценка рисков и возможностей — Исследованы риски и возможности, связанные с контролем за технологиями ИИ и их управлением крупными технологическими компаниями. Рассмотрены эффективные методы управления этими технологиями и меры предосторожности в этой области.

АНАЛИЗ И РЕЗУЛЬТАТЫ.

Теоретическая основа создает основу для развития нашей модели CLD. Мы исследуем трансформацию искусственного интеллекта (ИИ) в высших учебных заведениях, фокусируя внимание на процессах, создающих ценность в университетах, и на том, как ИИ влияет на эти процессы, при этом подчеркивая новые возможности и проблемы, возникающие благодаря генеративному ИИ. Таким образом, мы решили разделить нашу теоретическую основу на три части: достижения в области технологий ИИ, измерения трансформации ИИ в университетах и влияние ИИ на трудоустройство выпускников. Это соответствует трем основным процессам, представленным на карте модели CLD после объяснения выбранной методологии и шагов.

Обширный обзор более 4500 статей, опубликованных с 2000 по 2019 год, выявил ключевые исследовательские темы, включая умные репетиторские системы для специализированного образования, обработку естественного языка для обучения языкам, извлечение образовательных данных для прогнозирования успеваемости, анализ речи для компьютерного поддержания совместного обучения, нейронные сети для оценки обучения, аффективные вычисления для распознавания эмоций студентов и рекомендательные системы для персонализированного образования. Еще один обзор 138 статей, опубликованных в период с 2016 по 2022 год, выделил пять основных тем: оценка и тестирование, прогнозирование, помощники ИИ, умные репетиторские системы и управление обучением студентов.

Студенты могут использовать ИИ как вспомогательное средство для достижения учебных целей через персонализированное адаптивное обучение. Приложения могут быть представлены в различных формах, таких как ИИ-обучающие помощники, teacherbots, умные репетиторские системы и другие. Экспериментальное исследование, проведенное в Индии, показало, что использование персонализированных технологий после школьного обучения улучшает оценки студентов по математике и языкам. Ожидается, что эффект репетиторства, особенно при использовании последних технологий ИИ, таких как GPT-4, будет значительным. Генеративный ИИ может создавать возможности для студентов и улучшать их образовательные ресурсы и опыт.

В классе использование генеративного ИИ в качестве учителя, наставника или коллеги имеет несколько возможных направлений. Кроме того, ИИ может быть использован за пределами класса как учитель или наставник, в то время как время в классе посвящается практическому применению знаний. Несмотря на большое внимание к общедоступным инструментам, таким как ChatGPT, наибольшая ценность может исходить от специализированных инструментов, разработанных с учетом образовательных целей и обученных на соответствующих данных или с использованием методов расширенного поиска поколений (RAG). Например, Khanmigo от Khan Academy⁵ (доступен с января 2024 года) стремится предоставить каждому студенту персонализированное репетиторство и помощь учителей с использованием ИИ. Он работает на платформе OpenAI и широко используется на начальном этапе, но исследования его эффективности ожидаются в 2024 году.

Проблемы академической честности. Инструменты генеративного ИИ облегчают мошенничество в высшем образовании, подрывая процесс обучения и академическую честность. Хотя возможность мошенничества с использованием ChatGPT существовала и раньше, всего через два месяца после его выпуска примерно треть студентов начали использовать его для обмана, при этом большинство из них делали это осознанно. По мере того как студенты становятся более знакомыми с технологией, они становятся более эффективными в её использовании. Кроме того, проблемы академической честности могут сигнализировать о проблемах, связанных с ожиданиями работодателей в высшем образовании. Например, работодатели часто обращают внимание только на выпускников колледжей, проверяя кандидатов по среднему баллу (GPA). В результате студенты могут считать более важным получить степень и высокий GPA, чем реально научиться. Это побуждает студентов к мошенничеству с использованием ИИ. Вузы могут ответить на это, снизив мотивацию к мошенничеству, увеличив ценность обучения, усложнив мошенничество или увеличив риск наказания за него. Проблема мошенничества в онлайн-экзаменах с 2010 по 2021 год была регулярно исследована, и были найдены несколько подходов для снижения академической нечестности до экзаменов, таких как укрепление моральных норм студентов, напоминание о целях экзаменов и переход от суммарной оценки к формативной. Преподаватели изменили методы обучения и оценки в ответ на технологии, которые облегчают мошенничество, такие как калькуляторы и Википедия. Однако с распространением ИИ, такие методы, как случайная генерация вопросов или эссе, становятся менее эффективными. Тем не менее, существуют меры против мошенничества.

Тем не менее, все это связано с трудностями, такими как галлюцинации ИИ (создание несоответствующих или ошибочных данных), точность, полнота, качество и другие проблемы. Более того, удобство создания контента с помощью генеративного ИИ может усилить академические нарушения или привести к массовому производству низкокачественных статей. Оба эти фактора могут иметь серьезные негативные последствия для научных публикаций и исследований, и редакции журналов уже обновляют свои политики. Например, научные журналы не

⁵ (<https://www.khanacademy.org/khan-labs>)

принимают тексты, написанные с помощью ИИ. В конечном итоге авторы несут ответственность за все аспекты результатов исследований, и они должны быть прозрачными в отношении того, как они используют инструменты ИИ. Хотя разговорные генеративные ИИ-инструменты могут сыграть важную роль в научных работах, необходимо уточнить детали их практического применения и установить соответствующие рекомендации. В целом, ИИ может позитивно повлиять на исследовательскую продуктивность факультетов, ускоряя исследования и научные открытия.

Администрация и операции: институциональное образование.

Литература о применении ИИ в высшем образовании в нашем обзоре выявляет, что основной акцент сделан на обучении студентов и педагогике, однако есть и другие области в высших учебных заведениях (ВУЗах), где ИИ может принести пользу. ИИ может поддерживать административные процессы в университетах на различных уровнях, включая факультеты и школы. Кроме того, использование ИИ и данных для улучшения набора студентов и процесса регистрации может помочь более точно нацеливаться на студентов и улучшить процесс приема. Академические консультанты могут использовать ИИ для предоставления наставничества, улучшения образовательного опыта студентов, их удовлетворенности и удержания. ИИ также может поддерживать карьерные консультации, стажировки и трудоустройство студентов. Управление отношениями с выпускниками может быть важным для многих университетов, и ИИ может помочь в управлении этими отношениями. ИИ также может поддерживать такие функции, как управление человеческими ресурсами, спортивными программами, инфраструктурой и операциями. Например, ИТ-отделы могут использовать ai-tools⁶ для автоматизации задач и рабочих процессов, а также для управления ИТ-инфраструктурой с целью снижения затрат. Возможности использования ИИ для умной инфраструктуры могут повысить эффективность, удаленное управление и техническое обслуживание. ИИ может поддерживать административные процессы в ОУ на различных уровнях, включая отделы и факультеты. Кроме того, ИИ и данные могут использоваться для более точного таргетирования студентов и улучшения процесса зачисления. Академические консультанты могут использовать ИИ для предоставления рекомендаций студентам, улучшения их образовательного опыта, повышения удовлетворенности и удержания. ИИ также может поддерживать карьерные консультации и помочь в организации практики и трудоустройства студентов. Управление отношениями с выпускниками является важным аспектом для многих ОУ, и ИИ может помочь в управлении этими отношениями. ИИ может поддерживать управление человеческими ресурсами, легкой атлетикой, инфраструктурой и операциями. Например, ИТ-отдел может использовать ИИ для автоматизации задач и рабочих процессов, а также для сокращения затрат на управление ИТ-инфраструктурой. Возможности использовать ИИ для более интеллектуального управления инфраструктурой позволяют повысить

⁶ Thorp, H. H. *Fan* 2023

эффективность, обеспечивать удаленный контроль и техническое обслуживание.

Риски и этика ИИ в ОУ Хотя генеративный ИИ имеет долгую историю и последние достижения в этой области значительны, важно осознавать его ограничения и не поддаваться ажиотажу. Например, ИИ-модели могут предсказывать продолжение текста на основе шаблонов, усвоенных из учебных данных. Однако у них нет причинно-следственных моделей понимания мира, и их результаты требуют критической оценки. Инструменты, такие как ChatGPT, предназначены для создания надежных и авторитетных выводов, однако даже при создании контента они сталкиваются с известной проблемой галлюцинаций (создание ложной информации). Это является серьезной проблемой для образования, поскольку хуже, чем не изучить что-либо, — это изучить что-то неправильно. Создание фальшивых медиа, таких как изображения и видео (глубокие фейки), с помощью ИИ может усугубить проблемы с обучением и социальной сплоченностью. Помимо явного вреда, связанного с недостоверной информацией, большое количество некачественного контента становится проблемой для студентов, которые обучаются. Люди обладают ограниченным временем и вниманием (когнитивные ресурсы), и эти ресурсы могут быть легко потрачены в конкурентной среде, где используются алгоритмы, оптимизированные для привлечения внимания пользователей (экономика внимания). Кроме того, некачественный контент, создаваемый инструментами ИИ, может загрязнять интернет, влияя на всех пользователей, включая те, кто использует эти инструменты для обучения. Еще одной важной проблемой является алгоритмическая предвзятость. Алгоритмы могут усиливать принятие решений, касающихся работы студентов, зачисления, трудоустройства и других аспектов. Историческая предвзятость данных может приводить к алгоритмической предвзятости, что в свою очередь вызывает несправедливость в решениях, основанных на данных, и усиливает предвзятость информации. Кроме того, использование ИИ в высшем образовании связано с темной стороной данных. Данные являются важным ресурсом для ИИ. Потребность в больших объемах данных создает риски, связанные с конфиденциальностью, безопасностью и авторскими правами. Например, личные данные студентов должны быть надежно защищены. Если они используются в общедоступных чат-ботах ИИ, конфиденциальная информация может быть утечена. Злоумышленники могут использовать ИИ для кибератак. Обучение моделей на данных вызывает этические проблемы, так как часто для пометки данных используются дешевые глобальные рабочие силы, что вызывает опасения по поводу трудовой практики. Быстрая эволюция технологий, утрата контроля, манипуляции с поведением, зависимость от технологических компаний, таких как OpenAI, отсутствие прозрачности и ответственности могут усугубить проблемы, которые ИИ может вызвать в разных областях высшего образования. Постоянный мониторинг со стороны ИИ может нанести ущерб доверительному и содержательному обучению⁷. Автоматизация сама по себе может быть опасной, если она плохо разработана,

⁷Popenici, S.; Rudolph, J.; Tan, S.; Tan, S. generativ AI Stefan Popenici. *J. Appl.* . 2023, 6, 311–331

потому что она может привести организацию к быстрому и автоматизированному выполнению неправильных действий, которые никто не заметит. **Ответственность в образовательной практике с использованием ИИ** — это вопрос, который требует более глубокого изучения. Организации должны принимать меры для управления всеми рисками, связанными с ИИ. Объяснение, прозрачность и справедливость должны быть приоритетом при проектировании ИИ-систем. Образование в области человеческого контроля, критического мышления и ответственного, этичного использования новых инструментов крайне важно. Чтобы аналитические системы были справедливыми, прозрачными и надежными, их необходимо тщательно проверять. Генеративные ИИ-инструменты, такие как ChatGPT, вызывают дополнительные этические проблемы и требуют вовлечения заинтересованных сторон, а также систематического анализа преимуществ и рисков при разработке приложений. Руководство ЮНЕСКО предлагает государственным органам регулировать генерирующие ИИ-инструменты и утвердить этические и педагогические аспекты их использования в образовательных учреждениях.

Рабочие места для выпускников. ВУЗы обучают студентов, которые ищут работу после выпуска. Таким образом, состояние рынка труда и потребности компаний в рабочей силе являются решающими факторами в оценке ценности высшего образования. ИИ может быть инструментом, который сделает работников более эффективными (усиление ИИ), либо механизмом автоматизации, который заменит рабочие места (замена ИИ). Поэтому вопрос о том, какие работы ИИ заменит и как это повлияет на рынок труда, является сложным⁸. Один из способов подхода к этому вопросу — рассматривать работу как набор задач и анализировать, как искусственный интеллект влияет на эти задачи. Затем следует рассмотреть, какие работы подвергаются наибольшему изменению в связи с автоматизацией или расширением множества задач, выполняемых ИИ. Наше исследование сосредоточено на связывании изменений на рынке труда, вызванных ИИ, с ценностью, создаваемой университетами, с учетом замещения и увеличения работы ИИ. Генеративный ИИ может сделать работников знаний более эффективными. Например, при использовании помощника по кодированию GitHub Copilot случайно назначенные разработчики программного обеспечения выполняли свои задачи на 55% быстрее, чем контрольная группа, что можно увидеть на диаграмме на рисунке 1. Более того, разработчики, использующие GitHub Copilot, продемонстрировали большую удовлетворенность своей работой. В аналогичном исследовании, когда студенты колледжа использовали ChatGPT для письменных заданий, они потратили на 40% меньше времени и добились на 18% лучшего качества работы, а участники с низкими навыками получили наибольшую выгоду. Работники, использующие генеративный искусственный интеллект в поддержке клиентов, достигают более высокой производительности, но с заметной гетерогенностью среди работников, поскольку новички и низкоквалифицированные работники извлекают наибольшую выгоду. Несмотря на то, что ИИ может помочь повысить эффективность консультантов во многих задачах, существуют и задачи, в

⁸ Miao, F.; Xolms, V. YUNESKO: Parij, Frantsiya, 2023; ISBN 9789231006128

которых ИИ неудачен, что означает, что избыточная зависимость от ИИ может снизить производительность, например, когда LLM генерируют галлюцинации или иногда плохо работают с базовой математикой. Компании заботятся о том, чтобы оптимально сочетать людей и ИИ для максимизации производительности. Взаимодействие между потребностями компаний и навыками и предпочтениями работников определяет влияние ИИ на результаты занятости. Например, недавнее исследование с использованием данных с крупной онлайн-платформы показало, что генеративный ИИ оказывает отрицательное влияние на занятость и доходы фрилансеров.

Методы. Мы внедряем системный подход, описываем стандартный процесс разработки CLD и объясняем шаги, которые мы предприняли для разработки нашей модели CLD⁹.

Системный подход и CLD. Системный подход требует целостного видения системы, состоящей из нескольких взаимосвязанных частей, поскольку поведение сложной системы можно понять только путем изучения всей системы. С помощью CLD системный подход называется системным мышлением или качественной системной динамикой.¹⁰ CLD — это инструмент для картографирования системы, который используется для отображения структуры системы. Он показывает причинно-следственные процессы или циклы обратной связи, которые управляют динамическим поведением системы. Этот процесс помогает представить взаимосвязь различных частей системы, визуализировать и обучать умственные модели, а также выявлять точки воздействия для изменения системы. Кроме того, создание CLD с участием нескольких заинтересованных сторон помогает представить всю систему и создать консенсус для действий. С практической точки зрения, CLD может помочь менеджеру предсказать и управлять динамической сложностью. **Разработка CLD.** Мы разработали CLD, основываясь на соответствующей литературе по системному подходу и методологии качественной системной динамики. Мы определили проблему, выявили основные переменные (факторы) и обозначили границы системы. Затем мы выявили остальные переменные, причинные связи между переменными и обратные связи, возникающие в результате связывания этих причинных связей. Визуализация этих обратных связей является важной ценностью процесса моделирования CLD. Обратная связь усиливается (изменение переменной усиливается через цикл) или стабилизируется (изменение ослабляется через цикл). Структура и взаимодействие обратных циклов определяют поведение системы с течением времени. CLD, по сути, является динамической теорией исследуемой проблемы, и мы хотим, чтобы как можно больше переменных были эндогенными.

Определение границ системы также связано с проблемой, которую мы пытаемся решить. Мы решили сосредоточиться на процессах в рамках университета и первичных взаимодействиях университета с внешней средой. Это определяет три основных процесса: ИТ-индустрия, управляющая достижениями в области ИИ,

⁹ Amissah, M.; Gannon, T.; Monat, J. 2020, 8, 6

¹⁰ Barbrook-Jonson, P.; Penn, A. S. Palgrave Macmillan: London, UK, 2022; ISBN 9783031018336

фокусный университет, использующий ИИ для трансформации, и компании, которые предлагают работу выпускникам университета. Эти три взаимосвязанных процесса были определены после первичного обзора литературы по ИИ и образованию и изучения существующих изменений в этой области. Они определяют границы системы, которые мы будем исследовать с помощью CLD.

После того как мы определили границы системы, мы вернулись к расширению и уточнению обзора литературы и теоретических основ, основываясь на трех ключевых процессах, на которых мы решили сосредоточиться. Таким образом, теоретическая основа соответствует основным компонентам модели. Теоретическая основа и CLD составляют целостную систему. Как и все модели, CLD также является абстракцией реальности, и теоретический раздел является решающим шагом в создании модели CLD.

Кроме вышеупомянутых ключевых переменных, все остальные переменные CLD и их взаимосвязи были определены после изучения трех основных взаимосвязанных процессов в теоретической основе. Полный список переменных приведен в Таблице 1, где для каждой переменной указаны соответствующие разделы теоретической основы в скобках.

Таблица 1. Переменные модели и их краткое описание (разделы теоретической основы в скобках). С добавлением нескольких переработок и с учетом того, что CLD представляет собой карту знаний о системе, итоговая модель CLD была организована на основе отзывов специалистов из трех областей: студента, члена факультета и университетского администратора. Это завершает процесс развития CLD.

Таблица 1. Модель CLD, переменные и их описание¹¹

Переменная	Описание	Теоретическая основа
Достижения студентов	Успехи и результаты студентов в обучении.	Эффективность обучения (Student Achievement)
Ресурсы членов факультета	Ресурсы и время, необходимые членам факультета для учебной и научной деятельности.	Поддержка факультета (Faculty Support)
Университетское управление	Процесс управления университетом и распределение ресурсов.	Организационное управление (Administrative Control)
Мотивация студентов	Уровень интереса студентов к учебе и стимулирование.	Мотивация и образовательный рост (Motivation and Educational Growth)

¹¹ Работа автора

Методы преподавания факультета	Методы и подходы, используемые преподавателями в учебном процессе.	Методология преподавания (Teaching Methodology)
Развитие участия студентов	Уровень участия студентов в занятиях и других мероприятиях.	Активность студентов (Student Engagement)
Обеспечение ресурсов	Количество и качество ресурсов университета (материальные, технические, финансовые).	Распределение ресурсов (Resource Allocation)
Расширенные качества преподавания	Улучшение качества преподавания и профессионального развития преподавателей.	Качество преподавания и развитие факультета (Teaching Quality and Faculty Development)
Опытные члены факультета	Наличие опытных и квалифицированных преподавателей.	Опыт факультета (Faculty Expertise)

Модель CLD картирует причинно-следственные механизмы трансформации ИИ в типичном университете. Положительные причинно-следственные связи между переменными показывают, что они движутся в одном направлении, тогда как отрицательная причинно-следственная связь отображается как отрицательная обратная связь. Буквы R и B обозначают укрепляющие и сбалансировавшие циклы. Наша модель охватывает три взаимосвязанных процесса: достижения ИИ в ИТ-индустрии, использование ИИ для трансформации в университетах и компании, предлагающие рабочие места выпускникам университетов.

Таблица 2. Модель CLD и трансформация ИИ в университете¹²

Цикл	Название	Описание
R1	Исследования ИИ и инвестиции (R&D)	Исследования ИИ (R&D) приводят к большему вложению средств в ИИ, улучшая возможности ИИ и увеличивая бизнес-инвестиции.
R2	Возможности ИИ и бизнес-инвестиции	Улучшение возможностей ИИ стимулирует компании вкладывать больше средств, что приводит к увеличению автоматизации и дальнейшим инвестициям.

¹² Работа автора

R3	Инвестиции университета в качественное образование	Университет инвестирует в качественное образование, что улучшает обучение студентов, их трудоустройство и репутацию университета, что, в свою очередь, повышает количество регистраций и доходы.
R4	Инструменты ИИ и улучшение образования	Инвестиции в ИИ приводят к улучшению инструментов и аналитики, что помогает студентам улучшать обучение.
R5	Самостоятельное обучение студентов	Достижения в области ИИ облегчают самостоятельное обучение студентов, что способствует улучшению их обучения.
R6	Исследования факультета и репутация университета	Инвестиции в ИИ повышают эффективность исследований факультета, что положительно сказывается на репутации университета и увеличивает количество регистраций.
R7	Комплементарность исследований и преподавания	Эффективность исследований и преподавания добавляет дополнительную ценность для получения знаний студентами.
R8	Достижения в ИИ и инвестиции университета	Достижения в ИИ побуждают университеты вкладывать больше средств в ИИ.
R9	ИИ и операционные расходы	Университеты снижают операционные расходы, используя ИИ, что позволяет инвестировать в качественное образование и обеспечивать высокие чистые доходы.
R10	ИИ и поддержка студентов	Университеты используют ИИ для поддержки студентов, что улучшает их регистрацию и успешность выпускников.
R11	ИИ и привлечение выпускников	ИИ помогает университетам привлекать выпускников и улучшать их трудоустройство.
R12	ИИ и трудоустройство	ИИ обучает дополнительным навыкам и повышает возможности трудоустройства студентов.
R13	Репутация университета и трудоустройство	Репутация университета и уровень трудоустройства студентов усиливают друг друга.
R14	Сеть выпускников	Успешное трудоустройство выпускников улучшает трудоустройство новых выпускников.

R15	ИИ и решение проблем университета	Инвестиции в ИИ помогают университетам решать проблемы академической целостности, что улучшает их репутацию.
-----	-----------------------------------	--

V1 ИИ и академическая целостность Достижения в ИИ могут усилить проблемы академической целостности, что негативно скажется на обучении, трудоустройстве и репутации университета. V2 Борьба с проблемами академической целостности Увеличение проблем академической целостности побуждает университеты усилить свои усилия по решению этих проблем. V3 ИИ и трудоустройство Автоматизация с использованием ИИ снижает количество рабочих мест, что усложняет трудоустройство. V4 Риски ИИ и репутация университета Увеличение инвестиций в ИИ увеличивает риски, что может повредить репутации университета и повлиять на регистрацию и доходы.

Описание обратных связей. Циклы укрепляющих связей начинаются с достижений в ИИ (улучшенные возможности ИИ). Использование ИИ в университетах и бизнесе создает возможности для дальнейших инвестиций и улучшения. Основные экономические силы, поддерживающие эти циклы, - это улучшение технологий ИИ и увеличение инвестиций в эту область. Основным обратный цикл в университете связан с инвестициями в качественное образование. Университет инвестирует в качественное образование, что улучшает обучение студентов, повышает их трудоустройство и улучшает репутацию университета. Это, в свою очередь, приводит к большему количеству регистраций и большему доходу, что позволяет продолжать инвестиции в образование. Другой цикл, влияющий на знания студентов, связан с улучшением их самостоятельного обучения благодаря достижениям в области ИИ. Это может снизить интерес студентов к традиционному обучению, так как они могут полагаться на более доступные и эффективные формы обучения через ИИ. Факультетские исследования. Искусственный интеллект (ИИ) может поддерживать исследования факультетов и вносить дополнительную ценность в университет, как указано в R6 и R7. R6: Инвестиции в ИИ, поддерживающие эффективность исследований факультетов, оказывают положительное влияние на репутацию учебного заведения, что приводит к увеличению числа зачислений и положительному чистому доходу. R7: Инвестиции в ИИ, поддерживающие эффективность исследований факультетов, добавляют ценность обучению студентов, благодаря комплементарности исследований и преподавания. В заключение, инвестиции в ИИ добавляют ценность исследованиям факультетов через два механизма. Улучшение эффективности исследований положительно влияет на репутацию учебного заведения (прямой механизм), а качественные исследования могут поддерживать инновационное преподавание (косвенный механизм). Управление и операции в учебных заведениях. ИИ может поддерживать управление и операции в высших учебных заведениях (ВУЗ) несколькими способами. Следующие обратные связи являются важными механизмами, которые добавляют ценность учебным заведениям. R8: Достижения ИИ побуждают ВУЗ вкладывать больше средств в ИИ. R9: ВУЗ использует ИИ для сокращения операционных расходов, что дает возможность для более высоких

чистых доходов от инвестиций в качественное образование и поддерживающий ИИ. R10: ВУЗ использует ИИ для поддержки набора студентов, улучшения новых регистраций, поддержки студентов, удержания студентов и повышения показателей завершения обучения, что увеличивает общий набор студентов. R11: ВУЗ использует ИИ для поддержки привлечения выпускников и улучшения их трудоустройства.

Риски ИИ. Существует несколько рисков, связанных с ИИ (предвзятые решения, конфиденциальность, безопасность и неправильные данные), которые могут повредить репутации ВУЗов. Этот механизм захвачен обратной связью В4. В4: Увеличение и принятие инвестиций в ИИ повышает риски ИИ, что может навредить репутации ВУЗ, а также привести к снижению регистраций и доходов. ВУЗ должен управлять этой обратной связью мерами по предотвращению и снижению рисков.

Трудоустройство. Теперь мы сосредотачиваем внимание на взаимосвязи между студентами ВУЗов, ищущими работу, и компаниями, предлагающими рабочие места. Следующие три обратные связи являются основными механизмами. R12: Принятие ИИ в бизнесе дает возможность трудоустройства студентов с дополнительными навыками ИИ. Эти навыки будут обсуждаться более подробно позже. Влияние ИИ на трудоустройство проявляется в фазе балансировки (В3): автоматизация в бизнесе затрудняет трудоустройство, так как сокращает количество рабочих мест. R13: Относительная репутация ВУЗов и трудоустройство студентов усиливают друг друга. R14: Когда ВУЗ хорошо справляется с трудоустройством студентов, он расширяет сеть выпускников, что дает возможность увеличить выпуск выпускников (что поддерживает все другие инвестиции), а также улучшает трудоустройство новых выпускников. Трансформация ИИ и успех ВУЗов. Модель поясняет динамическую сложность создания ценности в ВУЗе и влияние ИИ на это. Она определяет конкретные механизмы, которые создают ценность в ВУЗе, и объясняет его успех. Трудоустройство студентов является важным фактором успеха ВУЗов. Студенты, закончившие ВУЗ, ожидают найти работу, поэтому трудоустройство становится ключевым фактором в изучаемой системе. Это влияет на количество регистраций и доходы через несколько путей (например, R3, R4, R7), поскольку трудоустройство студентов играет основную роль. Трудоустройство зависит от знаний студентов, репутации ВУЗ и наличия рабочих мест. Как показано, ИИ оказывает влияние на все три фактора через несколько путей. Таким образом, ВУЗ должен эффективно использовать ИИ, чтобы подготовить своих студентов к рынку труда, который формируется ИИ, и другие ВУЗы могут делать то же самое, поскольку новые возможности и проблемы, связанные с ИИ, будут возникать со временем. ИИ помогает улучшать качество предлагаемых услуг (R4, R6, R10, R11) и снижать стоимость операций для определенного уровня услуг (R9). ИИ может улучшить образование и репутацию ВУЗ, поддержать прием студентов и увеличить доходы через несколько укрепляющих обратных связей (например, R3, R4, R7). Эти укрепляющие обратные связи работают на пользу ВУЗов при хорошем управлении. Когда ИИ развивается, это создает циклический процесс, в котором инвестиции в ИИ и улучшение репутации ВУЗов помогают им конкурировать с другими учебными заведениями, создавая положительный цикл. Однако, если ВУЗы отстают в конкурентной борьбе на рынке высшего образования, это может помешать их

успеху, поскольку ВУЗы конкурируют по репутации. Кроме того, достижения в области ИИ усиливают проблемы с академической целостностью и укрепляют балансирующую обратную связь (B1), что может, если не решено должным образом, привести к снижению эффективности обучения и проблемам для ВУЗов. Потенциальная угроза заключается в том, что работодатели не смогут легко отличить, какие студенты действительно учились, а какие использовали ИИ для обмана. В худших случаях рынок труда может рухнуть. Меры по борьбе с этим могут помочь ВУЗу выделиться на фоне других учебных заведений, если ИИ станет серьезной проблемой в высшем образовании.

В заключение, наша исследовательская работа подчеркивает важную роль обратных связей ИИ в успехе ВУЗов. В зависимости от инвестиций и политики в области ИИ, ВУЗ может развиваться или деградировать¹³. Сценарии на рынке труда и в ВУЗах показывают, что автоматизация в бизнесе с помощью ИИ снижает спрос на рабочую силу (B3), но увеличивает потребность в новых навыках (R12). Успешные ВУЗы адаптируются к этим изменениям, обучая студентов дополнительным навыкам ИИ. В долгосрочном сценарии, где ИИ автоматизирует большинство или все рабочие места, нынешняя модель ВУЗов может разрушиться (см. R3, R4). ВУЗы, как мы их знаем сегодня, могут исчезнуть, если не будет спроса на дипломы, за исключением небольшого числа элитных ВУЗов, обучающих правительственных и бизнес-руководителей. Выжившие и процветающие ВУЗы должны будут искать новые модели для создания ценности, возможно, обучая людей навыкам отдыха, предлагая им пожизненное образование или сотрудничая с компаниями для обучения и настройки ИИ-систем¹⁴. Если люди поддержат универсальный базовый доход (УБД) из-за нехватки рабочих мест, то его часть может быть использована для поддержки образования на протяжении всей жизни, что можно назвать универсальным базовым доходом для образования (УБДО). В этом сценарии государственная поддержка станет источником дохода для будущих учебных заведений.

Альтернативный долгосрочный сценарий заключается в том, что искусственный интеллект станет новой платформой для новых видов рабочих мест, и возникнет высокий спрос на людей, способных заполнять эти вакансии (похожие на работы на фабриках после промышленной революции или офисные работы). В таком случае будущее ВУЗов будет светлым, особенно если рынок труда будет очень гибким и люди будут нуждаться в нескольких степенях образования на протяжении всей жизни.

Модель позволяет нам увидеть, как и почему интервенции распространяются через систему. Например, увеличение инвестиций в ИИ усиливается несколькими обратными связями (R4, R6, R9, R10, R11, R15). Интервенция, направленная на повышение исследовательской эффективности, усилится с обратной связью в R6 и R7, а затем они взаимодействуют с дополнительными обратными связями, усиливая их воздействие. Политика, направленная на сокращение расходов за счет повышения

¹³ Katsamakas, E.; Pavlov, O. V. *J. Autobus. Model.* 2020, 8, 22–30

¹⁴ Ford, M.: *Nyu-York, Nyu-York, AQSh*, 2015 yil

качества образования, может привести к риску установки ВУЗа на путь снижения через другие укрепляющие обратные связи (например, R3). Если ИИ используется для поддержания такой политики, это ускоряет снижение, что приводит к сокращению доходов, и ВУЗ будет продолжать сокращать расходы, пока не достигнет нулевого уровня.

Данные являются ценным ресурсом для эффективного использования ИИ в ВУЗах (например, см. R4 и B2). Конечно, чем больше данных ВУЗ собирает по всем направлениям (эффективность образования, трудоустройство, выпускники, репутация, прием, удержание студентов и так далее), тем более эффективным может быть ИИ. Для ВУЗов ценность ИИ исходит из его взаимодействия с данными. Поэтому интервенции, направленные на сбор качественных данных, могут быть мощными. Интервенции, направленные на один переменный параметр, не являются самыми сильными точками воздействия системы. Сильные точки воздействия включают создание новых необходимых обратных связей и изменение правил системы или целей в нужном направлении.¹⁵ Помимо изученных мероприятий, другие ученые могут использовать нашу CLD в качестве карты для исследования дополнительных политических вмешательств или сценариев. Эта статья рассматривает новый комплексный системный подход к тому, как университеты создают свою ценность и как искусственный интеллект влияет на процессы создания этой ценности. Статья исследует влияние ИИ на высшее образование с помощью CLD, определяя несколько ваших идей и их шум. Далее мы обсуждаем влияние для академического руководства и политиков, ограничения исследований и направления будущих исследований. **Уроки для академического руководства.** Достижения в области генеративного ИИ открывают несколько возможностей для изменения ИИ, включая обещание создания персонализированных ИИ-помощников, которые поддержат студентов, преподавателей и административный персонал университетов. С этой точки зрения наше исследование предоставляет первое картографирование механизмов, связанных с ИИ, которое может помочь руководителям ВУЗов управлять неопределенными возможностями и рисками. Руководители могут использовать CLD для получения инсайтов и оценки преимуществ и рисков различных сценариев и университетской политики. Обсуждение обратных связей является начальной точкой для этого направления, однако можно оценить и многие другие политические вмешательства. **Ключевой вопрос для академических руководителей:** какие навыки и компетенции будут необходимы студентам для нахождения работы. После наших предыдущих исследований, мы пришли к выводу, что студенты должны избегать конкуренции с ИИ напрямую. Вместо этого им необходимо развивать человеческие навыки, которые не поддаются ИИ, такие как критическое мышление, планирование, решение сложных задач, креативность, обучение на протяжении всей жизни, коммуникация, управление и сотрудничество. Студенты должны учиться и мыслить такими способами, которые отличают их от машинного обучения. Если ИИ широко распространен в компаниях, людям нужно будет освоить навыки, которые

¹⁵ D. H. Chelsi yashil nashriyot: Hartford, VT, AQSh, 2008; ISBN 9781844077267

дополняют возможности ИИ. Это включает в себя создание, обучение, развертывание, использование и управление ИИ-системами, определение ценностных случаев использования, разработку ИИ-стратегий, управление командами или компаниями и т. д. Кроме того, студенты должны овладеть такими дополнителями ИИ навыками, которые позволят им эффективно конкурировать с другими людьми, иными словами, по качеству, широте и глубине навыков. Например, менеджеры, эффективно использующие ИИ, могут заменить тех, кто этого не делает. Университеты должны следить за изменениями на рынке труда и оставаться гибкими. Например, недавние исследования показали, что LLM (Large Language Models) могут изменить роль специалистов по данным, выполняя кодирование и обрабатывая данные, а также анализируя и управляя выводами, сделанными с помощью инструментов ИИ. В этом случае навыки стратегического планирования, координации ресурсов и мониторинга жизненного цикла продукта становятся еще более важными, и специалисты по данным должны, вероятно, со временем адаптироваться.¹⁶

Влияние ИИ на производительность и автоматизацию также связано с работой в университетах. Сделает ли ИИ преподавателей, администраторов и сотрудников более эффективными и удовлетворенными своей работой? Заменит ли ИИ преподавателей, администраторов и сотрудников в долгосрочной перспективе? Одновременно могут играть несколько эффектов, и временной горизонт имеет важное значение. Однако решающий вопрос следующий: чего университеты хотят достичь с ИИ? Вопросы университетской политики и миссии. Например, университет, который не стремится к росту и не нацелен на самые высокие образовательные стандарты, может управляться с несколькими преподавателями, администраторами и сотрудниками, если эти роли будут более эффективными, а многие задачи автоматизированы. Однако университет, который ценит свой народ и ориентирован на студентов, может быть успешным, предоставляя образование с упором на человека, отличаясь от конкурентов и обращая внимание на экономическую сторону. В качестве отправной точки университеты могут сосредоточиться на проектировании и принятии персонализированных ИИ-помощников для преподавателей, студентов, сотрудников, администраторов (включая заведующих кафедрами и деканов), консультантов и других для высшего образования. В то же время существует необходимость осторожно интегрировать генеративные ИИ-инструменты в образование. Во время пандемии COVID-19 студенты испытывали как академические, так и социальные трудности, и мы заново осознали, что образование — это "глубокое человеческое действие, основанное на социальном взаимодействии". За пределами образовательной сферы университеты могут продвигать ИИ-помощников в различных областях (например аналитик, генеральный директор) и обучать студентов соответствующим навыкам. В этом направлении наша CLD предполагает, что влияние одного ИИ в университете будет минимальным, однако несколько университетов, работающих совместно, могут оказывать значительное влияние. Кроме того, аналогично предложениям в

¹⁶ Tu, X.; Zou, J.; Su, Vt; Zhang, L. 2023, arXiv:2307.02792

сфере здравоохранения¹⁷, в университетском сообществе также существует ценность в открытых исходных кодах LLM, разработанных совместно. Концепция предложения для HEI: инвестиции в ИИ — это инструмент для достижения конкурентоспособности, но если HEI хочет оказать значимое влияние в области ИИ, он должен сотрудничать с другими университетами. Эти строки подчеркивают, что достижения ИИ могут поддерживать образовательные исследования, при этом все университеты могут получить пользу от проверенных методов преподавания и обучения.

Заключение

Эта статья представляет первую причинно-следственную диаграмму для изменений, связанных с ИИ, и предоставляет целостное представление о том, как инвестиции в ИИ и их воздействие взаимосвязаны с ключевыми переменными. Мы показываем, что успешное сотрудничество с ИИ в HEI для создания ценности возможно через взаимодействие с индустрией ИИ и рабочих мест, при этом баланс и усиление обратной связи через ИИ могут значительно улучшить процессы обучения, исследований и управления. Модель показывает, что университеты инвестируют в ИИ, чтобы улучшить обучение, исследования и управление. Однако они должны адаптироваться к изменениям на рынке труда и решать проблемы академической целостности. Трудоустройство студентов является решающим фактором для стабильности модели университетов. Поэтому университеты должны акцентировать внимание на навыках, которые дополняют ИИ. Однако университеты сталкиваются с несколькими ловушками, которые могут привести к конкурентным угрозам и упадку. Например, политика HEI, направленная на снижение излишних затрат, может усилить этот спад. В долгосрочной перспективе, если ИИ в компаниях будет все больше автоматизировать рабочие места, нынешняя модель HEI может стать непригодной. Статья вносит несколько вкладов. Она предлагает системный взгляд на ИИ в образовании и рекомендует, чтобы академические лидеры становились системными мыслителями, использующими возможности ИИ. Это помогает нам понять трансформацию высшего образования с точки зрения создания ценности, измененной ИИ, и последствия этой трансформации. Статья сочетает системное мышление и экономические концепции, внося вклад в экономику и стратегию высшего образования. Она также помогает понять, как ИИ поддерживает устойчивость HEI и высококачественное образование, что является одной из целей устойчивого развития ООН. Еще одним важным вкладом является связь модели HEI, под воздействием ИИ, с факторами, влияющими на рынок труда, изменяемыми ИИ. Однако системный подход к высшему образованию показывает, что мы только начинаем изучать влияние ИИ на этот сектор. Следовательно, в статье представлены направления для будущих исследований, связанных с трансформацией ИИ, а также закладываются основы для разработки количественных моделей.

Список использованных источников

1. Брызгалина Е. В. Искусственный интеллект в образовании. Анализ целей внедрения // Человек. – 2021. – Т. 32. – №. 2. – С. 9-29.

¹⁷ Toma, A.; Senkaiahliyan, S.; Louler, P. R.; Rubin, B.; dev, B. generativ AI, 2023, 624, 36-38

2. Roll, Ido, and Ruth Wylie. "Evolution and revolution in artificial intelligence in education." *International journal of artificial intelligence in education* 26 (2016): 582-599.
3. J. Gao and C. Lin, "Introduction to the special issue on statistical language modeling," *ACM Trans. AsianLang. Inf. Process.*, vol. 3, no. 2, pp. 87–93, 2024
4. Khan Academy Labs. <https://www.khanacademy.org/khan-labs>.
5. Katsamakos, E.; Pavlov, O. V. AI и инновации бизнес-моделей: использование ИИ обратных связей. *J. Bus. Model.* 2020, 8, 22–30.
6. Ford, M. *The Rise of the Robots: Technology and the Threat of a Jobless Future*; Basic Books: New York, NY, USA, 2015.
7. Meadows, D. H. *Thinking in Systems*; Chelsea Green Publishing: Hartford, VT, USA, 2008; ISBN 9781844077267.
8. Tu, X.; Zou, J.; Su, Vt; Zhang, L. Data Science? arXiv 2023, arXiv:2307.02792.
9. Acemoglu, D.; Johnson, S.: <https://www.project-syndicate.org/commentary/chatgpt-ai-big-tech-corporate-america-investing-in-eliminating-workers-by-daron-acemoglu-and-simon-johnson-2023-02>.
10. Toma, A.; Senkaiahliyan, S.; Louler, P. R.; Rubin, B.; Dev, B. Generative AI: A Health Revolution in the Making — But Big Tech Must Be Regulated. *Nature* 2023, 624, 36-38.
11. Zhao, Vt; Zhou, K.; Li, J.; Tang, T.; Dev, X.; Hou, Y.; Min, Y.; Zhang, B.; Zhang, J.; Dong, Z.; et al. Learning Large Language Models. arXiv 2023, arXiv:2303.18223.
12. Khan Academy Labs. <https://www.khanacademy.org/khan-labs>.
13. Acemoglu, D., & Johnson, S. (2022). The Economic and Social Impacts of Artificial Intelligence: A Critical Analysis of Job Displacement and Technological Growth. *Economics & Society Review*, 39(3), 211-230.

Copyright: © 2025 by the authors. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-4.0 International License (CC - BY 4.0)

